

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

А.А. Волкова  
В.Г. Шишкунов  
Г.В. Тягунов

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебник

Под общей редакцией доц., канд. техн. наук А.А. Волковой

Екатеринбург

УрФУ

2013

УДК 355.244.22 (075.8)

ББК 68.9я73

Б 40

Рецензенты: кафедра «Безопасность горного производства»  
Уральского государственного горного университета  
(зав. кафедрой проф., д-р техн. наук А.И. ЕРМОЛАЕВ;  
доц., канд. техн. наук В.В.ТОКМАКОВ);  
генеральный директор, д-р экон. наук В.П. АНУФРИЕВ  
(Уральский центр энергосбережения и экологии)

### **Волкова А. А.**

Б 40 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ: учебник /А.А. Волкова,  
В.Г. Шишкунов, Г.В.Тягунов. 233 с.

ISBN 978-5-321-01548-3

Учебник включает теоретический материал по курсу «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД), состоящий из разделов:

- теоретические основы БЖД;
- экологические аспекты БЖД;
- безопасность производственной деятельности;
- безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

По каждому разделу приводятся контрольные вопросы и задачи для самостоятельного решения.

Рекомендовано Уральским Региональным отделением учебно- методического объединения вузов Российской Федерации по направлению «Техносферная безопасность» в качестве учебника для бакалавров высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям

Библиогр.: 27 назв. Табл. 25. Рис. 48.

УДК 355.244.22 (075.8)

ББК 68.9 я 73

ISBN 978-5-321-01548-3

© Волкова А.А., Шишкунов В.Г., Тягунов Г.В., 2013

## **ВВЕДЕНИЕ**

Научно-технический прогресс последних десятилетий, несомненно, способствовал экономическому росту различных стран, что обострило глобально-кризисные проблемы: экологические, демографические, социальные, решение которых требует поиска новых возможностей и ресурсов. Для этого необходимы хорошо подготовленные профессионалы, обладающие инициативой, деловитостью, организованностью и творческим потенциалом.

Однако, по мнению многих специалистов, в настоящий период наша страна столкнулась с проблемами социально-психологической неподготовленности выпускника вуза к работе в нестандартных условиях. Лавинообразный рост информации, ее быстрое устаревание привело к тому, что накопление знаний при обучении является недостаточным для формирования и развития таких личностных качеств будущих специалистов, способных самостоятельно приобретать знания, генерировать новые научные, технические и социальные идеи, а также уметь их использовать в практической деятельности.

Важнейшей задачей этапа подготовки специалистов является разработка и внедрение современных образовательных технологий формирования специалистов с высоким уровнем самостоятельности.

Настоящий учебник, подготовленный преподавателями кафедры «Безопасность жизнедеятельности», содержит, наряду с теоретическим материалом, примеры решения задач, а также контрольные вопросы и задачи для самопроверки, что позволит студентам в процессе подготовки к занятиям в неаудиторное время самостоятельно получить базовые знания по основным разделам дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Значительное место занимают в учебнике вопросы безопасности производственной деятельности (охраны труда). Уровень технической оснащенности современного производства предъявляет высокие требования к профессиональной подготовке специалистов. Наряду с этим особую остроту приобретают проблемы, связанные с созданием здоровых и безопасных условий труда. Этим проблемам посвящены принятые в последнее время законодательные акты. Ряд принципиально новых положений в области охраны труда содержит Трудовой кодекс РФ (№90 – ФЗ от 30.06.2006 г.). В этом Законе среди основных направлений государственной политики в области охраны труда первым названо «...обеспечение приоритета жизни и здоровья работников...» (статья 210).

Вопросы охраны труда являются частью курса «Безопасность жизнедеятельности». Между тем в государственных образовательных стандартах по ин-

женерным специальностям объемы часов на дисциплину «Безопасность жизнедеятельности» уменьшаются и, следовательно, будущий инженер не получает во время обучения необходимого минимума знаний по столь важной для него дисциплине, как «Охрана труда».

Предприятия и работодатели постоянно высказывают предложения по усилению подготовки специалистов по проблемам безопасности труда.

Поэтому авторы настоящего учебника уделили этим вопросам особое внимание для того, чтобы студенты могли получить столь необходимые им знания в ходе самостоятельной подготовки.

Авторы выражают благодарность рецензентам профессору, доктору технических наук А.И. Ермолаеву, доценту, кандидату технических наук В.В. Токмакову, доктору технических наук В.П. Ануфриеву за труд по рецензированию рукописи.

# РАЗДЕЛ 1

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЖД

### **ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ». ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ БЖД**

**Безопасность жизнедеятельности (БЖД)** как научно-техническая дисциплина изучает опасности, угрожающие человеку в среде обитания, закономерности их проявления в целях разработки комплексной системы мер по защите человека и среды обитания от природных опасностей или формируемых в процессе деятельности человека.

В центре внимания БЖД находится человек как самоцель развития общества. Жизнь и здоровье человека – это непреходящие ценности, обладающие наивысшим приоритетом.

В научной теории БЖД ключевыми понятиями являются **среда обитания, деятельность, опасность, риск и безопасность**.

**Среда обитания** – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов, способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

**Опасности** – процессы, явления, предметы, оказывающие негативное воздействие на жизнь и здоровье человека.

**Здоровье** – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов (преамбула Устава Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)).

**Деятельность** – активное (сознательное) взаимодействие человека со средой обитания, результатом которого должна быть его полезность для существования человека в этой среде.

**Аксиома о потенциальной опасности деятельности.** Жизненный опыт человека показывает, что любой вид деятельности, будучи полезен для его существования, одновременно может быть источником негативных воздействий. Потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания на всех стадиях жизненного цикла как в бытовой, так и в производственной сферах.

**Любая деятельность потенциально опасна.**

Это утверждение называют **аксиомой о потенциальной опасности деятельности**, которая имеет, по меньшей мере, два важных вывода, необходимых для формирования систем безопасности:

- ни один вид деятельности не может обеспечить абсолютную безопасность для человека (нулевой риск);
- невозможно разработать абсолютно безопасную технику.

**Безопасность** – это такое состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на жизнь и здоровье человека.

Опасности, создаваемые деятельностью человека, имеют два важных для практики качества:

- потенциальный характер опасностей, т.е. опасности могут быть, но не приносить вреда и проявляться при определенных, зачастую трудно предсказуемых, условиях;
- ограниченная зона влияния (зона действия опасности).

Для обеспечения безопасности должны быть выполнены **три задачи БЖД**.

**1. Идентификация (распознавание) опасностей** – детальный анализ опасностей, формируемых в изучаемой деятельности. Последовательность проведения анализа следующая:

- выявление элементов среды обитания как источников опасности;
- оценка опасностей по качественным, количественным, пространственным и временным показателям ( $x, y, z, t$ ).

**2. Защита человека и среды обитания от выявленных опасностей** на основе сопоставления затрат с выгодами. Защита базируется на определенных принципах, методах и средствах.

**3. Защита от остаточного риска данной деятельности**, поскольку обеспечить абсолютную безопасность невозможно: изучение закономерностей и построение моделей развития чрезвычайных ситуаций; принципы, методы, приемы и средства их прогнозирования и ликвидации.

**БЖД – система знаний, направленных на обеспечение безопасности и сохранение здоровья человека в производственной и непроизводственной среде с учетом влияния человека на среду обитания.**

В структуре курса БЖД выделены следующие разделы:

- теоретические основы БЖД;
- безопасность в производственной среде;
- безопасность в окружающей природной среде;
- безопасность при чрезвычайных ситуациях.

В ходе изучения дисциплины предполагается выполнение цикла лабораторных и практических работ, количество которых определяется учебными планами соответствующих специальностей.

На завершающем этапе обучения в структуру дипломного проекта (работы) включаются разделы, в которых должны быть проработаны вопросы обеспечения безопасности труда, экологической безопасности и обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях применительно к разрабатываемому объекту.

Структура курса «Безопасность жизнедеятельности» показана на рис.1.

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ

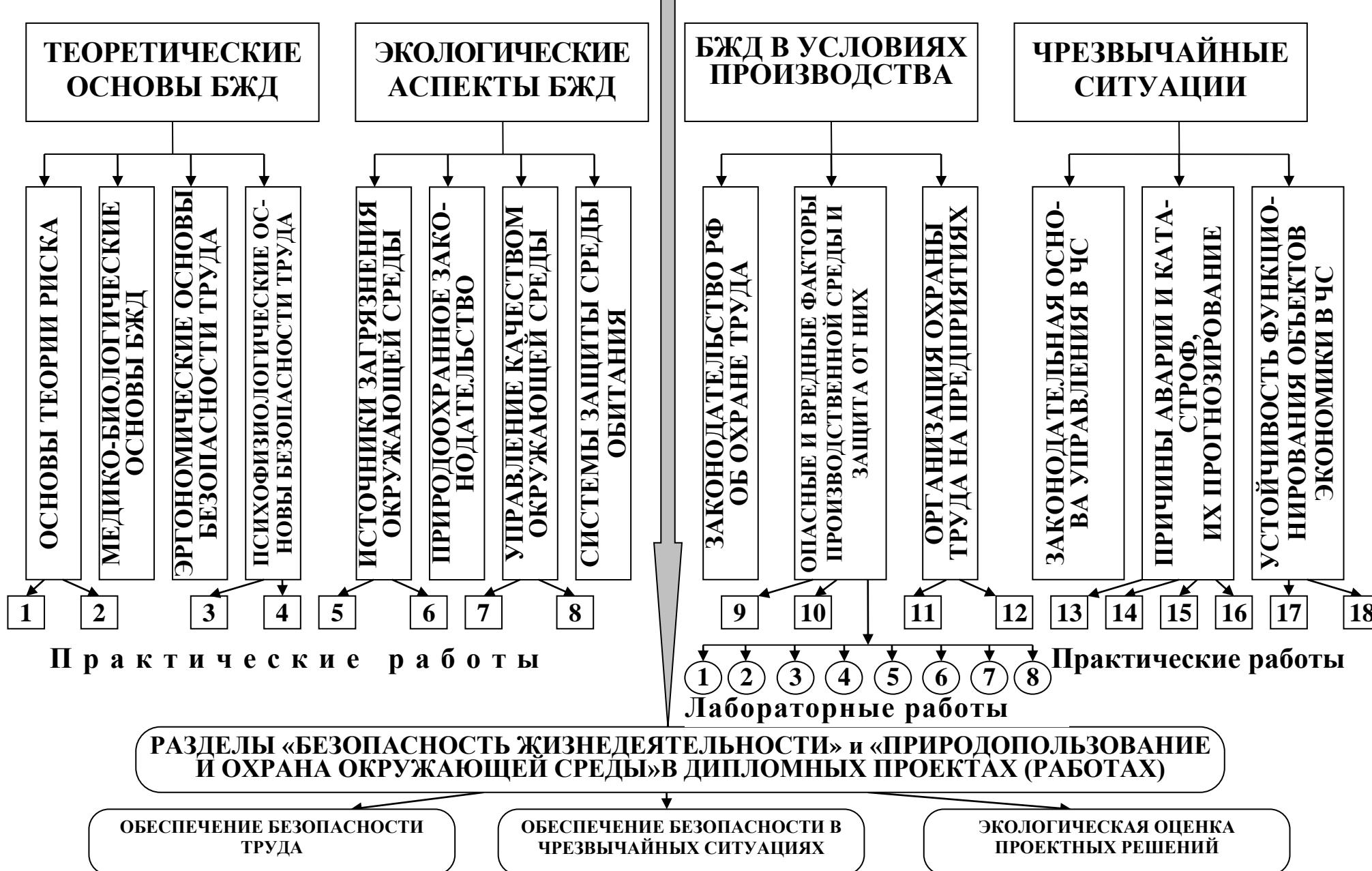


Рис. 1. Структура курса «Безопасность жизнедеятельности»

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ РИСКА

**Понятие риска. Виды рисков.** Опасности могут быть реализованы в форме травм или заболеваний только в том случае, если зона формирования опасностей (*ноксосфера*) пересекается с зоной деятельности человека (*гомосфера*). В производственных условиях – это рабочая зона и источник опасности как один из элементов производственной среды (рис. 2). Минимизация зоны риска является задачей обеспечения безопасности.

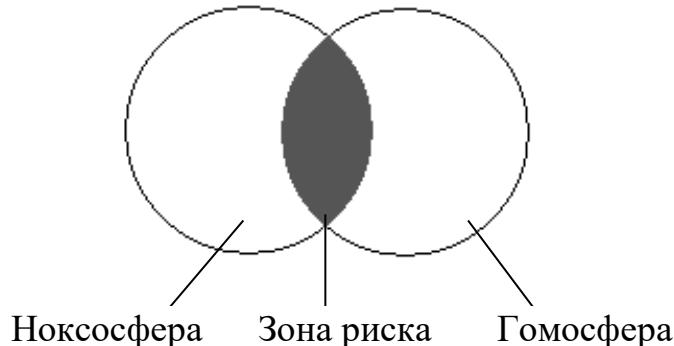


Рис. 2. Схема формирования области действия опасности на человека

**Риск** – количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, т.е. *отношение числа неблагоприятных проявлений опасности к их возможному числу за определенный промежуток времени* (частота реализации опасности).

$$R = \frac{n}{N},$$

где **R** – риск (1/год);

**n** – число неблагоприятных проявлений опасности за определенный промежуток времени (год);

**N** – возможное число проявлений опасности за тот же период.

*Пример.* Согласно статистическим данным [4] в настоящее время ежегодно в России в авариях и катастрофах гибнет около 50 тысяч человек. Определим риск гибели человека в аварии или катастрофе, 1/год:

$$R = \frac{50 \cdot 10^3}{148 \cdot 10^6} \approx 3,38 \cdot 10^{-4}$$

( $N = 148$  млн чел. – численность населения России).

Различают индивидуальный и групповой (социальный) риск.

**Индивидуальный риск** характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума.

**Коллективный риск** – ожидаемое количество пострадавших в результате аварий на объекте за определенный период времени.

**Групповой, или социальный, риск** представляет собой зависимость между частотой происшествий (аварий, катастроф, стихийных бедствий) и числом пострадавших в них людей (рис. 3).

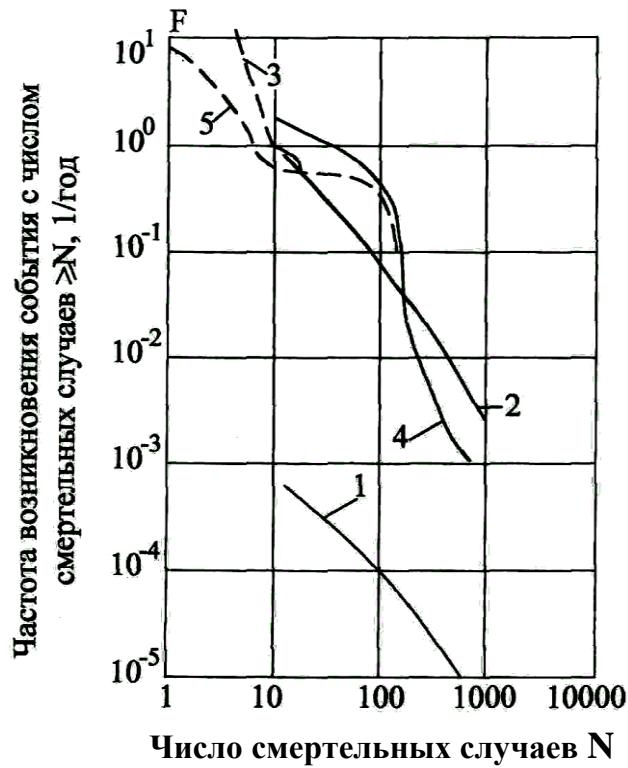


Рис. 3. Пример определения группового риска [11]:  
 1 – 100 АЭС США; 2 – пожары (США); 3 – пожары (Англия);  
 4 – авиакатастрофы (США); 5 – авиакатастрофы (Англия)

**Концепция приемлемого риска.** Беспрецедентное усложнение производств и появление принципиально новых технологий сделали концепцию «абсолютной безопасности» неадекватной внутренним законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер, и нулевая вероятность аварии достигается лишь в системах, лишенных запасенной энергии, химически и биологически активных компонентов. На большинстве объектов аварии все равно возможны, их не исключат даже самые дорогостоящие инженерные меры. Ресурсы любого общества ограничены, поэтому неоправданные вложения средств в технические системы предотвращения аварий приведут к уменьшению финансирования социальных программ, что в перспективе может сократить среднюю продолжительность жизни человека и снизить ее качество.

**Приемлемый (допустимый) риск** – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям.

Таким образом, приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый **компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения**.

Пример определения приемлемого риска представлен на рис. 4. При увеличении затрат на повышение безопасности технологий и совершенствование оборудования технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферу.

Зависимость риска от экономической стратегии носит статистический, усредненный характер. Поэтому нужно исходить не из минимального риска (нижней точки суммарной кривой), а из некоторого максимального допустимого уровня, расположенного чуть выше. В промежутке между этими двумя значениями и лежит область, в которой у человека остается свобода выбора.

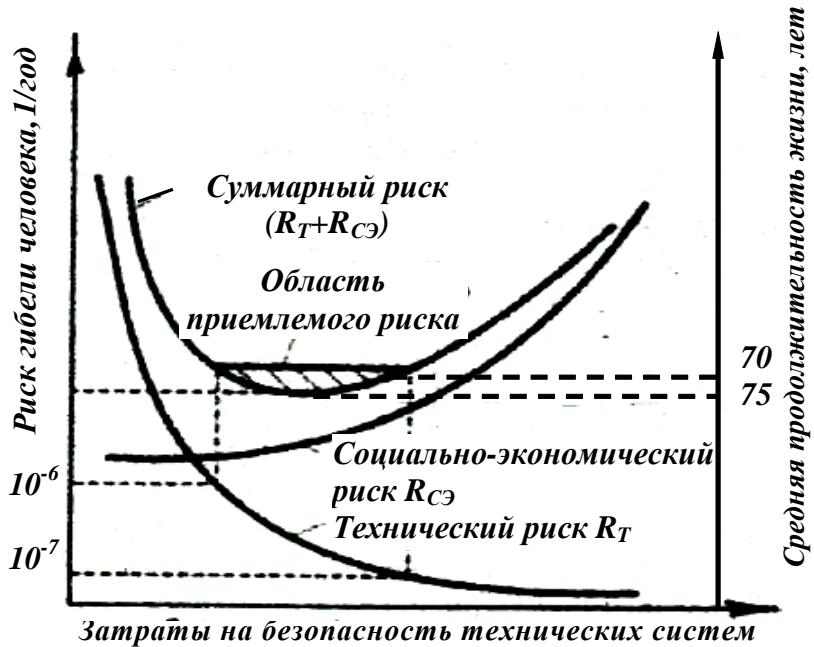


Рис. 4. Определение приемлемого риска

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от  $10^{-7} \dots 10^{-6}$  (1/год<sup>-1</sup>), а величина  $10^{-6}$  является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности и радиационной безопасности. В некоторых странах, например в Голландии, приемлемые риски установлены в законодательном порядке.

Пренебрежимо малым считается индивидуальный риск гибели  $10^{-8}$  в год.

Для экосистем максимально приемлемым риском считается тот, при котором может пострадать 5 % видов биогеоценоза.

**Мотивированный (обоснованный) и немотивированный (необоснованный) риск.** В случае производственных аварий, пожаров, в целях спасения людей и материальных ценностей человеку приходится идти на риск, превышающий приемлемый. В этом случае риск считается обоснованным (мотивированным). Для ряда опасных факторов, например возникающих в случае радиационных аварий, установлены величины мотивированного риска, превышающего приемлемый риск, – «планируемое повышенное облучение», допускаемое в исключительных случаях для лиц, участвующих в ликвидации последствий радиационных аварий.

**Немотивированным (необоснованным)** риском называют риск, превышающий приемлемый и возникающий в результате нежелания работников на

производстве соблюдать требования безопасности, использовать средства защиты и т.д., что, как правило, приводит к травмам и формирует предпосылки аварий на производстве.

**Пути управления риском.** В целях повышения уровня безопасности средства можно расходовать по трем направлениям:

- 1) совершенствование технических систем и объектов;
- 2) подготовка и обучение персонала;
- 3) совершенствование управления при чрезвычайных ситуациях.

В первых двух случаях средства расходуются на снижение вероятности аварии, в третьем – на уменьшение ее масштабов, если она произойдет. Анализ эффективности капиталовложений показывает, что во многих случаях можно сильней снизить риск для населения, если больше внимания уделять действиям в случае аварии, чем техническим системам ее предотвращения, которые все равно абсолютных гарантий не дают.

Технические, организационные, административные методы управления риском дополняются экономическими методами, такими как страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и др. В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

**Методические подходы к изучению риска.** При определении риска существует четыре разных подхода.

**Инженерный** – опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности (ВАБ) с использованием графо-аналитических методов построения и расчета так называемых деревьев событий и деревьев отказов.

С помощью первых предсказывают, во что может развититься тот или иной отказ техники. Исследователь графически представляет возможные сценарии развития опасной ситуации, начиная от исходного события – отказа того или иного элемента системы. В этом случае используется **прямая (индуктивная)** логика – от частного к общему.

Деревья отказов помогают проследить последовательность событий (причин), которые могут привести к какому-то нежелательному эффекту. При этом аварийная ситуация в исследуемой системе является **венчающим событием**, так как прослеживаются все возможные логические цепочки взаимосвязанных событий, которые могут к нему привести. В этом варианте полученные результаты основываются на **обратной** (дедуктивной) логике – от общего к частному. Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем – общая вероятность аварии на объекте.

**Модельный** – построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут описывать как последствия обычной работы предприятий, так и ущерб от аварий на них.

**Экспертный** – вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов. Особенно эффективно используется в тех случаях, когда для двух первых мало надежных данных.

**Социологический** – исследуется отношение населения к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

Зачастую объективные и субъективные оценки риска по отношению ко многим неблагоприятным воздействиям заметно расходятся. Специалистам приходится часто сталкиваться со стойкими общественными предубеждениями, способными оказывать серьезное влияние на экономическую политику и систему принятия решений. Поэтому мнение населения важно знать и учитывать при оценке техногенного риска.

**Последовательность изучения опасностей.** Изучение опасностей рекомендуется проводить в следующем порядке:

**Стадия 1.** Предварительный анализ опасности (ПАО). Эта стадия осуществляется в три этапа.

I этап. Выявление источников опасности: взрыв, пожар, выброс токсичных или радиоактивных продуктов и т.п.

II этап. Определение частей системы, которые могут вызвать эти опасности (реакторы, трубопроводы и пр.).

III этап. Введение ограничений на анализ, т. е. исключение опасностей, которые не будут изучаться (диверсии, землетрясения и т. д.).

**Стадия 2.** Выявление последовательности опасных ситуаций, построение дерева причин и опасностей – эти методы будут описаны далее.

**Стадия 3.** Анализ последствий: выброс химических веществ, отравление людей, радиоактивное загрязнение местности и коллективная доза ионизирующего излучения, полученная населением, ударная волна, разрушение зданий и сооружений, поражение людей в результате взрыва и т. д.

**Априорный и апостериорный анализ безопасности систем.** Анализ безопасности системы осуществляется априорно или апостериорно, т.е. до или после возникновения нежелательного события. В обоих случаях используемый метод может быть прямым или обратным.

**Априорный анализ.** Исследователь выбирает такие нежелательные события, которые являются потенциально возможными для данной системы, и пытается составить набор различных ситуаций, приводящих к их появлению.

**Апостериорный анализ.** Выполняется после того, как нежелательное событие уже произошло. Цель такого анализа – разработка рекомендаций на будущее. Один вид анализа дополняет другой. Кроме того, апостериорный анализ может стать базой для последующего априорного анализа. Логическая последовательность событий может быть проанализирована прямым и обратным методами. При использовании прямого (индуктивного) метода анализируются причины, чтобы предвидеть последствия. При обратном методе анализируются последствия, чтобы определить причины. Конечная цель всегда одна – предотвращение нежелательных событий.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Предмет дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»
2. Сформулировать аксиому о потенциальной опасности деятельности
3. Дать определение понятию «опасность»

4. Определить понятие «безопасность»
5. В чем выражается потенциальный характер опасностей?
6. Сформулировать три задачи БЖД
7. Основные разделы курса БЖД
8. Дать определение понятию «риск». Риск индивидуальный и групповой (социальный), мотивированный и немотивированный риск
9. Что такое «приемлемый риск»? Как определить его значение? Чему по международным оценкам равен приемлемый риск? Пренебрежимо малый риск?
10. Пути управления риском
11. Методические подходы к изучению риска
12. Последовательность изучения опасностей (3 стадии)
13. Априорный и апостериорный анализ безопасности систем. Примеры использования
14. **Задача.** Определить значение индивидуального риска, если за период 5 лет в авариях пострадало 4 человека, а среднесписочное число работающих на данном объекте за указанный период составляло 1525 человек
15. Коэффициент частоты производственного травматизма для подразделения за отчетный период составил 4,3. Чему равен риск травмирования работников данного подразделения за указанный период?

## **МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Процесс приспособления организма к природным, производственным и социальным условиям представляет собой универсальное явление. С момента рождения организм внезапно попадает в совершенно новые для себя условия и вынужден приспособить к ним деятельность всех своих органов и систем. В дальнейшем, в ходе индивидуального развития, факторы, действующие на организм, непрерывно видоизменяются, что требует постоянных функциональных перестроек.

*Адаптация – процесс приспособления организма к меняющимся условиям среды, что означает возможность приспособления человека к природным, производственным или социальным условиям.*

Главная роль в защитно-приспособительных реакциях принадлежит высшей нервной деятельности.

Теория функциональных систем, сформулированная в нашей стране П. К. Анохиным, позволила объяснить, каким образом организм с помощью механизмов саморегуляции обеспечивает оптимальные жизненные функции в нормальных и экстремальных условиях.

Процесс саморегуляции является **циклическим** и осуществляется на основе «правила отрицательной обратной связи» – всякое отклонение какого-либо фактора от жизненно важного уровня служит толчком к мобилизации соответ-

ствующей функциональной системы, вновь восстанавливающей этот уровень.

Функциональная система (рис. 5) включает в себя:

- **рецепторы**, являющиеся своеобразными живыми датчиками, оценивающими величину регулируемого показателя;
- **центральный аппарат** – различные уровни структуры мозга, анализирующие все многообразие поступающих сигналов, принимающие решение и программирующие ожидаемый результат;
- **поступающие команды**;
- **исполнительные механизмы** – периферические органы, реализующие поступающие команды.

Кроме того, в системе есть **обратная связь**, которая информирует центр об эффективности деятельности исполнительных механизмов и о достижении конечного результата.



Рис. 5. Общая схема функциональной системы

Биологический смысл адаптации состоит в установлении и поддержании **гомеостаза**, позволяющего существовать в измененной внешней среде.

**Гомеостаз** – относительное динамическое постоянство внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (терморегуляции, кровообращения, газообмена и пр.), поддерживаемое механизмами саморегуляции в условиях колебаний внутренних и внешних раздражителей.

Основные константы гомеостаза – температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости и другие – поддерживаются сложными механизмами саморегуляции, в которых участвуют нервная, эндокринная и сенсорные системы. Постоянство состава, физико-химических и биологических свойств внутренней среды организма человека является не абсолютным, а относительным и динамическим. Оно постоянно корректируется в зависимости от изменения внешней среды и в результате жизнедеятельности организма.

Диапазон колебаний параметров факторов окружающей среды, при котором механизмы саморегуляции функционируют без физиологического напряжения, относительно невелик. При отклонении параметров факторов окружающей среды от оптимальных уровней механизмы саморегуляции начинают функционировать с напряжением, и для поддержания гомеостаза в процесс включаются механизмы адаптации, чем и обеспечиваются работоспособность, максимальная продолжительность жизни и репродуктивность в неадекватных условиях среды.

Если уровни воздействия факторов окружающей среды выходят за пределы адаптационных возможностей организма, то включаются **дополнительные защитные механизмы**, противодействующие возникновению и прогрессированию патологического процесса.

Чрезмерно сильные воздействия среды могут стать причиной развития болезней – от язвенных до тяжелых сердечно-сосудистых и иммунных.

## СТРУКТУРА И ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛИЗАТОРОВ

Информацию о внешней и внутренней среде организма человек получает с помощью **сенсорных систем – анализаторов**.

В соответствии с современными представлениями **анализаторы** – это специализированные части нервной системы, включающие периферические рецепторы (сенсорные органы, органы чувств), отходящие от них нервные волокна (проводящие пути) и клетки центральной нервной системы, сгруппированные вместе (сенсорные центры), где проводится обработка информации.

Общая функциональная схема анализатора показана на рис. 6.

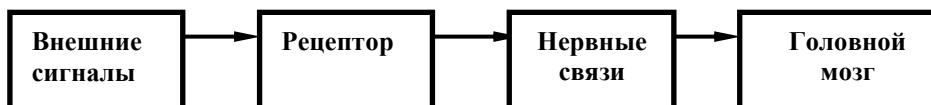


Рис. 6. Общая функциональная схема анализатора

Центральной частью анализатора является некоторая зона в коре головного мозга. Периферическая часть – **рецепторы** – находится на поверхности тела для приема внешней информации либо размещается во внутренних системах и органах для восприятия информации об их состоянии. Внешние рецепторы обычно называют **органами чувств**. Морфологически рецепторы представляют собой клетку, снабженную подвижными волосками или ресничками, обеспечивающими чувствительность рецепторов. Проводящие нервные пути соединяют рецепторы с соответствующими зонами мозга.

Рассмотрим основные параметры анализаторов.

**Абсолютная чувствительность к интенсивности сигнала** характеризуется минимальным значением воздействующего раздражителя, при котором возникает ощущение. Абсолютный порог определяется в единицах измерения раздражителя.

*Минимальную адекватно ощущаемую интенсивность сигнала* принято называть **нижним порогом чувствительности**.

Психофизиологическими опытами установлено, что **величина ощущения изменяется медленнее, чем сила раздражителя**.

Эту закономерность выражает **Закон Вебера – Фехнера** (закон восприятия):

$$J = K \lg E + C,$$

т.е. при линейном увеличении интенсивности раздражителя (**E**) интенсивность ощущения (**J**) растет логарифмически. Здесь **K** и **C** – константы, определяемые данной сенсорной системой.

*Максимальную адекватно ощущаемую величину сигнала* принято называть **верхним порогом чувствительности, или болевым порогом**.

**Диапазон чувствительности к интенсивности** включает все переходные значения раздражителя от абсолютного порога чувствительности до болевого порога.

**Дифференциальный порог чувствительности к изменению интенсивности сигнала** – это *минимальное изменение интенсивности сигнала, ощущаемое человеком*.

**Границы (диапазон) спектральной чувствительности** определяются для анализаторов, чувствительных к изменению частотных характеристик сигнала (слуховой, зрительный и т.п.).

**Дифференциальная чувствительность к изменению частоты сигнала** – это *минимальное изменение частоты сигнала, ощущаемое человеком*.

**Пространственные характеристики чувствительности** специфичны для каждого анализатора.

Для каждого анализатора характерна **минимальная длительность сигнала**, необходимая для возникновения ощущений.

*Время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ощущения, называют латентным периодом.*

Величина латентного периода для различных анализаторов следующая:

Анализатор	Латентный период, с
тактильный (прикосновение)	0,09...0,22
зрительный (свет)	0,31...0,39
слуховой (звук)	0,12...0,18
обонятельный (запах)	0,31...0,39
температурный (тепло-холод)	0,28...1,6
вестибулярный аппарат (при вращении)	0,4
болевой (рана)	0,13...0,89

**Адаптация** (привыкание) и **сенсибилизация** (повышение чувствительности) характеризуются временем и присущи каждому типу анализаторов.

Не вся сенсорная информация осознается, большей частью она нужна для многих регуляторных процессов, протекающих *бессознательно*. Например, вестибулярная и двигательная рецепция и осязание участвуют в двигательной координации, терморецепция используется для автоматической регуляции температуры тела, дыхание изменяется на основе информации о содержании газов в крови, а болевые стимулы вызывают защитные реакции.

Функционирование разных анализаторов существенно изменяется под влиянием неблагоприятных для человека условий. Низкие и высокие температуры, вибрации, перегрузки, невесомость, слишком интенсивные потоки информации, ведущие к дефициту времени, и ее недостаток, утомление, вызванное длительной работой или неблагоприятными условиями, состояние стресса – все эти факторы вызывают различные изменения характеристик анализаторов.

Чтобы обеспечить достаточную надежность деятельности человека при приеме и анализе сигналов в любых условиях, для практических расчетов рекомендуется использовать не абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности анализаторов к различным характеристикам сигналов, а оперативные пороги, характеризующие не минимальную, а некоторую **оптимальную различимость сигналов**. Обычно оперативный порог в 10...15 раз выше соответствующего абсолютного и дифференциального.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Зрительная система.** Важнейшим условием правильной ориентации человека в окружающей среде является зрение, т.к. 80 % всей информации человек получает в результате реакции на визуальное раздражение.

Главными особенностями человеческого глаза являются способность к **аккомодации** (способность зрения приспосабливаться к расстоянию до обозреваемого предмета) и **адаптации** (способность зрения приспосабливаться к световым условиям окружающей среды).

Восприятие визуальной информации ограничено пределами  **поля зрения** – это пространство, обозреваемое человеком при неподвижном состоянии глаз и головы. **В пределах угла зрения 30-40 ° условия для видения оптимальны**. В этом диапазоне целесообразно помещать основные носители информации, так как в нем воспринимаются и движения, и резкие контрасты.

Изображение, вызванное световым сигналом, сохраняется на сетчатке глаза в течение некоторого времени, несмотря на исчезновение сигнала. Эта инерция зрения, как показывают исследования, находится в пределах 0,1...0,3 с. Благодаря инерции зрения, при определенной частоте мелькающий сигнал начинает восприниматься как постоянно светящийся источник. Такую частоту называют **критической частотой слияния мельканий**. Если мелькания света используются в качестве сигнала, частота слияния должна быть оптимальной – 3...10 Гц.

Инерция зрения обуславливает **стробоскопический эффект**. Если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то наблюдение субъективно ощущается как непрерывное. Стробо-

скопический эффект способствует возникновению **иллюзии движения** при прерывистом наблюдении отдельных объектов; **иллюзии неподвижности или замедления движения**, если движущийся предмет периодически занимает прежнее положение; **иллюзии вращения в противоположную от реального направления сторону**, если частота вспышек света больше числа оборотов вращающегося предмета.

Прием и анализ информации происходит в световом диапазоне (380...760 нм) электромагнитных волн. Цветовые ощущения вызываются действием световых волн, имеющих различную длину. Глаз различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Наибольшая чувствительность в условиях обычного дневного освещения достигается при длине волн 554 нм (в желто-зеленой части спектра) и убывает в обе стороны от этого значения.

Приблизительные границы длин волн и соответствующие им ощущения показаны на рис. 7. Характеристикой чувствительности является *относительная видность* –  $K\lambda = S\lambda/S_{max}$ , где  $S_{max}$  – ощущение, вызываемое источником излучения с длиной волны 554 нм;  $S\lambda$  – ощущение, вызываемое источником той же мощности с длиной волны  $\lambda$ .

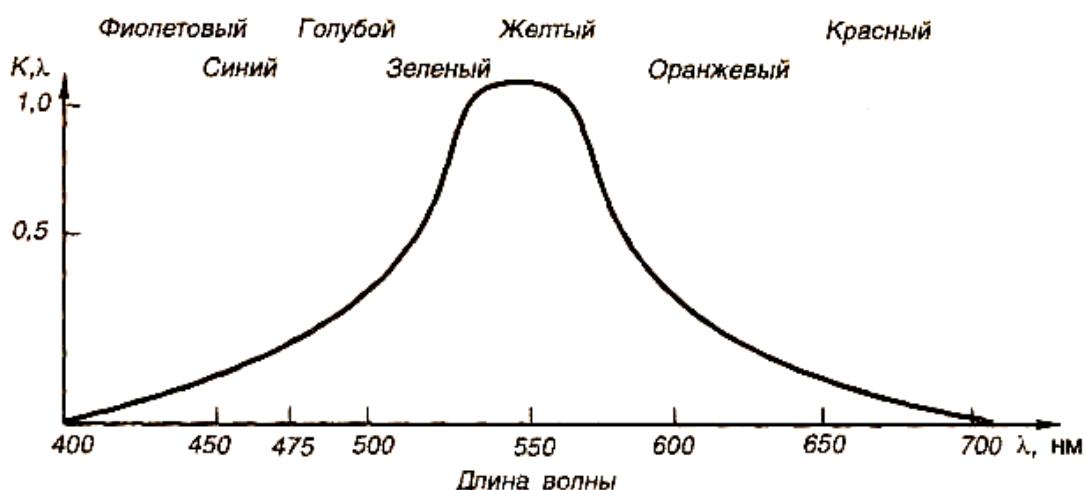


Рис. 7. Спектральная чувствительность глаза

На ощущение цвета влияют яркость источника света, коэффициент отражения или пропускания света объектом, качество и интенсивность освещения, одновременный или последовательный контраст.

Глаз снабжен естественной защитой. Рефлекторно закрывающиеся веки защищают сетчатку глаза от сильного света, а роговицу от механических воздействий. Слезная жидкость смывает с поверхности глаз и век пылинки, убивает микробы, благодаря наличию в ней *лизоцима* – фермента, растворяющего некоторые микроорганизмы. Защитную функцию выполняют и ресницы. Однако, несмотря на совершенство, естественная защита для глаз оказывается недостаточной, поэтому возникает необходимость в применении искусственных средств защиты.

Зрительное восприятие цвета, переработка получаемой зрительной информации в большой мере зависят от **освещения**. Поэтому необходимо уделять особое внимание *формированию светового климата*.

**Слуховая система.** С помощью органов слуха человек может оценить многочисленную и разнообразную слуховую информацию. Слуховой анализатор обладает высокой чувствительностью, находится в постоянной готовности к приему информации и позволяет частично «разгрузить» зрительный анализатор.

Механические колебания создают слуховое восприятие, когда их частота лежит в области 16 ... 20000 Гц.

Под звуковым давлением понимают разность между мгновенным значением давления в данной точке пространства, где распространяется звук, и средним значением давления в невозмущенной среде. Органом слуха воспринимается среднеквадратичная величина звукового давления  $\overline{P^2}$  за период осреднения  $T = 30 \dots 100$  мс.

При распространении звука происходит перенос энергии. Энергетической характеристикой звука является интенсивность (мощность звука) в любой точке – поток энергии, приходящийся на единичную площадку в направлении, нормальном распространению звуковой волны [Вт/м<sup>2</sup>].

Интенсивность звука связана со звуковым давлением следующим соотношением:

$$J = \frac{\overline{P^2}}{\rho c},$$

где  $J$  – интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>;

$\overline{P^2}$  – среднеквадратичное звуковое давление;

$\rho$  – плотность среды, в которой распространяется звук;

$c$  – скорость звука в этой среде.

Слуховое восприятие изображается на диаграмме нанесением величин звукового давления, при которых *на каждой частоте* возникает ощущение звука, и обозначается как *кривая порога слышимости* (рис. 8).

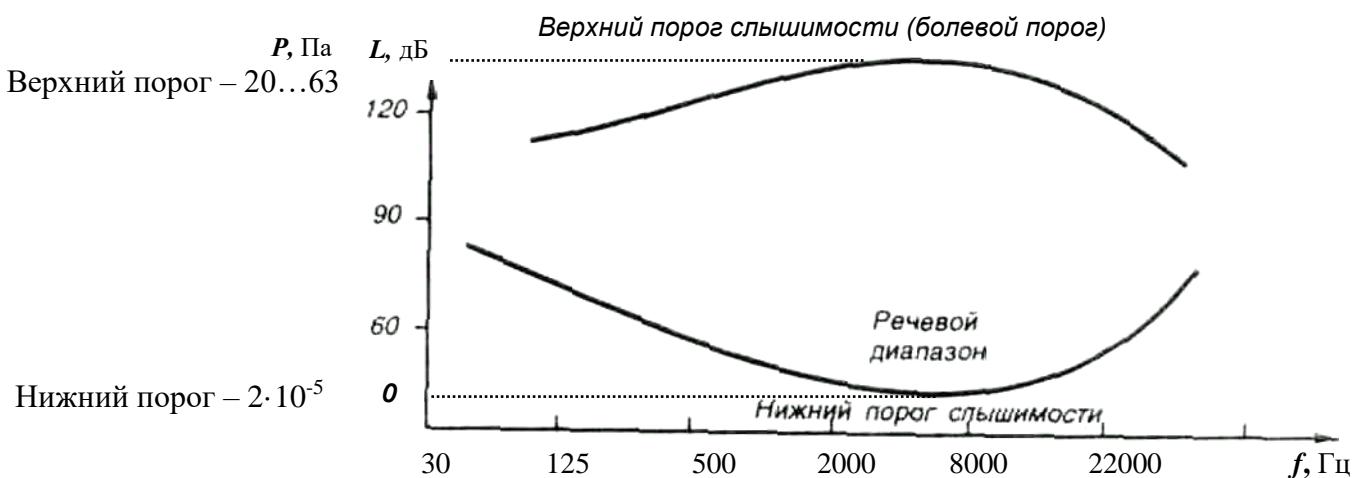


Рис. 8. Диаграмма области слухового восприятия

Одна из важных особенностей слуховой сенсорной системы, имеющая прямое отношение к безопасности, – ее способность распознавать местонахождение источника звука без поворота головы. Это явление называется **бинауральным эффектом**. Физическая основа такой способности в том, что, распространяясь с конечной скоростью, звук достигает более удаленного уха позже и с меньшей силой; слуховая система способна выявить эту разницу уже на уровне 1 дБ, а запаздывание – на уровне 0,6 мс. Бинауральный слух имеет и иную, более важную для ориентации в пространстве, функцию: он помогает анализировать акустическую информацию в присутствии посторонних шумов. «Межущие» различия в интенсивности и направленности поступления сигналов используются центральной нервной системой для подавления фонового шума и выделения полезных звуков (например, позволяют сосредоточиться на нужном разговоре на многолюдном собрании).

**Кинестетическая и вестибулярная системы.** Эти системы обеспечивают адекватное взаиморасположение конечностей, а также устойчивую ориентацию тела в пространстве (обеспечение позы).

Статические рефлексы обеспечиваются тремя видами рецепторов, воспринимающих:

- 1) растяжение мышц при их расслаблении – «мускульные веретена»;
- 2) сокращение мышц – сухожильные органы Гольджи;

3) положение суставов (обусловливающее так называемое «суставное чувство»). Предполагается, что их функции выполняют глубинные рецепторы давления.

Статокинетическая (вестибулярная) система обеспечивает поддержание нужного положения тела и соответствующие глазодвигательные реакции. Равновесие поддерживается рефлекторно, без участия сознания.

**Тактильная, температурная, болевая чувствительность.** Эти виды рецепции обеспечиваются рецепторами кожи. Кожа является тем органом, который отделяет внутреннюю среду человека от внешней, надежно охраняя ее постоянство. Ощущения, обеспечиваемые кожей, создают связь с внешним миром. Посредством *осязания*, или *тактильных* ощущений, человек узнает о трехмерных особенностях нашего окружения. *Терморецепция* – это восприятие тепла и холода. *Чувство боли* служит для распознавания потенциально опасных стимулов.

Снаружи кожа покрыта тонким слоем покровной ткани – эпидермисом, состоящим из нескольких слоев довольно мелких клеток, постоянно обновляемых. За эпидермисом следует собственно кожа – дерма. Здесь находятся многочисленные рецепторы, воспринимающие давление (прикосновение), холод и тепло, боль.

Первая функция кожи – механическая. Она предохраняет ткани от повреждений, высыхания, физических, химических и биологических воздействий и, как уже отмечалось, выполняет барьерную функцию.

Вторая функция кожи связана с процессом терморегуляции, благодаря которому сохраняется постоянная температура тела. В коже человека находятся два вида рецепторов: одни реагируют только на холод (около 250 тысяч), дру-

гие – только на тепло (около 30 тысяч). Температура кожи несколько ниже температуры тела и различна для отдельных участков: на лбу – 34...35 °C, на лице – 20...25 °C, на животе – 34 °C, стопах ног – 25...27 °C. Средняя температура свободных от одежды участков кожи 30...32 °C.

Пространственные пороги зависят от стимулирующих факторов: при контактном воздействии, например, ощущение возникает уже на площади в 1 мм<sup>2</sup>, при лучевом – начиная с 700 мм<sup>2</sup>. Латентный период температурного ощущения равен примерно 0,20 с. Абсолютный порог температурной чувствительности определяется по минимально ощущаемому изменению температуры участков кожи относительно физиологического нуля, т.е. собственной температуры данной области кожи, адаптировавшейся к внешней температуре. Физиологический нуль для различных областей кожи достигается при температурах среды между 12...18 °C и 41...42 °C. Для тепловых рецепторов абсолютный порог составляет примерно 0,2 °C, для холодовых – 0,4 °C. Порог различительной чувствительности составляет примерно 1 °C.

Продолжительное ощущение тепла при температуре кожи выше 36 °C тем сильнее, чем выше эта температура. При температуре около 45 °C чувство тепла сменяется болью от горячего. Пороговая плотность потока тепла, вызывающего болевое ощущение, составляет 88 Вт/м<sup>2</sup>.

Когда обширные области тела охлаждаются до температуры ниже 30 °C, возникает ощущение холода. Боль от холода возникает при температуре кожи 17 °C и ниже.

**Терморегуляция.** Функционирование организма человека требует протекания в нем химических и биохимических процессов в достаточно строгих температурных пределах (36,5...37,0 °C).

Приспособление организма человека к изменениям параметров состояния окружающей среды выражается в способности протекания в нем процессов терморегуляции.

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

В результате жизнедеятельности в организме человека постоянно образуется тепло.

Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующимся в организме, и излишком тепла, непрерывно отдаваемым в окружающую среду, т.е. сохраняет тепловой баланс организма:

$$Q_{\text{выд}} = Q_{\text{отд}}.$$

Теплообмен между человеком и окружающей его средой осуществляется с помощью следующих механизмов:

- за счет **инфракрасного излучения**, которое излучает или получает поверхность тела (**R**);
- за счет **конвекции** (**C**), т.е. через нагрев или охлаждение тела воздухом, омывающим поверхность тела;
- теплоотдачей (**E**), обусловленной **испарением влаги** с поверхности кожи, слизистых оболочек верхних дыхательных путей, легких.

$$Q_{ом\partial} = \pm R \pm C - E.$$

В нормальных условиях при слабом движении воздуха человек в состоянии покоя теряет в результате тепловой радиации около 45 % всей вырабатываемой организмом тепловой энергии, конвекции – до 30 % и испарения – до 25 %. При этом свыше 80 % тепла отдается через кожу, примерно 13 % – через органы дыхания, около 7 % тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха. В состоянии покоя организма и при температуре воздуха 15 °С потоотделение незначительно и составляет примерно 30 мл за 1 ч. При высокой температуре (30 °С и выше), особенно при выполнении тяжелой физической работы, потоотделение может увеличиваться в десятки раз. Так, в горячих цехах при усиленной мышечной работе количество выделяемого пота 1...1,5 л/ч, на испарение которого затрачивается 2500...3800 кДж.

В целях обеспечения эффективного теплообмена между человеком и средой устанавливаются санитарно-гигиенические нормативы параметров микроклимата на рабочем месте, а именно:

- 1) температура воздуха;
- 2) скорость движения воздуха;
- 3) относительная влажность воздуха;
- 4) температура поверхностей.

Условия 1 и 2 определяют конвективный теплообмен; 1 и 3 – испарение пота; 4 – теплоизлучение. Нормативы на эти параметры устанавливаются дифференцированно в зависимости от степени тяжести выполняемой работы.

Под **тактильной** чувствительностью понимают ощущение прикосновения и давления. В среднем на 1 см<sup>2</sup> находится около 25 рецепторов. Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется по тому минимальному давлению предмета на кожную поверхность, при котором наблюдается едва заметное ощущение прикосновения. Сильнее всего развита чувствительность на частях тела, наиболее удаленных от его оси. Характерной особенностью тактильного анализатора является быстрое развитие адаптации, то есть исчезновение чувства прикосновения или давления. Благодаря адаптации человек не чувствует прикосновения одежды к телу.

**Ощущение боли** воспринимается специальными рецепторами. Они рассеяны по всему нашему телу, на 1 см<sup>2</sup> кожи приходится около 100 таких рецепторов. Чувство боли возникает в результате раздражения не только кожи, но и ряда внутренних органов. Часто единственным сигналом, предупреждающим о неблагополучии в состоянии того или другого внутреннего органа, является боль. В отличие от других сенсорных систем, боль дает мало сведений об окружающем нас мире, а скорее сообщает о внутренних опасностях, грозящих нашему телу. Если бы боль не предостерегала, то уже при самых обыденных действиях мы часто наносили бы себе повреждения. Биологический смысл боли в том, что, являясь сигналом опасности, она мобилизует организм на борьбу за самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

*Болевые рецепторы не подчиняются закону Вебера-Фехнера. Для них характерна линейная зависимость между интенсивностью воздействия и ощущением.*

**Обонятельный и вкусовой анализаторы.** Обонятельный анализатор предназначен для восприятия человеком различных запахов, диапазон которых охватывает до 400 наименований. Рецепторы расположены на участке площадью около  $2,5 \text{ см}^2$  слизистой оболочки носовой полости.

Условиями восприятия запахов являются летучесть пахучего вещества, растворимость веществ в жирах, движение воздуха, содержащего молекулы пахучего вещества.

Абсолютный порог обоняния измеряется долями миллиграмма вещества на литр воздуха (мг/л). Запахи могут сигнализировать о нарушениях в ходе технологических процессов и об опасностях.

В физиологии и психологии распространена **четырехкомпонентная теория вкуса**, согласно которой существует четыре вида элементарных вкусовых ощущений: сладкого, кислого, горького и соленого. Все остальные ощущения являются их комбинациями. Абсолютные пороги вкусового анализатора выражаются в величинах концентраций раствора, и они примерно в 10000 раз выше, чем обонятельного. Различительная чувствительность вкусового анализатора довольно груба, в среднем она составляет 20 %. Восстановление вкусовой чувствительности после воздействия различных раздражителей заканчивается через 10...15 мин.

## Контрольные вопросы

1. Понятие адаптации, основной принцип саморегуляции организма.
2. Основные элементы функциональной системы.
3. Роль и значение обратной связи в процессе саморегуляции организма.
4. Понятие гомеостаза.
5. Особенности функционирования организма при отклонении параметров факторов окружающей среды от оптимальных уровней.
6. Понятие анализатора, структура анализаторов.
7. Общие характеристики анализаторов человека: нижний и верхний абсолютные пороги чувствительности, дифференциальный порог чувствительности к интенсивности сигнала; спектральные пороги чувствительности.
8. Понятие латентного периода.
9. Закон Вебера – Фехнера.
10. Понятие оперативного порога чувствительности.
11. Основные свойства зрительной сенсорной системы: способность к аккомодации и адаптации, понятие поля зрения.
12. Понятие и причины стробоскопического эффекта, чем опасен этот эффект в производственных условиях.
13. Спектральная чувствительность глаза.
14. Естественная защита зрительного рецептора.
15. Особенности слуховой системы.
16. Область слухового восприятия по интенсивности и частоте.

17. Понятие звукового давления, интенсивности звука, связь между этими характеристиками.
18. Понятие о бинауральном эффекте.
19. Кинестетическая и вестибулярная системы.
20. Рецепторы кожи.
21. Тактильная чувствительность.
22. Температурная чувствительность и ее роль в процессе терморегуляции.
23. Понятие терморегуляции, условие теплового баланса организма.
24. Механизмы теплообмена между организмом и окружающей средой.
25. Нормируемые параметры микроклимата и их роль в обеспечении теплообмена между организмом человека и окружающей средой.
26. Тактильная и болевая чувствительность. Особенности болевой чувствительности.
27. Обонятельный и вкусовой анализаторы

## **ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

С точки зрения безопасности труда и создания комфортных условий для трудовой деятельности исключительно важным является комплексное изучение системы «человек – машина – производственная среда». С учетом того обстоятельства, что современное производство становится все более автоматизированным, на человека все в большей степени возлагаются функции управления и оператора. Организация рабочего места человека-оператора, комплексно учитывая характер деятельности, условия труда, психофизиологические возможности и антропометрические характеристики человека, является предметом эргономики.

Термин «эргономика» [гр. *ergon* – работа+ *nomos* – закон] имеет буквальное значение – изучение, измерение, организация труда.

**Эргономика – это научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности в современном производстве.**

Объект исследования эргономики – система «человек – машина – производственная среда». В трудовом процессе все компоненты этой системы находятся в тесной взаимосвязи, и чтобы она функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо обеспечить совместимость характеристик среды и человека. Изучением видов совместимости параметров среды с характеристиками человека и занимается эргономика.

Характеристики человека относительно постоянно. Элементы внешней среды поддаются регулированию в более широких пределах. Следовательно, решая вопросы безопасности системы «человек-среда», необходимо учитывать прежде всего особенности человека.

Человек в системах безопасности выполняет тройную роль:

- является объектом защиты;
- выступает средством обеспечения безопасности;
- сам может быть источником опасностей.

## СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК – СРЕДА»

**Антropометрическая** совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы. Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для человека низкого или очень высокого.

Здесь приведены некоторые общие рекомендации по рациональной организации рабочего места.

Известно, что (рис. 9, а, в) поза «стоя» требует больших энергетических затрат и менее устойчива из-за поднятого центра тяжести. Поэтому в этой позе быстрее наступает утомление.

Рабочая поза «сидя» (рис. 9, б, г) имеет целый ряд преимуществ: резко уменьшается высота центра тяжести над точкой опоры, благодаря чему возрастает устойчивость тела, значительно сокращаются энергетические затраты организма для поддержания такой позы, вследствие этого она является менее утомительной. Если при прямой позе «сидя» мышечную работу принять равной единице, то при прямой позе «стоя» мышечная работа составляет 1,6, при наклонной позе «сидя» – 4, а при наклонной позе «стоя» – 10.

Рабочая поза выбрана правильно, если проекция общего центра тяжести лежит в пределах площади опоры. Если в процессе работы действует небольшая группа мышц, то предпочтительнее поза «сидя», при работе большой группы мышц – поза «стоя».

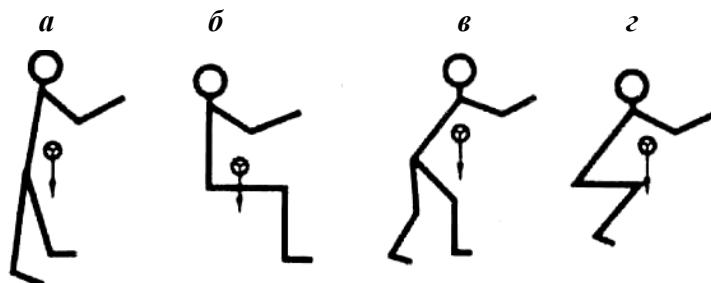


Рис. 9. Схема биомеханического анализа рабочей позы при устойчивой (а, б) и неустойчивой (в, г) позах; а, в – стоя; б, г – сидя

Всякая поза, проекция центра тяжести которой выходит за границы площади опоры, будет вызывать значительные мышечные усилия, т.е. статические напряжения (рис. 9, в, г).

**Биофизическая** совместимость подразумевает *создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физическое состояние человека*. Эта задача соответствует и требованиям безопасности. Биофизическая совместимость учитывает требования к микроклимату производственных помещений, вибраакустическим характеристикам среды, освещенности, электромагнитным излучениям и другим физическим параметрам.

**Энергетическая** совместимость предусматривает согласование органов

управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений, то есть *соответствия управляющего воздействия на оборудование биомеханическим возможностям человека*.

В процессе управления человек обязательно должен прилагать некоторые усилия, так как отсутствие их (что может быть, например, при кнопочном управлении) дезориентирует человека, лишает его уверенности в правильности своих действий, а прилагая излишние усилия, человек будет уставать.

**Информационная** совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности.

В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения: объекты управления могут быть невидимы, неосозаемы, неслышимы. Человек видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют **средствами отображения информации (СОИ)**.

Очень часто причины человеческих ошибок кроются в конструктивных особенностях оборудования. Одна из них – недостаток информации о работе объекта. Другая, не менее распространенная – избыточная информация, которую оператор не может переработать. В таком случае он бессознательно отбрасывает какую-то ее часть, но именно она может оказаться самой важной. В результате оператор строит неверный сценарий аварии и предпринимает неверные действия. Особенно часто это случается на ранних стадиях аварии. Вот почему, например, системы безопасности ядерных реакторов проектируют так, чтобы в первые моменты после нештатных событий они действовали автоматически и не подчинялись командам человека.

Информационная совместимость предполагает *соответствие информационной модели психофизиологическим возможностям человека*: учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Для того чтобы обеспечить информационную совместимость, необходимо знать характеристики сенсорных систем организма человека, которые рассмотрены ранее.

**Технико-эстетическая** совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека процессом труда, общением с техникой, цветовым климатом. Поэтому для решения многочисленных технологических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

**Физиология труда и гигиена труда** являются важными компонентами эргономики.

Физиология труда – это наука, изучающая изменения функционального состояния организма человека под влиянием трудовой деятельности и разрабатывающая физиологически обоснованные нормы (формы) организации трудового процесса, способствующие предупреждению утомления и поддержанию высокого уровня работоспособности.

Гигиена труда – это область медицины, изучающая трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их влияния на организм, разрабатывающая меры и гигиенические нормативы, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение профессиональных заболеваний.

**Виды трудовой деятельности.** Основные виды трудовой деятельности представлены на рис. 10. Трудовую деятельность можно прежде всего разделить на физический и умственный труд.

**Физический труд** требует значительной мышечной активности; физическая работа подразделяется на два вида: **динамическую** и **статическую**. Динамическая работа связана с перемещением тела человека, его рук, ног, пальцев в пространстве; статическая – с воздействием нагрузки на верхние конечности, мышцы корпуса и ног при удерживании груза, при выполнении работы стоя или сидя. Динамическая физическая работа, при которой в процессе трудовой деятельности задействовано более 2/3 мышц человека, называется **общей**, при участии в работе от 2/3 до 1/3 мышц человека (мышцы только корпуса, ног, рук) – **региональной**, при **локальной** динамической физической работе задействовано менее 1/3 мышц (например, набор текста на компьютере).

**Умственный труд** связан с приемом и переработкой информации и требует напряжения внимания, памяти, активизации процессов мышления, связан с повышенной эмоциональной нагрузкой.

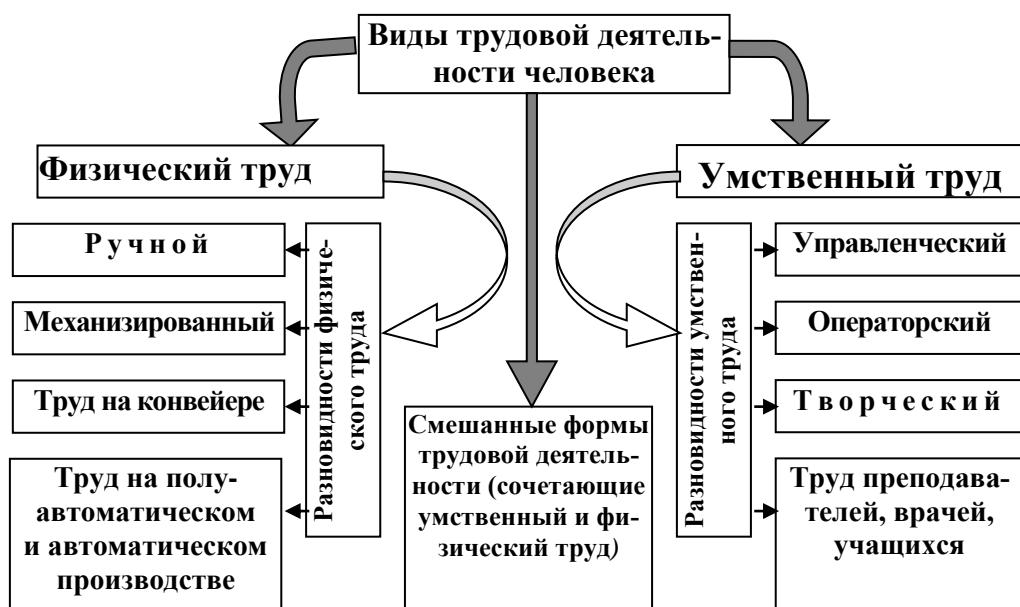


Рис. 10. Виды трудовой деятельности человека

В современных видах трудовой деятельности чисто физический труд встречается редко. Современная классификация трудовой деятельности выделяет формы труда, требующие значительной мышечной активности; механизированные формы труда; труд на полуавтоматическом и автоматическом производстве; труд на конвейере; труд, связанный с дистанционным управлением, и интеллектуальный (умственный) труд.

## КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА

Специалистами по гигиене условия труда человека классифицированы **по степени тяжести и напряженности трудового процесса и по показателям вредности и опасности факторов производственной среды**.

Критериями отнесения труда к тому или иному классу **по тяжести** являются:

- величина внешней механической работы, выполняемой за смену;
- масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- количество стереотипных рабочих движений в смену;
- величина суммарного усилия, прилагаемого за смену для удержания груза;
- удобство рабочей позы;
- количество вынужденных наклонов в смену и километров, которые вынужден проходить человек при выполнении работы.

Труд по степени тяжести трудового процесса подразделяется на следующие классы: **легкий** (оптимальные по физической нагрузке условия труда), **средней тяжести** (допустимые условия труда) и **тяжелый** трех степеней (вредные условия труда) (рис.11) \*.

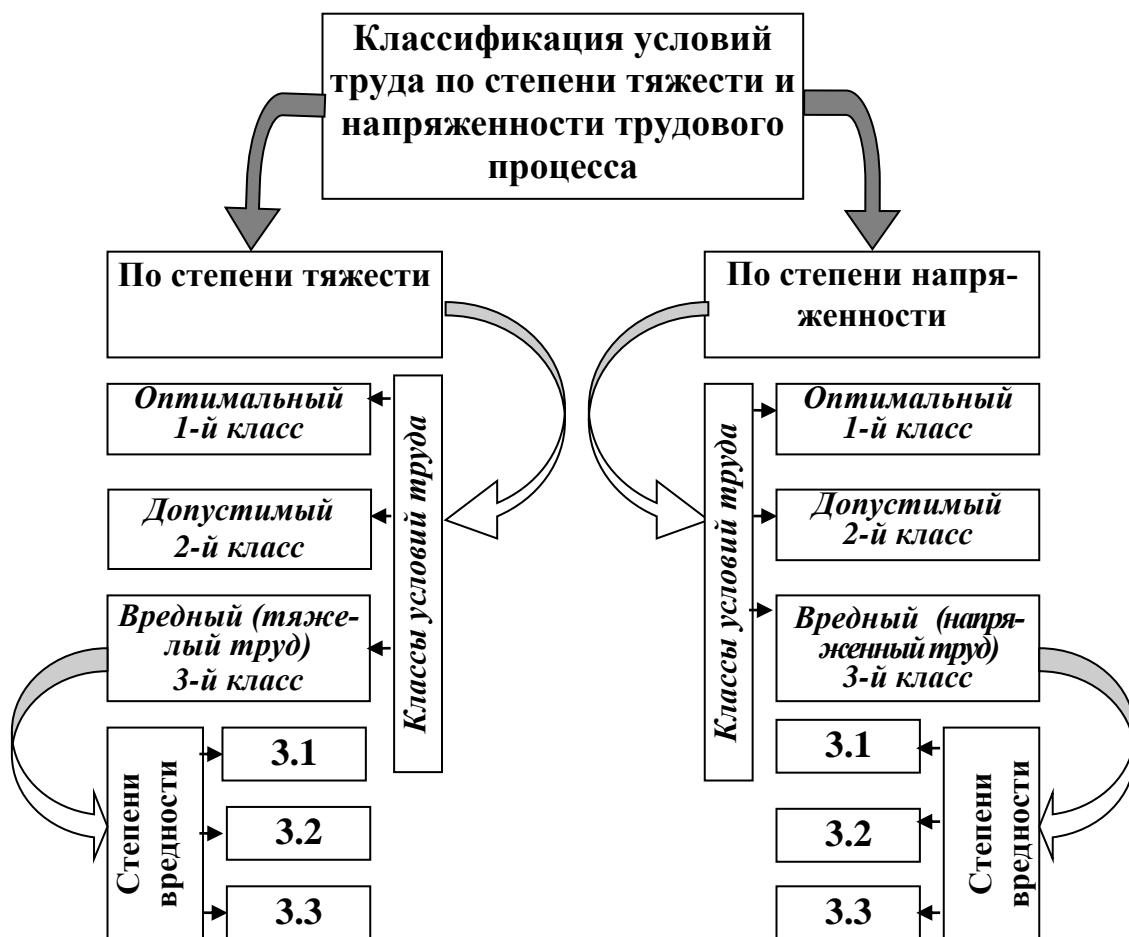


Рис. 11. Классификация условий труда по тяжести и напряженности

\* Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Критериями отнесения труда к тому или иному классу и степени напряженности являются:

- **степень интеллектуальной нагрузки**, зависящая от содержания и характера выполняемой работы, степени ее сложности;
- **нагрузка на анализаторы**: длительность сосредоточенного внимания, количество сигналов за час работы, число объектов одновременного наблюдения; нагрузка на зрение, определяемая в основном величиной минимальных объектов различения, длительностью работы за экранами мониторов;
- **эмоциональная нагрузка**, зависящая от степени ответственности и значимости ошибки, степени риска для собственной жизни и безопасности других людей;
- **монотонность труда**, определяемая продолжительностью выполнения простых или повторяющихся операций;
- **режим работы**, характеризуемый продолжительностью рабочего дня и сменностью работы.

Труд по степени напряженности трудового процесса подразделяется на следующие классы: **оптимальный** – 1-й класс, **допустимый** – 2-й класс, **напряженный** – 3-й класс – труд трех степеней.

Параметрами производственной среды, которые влияют на состояние здоровья человека, являются следующие факторы:

- **физические факторы**: микроклимат (температура, влажность, подвижность воздуха); электромагнитные поля различного волнового диапазона (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное – тепловое, лазерное, микро-волновое, радиочастотное, низкочастотное), статическое, электрическое и магнитное поля; производственный шум, ультразвук, инфразвук; вибрация (локальная, общая); аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия; освещение – естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность, пульсация освещенности, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная слепящая блесткость); электрически заряженные частицы воздуха - аэроионы;
- **химические факторы**: вредные вещества, в том числе биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты);
- **биологические факторы**: патогенные микроорганизмы, микроорганизмы-продуценты, препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов, белковые препараты.

По факторам производственной среды условия труда подразделяются на четыре класса (рис. 12):

- 1-й класс – **оптимальные условия труда** – условия, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются условия для высокой работоспособности. Оптимальные нормативы устанавливаются только для климатических параметров (температуры, влажности, подвижности воздуха);
- 2-й класс – **допустимые условия труда** – характеризуются такими уровнями факторов среды, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест, при этом возможные изменения функци-

онального состояния организма проходят за время перерывов на отдых или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного воздействия на состояние здоровья работающих и их потомство;

- 3-й класс – **вредные условия труда** – характеризуются наличием факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения нормативов подразделяются на 4 степени вредности (рис. 12):

- **1-я степень** – характеризуется такими отклонениями от допустимых норм, при которых возникают обратимые функциональные изменения и возникает риск развития заболевания;
  - **2-я степень** – характеризуется уровнями вредных факторов, которые могут вызвать стойкие функциональные нарушения, рост заболеваемости с временной потерей трудоспособности, появление начальных признаков профессиональных заболеваний;
  - **3-я степень** – характеризуется такими уровнями вредных факторов, при которых, как правило, развиваются профессиональные заболевания в легких формах в период трудовой деятельности;
  - **4-я степень** – условия производственной среды, при которых могут возникнуть выраженные формы профессиональных заболеваний, отмечаются высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.
- 4-й класс – **опасные (экстремальные)** условия труда – характеризуются такими уровнями вредных производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены и даже ее части создает угрозу жизни, высокий риск тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

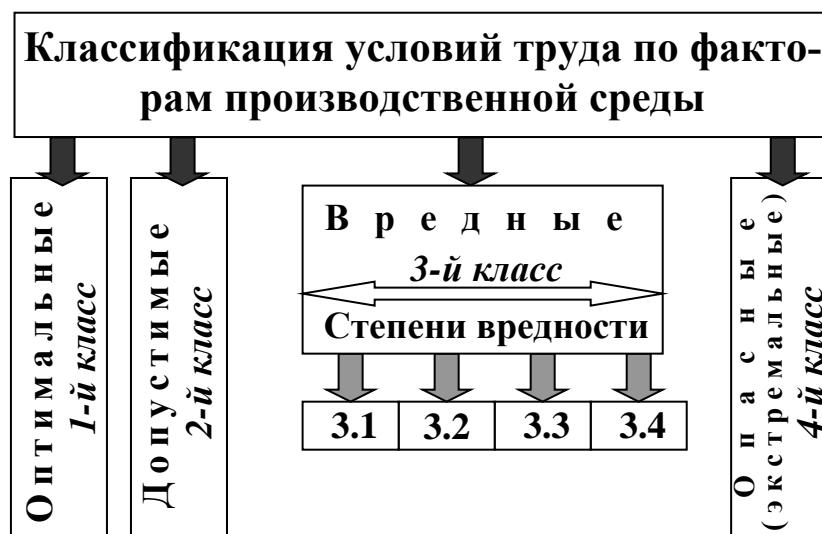


Рис. 12. Классификация условий труда по факторам производственной среды

Трудовая деятельность человека должна осуществляться в допустимых условиях производственной среды. Однако при выполнении некоторых техно-

логических процессов в настоящее время технически невозможно или экономически крайне затруднительно обеспечить непревышение норм для ряда факторов производственной среды. Работа во вредных условиях должна осуществляться с применением средств индивидуальной защиты и при сокращении времени воздействия вредных производственных факторов (защита временем).

Работа в опасных (экстремальных) условиях труда (4-й класс) не допускается за исключением ликвидации аварий, проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. Работа должна проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для таких работ.

### **Контрольные вопросы**

1. Сформулировать понятие «системы».
2. Предмет изучения эргономики. Какие системы изучает эргономика?
3. Роль человека в системах безопасности.
4. Виды совместимостей среды с характеристиками человека.
5. Антропометрическая и энергетическая совместимость, основные рекомендации по их обеспечению.
6. Информационная, биофизическая и технико-эстетическая совместимость.
7. Роль физиологии и гигиены труда при решении задач эргономики.
8. Классификация форм трудовой деятельности.
9. Критерии и классификация условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса.
10. Параметры производственной среды, влияющие на состояние здоровья человека. Их классификация.
11. Классы и степени вредности условий труда по факторам производственной среды.
12. Работа в опасных (экстремальных) условиях труда.

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Психология безопасности рассматривает применение психологических знаний для обеспечения безопасности труда человека. Проблемы безопасности и травматизма на современных производствах невозможно решить только инженерными методами. Практика свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма (от 60 до 90 % случаев в зависимости от вида трудовой деятельности) часто лежат не инженерно-конструкторские ошибки, а организационно-психологические причины.

## **ПСИХИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВОЙСТВА И СОСТОЯНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА**

В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния (рис. 13).



Рис. 13. Структура психической деятельности человека

**Психические процессы** составляют основу психической деятельности и являются динамическим отражением действительности. Они обеспечивают формирование знаний и приобретение жизненного опыта. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы – ощущения, восприятия, память и др.

**Психические состояния человека** выполняют функцию активного взаимодействия человека с внешней средой в данный момент в конкретной ситуации. Психические состояния отличаются разнообразием и временным характером и могут оказывать положительное или отрицательное влияние на трудовую деятельность и безопасность производственного процесса.

**Психические свойства** – это качества личности: характер, темперамент. Среди качеств личности выделяют интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые. Качества личности устойчивы и постоянны.

### **Психические процессы, определяющие безопасность человека**

**Память** – это *свойство запоминания, сохранения и последующего воспроизведения человеком информации*.

Запоминание тесно связано с забыванием. Психологами установлено, что в среднем за первые 9 часов информация, которую помнит человек, уменьшается на 65 %. Следовательно, для того чтобы восполнить утраченную информацию, необходимо проводить обучение, инструктажи и т. д.

**Внимание** – это *направленность сознания человека на определенные объекты, имеющие в данной ситуации существенное значение, а также сосредоточение сознания, предполагающее повышенный уровень умственной или двигательной активности*.

В безопасности труда для привлечения внимания человека к опасностям используются различные средства – звуковые, зрительные, световые. Визуальная информация по безопасности представлена в виде плакатов, надписей, знаков, световых сигналов, различных видов окраски опасных объектов и др.

**Восприятие** – это *отражение в сознании человека предметов или явлений при их воздействии на органы чувств*.

Для восприятия используется информация от нескольких видов анализаторов (зрительного, слухового, тактильного). Исследованиями установлено, что качественное восприятие информационных средств по безопасности труда должно соответствовать определенным правилам; в частности, должны обеспе-

чиваться актуальность и новизна информации, эмоциональность воздействия, краткость сообщений (текст из нескольких слов).

**Мышление** – это *процесс познания действительности, характеризующийся обобщением*. В процессе мышления осуществляется выбор решения, которое реализуется в последующих действиях человека. Ошибочный выбор решения связан со следующими причинами: неверная оценка ситуации, недостаточность опыта и ошибочное осмысление полученной информации.

### **Психические свойства человека, влияющие на безопасность**

Основными психическими свойствами, влияющими на безопасность человека, являются *характер и темперамент*.

**Характер** человека играет важную роль в обеспечении безопасности человека и является совокупностью индивидуально-психологических свойств, проявляющихся в типичных для конкретной личности действиях при определенных обстоятельствах и его отношении к этим обстоятельствам. Характер должен учитываться при профессиональном отборе. Структура характера определяется психологами посредством специальных психологических тестов.

**Темперамент** – это характеристика динамических психологических особенностей – интенсивности, скорости, темпа, ритма психических процессов и состояний. По темпераменту люди подразделяются на холериков, меланхоликов, флегматиков и сангвиников. Темперамент имеет определенное значение для безопасности труда. Например, при неблагоприятных обстоятельствах меланхолик чаще становится жертвой, чем холерик или сангвиник.

Исходя из проблем психологии безопасности труда, целесообразно выделять *производственные* психические состояния и *особые* психические состояния, имеющие важное значение для профилактики производственного травматизма и предупреждения аварийности.

### **Психологическое состояние человека и производственная безопасность**

Среди психологических факторов, влияющих на безопасность деятельности, выделяют факторы, **устойчиво** или **временно** повышающие индивидуальную подверженность опасности. Из факторов устойчивых определяющими являются особенности темперамента, функциональные изменения в организме, дефекты органов чувств, неудовлетворенность данным видом деятельности, профессиональная непригодность. Факторами, временно повышающими подверженность опасности, являются неопытность, неосторожность, утомление.

В процессе деятельности реакция организма на внешние воздействия не остается постоянной. Организм стремится приспособиться к изменяющимся условиям деятельности, преодолеть трудности и опасности. При этом возникает состояние психической напряженности, которое канадский физиолог Г. Селье (1936) назвал *стрессом*.

Стресс является необходимой и полезной реакцией организма на резкое увеличение его общей внешней нагрузки. Он характеризуется рядом физиоло-

гических сдвигов в организме, способствующих повышению его возможностей. Поэтому сам по себе стресс является не только целесообразной защитной реакцией человеческого организма, но «механизмом», содействующим успеху трудовой деятельности в условиях помех, трудностей и опасностей.

Однако между уровнем стресса и вытекающей из него активацией нервной системы и результативностью трудовой деятельности нет пропорциональной зависимости. Американские исследователи Р. Иеркс и Дж. Додсон экспериментально показали, что по мере возрастания эмоционального напряжения работоспособность и возможности человека повышаются по сравнению со спокойным состоянием (так называемый «мобилизующий эффект стресса»), доходят до максимума, а затем начинают падать.

Зависимость между уровнем активации нервной системы и продуктивностью, получившая название *инвертированной V-образной кривой*, представлена на рис. 14.

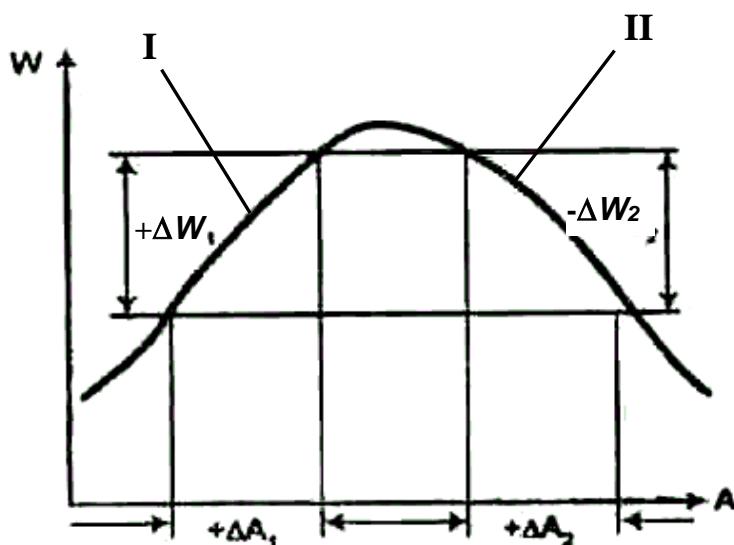


Рис. 14. Закон Иеркса-Додсона, связывающий активацию нервной системы ( $A$ ) с продуктивностью действий ( $W$ ):

I – случай, когда приращение активации ведет к приросту производительности  $ΔW_1$ ;  
II – случай, когда приращение активации ведет к снижению производительности  $ΔW_2$

## РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ЕЕ ДИНАМИКА

**Работоспособность** проявляется в поддержании заданного уровня деятельности в течение определенного времени.

**Предел работоспособности** – величина переменная. Изменение ее во времени называют **динамикой работоспособности**.

Кривая работоспособности представлена на рис. 15. На ней выделено несколько фаз, которые характеризуются определенным функциональным состоянием органов и систем организма. Применительно к деятельности человека-оператора их называют **функциональными состояниями оператора (ФСО)**.

В начале рабочего дня человеку необходимо время, чтобы войти в работу, мобилизовать свой организм (фаза I).

Фаза I – фаза **мобилизации** организма, субъективно выражается в обдумывании предстоящей работы, вызывает определенные предрабочие сдвиги в нервно-мышечной системе, соответствующие характеру предстоящей нагрузки.

Вслед за этой фазой может следовать кратковременное незначительное снижение почти всех показателей функционального состояния (фаза II – фаза **первичной реакции**). Физиологический механизм этой фазы связан с *внешним торможением*, возникающим в результате изменения характера раздражителей, поступающих в ЦНС.

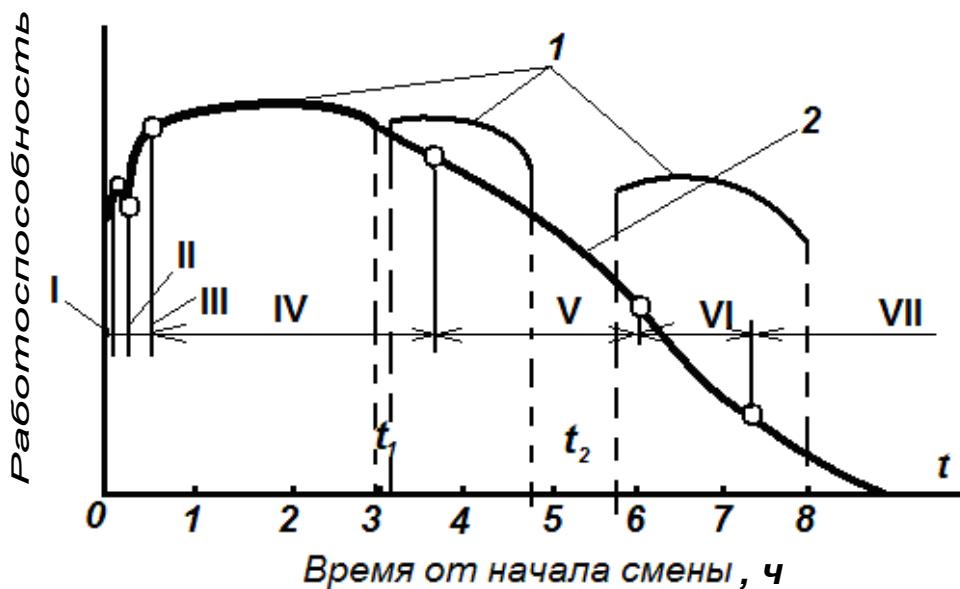


Рис. 15. Кривые работоспособности человека  
в течение рабочего дня:  
1 – при наличии перерывов на активный отдых; 2 – без перерывов;  
 $t_1$  и  $t_2$  – перерывы в работе

Фаза III является продолжением первой фазы и носит название **фаза гиперкомпенсации** – это фаза врабатывания, или стадия нарастающей работоспособности, т.е. период, в течение которого совершается переход от состояния покоя к рабочему, налаживается координация между участвующими в деятельности системами организма.

Фаза IV – фаза максимальной эффективности, длится от 2 до 3 ч в зависимости от тяжести труда. Организм человека нормально компенсирует рабочую нагрузку, поэтому этот период иначе называется фазой **компенсации**: показатели состояния систем и органов человека стабильны, деятельность осуществляется в режиме «динамического стереотипа»; пик работоспособности бывает между 2 и 3 ч работы.

При отсутствии перерывов и пауз для отдыха работоспособность начинает резко убывать после своего пика примерно на третьем часу работы (кривая 2).

Фаза V – фаза **субкомпенсации**. В этот период нарастает утомление, которое компенсируется за счет нагрузки на внутренние органы.

**Фаза VI – фаза декомпенсации**, т.к. появляются ошибки в работе, функциональные нарушения и **утомление**.

**Фаза VII – фаза срыва.** Происходит динамическое рассогласование организма и внешних условий, появляются ошибки и выполняются неверные действия.

Введение пауз и перерывов в работе радикально изменяет кривую работоспособности, существенно удлиняя период устойчивой эффективности работы (кривая 1, рис. 15). Суммарное время на активный отдых рекомендуется выделять в процентах от длительности смены: при физической работе 4...20 %, а при напряженном умственном труде и повышенном напряжении внимания и зрения – 14...25 %.

При работе нормальной тяжести первую паузу на отдых рекомендуется делать не ранее 2,5...3 ч от начала рабочего дня. При тяжелом физическом труде относительно короткие, но частые паузы на отдых эффективнее снимают утомление, чем длинная пауза той же общей продолжительности. При умственном труде эффективны длительные перерывы с переключением на физическую работу.

Обеденный перерыв удобно планировать между второй и последней третьей времени смены, так как физиологические затраты на выполнение работы в эти часы возрастают. Перерыв в середине смены не является оптимальным.

После обеденного перерыва цикл фаз повторяется, но уровень работоспособности не достигает дообеденного. Перед окончанием работы возможно специфическое состояние, называемое **стадией конечного порыва**: срочно мобилизуются резервные силы организма, и работоспособность либо сохраняется на высоком уровне, либо повышается.

При организации трудового процесса необходимо учитывать характер работы. Для многих современных профессий характерен малоподвижный и монотонный труд. Малоподвижность и монотонность оказывают неблагоприятное влияние, усыпляют человека, способствуют заболеванию сердечно-сосудистой системы. Для предупреждения этих симптомов трудовой процесс организуют с учетом чередования различных видов трудовой деятельности человека и их интенсивности.

## УТОМЛЕНИЕ

**Утомление** – *состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, вызванное интенсивной или длительной деятельностью, выражющееся в ухудшении количественных или качественных показателей работы.*

Многочисленные психофизиологические исследования показали, что утомление – целостный процесс, протекающий под контролем центральной нервной системы (ЦНС), но общепризнанной единой теории утомления, объясняющей это явление во всем его многообразии, не существует.

Полагают, что торможение, возникающее при утомлении в ЦНС и ограничивающее работоспособность мозга, тем самым охраняет нервные клетки от перенапряжения и гибели.

Возобновление работы на фоне медленно развивающегося утомления приводит к тому, что функциональные изменения в организме накапливаются. Утомление переходит в переутомление, характеризующееся головной болью, вялостью, рассеянностью, снижением памяти, внимания, нарушением сна.

**Запредельные формы психического напряжения.** Эмоциональное напряжение организма приводит к чрезмерным формам психического состояния, которые называются дистрессом, или запредельными формами. Запредельные формы психического напряжения вызывают нарушения нормального психологического состояния человека: снижается скорость зрительных и двигательных реакций, нарушается координация движений, могут появляться негативные формы поведения и другие отрицательные явления.

В экстремальных условиях в соответствии с преобладанием у человека процесса возбуждения или торможения состояние эмоционального напряжения может проявляться в следующих формах поведения.

*Напряженный тип поведения* проявляется в скованности, импульсивности и напряженности выполнения рабочих функций. Работники этого типа реагируют на воздействие эмоциогенных факторов чрезвычайно импульсивно и резко.

Эмоциональное напряжение может также проявляться в уклонении человека от выполнения своих функций. Под влиянием страха операторы начинают действовать по привычному шаблону, однако не адекватному сложившейся ситуации. Этот тип поведения в экстремальных условиях называется *трусливым*.

*Тормозной тип* эмоционального поведения человека характеризуется полной заторможенностью его действий, возникающей при воздействии необычных и ответственных ситуаций.

Наиболее яркой и опасной формой проявления эмоциональной неустойчивости человека являются аффективные срывы деятельности, в результате чего он начинает действовать агрессивно, бессмысленно и бесконтрольно, что усугубляет состояние управляемой им системы, ускоряя этим наступление катастроф и аварий. Это – *агрессивно-бесконтрольный тип* поведения.

Существует такая категория людей, которые при наличии надлежащей мотивации, находясь в экстремальных условиях, значительно улучшают показатели своей работы. Такой тип поведения называется *прогрессивным*.

*Напряженный тип* поддается исправлению в процессе специально организованного обучения, направленного на формирование навыков. При этом трудовая деятельность на уровне навыка приобретает свойство стабильности, надежности и помехоустойчивости. *Трусливый тип* поведения может быть изменен и улучшен путем определенных воспитательных воздействий, помогающих человеку преодолевать эмоции страха. Но пока еще не найдены эффективные средства психологического воздействия на представителей *тормозного и агрессивно-бесконтрольного типов* поведения, то лучшим путем повышения надежности систем управления является своевременный отсев таких лиц.

**Влияние алкоголя на безопасность труда.** Употребление алкоголя снижает работоспособность человека, при этом возрастает опасность несчастного случая из-за действия алкоголя на физиологические и психические функции человека.

В состоянии опьянения у человека нарушается координация движений, уменьшается скорость двигательных и зрительных реакций, ухудшается мышление – человек совершает поспешные и необдуманные действия.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что даже употребление небольшого количества алкоголя значительно повышает подверженность опасности и создает предпосылки для несчастного случая.

## ОСНОВНЫЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ТРАВМАТИЗМА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Причинами травм могут являться нарушения правил и инструкций по безопасности, нежелание выполнять требования безопасности, неспособность их выполнить. В основе причин травматизма лежат психологические причины.

Психологические причины возникновения опасных ситуаций можно подразделить на несколько типов (рис. 16).



Рис. 16. Психологические причины возникновения опасных ситуаций и способы их устранения

1. *Нарушение мотивационной части действий человека*, которое проявляется в нежелании действия, обеспечивающего безопасность. Эти нарушения возникают, если человек недооценивает опасность, склонен к риску, критически относится к техническим рекомендациям, обеспечивающим безопасность. Причины этих нарушений действуют, как правило, в течение длительного времени или постоянно, если не принять специальных мер для их устранения.

Нарушения мотивационной части действий могут иметь временный характер, связанный, например, с состоянием депрессии или алкогольного опьянения.

2. *Нарушение ориентировочной части действий человека*, которое проявляется в незнании норм и способов обеспечения безопасности, правил эксплуатации оборудования.

3. *Нарушение исполнительской части действий человека*, которое проявляется в невыполнении правил и инструкций по безопасности из-за несоответствия психофизических возможностей человека (недостаточная координация движений и скорость двигательных реакций, плохое зрение, несоответствие роста габаритам оборудования и т. д.) требованиям данной работы.

Такое подразделение психофизиологических (психофизических) причин позволяет наметить основные способы их устранения.

Для устранения причин мотивационной части необходимо осуществлять пропаганду, воспитание и образование в области безопасности.

Для устранения причин ориентировочной части – обучение, отработку навыков и приемов безопасных действий.

Для устранения причин исполнительской части – профессиональный отбор, периодические медицинские освидетельствования, особенно для сложных, ответственных и опасных видов трудовой деятельности.

## **Контрольные вопросы**

1. Обосновать необходимость применения психологических знаний для обеспечения безопасности труда человека.
2. Основные компоненты структуры психической деятельности человека.
3. Психические процессы, определяющие безопасность человека.
4. Психические свойства человека, влияющие на безопасность.
5. Психологическое состояние человека и производственная безопасность.
6. Понятие стресса и его влияние на работоспособность человека.
7. Динамика работоспособности. Основные фазы работоспособности применительно к деятельности человека-оператора, функциональные состояния оператора (ФСО).
8. Понятие об утомлении.
9. Запредельные формы психического напряжения. Основные формы поведения.
10. Влияние алкоголя на безопасность труда.
11. Основные психологические причины травматизма и способы их устранения.

## РАЗДЕЛ 2

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЖД

### **ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ФАКТОРАМИ СРЕДЫ**

Экология является научной базой охраны окружающей среды. **Охрану окружающей среды** можно определить как область знаний, разрабатывающую комплекс мероприятий, направленных на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающих сохранение, восстановление природных богатств, рациональное использование природных ресурсов, предупреждающих вредное влияние результатов хозяйственной деятельности общества на природу и здоровье человека.

Правовую основу охраны окружающей среды в стране и обеспечение необходимых условий труда составляет закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», в соответствии с которым введено санитарное законодательство, включающее указанный закон и нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.

Ряд требований по охране труда и окружающей среды зафиксирован в законе «О предприятиях и предпринимательской деятельности» и в законе РФ «О защите прав потребителей».

Важнейшим законодательным актом, направленным на обеспечение экологической безопасности, является Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ.

Из других законодательных актов в области охраны окружающей среды отметим Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха», Водный кодекс РФ, Земельный кодекс РФ, законы Российской Федерации «О недрах» и «Об экологической экспертизе».

#### **Нормативно-техническая документация по охране окружающей среды**

Документация по охране окружающей среды включает федеральные, республиканские, местные санитарные нормы и правила Министерства здравоохранения РФ, строительные нормы и правила Комитета по строительной, архитектурной и жилищной политике РФ, систему стандартов «Охрана природы», документы Министерства природных ресурсов РФ, Государственного комитета РФ по охране окружающей среды, Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Эти ведомства частично используют документацию организаций, правопреемниками которых они являются: Минздрава СССР, Госстроя СССР, Госстандарта СССР, Госкомприроды СССР и Госгидромета СССР.

Санитарные нормы устанавливают ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и в воде различного назначения, а также предельные уровни физических воздействий на окружающую среду (шума, вибрации, инфразвука,

электромагнитных полей и излучений от различных источников, ионизирующих излучений).

В системе строительных норм и правил рассмотрены нормы проектирования сооружений различного назначения, учитывающие требования охраны окружающей среды и рационального природопользования. В группе 12 части 2 системы представлены нормы отвода земель под различные строительные объекты. В СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» рассмотрены мероприятия и устройства по очистке сточных вод, их обеззараживанию, а также по утилизации осадков, полученных при очистке (группа 04 части 2 системы СНиПов).

Система стандартов «Охрана природы» – составная часть государственной системы стандартизации (ГСС), ее 17-я подсистема. **Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов – совокупность взаимосвязанных стандартов, направленных на сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов.**

Эта система разрабатывается в соответствии с действующим законодательством с учётом экологических, санитарно-гигиенических, технических и экономических требований.

Система стандартов в области охраны природы состоит из 10 комплексов стандартов. Кодовое название комплекса: 0 – организационно-методические стандарты, 1 – гидросфера, 2 – атмосфера, 3 – биологические ресурсы, 4 – почвы, 5 – земли, 6 – флора, 7 – фауна, 8 – ландшафты, 9 – недра. Каждый комплекс стандартов, начиная с комплекса «гидросфера» и кончая комплексом «недра», включает в себя восемь групп стандартов (табл. 1).

Таблица 1  
Группы стандартов системы стандартов «Охрана природы»

Шифр группы	Группа стандартов
0	Основные положения
1	Термины, определения, классификация
2	Показатели качества природных сред, параметры загрязняющих выбросов и сбросов и показатели интенсивности использования природных ресурсов
3	Правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов
4	Методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственных воздействий
5	Требования к средствам контроля и измерений состояния окружающей природной среды
6	Требования к устройствам, аппаратам и сооружениям по защите окружающей среды от загрязнений
7	Прочие стандарты

Обозначение стандартов в области охраны природы состоит из номера системы по классификатору, шифра комплекса, шифра группы, порядкового номера стандарта и года регистрации стандарта. Например, стандарт ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями стоит в комплексе 2 группа 3.

## **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные законодательные акты в области охраны окружающей среды.
2. Назовите основные виды нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования в области охраны окружающей среды.
3. Дайте характеристику системы стандартов «Охрана природы», назовите основные группы стандартов, входящих в ее структуру.
4. По какому принципу строится обозначение стандарта системы стандартов «Охрана природы»?

## **ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

В условиях научно-технической революции все более усложняются взаимоотношения человека с окружающей его природной средой. НТР порождает невиданные ранее возможности для эксплуатации сил природы, но вместе с тем и для ее загрязнения, разрушения, уничтожения. Современный этап воздействия человека на природу является антропогенным и характеризуется следующими особенностями:

- 1) в систему воздействия человека на природу включается новый элемент – его разум, позволяющий осуществлять целенаправленную эксплуатацию природы, вооружив людей орудиями труда, во много раз усиливающими воздействие человека на окружающую среду;
- 2) происходит постоянный рост давления антропогенного фактора на природу по мере совершенствования средств труда и расширения деятельности человека;
- 3) в условиях ускорения развития человечества природа не успевает восстановить равновесие экологических систем, нарушенное вмешательством человека, в результате происходит нарастание все более масштабных побочных, часто непредвиденных и не предполагавшихся, последствий человеческой деятельности;
- 4) возрастают использование человеком ресурсов природы;
- 5) происходит целенаправленное изменение человеком ландшафтов и биоценоза отдельных регионов.

Поскольку существует физическая зависимость человеческого организма от земных условий, все историческое развитие общества, человечества, его будущее необходимо рассматривать в неразрывном единстве с развитием приро-

ды всей планеты, ее биосфера, поэтому целесообразно обратиться к компонентам биосферы, без которых невозможна жизнь человека, т.е. к природным ресурсам Земли.

Природные ресурсы Земли делят на неисчерпаемые и исчерпаемые. Исчерпаемые ресурсы, в свою очередь, делят на возобновимые и невозобновимые (рис. 17).

К неисчерпаемым природным ресурсам можно отнести солнечную радиацию, энергию морских волн, энергию ветра и энергию земных недр. С учетом огромных масс воздушной и водной сред планеты неисчерпаемыми считают атмосферный воздух и воду.

Однако под влиянием антропогенного фактора химический состав и физическое состояние атмосферы и гидросферы начали изменяться. Качественное изменение воздуха и воды приводит к потере их биологической ценности и к ограничению возможности их технического использования.

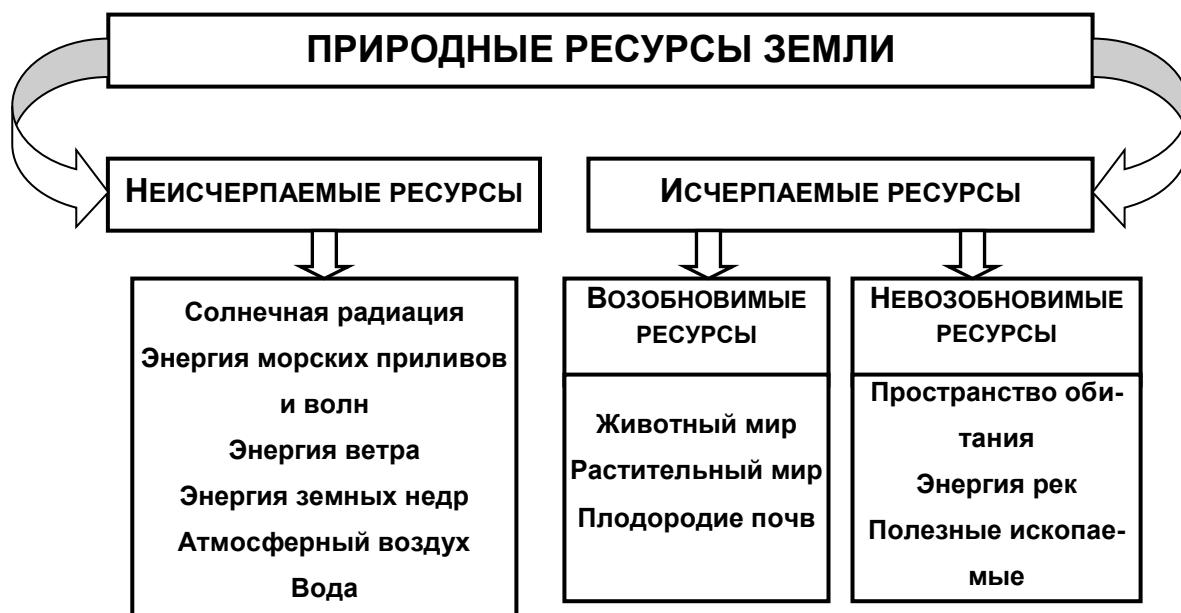


Рис. 17. Структурная схема природных ресурсов

При современной технологии использования атмосферного воздуха и вод эти ресурсы правомочно считать неисчерпаемыми только при реализации крупномасштабных затрат на восстановление их качества. Восстановление или наращивание исчерпаемых возобновимых ресурсов (при этом они могут становиться практически неисчерпаемыми) является одной из важнейших задач рационального природопользования.

Далее рассмотрим источники загрязнения атмосферы, воды и почвы и способы уменьшения загрязнений природной среды.

## Контрольные вопросы

1. Тождественны ли понятия «экология» и «охрана окружающей среды»?
2. Сформулируйте основные особенности взаимодействия общества и природы на современном этапе.

3. Какие природные ресурсы относят к неисчерпаемым? К исчерпаемым?
4. Приведите примеры возобновимых и невозобновимых ресурсов.

## АТМОСФЕРА

**Роль атмосферы в жизни планеты.** Атмосфера является одним из необходимых условий возникновения и существования жизни на Земле.

**Атмосфера:**

- участвует в формировании климата на планете;
- регулирует тепловой режим планеты;
- способствует перераспределению тепла у поверхности;
- предохраняет Землю от резких колебаний температуры. При отсутствии атмосферы и водоемов температура поверхности Земли в течение суток колебалась бы в интервале 200 °C;
- благодаря наличию кислорода атмосфера участвует в обмене и круговороте веществ в биосфере. В современном состоянии атмосфера существует сотни миллионов лет, все живое приспособлено к строго определенному ее составу;
- газовая оболочка защищает живые организмы от губительных ультрафиолетовых, рентгеновских и космических лучей;
- атмосфера предохраняет Землю от падения метеоритов;
- в атмосфере распределяются и рассеиваются солнечные лучи, что создает равномерное освещение;
- атмосфера является средой, где распространяется звук.

Из-за действия гравитационных сил атмосфера не рассеивается в мировом пространстве, а окружает Землю, вращается вместе с ней.

**Состав атмосферы.** Основной (по массе) компонент воздуха – азот. В нижних слоях атмосферы его содержание составляет 78,09 %. В газообразном состоянии азот инертен, а в соединениях в виде нитратов он играет важную роль в биологическом обмене веществ.

Самый активный в биосферных процессах газ атмосферы – кислород. Содержание его в атмосфере составляет около 20,94 %. Кислород поглощают животные в процессе дыхания и выделяют растения как обычный продукт фотосинтеза.

Важная составляющая часть атмосферы – диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), который составляет 0,03 % ее объема. Он существенно влияет на погоду и климат на Земле. Содержание диоксида углерода в атмосфере не постоянно. Он поступает в атмосферу из вулканов, горячих ключей, при дыхании человека и животных, при лесных пожарах, потребляется растениями, хорошо растворяется в воде. Количество растворенного углекислого газа в океане 1,3 – 1,014 %.

В небольших количествах в атмосфере содержится оксид углерода ( $\text{CO}$ ). Инертные газы: аргон, гелий, неон, криpton, ксенон. Из них больше всего аргона – 0,934 %. В состав атмосферы входят также водород и метан. Инертные газы попадают в атмосферу в процессе непрерывного естественного радиоактивного распада урана, тория, радона.

В верхних слоях стратосферы расположен в небольшой концентрации

оzone. Поэтому эту часть атмосферы часто называют **озоновым экраном**. Озон играет большую роль в формировании температурного режима нижележащих слоев атмосферы и, следовательно, воздушных течений. Над различными участками земной поверхности и в разное время года содержание озона неодинаково. Его больше в высоких широтах, меньше в средних и низких. Весной озона больше, чем осенью. Озон является продуктом соединения молекулярного кислорода с атомарным, образующимся под воздействием ультрафиолетовых солнечных лучей. Общее содержание озона в атмосфере невелико –  $2 \cdot 10^{-6} \%$ , но он отражает до 95 % ультрафиолетовых лучей, что предохраняет живые организмы от их губительного действия. Задерживая до 20 % инфракрасных излучений, достигающих Земли, озон повышает утепляющее действие атмосферы. На формирование озонового экрана влияет наличие в стратосфере хлора, оксидов азота, водорода, фтора, брома, метана, обусловливающих фотохимические реакции разрушения озона.

Помимо газов в атмосфере имеются **вода и аэрозоли**. В атмосфере вода находится в твердом (лед, снег), жидким (капли) и газообразном (пар) состояниях. При конденсации водяных паров образуются облака. Полное обновление водяных паров в атмосфере происходит за 9 – 10 суток.

В атмосфере также встречаются вещества и в ионном состоянии до нескольких десятков тысяч в 1 см<sup>3</sup> воздуха.

## ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРЫ

**Загрязнителем** может быть любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (в основном микроорганизмы), попадающие в окружающую среду или образующиеся в ней в количестве выше естественных.

**Под атмосферным загрязнением** понимают присутствие в воздухе газов, паров, частиц, твердых и жидких веществ, тепла, колебаний, излучений, которые неблагоприятно влияют на человека, животных, растения, климат, материалы, здания и сооружения.

**По происхождению** загрязнения делят

- на **природные**, вызванные естественными, часто аномальными, процессами в природе;
- **антропогенные**, связанные с деятельностью человека.

С развитием производственной деятельности человека все большая доля в загрязнении атмосферы приходится на антропогенные загрязнения.

**По степени распространения** загрязнения подразделяют

- на **локальные**, связанные с городами и промышленными регионами;
- **глобальные**, влияющие на биосферные процессы в целом на Земле и распространяющиеся на огромные расстояния. Так как воздух находится в постоянном движении, вредные вещества переносятся на сотни и тысячи километров. Глобальное загрязнение атмосферы усиливается в связи с тем, что вредные вещества из нее попадают в почву, водоемы, а затем снова поступают в атмосферу.

**По видам** загрязнители атмосферы разделяют

- на **химические** – пыль, фосфаты, свинец, ртуть. Они образуются при

сжигании органического топлива и в процессе производства строительных материалов;

– **физические.** К физическим загрязнениям относят *тепловые* (поступление в атмосферу нагретых газов); *световые* (ухудшение естественной освещенности местности под воздействием искусственных источников света); *шумовые* (как следствие антропогенных шумов); *электромагнитные* (от линий электропередач, радио и телевидения, работы промышленных установок); *радиоактивные*, связанные с повышением уровня поступления радиоактивных веществ в атмосферу. Развитие атомной энергетики сопровождается ростом радиоактивных отходов, образующихся при добыче и переработке ядерного топлива. Активность этих отходов нарастает с каждым годом и в недалеком будущем составит  $1,11 \cdot 10^{22}$  Бк, что представляет серьезную опасность для окружающей среды;

– **биологические.** Биологические загрязнения в основном являются следствием размножения микроорганизмов и антропогенной деятельности (теплоэнергетика, промышленность, транспорт, действия вооруженных сил);

– **механические загрязнения** связаны с изменением ландшафта вследствие различного строительства, прокладки дорог, каналов, сооружения водохранилищ, добычи полезных ископаемых открытым способом и т.д.

## **Влияние атмосферных загрязнителей на биосферу**

**Влияние СО<sub>2</sub>.** Одним из основных по массе загрязнителей атмосферы является *углекислый газ*. В XX в. имело место существенное увеличение концентрации СО<sub>2</sub> в атмосфере. Выброс СО<sub>2</sub> в окружающую среду неразрывно связан с потреблением и производством энергии.

Экологи предупреждают, что если не удастся уменьшить выброс в атмосферу углекислого газа, то нашу планету ожидает катастрофа, связанная с повышением температуры вследствие так называемого *парникового эффекта*.

Сущность этого явления заключается в том, что ультрафиолетовое солнечное излучение достаточно свободно проходит через атмосферу с повышенным содержанием СО<sub>2</sub> и метана СН<sub>4</sub>. Отражающиеся от поверхности инфракрасные лучи задерживаются атмосферой с повышенным содержанием СО<sub>2</sub>, что приводит к повышению температуры, а следовательно, и к изменению климата. Анализ наблюдений за последние 100 лет свидетельствует, что самыми тяжелыми были 1980, 1981, 1983, 1987 и 1988 гг. В Северном полушарии поверхностная температура в настоящее время на 0,4 °С выше, чем в 1950 – 1980 гг. В будущем предполагается дальнейший рост температуры, примерно на 2–4 °С к 2050 г., поэтому за счет таяния ледников и полярных льдов в ближайшие 25 лет ожидается повышение уровня Мирового океана на 10 см.

Наряду с этими прогнозами имеются данные, свидетельствующие о том, что концентрация диоксида углерода в атмосфере является не единственным фактором, влияющим на ее температуру. Согласно этим данным имеют место также эффекты охлаждения за счет твердых частиц, причем наибольшее воздействие в глобальном масштабе из всех твердых частиц оказывают тонкодис-

персные пыли, поскольку они не оседают и остаются в верхних слоях атмосферы, откуда не удаляются ни с дождем, ни какими-либо другими путями. Эти пылевые облака отражают солнечный свет, и дальнейшее увеличение содержания вещества в атмосфере в виде частиц могло бы в будущем привести к не-нормальному понижению средней температуры вблизи поверхности земли. Оценка содержания твердых частиц в атмосфере за период 1850–1970 гг. показала рост примерно на 50 %. Предполагают, что дальнейшее увеличение содержания твердых частиц еще на 50 % может привести вследствие отражения солнечного света к снижению средней температуры приземного слоя атмосферы на 0,5–1,0 °C.

**Влияние пыли.** Загрязняющие вещества проникают в организм через органы дыхания. Суточный объем вдыхаемого воздуха для одного человека составляет 6...12 м<sup>3</sup>. При нормальном дыхании с каждым вдохом в организм человека поступает от 0,5 до 2 л воздуха.

Вдыхаемый воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, где происходит газообмен между кровью и лимфой. В зависимости от размеров и свойств загрязняющих веществ их поглощение происходит по-разному.

Грубые частицы задерживаются в верхних дыхательных путях и, если они не токсичны, могут вызывать заболевание, которое называется пылевой бронхит. Тонкие частицы пыли (0,5–5 мкм) достигают альвеол и могут привести к профессиональному заболеванию, которое носит общее название пневмокониоз. Его разновидности: силикоз (вдыхание пыли, содержащей SiO<sub>2</sub>), антракоз (вдыхание угольной пыли), асbestоз (вдыхание пыли асбеста) и др.

Наличие пыли в атмосфере, помимо вышеуказанных отрицательных последствий, уменьшает поступление к поверхности Земли ультрафиолетовых лучей. Наиболее сильно влияние загрязнений на здоровье человека проявляется в период **смогов**. В это время ухудшается самочувствие людей, резко возрастает число легочных и сердечно-сосудистых заболеваний, возникают эпидемии гриппа.

**Смог:** 1) сочетание пылевых частиц и капель тумана (от англ. *smoke – дым* и *fog – густой туман*); 2) термин, используемый для обозначения видимого загрязнения воздуха любого характера.

Интенсивный смог вызывает удушье, приступы астмы, аллергические реакции, раздражение глаз, повреждение растительности, зданий и сооружений (особенно сильно страдают покрытия и скульптурные элементы). Печально знаменит смог 1952 г. в Лондоне. Он унес более 4 тыс. жизней.

**Смог ледяной (алеянского типа)** – сочетание газообразных загрязнителей, пылевых частиц и кристаллов льда, возникающих при замерзании водяных капель тумана и пара отопительных систем.

**Смог лондонского типа (влажный)** – сочетание газообразных загрязнителей (в основном сернистого ангидрида), пылевых частиц и капель тумана.

**Смог фотохимический (Лос-Анджелесского типа, сухой)** – вторичное (кумулятивное) загрязнение воздуха, возникающее в результате разложения загрязняющих веществ солнечными лучами (особенно ультрафиолетовыми). Главный ядовитый компонент – озон (O<sub>3</sub>). Дополнительными его составляю-

щими служат угарный газ ( $\text{CO}$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), азотная кислота ( $\text{HNO}_3$ ).

Загрязнения атмосферы вредно сказываются и на растениях. Разные газы оказывают различное влияние на растения, причем восприимчивость растений к одним и тем же газам неодинакова. Наиболее вредны для них: сернистый газ, фтористый водород, озон, хлор, диоксид азота, соляная кислота.

Загрязняющие атмосферу вещества отрицательно влияют на сельскохозяйственные растения как за счет непосредственного отравления зеленой массы, так и интоксикации почвы.

К антропогенным процессам относятся **разрушения озонового экрана**, которые вызываются:

- работой холодильников на фреоне и аэрозольных установках;
- выделением  $\text{NO}_2$  в результате разложения минеральных удобрений;
- полетами самолетов на большой высоте и запусками ракетоносителей спутников (выброс оксидов азота и паров воды);
- ядерными взрывами (образование оксидов азота);
- процессами, способствующими проникновению в стратосферу соединений хлора и др.

По оценкам ученых, в настоящее время содержание озона уменьшается ежегодно примерно на 0,1 %. Если выброс фреона будет продолжаться на уровне 1975 г., то уменьшение содержания озона через 100 лет может составить 11–16 %, а через 50 лет – 5–8 %. В ближайшие годы антропогенное воздействие на атмосферу мало повлияет на содержание озона, но приведет к заметному перераспределению его по высоте. Это существенно может изменить климат и вызвать другие негативные последствия.

## Контрольные вопросы

1. В чем заключается роль атмосферы в жизни планеты?
2. Какие основные компоненты входят в состав атмосферы?
3. В чем заключается защитная функция озонового слоя?
4. Сформулируйте понятие «загрязнитель».
5. Назовите основные виды загрязнителей биосфера.
6. Понятие и причины «парникового эффекта».
7. Что такое «смог»? Происхождение и разновидности смогов.
8. Причины разрушения озонового экрана.

## Влияние химических веществ на живые организмы

В современном производстве находит применение более 50 тысяч химических соединений, большинство из которых синтезировано человеком и не встречается в природе.

Изучение потенциальной опасности вредного воздействия химических веществ на живые организмы является предметом химико-биологической науки – токсикологии. Токсикология изучает механизмы токсического действия химических веществ, диагностику, профилактику и лечение отравлений. Область токсикологии, изучающая действие на человека вредных веществ, встречаю-

щихся в производственных условиях, называется *промышленной токсикологией*. В промышленности вредные вещества находятся в газообразном, жидким и твердом состояниях. Они способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения или кожу. Вредное действие химических веществ определяется как свойствами самого вещества (химическая структура, физико-химические свойства, количество, попавшее в организм, – доза, или концентрация, – сочетание вредных веществ, находящихся в организме), так и особенностями организма человека (индивидуальная чувствительность к химическому веществу, общее состояние здоровья, возраст, условия труда).

По токсическому (вредному) эффекту воздействия на организм человека химические вещества, согласно действующему стандарту, разделяют на обще-токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

**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.

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

**Канцерогенные** вещества (бенз(а)пирен, асбест, нитроазосоединения, ароматические амины и др.) вызывают развитие всех видов раковых заболеваний. Этот процесс может быть отдален с 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, злокачественных новообразований. При воздействии на половые клетки мутагенное влияние оказывается на последующих поколениях, иногда в очень отдаленные сроки.

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

Изучение биологического действия химических веществ на человека показывает, что *вредное их воздействие всегда начинается с определенной пороговой концентрации*.

## ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. ВИДЫ ПДК

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе.** Основой законодательства об охране атмосферного воздуха являются ПДК вредных веществ, количественно характеризующие такое содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, при котором на человека и окружающую среду еще не оказывается ни прямого, ни косвенного вредных воздействий.

Прямыми воздействием считаются временное раздражение, а также патологические изменения организма в результате накопления в нем вредных веществ выше определенной дозы.

Под косвенным воздействием имеются в виду такие изменения в окружающей среде, которые, не оказывая вредного влияния на организм, ухудшают обычные условия обитания (например, увеличивают число туманных дней, поражают зеленые насаждения и т. п.).

*ПДК – максимальная концентрация примесей в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни не оказывает вредного воздействия на человека, включая отдаленные последствия, а также на окружающую среду.*

Эта величина обоснована клиническими и санитарно-гигиеническими исследованиями и носит законодательный характер.

ПДК определяются по результатам изучения влияния веществ на человеческий организм. Испытания проводят на животных, а также в отдельных случаях на людях (например, для обнаружения порога восприятия запаха).

Пороговая концентрация устанавливается на основе реакции у наиболее восприимчивых людей. Нормативные величины ПДК устанавливаются по отношению к пороговым величинам обычно с двукратным запасом, поэтому двойное превышение санитарных норм приземных концентраций, как правило, не увеличивает число заболеваний населения. В отдельных случаях для особо опасных веществ ПДК устанавливаются с большим запасом по отношению к выявленной пороговой величине влияния на организм. Так, при установлении ПДК для бенз(а)пирена – канцерогена – принят десятикратный запас.

ПДК не являются международным стандартом и могут несколько различаться в разных странах, что зависит от методов определения и спецификации. В РФ, как правило, ПДК соответствуют самым низким значениям, которые рекомендованы ВОЗ.

Для тех веществ, которые оказывают немедленное, но временное раздражающее действие (*рефлекторное – воздействие на органы чувств*), устанавливают максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК<sub>м.р</sub>) за 20-минутный период.

Для веществ, накопление которых в организме вредно (т.е. вещества общетоксического (*резорбтивного*) действия), устанавливают среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК<sub>с.с.</sub>).

Для веществ с немедленным раздражающим действием, а также вызывающих патологические изменения при накоплении в организме, устанавливают ПДК<sub>м.р.</sub> и ПДК<sub>с.с.</sub> При этом, если порог разового (раздражающего) воздействия вещества на организм больше порога токсического (среднесуточного) воздействия, то для вещества устанавливаются различные величины ПДК<sub>м.р.</sub> и ПДК<sub>с.с.</sub>. Например, для оксида углерода ПДК<sub>м.р.</sub>= 5 мг/м<sup>3</sup>, а ПДК<sub>с.с.</sub> = 3 мг/м<sup>3</sup>.

При проектировании предприятий в районах, где атмосферный воздух уже загрязнен выбросами от других, ранее построенных предприятий, необходимо нормировать их выбросы с учетом уже присутствующих в воздухе примесей. Их содержание рассматривается в качестве **фоновой концентрации**. Тогда должно удовлетворяться требование:

$$c \leq \text{ПДК} - c_{\phi},$$

где  $c$  – концентрация вредного вещества;

$c_{\phi}$  – фоновая концентрация этого вредного вещества в атмосферном воздухе населенного пункта.

Нормативы ПДК являются едиными для всей территории РФ. Предельно допустимые концентрации установлены и для атмосферного воздуха жилых районов. В необходимых случаях для отдельных районов устанавливаются *более строгие нормативы* ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. В частности, более строгие нормативы установлены для отдельных заповедных зон. Для зон санитарной охраны курортов, мест размещения крупных санаториев и домов отдыха, а также зон отдыха ПДК установлена на 20 % меньше, чем для жилых районов.

Для территории заводских площадок ПДК не разрабатывались, но в соответствии с СП 2.2.1.1312-03\* в **местах воздухозаборов концентрации вредных веществ не должны превышать 30 % ПДК<sub>р.з.</sub> (рабочей зоны)**. Поскольку воздух в большинство помещений поступает через окна и другие аэрационные проемы, эта величина условно принимается в качестве ПДК для заводской территории (промышленки – ПДК<sub>пп.</sub>).

Несмотря на то, что действующий перечень ПДК постоянно дополняется, в отдельных случаях при составлении проектной документации требуется разрабатывать нормативы ПДВ по загрязняющим веществам, не включенным в перечень ПДК. В таких случаях в соответствии с санитарными нормами санитарно-гигиенические институты Минздрава РФ по договору с заказчиком разрабатывают для рассматриваемого вещества временный **ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ)**, который определяется расчетным путем по эмпирическим зависимостям и проверяется на веществах с похожими свойствами, для которых ПДК уже установлены. ОБУВ устанавливаются сроком на три года.

---

\*Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий: утв. 30.04.03, пост. № 88.

**Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны.** Принято **раздельное нормирование** загрязняющих веществ: в воздухе рабочей зоны ( $\text{ПДК}_{\text{р.з}}$ ) и в атмосферном воздухе ( $\text{ПДК}_{\text{а.в}}$ ) населенных мест (рис. 18).

$\text{ПДК}_{\text{р.з}}$ , как правило, значительно больше, чем  $\text{ПДК}$  для населенных мест, так как на предприятии люди проводят только часть суток и, кроме того, там не могут находиться дети и пожилые люди с ослабленным организмом. Критерии к чистоте воздуха для рабочей зоны менее жесткие из-за разных требований, предъявляемых к качеству воздуха. Например, в жилом районе не допускается ощущение посторонних запахов во избежание дискомфорта, а в рабочей зоне требуется не нанести ущерб здоровью за время пребывания трудящихся на работе. Так,  $\text{ПДК}$  по сероводороду для жилых районов составляет  $0,008 \text{ мг}/\text{м}^3$ , а для рабочей зоны  $\text{ПДК}_{\text{Н}_2\text{S}} = 10 \text{ мг}/\text{м}^3$  (при такой концентрации запах ощущается, но вреда организму не наносится).

**Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны  $\text{ПДК}_{\text{р.з}}$**  – такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболевания или изменения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки настоящего и последующих поколений.

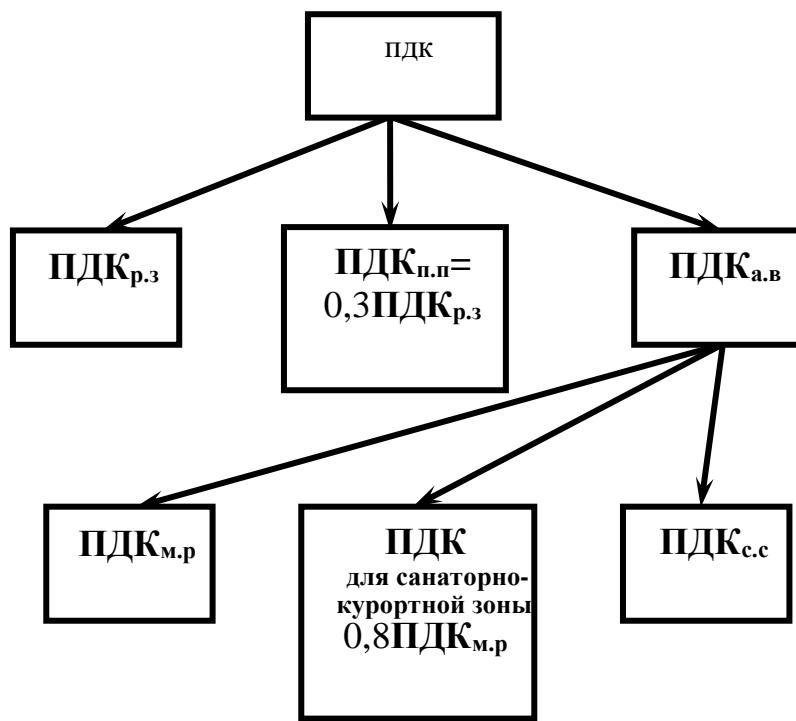


Рис. 18. Раздельное нормирование загрязнений. Виды ПДК

**Нормирование комбинированного действия вредных веществ.** В производственных условиях работа проводится, как правило, с несколькими химическими веществами, которые могут оказывать **комбинированное** воздействие

на организм человека. Различают три возможных эффекта (рис. 19) комбинированного воздействия:

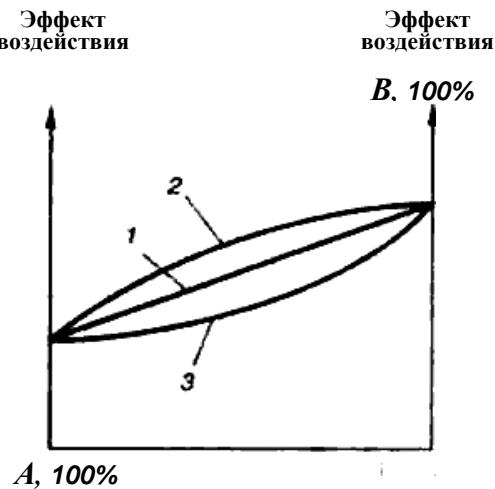


Рис. 19. Характеристики эффекта воздействия вредного вещества на организм человека

1 – **суммация** (аддитивность) – явление суммирования эффектов, индуцированных комбинированным действием;

2 – **потенцирование** (синергизм) – усиление эффекта воздействия (эффект, превышающий сумму);

3 – **антагонизм** – эффект комбинированного воздействия меньше ожидаемого при суммации.

Нормирование комбинированного действия для случая аддитивности:

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ПДК_i} \leq 1.$$

При **потенцировании и антагонизме** пользуются формулой, учитывающей усиление (ослабление):

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i X_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где  $X_i$  – поправка, учитывающая эффект;

$c_i$  – фактические концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны;

$ПДК_i$  – предельно допустимые концентрации для этих веществ в воздухе рабочей зоны.

**Классификация вредных веществ по степени опасности.** Согласно ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности (табл. 2):

- 1) чрезвычайно опасные;
- 2) высоко опасные;
- 3) умеренно опасные;
- 4) малоопасные.

Таблица 2  
Классы опасности вредных веществ

Наименование показателей	Классы опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	< 0,1	0,1...1,0	1,0... 10,0	> 10,0

## Санитарно-гигиенические нормативы как критерии экологичности источника воздействия на среду обитания

Вся сфера экологического нормирования, связанная с техногенным загрязнением среды, опирается на гигиенические нормы и использует установленные предельно допустимые концентрации (ПДК). На основании величин ПДК с помощью специальных программ вычисляются значения предельно допустимых эмиссий – **предельно допустимые выбросы в атмосферу (ПДВ)**, **предельно допустимый сброс в водоемы (ПДС)** тех или иных веществ, выделяемых конкретными источниками (предприятиями) данной территории. При этом учитываются характеристики источников и условия распространения загрязнителей. Например, для того чтобы в ближайшем к заводским трубам жилом квартале города при наименее благоприятных условиях рассеяния не превышались ПДК определенных загрязнителей, нужно ограничить выброс этих веществ постоянной предельной величиной – ПДВ. Подобная ситуация схематически отображена на рис. 20.

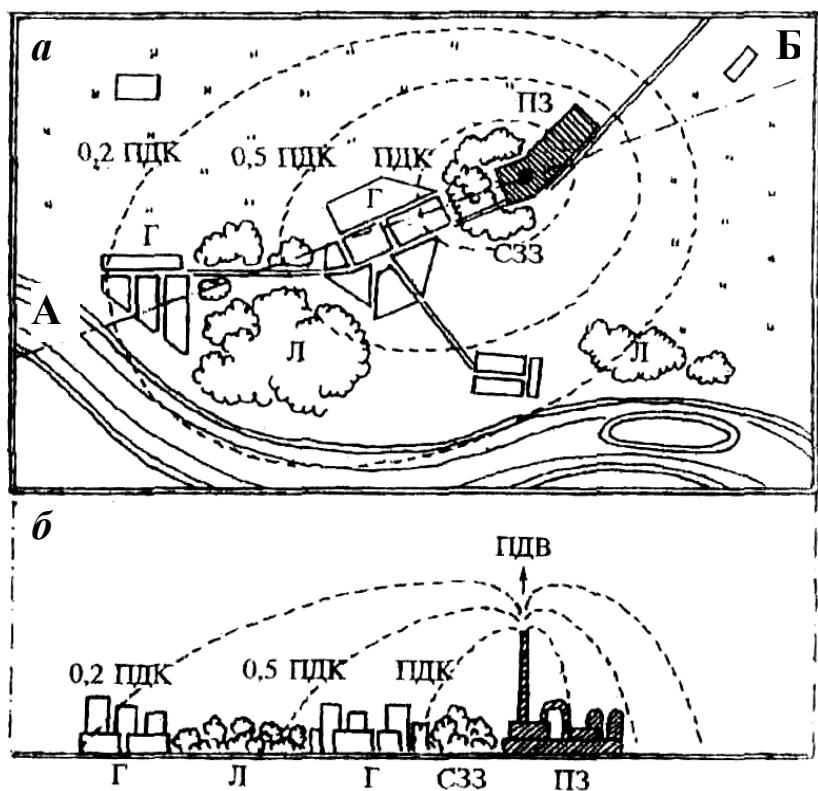


Рис. 20. Схема зоны загрязнения в районе мощного промышленного источника:

**а** – план-схема территории; **б** – профиль территории по линии АБ.

ПЗ – промышленная зона с источником выбросов; Г – районы города; Л – лесопарковые насаждения; СЗЗ – санитарно-защитная зона.

Пунктиром обозначены профили рассеяния и выпадения выбросов и соответствующие изолинии концентрации загрязнителей в приземном слое воздуха. Отображена ситуация, когда благодаря соблюдению ПДВ в жилой зоне города не превышается ПДК

ПДВ и ПДС уже непосредственно регламентируют интенсивность и качество технологических процессов, являющихся источником загрязнения, и приобретают свойство экологических нормативов. Сверхнормативные эмиссии

влекут за собой экономические и административные санкции. Часто бывает, однако, что предприятие по техническим причинам не может соблюдать предписанные ему ПДВ, а сокращение или остановка производства чревата экономическими и социальными коллизиями. В тех случаях, когда количество выбросов какого-либо вещества больше норматива ПДВ, установленного для предприятия, фактический объем выброса этого вещества принимается как **временно согласованный выброс (ВСВ)**. Допустимость такого выброса согласовывается с органами Госкомприроды **на ограниченный период**. В этом случае для достижения ПДВ предусматриваются различные мероприятия, включающие изменение технологии, сырья, топлива, систем очистки газов, высоты выброса и т.п.

Следует отметить, что практика временного согласования выбросов и стоков на уровне фактических эмиссий, по существу, является отказом от нормирования и приводит к ухудшению экологической обстановки.

**Санитарно - защитные зоны (СЗЗ).** Санитарно-защитная зона – обязательный элемент любого объекта, который является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека. Санитарно-защитная зона утверждается в установленном порядке в соответствии с законодательством Российской Федерации при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным нормам и правилам.

Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации, результатов расчетов ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха и уровней физических воздействий, а для действующих предприятий – и натурных исследований.

Территория санитарно-защитной зоны предназначена:

- для обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;
- создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия и территорией жилой застройки;
- организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

Размер СЗЗ устанавливается в зависимости от класса предприятия в соответствии с СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-06. Ниже приведены санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, а именно:

Класс предприятия	I	II	III	IV	V
Размер СЗЗ, м	1000	500	300	100	50

Например, для мощных ТЭС, работающих на угле и мазуте (I класс), размер СЗЗ устанавливается 1000 м, для районной котельной на газовом топливе (V класс) – 50 м.

## Контрольные вопросы

1. Как классифицируются вредные вещества в зависимости от воздействия на

- организм человека?
2. Сформулируйте понятие предельно допустимой концентрации (ПДК).
  3. В чем различие между ПДК<sub>м.р</sub> и ПДК<sub>с.с</sub>?
  4. Поясните смысл неравенства  $c \leq \text{ПДК} - c_{\phi}$ .
  5. Какая величина принимается в качестве ПДК для заводской территории?
  6. Что такое ОБУВ?
  7. Дайте определение ПДК в воздухе рабочей зоны.
  8. Почему ПДК в воздухе рабочей зоны больше, чем ПДК для населенных мест?
  9. Какие установлены классы вредных веществ по степени воздействия на организм?
  10. Какие возможны эффекты комбинированного воздействия вредных веществ?
  11. С какой целью и каким образом устанавливаются предельно допустимые выбросы (сбросы) для предприятий?
  12. Что такое временно согласованный выброс (сброс)?
  13. Для чего предназначена санитарно-защитная зона и как определить ее размер?
  14. Задача. Определить, соответствует ли нормативным требованиям воздух рабочей зоны, если в нем присутствуют следующие загрязнители, обладающие эффектом суммации (табл.3)?

Таблица 3

Вещество	Содержание в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>р.з</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-79
Монооксид углерода	12	20	4
Оксиды азота	1,2	5	3
Диоксид серы	2	10	3
Фенол	0,12	0,3	2

## ВОДА

Вода – это составная часть биосфера, от которой зависит состояние животного и растительного мира. На поверхности планеты, равной 510 млн км<sup>2</sup>, вода занимает 70,8 %.

Объем воды Мирового океана равен примерно 1400 млн км<sup>3</sup>. Более 98 % всех водных ресурсов планеты представлены водами с повышенной минерализацией, которые малопригодны для хозяйственной деятельности (моря и океаны).

На долю пресных вод планеты приходится около 28 млн км<sup>3</sup>, из которых 4,2 млн км<sup>3</sup> доступны для хозяйственного использования, что составляет 0,3 % объема всей гидросферы. Распространены ресурсы пресной воды неравномерно: большая их часть находится в малоосвоенных районах, что создает дефицит пресных вод в развитых регионах.

Подземные воды составляют 14 % запасов пресных вод. В связи с усиливающимся загрязнением поверхностных вод их роль как источника водоснабжения будет возрастать.

## ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Интенсивное развитие промышленности, транспорта, перенаселение ряда регионов планеты привели к значительному загрязнению гидросферы. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 80 % всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Загрязнение поверхности водоемов пленками масла, жиров, смазочных материалов препятствует газообмену воды и атмосферы, что снижает насыщенность воды кислородом, отрицательно влияет на состояние фитопланктона и приводит к массовой гибели рыбы и птиц.

Наиболее интенсивному антропогенному воздействию подвергаются пресные поверхностные воды суши (реки, озера, болота, почвенные и грунтовые воды). Хотя их доля в общей массе гидросферы невелика (менее 0,4 %), высокая активность водообмена многократно увеличивает их запасы. *Под активностью водообмена понимается скорость возобновления отдельных водных ресурсов гидросферы, которая выражается числом лет или суток, необходимых для полного возобновления водных ресурсов.*

Особенно интенсивно используются речные воды. Несмотря на то, что в руслах рек содержится всего 1200 км<sup>3</sup> воды, высокая активность водообмена речных вод (1 раз в 11–14 дней) умножает их ресурсы. К этому следует добавить ежегодно возобновляемый полезный объем водохранилищ мира, оцениваемый в 3200 км<sup>3</sup>.

Основные потребители воды рек и водохранилищ:

- ирригация (использование воды на сельскохозяйственные нужды имеет наибольший удельный вес, достигая 60–70 % всех ресурсов);
- промышленность и энергетика;
- коммунальное хозяйство городов.

На хозяйствственно-питьевые цели в нашей стране приходится 10 % общего водопотребления.

**Примеси**, от которых зависит безопасность ресурсов питьевой воды, подразделяются на три категории:

- неорганические химические вещества, к числу которых относятся ртуть, кадмий, нитраты, свинец и их соединения, а также соединения хрома, меди;
- органические химические соединения – нефть и нефтепродукты, пестициды, полихлорбифенилы;
- болезнестворные микроорганизмы, паразиты.

Загрязнению подвергаются не только поверхностные, но и подземные воды, которые страдают от загрязнений нефтяными промыслами, предприятиями горнодобывающей промышленности, отходов полей фильтрации, шлаконако-

пителей и отвалов metallurgических заводов, хранилищ химических отходов и удобрений, свалок, животноводческих комплексов, канализационных стоков населенных пунктов. Из загрязняющих подземные воды веществ преобладают нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, соединения азота.

Основные источники загрязнения гидросферы:

- промышленные сточные воды;
- хозяйственно-бытовые сточные воды;
- дренажные воды с орошаемых земель;
- организованный и неорганизованный сток с территорий населенных пунктов и промышленных площадок;
- сельскохозяйственные поля и крупные животноводческие комплексы;
- водный транспорт.

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Под качеством воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером содержащихся в воде примесей (минеральных и органических веществ) в ионном, молекулярном, комплексном, коллоидном и взвешенном состоянии, а также изотопным составом радионуклидов в воде.

Требования, предъявляемые к качеству воды, зависят от категории водопользования (рис. 21).



Рис. 21. Категории водопользования

Предельно допустимые концентрации веществ для различных категорий водопользования различны. Например, **санитарные ограничения** регламентируют возможности купания при наличии одних веществ, а **санитарно-гигиенические нормативы** лимитируют использование воды для питья и приготовления пищи при наличии в ней других веществ. Поэтому ПДК разных ве-

ществ различаются **лимитирующим показателем вредности** (ЛПВ). При этом выделяют:

**органолептический ЛПВ**, изменяющий органолептические свойства воды – цвет, запах, вкус;

**общесанитарный ЛПВ**, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности на скорость протекания процессов самоочищения;

**токсикологический ЛПВ**, влияющий на организм человека и обитающих в воде животных.

Для водных объектов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения нормирование осуществляется по токсикологическим, общесанитарным и органолептическим показателям, а для водных объектов рыбохозяйственного назначения – в основном по токсикологическим и отчасти по органолептическим.

При питьевом и рекреационном назначении вода нормируется по 11 основным показателям. При этом ПДК установлены более чем для 1200 ядовитых веществ (см. ГН 2.1.5.1315-03. ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Утв. пост. Госсанэпиднадзора от 30.04.03 № 78).

Вода, используемая для рыбохозяйственных целей, нормируется по 8 основным показателям. При этом ПДК разработаны почти для 1000 веществ.

При наличии нескольких веществ, относящихся к одной группе лимитирующего показателя вредности, содержание загрязняющего вещества должно соответствовать условию

$$\sum_{i=1}^m \frac{c_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где  $c_i$  – средняя концентрация  $i$ -го вещества в воде водного объекта;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация того же вещества;

$m$  – общее количество веществ данной группы ЛПВ, находящихся в воде исследуемого водного объекта.

## Контрольные вопросы

1. Дайте общую характеристику водных ресурсов планеты.
2. Назовите основные виды загрязнителей водных источников.
3. Какие объекты являются основными загрязнителями водных источников?
4. Назовите основные категории потребителей воды.
5. Что определяет лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)? Виды ЛПВ.
6. Как осуществляется нормирование загрязнения водных источников в зависимости от их назначения?

## ПОЧВА

### ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95–97 % продовольственных ресурсов для населения планеты.

Образование почв происходит на Земле с момента возникновения жизни и зависит от многих факторов. Продолжительность процесса почвообразования для различных материков и широт составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч лет.

Основное свойство почвы – плодородие. Хозяйственная деятельность человека в настоящее время становится доминирующим фактором в разрушении почв, снижении и повышении их плодородия. Этому способствуют следующие процессы.

**Аридизация суши** – комплекс процессов уменьшения влажности обширных территорий и вызванное этим сокращение биологической продуктивности экологических систем. Под действием примитивного земледелия, нерационального использования пастбищ, беспорядочного применения техники на угодьях почвы превращаются в пустыни.

**Эрозия почв** – разрушение почв под действием ветра, воды, техники и ирригации. Наиболее опасна **водная** эрозия – смыв почвы талыми, дождовыми и ливневыми водами. Водные эрозии отмечаются при крутизне уже 1–2°. Водной эрозии способствуют уничтожение лесов, вспашка по склону.

**Ветровая** эрозия характеризуется выносом ветром наиболее мелких частей. Ветровой эрозии способствуют уничтожение растительности на территориях с недостаточной влажностью, сильные ветры, непрерывный выпас скота.

**Техническая** эрозия связана с разрушением почвы под воздействием транспорта, землеройных машин и техники.

**Иrrигационная** эрозия развивается в результате нарушения правил полива при орошаемом земледелии. Засоление почв в основном связано с этими нарушениями. В настоящее время не менее 50 % площади орошаемых земель засолено, потеряны миллионы гектаров ранее плодородных земель.

### ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПОЧВЫ

В отличие от загрязнения атмосферы и воды, загрязнение почвы носит только техногенный характер. Техногенная интенсификация производства способствует загрязнению и дегумификации (уничтожению плодородного слоя почвы – гумуса), вторичному засолению, эрозии почвы.

Загрязнителями почвы являются *пестициды*, применяемые для борьбы с сорняками.

Почвы вокруг больших городов и крупных предприятий цветной и черной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения, ТЭС на расстоянии в несколько десятков километров загрязнены *тяжес-*

*лыми металлами, нефтепродуктами, соединениями свинца, серы и другими токсичными веществами.*

Загрязнение почв *нефтью* в местах ее добычи, переработки, транспортировки и распределения превышает фоновое в десятки раз.

Таким образом, интенсивное развитие промышленного производства приводит к росту промышленных отходов, которые в совокупности с бытовыми отходами существенно влияют на химический состав почвы, вызывая ухудшение ее качества. Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами вместе с зонами сернистых загрязнений, образующихся при сжигании каменного угля, приводит к изменению состава микроэлементов и возникновению техногенных пустынь.

Изменение содержания микроэлементов в почве сказывается на здоровье травоядных животных и человека, приводит к нарушению обмена веществ, вызывает различные эндемические заболевания местного характера. Например, недостаток йода в почве ведет к болезни щитовидной железы, недостаток кальция в питьевой воде и продуктах питания – к поражению суставов, их деформации, задержке роста.

Вывоз промышленных и бытовых отходов на свалки приводит к загрязнению и нерациональному использованию земельных угодий, создает реальные угрозы значительных загрязнений атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, росту транспортных расходов и безвозвратной потере ценных материалов и веществ.

Очистка почвы от вредных веществ невозможна – самоочищение естественным путём происходит в течение нескольких тысяч лет. Невозможно предотвратить и косвенное воздействие почвы на здоровье людей, через мясо животных и растения. Они аккумулируют в себе вредные вещества, которые накапливаются в них в течение долгого времени. Механизмов эффективной защиты от косвенного влияния отравленных почв не найдено, поскольку термическая обработка не выводит соли тяжёлых металлов из мяса, овощей и злаков.

## **ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

*Отходами производства и потребления принято называть остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.*

**Опасными отходами** называются отходы, содержащие вещества, которые обладают опасными свойствами: токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью, содержат возбудителей инфекционных болезней, а также представляющие опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Санитарные правила установления класса опасности токсических отходов производства и потребления СП 2.1.7.1386-03 устанавливают пять классов опасности отходов:

отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные), к ним относятся например, ртутные лампы, отработанные люминесцентные ртутьсодержащие трубы;

отходы II класса опасности (высокоопасные), например отходы, содержащие пыль и/или опилки свинца;

отходы III класса опасности (умеренно опасные): пыль цементная;

отходы IV класса опасности (малоопасные): коксовая пыль, отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка;

отходы V класса опасности (практически неопасные): отходы песка, не загрязненного опасными веществами.

**Обращение с отходами** – деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также производится сбор, использование, обезвреживание, транспортировка и размещение отходов.

**Размещение отходов** – хранение и захоронение отходов.

**Хранение отходов** предусматривает содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

**Объекты размещения отходов** – специально оборудованные сооружения: полигоны, шламохранилища, отвалы горных пород и др.

**Захоронение отходов** – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах, исключающих попадание вредных веществ в окружающую природную среду.

**Обезвреживание отходов** – обработка отходов, в том числе сжигание на специализированных установках в целях предотвращения вредного воздействия отходов на человека и окружающую природную среду.

Каждому производителю продукции устанавливается **норматив образования отходов**, т.е. количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции, и рассчитывается **лимит** на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов в течение года.

Основными методами переработки отходов являются биоразложение, компостирование и сжигание.

**Компостирование** – это биологический метод обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО), содержащих большое количество органики. Сущность процесса заключается в следующем. Разнообразные, в основном теплолюбивые, микроорганизмы активно растут и развиваются в толще мусора, в результате чего происходит его соморазогревание до 60 °С. При этой температуре погибают патогенные микроорганизмы. Разложение твердых органических веществ в бытовых отходах продолжается до получения относительно стабильно-го материала, подобного гумусу. При этом более сложные соединения разлагаются и переходят в более простые. Недостатком компостирования является необходимость складирования и обезвреживания некомпостируемой части мусора, объем которой составляет значительную часть общего количества мусора. Эта проблема может быть решена путем сжигания, пиролиза или вывоза отходов на полигоны.

**Биоразложение органических отходов** считается наиболее экологически приемлемым и экономически целесообразным методом их переработки.

В настоящее время многие разбавленные промышленные отходы обрабатываются биологическими способами. Обычно используется **аэробная** технология, основанная на **окислении**, осуществляемом микроорганизмами в аэротенках, биофильтрах и биопрудах. Существенным недостатком аэробных технологий являются энергозатраты на аэрацию и проблемы утилизации образующегося избыточного активного ила – до 1,5 кг биомассы микроорганизмов на каждый удаленный килограмм органических веществ.

**Анаэробная** обработка методом метанового сбраживания лишена указанных недостатков: при этом не требуется затрат электроэнергии на аэрацию, уменьшается объем осадка и, кроме того, образуется ценное органическое вещество – метан. Механизм анаэробной микробиологической конверсии органических веществ весьма сложен и не до конца изучен. Тем не менее промышленные технологии анаэробной очистки получили широкое распространение за рубежом. В нашей стране интенсивные анаэробные технологии пока не используются.

**Термические методы переработки отходов.** Твердые бытовые отходы содержат до 30 % по массе углерода и до 4 % водорода. Теплотворная способность отходов определяется именно этими элементами. Разработаны различные технологии огневого обезвреживания отходов. Главными продуктами сгорания углерода и водорода являются соответственно  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

При неполном сгорании образуются нежелательные продукты:monoоксид углерода, низкомолекулярные органические соединения, полициклические ароматические углеводороды, сажа и др. При сжигании необходимо учитывать, что в составе отходов присутствуют потенциально опасные элементы, характеризующиеся высокой токсичностью и летучестью: различные соединения галогенов, азота, серы, тяжелых металлов (меди, цинка, свинца и др.).

В промышленной практике в настоящее время существует два направления термической переработки ТБО, основанные на принудительном перемешивании и перемещении материала:

- слоевое сжигание на колосниковых решетках при температуре 900 ... 1000 °C;
- сжигание в кипящем слое при температуре 850 ... 950 °C.

Сжигание в кипящем слое обладает рядом экологических и технологических преимуществ, но требует обязательно подготовки отходов к такому процессу, поэтому распространено значительно меньше.

Наиболее экологически приемлемым представляется **использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов**. Для реализации этого направления необходимы по меньшей мере два условия: во-первых, наличие достаточно полной и легко доступной информации по источникам и накоплению реализуемых отходов; во-вторых, выгодная экономическая конъюнктура.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие процессы оказывают влияние на плодородие почвы?
2. Что такое эрозия почвы? Причины и виды эрозии почвы.

3. Назовите основные загрязнители почвы.
4. Что такое отходы производства и потребления? Какие установлены классы опасности отходов?
5. Что включает в себя понятие « обращение с отходами»?
6. Как устанавливается норматив образования отходов и лимит на размещение отходов?
7. Назовите основные методы переработки отходов.
8. Дайте краткую характеристику метода компостирования.
9. На каких процессах основано биоразложение органических отходов?
10. Назовите основные направления термической переработки отходов.
11. Какие еще способы переработки отходов вам известны?

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Под **мониторингом** подразумевают *систему слежения за какими-то объектами или явлениями*.

Экологический мониторинг – это информационная система, созданная в целях наблюдения и прогнозов изменений в окружающей среде для того, чтобы выделить антропогенную составляющую на фоне остальных природных процессов.

Одним из важных аспектов функционирования мониторинговых систем является **возможность прогнозирования** состояния исследуемой среды и предупреждения о нежелательных изменениях ее характеристик.

**Виды экологического мониторинга.** По масштабам различают мониторинг базовый (фоновый), глобальный, региональный, импактный.

По методам ведения и объектам наблюдения: авиационный, космический, окружающей человека среды.

**Базовый** мониторинг выполняет слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний.

**Глобальный** мониторинг осуществляет слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и ее экосфере, включая все их экологические компоненты (основные материально-энергетические составляющие экологических систем), и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях.

**Региональный** мониторинг производит слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы.

**Импактный** мониторинг – это мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.

**Мониторинг окружающей человека среды** осуществляет слежение за состоянием окружающей человека природной среды и предупреждение создавшихся критических ситуаций, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Реализация мониторинга требует использования достаточно широко развитого математического обеспечения, включающего комплексы математических моделей изучаемых явлений.

Разработка модели конкретного явления или природной системы связана с выбором ее концептуальной структуры и наличия замкнутого пакета машинных программ. Наиболее распространенным типом моделей являются наборы дифференциальных уравнений, отражающие биологические, геохимические и климатические процессы в изучаемой системе. При этом коэффициенты уравнений либо имеют конкретный смысл, либо определяются косвенным образом через аппроксимацию экспериментальных данных.

Моделирование реальной природной системы, в основе которой заложены экспериментальные данные, и проведение над ней многочисленных экспериментов позволяют получить количественные оценки взаимодействий различных компонентов сообществ как в природных системах, так и сформировавшихся в результате вторжения в природную среду хозяйственной деятельности человека.

**Задачами системы экологического мониторинга являются:**

- наблюдение за химическими, биологическими, физическими параметрами (характеристиками);
- обеспечение организации оперативной информации.

Принципы, положенные в организацию системы:

- коллективность;
- синхронность;
- регулярная отчетность.

На основе системы экологического мониторинга создана общегосударственная система наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды.

В оценку среды обитания и здоровья населения включается состояние атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания, а также ионизирующего излучения.

**Экологический паспорт предприятия** – это документ, который имеется на каждом предприятии, он составляется в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04-90. Охрана природы. Экологический паспорт предприятия. Общие положения.

В этом документе содержатся фактические данные о воздействии данного объекта на атмосферный воздух и водоемы и оценка этих воздействий, о загрязнении почвы, обращении с отходами.

Данные экологического паспорта обновляются два раза в год.

## ПРОЦЕДУРА ОВОС

В соответствии с существующими правилами любая предпроектная и проектная документация, связанная с какими-либо хозяйственными начинаниями, освоением новых территорий, размещением производств, проектированием, строительством и реконструкцией хозяйственных и гражданских объектов, должна содержать раздел «Охрана окружающей среды» и в нем – обязательный подраздел ОВОС – материалы по *оценке воздействия на окружающую среду*.

намечаемой деятельности. ОВОС – это предварительное определение характера и степени опасности всех потенциальных видов влияния и оценка экологических, экономических и социальных последствий осуществления проекта; структурированный процесс учета экологических требований в системе подготовки и принятия решений о хозяйственном развитии.

ОВОС предусматривает вариантность решений, учет территориальных особенностей и интересов населения. ОВОС организуется и обеспечивается заказчиком проекта с привлечением компетентных организаций и специалистов. Во многих случаях для проведения ОВОС нужны специальные *инженерно-экологические изыскания*. Процедура ОВОС включает ряд последовательных этапов.

1. Идентификация источников воздействия с помощью экспериментальных данных, экспертных оценок, создание установок математического моделирования, анализа литературы и т.д. В результате выявляются источники, виды и объекты воздействия.

2. Количественная оценка видов воздействия может быть проведена балансовым или инструментальным методом. При использовании балансового метода определяется количество выбросов, сбросов, отходов. Инструментальный метод – это измерение и анализ результатов.

3. Прогнозирование изменения природной среды. Даётся вероятностный прогноз загрязнения среды с учетом климатических условий, розы ветров, фоновых концентраций и т.д.

4. Прогнозирование аварийных ситуаций. Даётся прогноз возможных аварийных ситуаций, причин и вероятность их возникновения. По каждой аварийной ситуации предусматриваются профилактические меры.

5. Определение способов предупреждения отрицательных последствий. Определяются возможности снижения воздействия с помощью специальных технических средств защиты, технологий и т.д.

6. Выбор методов контроля над состоянием среды и остаточными последствиями. Система мониторинга, контроля должна быть предусмотрена в проектируемой технологической схеме.

7. Эколого-экономическая оценка вариантов проектных решений. Оценка воздействия производится для всех возможных вариантов с анализом ущербов, компенсационных затрат на защиту от вредного воздействия после реализации проекта.

8. Оформление результатов. Осуществляется в виде отдельного раздела проектного документа, который является обязательным приложением и содержит, кроме материалов списка ОВОС, копию согласования с Минздравом, органами государственного надзора, ответственными за использование природных ресурсов, заключение ведомственной экспертизы, заключение общественной экспертизы и основные разногласия.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

**Экологическая экспертиза** – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы (Закон РФ «Об экологической экспертизе»).

Экологическая экспертиза предполагает специальное изучение хозяйственных и технических проектов, объектов и процессов в целях обоснованного заключения об их соответствии экологическим требованиям, нормам и регламентам.

Экологическая экспертиза, таким образом, выполняет функции перспективного предупредительного контроля проектной документации и одновременно функции надзора за экологическим соответствием результатов реализации проектов. Согласно Закону РФ «Об экологической экспертизе» эти виды контроля и надзора осуществляются природоохранными органами.

Закон РФ «Об экологической экспертизе» (ст. 3) формулирует **принципы экологической экспертизы**, а именно:

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;
- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы;
- гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

### **Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте понятия мониторинга, экологического мониторинга.
2. Назовите виды экологического мониторинга.
3. Сформулируйте задачи и принципы организации системы экологиче-

ского мониторинга.

4. Что такое экологический паспорт предприятия, его содержание?
5. Что представляет собой процедура ОВОС? С какой целью она проводится?
6. Перечислите последовательность этапов проведения ОВОС.
7. Что включает в себя экологическая экспертиза?
8. Сформулируйте принципы экологической экспертизы.

## ВИДЫ УЩЕРБОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наиболее объективным критерием, используемым при экологической экспертизе, является ущерб, наносимый экономике в результате загрязнения окружающей среды.

Различают ущерб трёх видов: фактический, возможный и предотвращенный.

Под **фактическим** ущербом понимают фактические потери и урон, наносимый экономике в результате загрязнения окружающей среды.

**Возможный** ущерб – это ущерб экономике, который мог бы быть в случае отсутствия природоохранных мероприятий.

Под **предотвращенным** ущербом понимают разность между возможным и фактическим ущербами.

Методика расчета ущерба предполагает учет ущерба, причиняемого повышенной заболеваемостью населения; ущерба сельскому хозяйству, жилищному, коммунальному и бытовому хозяйству, промышленности и другие виды ущерба.

Расчеты носят оценочный характер вследствие недостатка достоверной естественнонаучной и социологической информации.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» закрепил в качестве одного из основных принципов охраны окружающей среды **платность природопользования и возмещение вреда, причиненного окружающей среде** (статья 3) и определил виды негативного воздействия на нее:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ;
- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- загрязнение недр и почв, размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, электромагнитными и другими видами физических воздействий (пп. 1 и 2 статьи 16)

Плата за загрязнение взимается с природопользователей, осуществляющих в процессе хозяйственной деятельности следующие виды воздействия на окружающую среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;

- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты (в том числе через канализационные системы), а также любое подземное размещение загрязняющих веществ;
- размещение отходов.

По своей экономической сути **норматив платы за загрязнение эквивалентен части величины годового удельного экономического ущерба от загрязнения**, пред назначенной на возмещение затрат по предотвращению воздействия выбросов загрязняющих веществ на человека и окружающую природную среду и достижению допустимого уровня загрязнения.

Удельные базовые нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ установлены постановлением правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 года № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления». В этом постановлении приводятся также значения коэффициентов экологической ситуации, которые учитывают степень загрязнения и деградации природной среды по территориям экономических районов Российской Федерации.

Установлено три вида нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

- в пределах допустимых нормативов (ПДВ);
- в пределах установленных лимитов (ВСВ);
- сверх установленных лимитов.

При установлении нормативов платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками установлены:

- коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние атмосферного воздуха и почвы), по территориям экономических районов Российской Федерации;
- дополнительный коэффициент **1,2** при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов.

При установлении нормативов платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ сверх установленных лимитов к нормативам платы в пределах установленных лимитов используется дополнительный **пятикратный** повышающий коэффициент.

Фактический размер платы будет равняться сумме платы за выброс (сброс) в пределах установленного норматива и за превышение установленного норматива.

Указанные базовые нормативы должны ежегодно умножаться на **коэффициенты индексации** с учетом инфляции.

*Источники платы* за загрязнение окружающей природной среды:

- себестоимость продукции – в случае загрязнения в пределах допустимых нормативов (ПДВ, ПДС);
- прибыль предприятия, если загрязнение превышает допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов. Кроме того,

при невыполнении требований по оформлению документов (разрешений на выброс, сброс) весь объем загрязняющих веществ рассматривается как сверхлимитный, и предприятие должно оплачивать как платежи, так и штрафы из оставшейся в его распоряжении прибыли.

### **Пример расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников**

Плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов ( $P_{an}$ ), определяется по каждому веществу путем умножения соответствующих нормативов платы за 1 тонну загрязняющих веществ на массу выбросов.

$$P_{an} = \sum_{i=1}^n p_{an_i} M_{ai} \quad \text{при } M_{ai} \leq ПДВ_i,$$

где  $p_{an_i}$  – норматив платы за 1 тонну выбросов в атмосферу стационарными источниками в пределах допустимых загрязнений (ПДВ), руб./т;

$M_{ai}$  – фактический выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год;

$ПДВ_i$  – предельно-допустимый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год;

$i$  – вид загрязняющего вещества ( $i=1..n$ ).

Плата за загрязнение окружающей природной среды в **пределах установленных лимитов, или ВСВ, ( $P_{al}$ )** определяется путем умножения соответствующих ставок платы за 1 тонну на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами загрязняющих веществ.

$$P_{al} = \sum_{i=1}^n p_{al_i} (M_{ai} - M_{an_i}) \quad \text{при } ПДВ < M_{ai} \leq ВСВ,$$

где  $p_{al_i}$  – норматив платы за 1 тонну выбросов в атмосферу стационарными источниками в пределах установленных лимитов (ВСВ), руб./т.;

$M_{al_i}$  – выброс  $i$ -го загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленного лимита (ВСВ), т/год.

Плата за **сверхлимитные** выбросы загрязняющих веществ ( $P_{ac}$ ) определяется путем умножения соответствующей ставки платы на величину превышения фактической массы выбросов над массой установленного лимита.

$$P_{ac} = \sum_{i=1}^n p_{ac_i} (M_{ai} - M_{al_i}) \quad \text{при } M_{ai} > ВСВ,$$

где  $p_{ac_i}$  – норматив платы за 1 тонну выбросов в атмосферу стационарных источников сверх установленных лимитов, руб./т.

**Задача.** Определить размер платы за выбросы котельной, расположенной в г. Екатеринбурге. Значения выбросов загрязняющих веществ приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Выбросы от котельной

Наименование загрязняющего вещества	Величина выброса, т/год	
	в пределах допустимых загрязнений (ПДВ)	в пределах установленных лимитов (ВСВ)
Оксид углерода CO	42,16	48,43
Азота диоксид NO <sub>2</sub>	10,85	35,12
Азота оксид NO	1,76	8,78
Диоксид серы SO <sub>2</sub>	0,167	-
Бенз(а)пирен C <sub>12</sub> H <sub>20</sub>	2,1 · 10 <sup>-7</sup>	2,208 · 10 <sup>-6</sup>

Рассчитаем плату за выброс оксида углерода (CO).

$$\Pi_{\text{ан}} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_u p_{\text{ан}} M_{\text{ан}} = 2 \cdot 1,2 \cdot 1,48 \cdot 0,6 \cdot 42,16 = 89,85 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{ал}} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_u p_{\text{ал}} (M_{\text{ан}} - M_{\text{ал}}) = 2 \cdot 1,2 \cdot 1,48 \cdot 3 (48,43 - 42,16) = 66,81 \text{ руб.}$$

В расчете использованы следующие значения коэффициентов:

$\kappa_1$  – коэффициент, учитывающий состояние атмосферного воздуха по территории Уральского экономического района,  $\kappa_1 = 2$ ;

$\kappa_2$  – дополнительный коэффициент при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов,  $\kappa_2 = 1,2$ ;

$\kappa_u$  – коэффициент индексации, учитывающий инфляцию. В 2008 г.  $\kappa_u = 1,48$ .

Аналогично рассчитывается плата за все выбросы. Результаты расчетов сведены в табл.5.

Таблица 5

## Результаты расчета платы за выбросы загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Масса выброса, т/год		Плата за загрязнение природной среды, руб.			
	в пределах допустимых загрязнений <i>M<sub>ан</sub></i>	в пределах установленных лимитов <i>M<sub>ал</sub></i>	в пределах допустимых загрязнений		в пределах установленных лимитов	
			норматив, руб./т	плата, руб.	норматив, руб./т	плата, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Оксид углерода	42,16	48,43	0,6	89,85	3	66,81
Азота диоксид	23,41	35,12	52	4323,92	260	10814,42
Азота оксид	5,85	8,78	35	727,27	175	1821,29
Серы диоксид	0,167	–	40	23,73	200	–
Бенз(а)пирен	2,1 · 10 <sup>-7</sup>	2,2 · 10 <sup>-6</sup>	204980	0,15	1024900	5,59
Всего			5164,92		12708,11	

Плата за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ **от передвижных источников** определяется по видам используемого топлива согласно установленным ставкам.

$$\Pi_{an} = \sum_{i=1}^m C_{an_i} Q_i,$$

где  $\Pi_{an}$  – плата за выброс в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников, руб.;

$C_{an_i}$  – норматив платы по  $i$ -му виду топлива за выброс в атмосферный воздух загрязняющих веществ от передвижных источников, руб./т (руб./тыс. м<sup>3</sup>) использованного топлива;

$i$  – вид топлива ( $i = 1 \dots m$ );

$Q_i$  – количество использованного топлива  $i$ -го вида, т/год, тыс. м<sup>3</sup>/год.

**Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности.** Базовые нормативы платы также установлены для трех категорий сбросов:

- в пределах допустимых нормативов (ПДС);
- в пределах установленных лимитов (ВСС);
- сверх установленных лимитов.

Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты (подземные и поверхностные) со сточными водами и на рельеф местности осуществляется аналогично расчету платы за загрязнение атмосферы стационарными источниками.

**Расчет платы за размещение отходов.** Базовые нормативы платы за размещение отходов производства установлены в зависимости от класса опасности отходов.

Каждому предприятию устанавливается **лимит** на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов в течение года.

Плата за согласованные в установленном порядке **лимиты** массы размещения отходов ( $\Pi_{omx.l}$ ) определяется как произведение соответствующих ставок платы на фактическую массу в пределах установленных лимитов размещения отходов.

$$\Pi_{omx.l} = \sum_{i=1}^p C_{omx.l_i} M_{omx_i} \quad \text{при } M_{omx_i} \leq M_{omx.l_i},$$

где  $C_{omx.l_i}$  – ставка платы за размещение  $i$ -го класса отходов производства в пределах установленных лимитов, руб/т;

$M_{omx_i}$  – фактическое размещение  $i$ -го отхода, т/год;

$M_{omx.l_i}$  – лимит размещения  $i$ -го отхода, т/год;

$i$  – класс отходов ( $i = 1 \dots p$ ).

Плата за размещение отходов сверх установленных лимитов взимается в **пятикратном** размере за каждую единицу размещенных отходов (т, м<sup>3</sup>).

$$\Pi_{omx.l} = 5 \sum_{i=1}^p C_{omx.l_i} (M_{omx_i} - M_{omx.l_i}) \quad \text{при } M_{omx_i} > M_{omx.l_i}.$$

В случае отсутствия у природопользователя оформленного в установленном порядке разрешения на размещение отходов, вся масса отходов учитывается как сверхлимитная.

## Контрольные вопросы

1. Перечислите виды ущербов от загрязнения окружающей среды
2. Назовите законодательные и нормативные акты, на основе которых осуществляется расчет платы за загрязнение окружающей среды.
3. Назовите виды нормативов платы за загрязнение атмосферы и водных источников.
4. Выполните расчет платы за выбросы загрязняющих веществ, приведенных в табл.1 для предприятий, расположенных вне города.
5. Как определяется плата за выбросы в атмосферу от передвижных источников?
6. Как рассчитывается плата за размещение отходов?

## ОХРАНЯЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ

**Охраняемая территория** – участки *биосфера* (сухи, акватории с соответствующими слоями *атмосферы* и *литосфера*), полностью или частично, постоянно или временно исключенные людьми из традиционно интенсивного хозяйственного оборота. Они предназначены для сохранения экологического равновесия, поддержания среды жизни человека и его здоровья, охраны *природных ресурсов*, а также ценных естественных и искусственных объектов и явлений, имеющих историческое, хозяйственное или эстетическое значение. Интересы охраняемых территорий защищаются Федеральным законом РФ «Об охраняемых территориях».

Схема взаимосвязи целей создания особо охраняемых территорий показана на рис. 22.

Охраняемая территория представлена двумя группами – **высшей**, приравненной к **национальным паркам**, и **низшей – заказниками, лесами I группы и т. п.** Всего в мире более 3000 охраняемых территорий заметного размера, имеющих ранг национальных парков, и приравненных к ним территорий и акваторий.

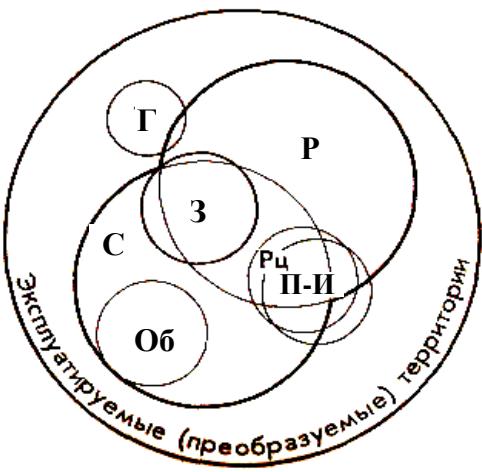


Рис. 22. Схема взаимосвязи целей создания особо охраняемых территорий:

**Р** – ресурсоохраные территории; **З** – заповедно-эталонные особо охраняемые территории; **Рц** – часть средообразующих и ресурсоохраных территорий, выделенная для целей рекреации, включая территории отдыха в культурных ландшафтах; **П-И** – часть средообразующих и ресурсоохраных территорий, выделенная в познавательно-информационных целях;

**С** – средообразующие охраняемые природные и природно-антропогенные территории;

**Об** – объекто-защитные охраняемые природные и природно-антропогенные территории; **Г** – участки специального сохранения генофонда: коллекции сортов культурных растений, зоологические и ботанические сады, дендропарки и т.д.

На рис. 23 представлена классификация особо охраняемых территорий в соответствии с целями их создания.

**Заповедник** – особо сохраняемое законом пространство (территория, акватория), полностью исключенное из любой хозяйственной деятельности в целях сохранения в нетронутом виде природных комплексов (эталонов природы), охраны видов живых существ и слежения за природными процессами (глобальный мониторинг).

**Национальный парк** – территория, включающая особо охраняемые природные ландшафты, предназначенная для сохранения природных комплексов в неприкосновенности, а также для рекреационных целей. Имеет особое административное управление, осуществляющее землепользование на всей территории национального парка или в его заповедной зоне. Общее число национальных парков мира около 2 тысяч. Площадь свыше 1 млн. га имеют более 30, свыше 250 тыс. га – около 120 национальных парков мира. Общая площадь национальных парков мира достигает более 4 млн. км<sup>2</sup>.

Территория национальных парков, как правило, **зонируется** – разделяется на участки с различным режимом эксплуатации. Выделяют 3...4 зоны: **заповедную**, **хозяйственную**, **рекреационную**, а также **буферную зону** вокруг национального парка.

**Природный парк** – наименее строго охраняемый по сравнению с другими типами природных особо охраняемых территорий участок природных и культурных ландшафтов, отличающихся своеобразием и живописностью. Как правило, имеет особое административное управление, но не всегда бывает основным землепользователем.

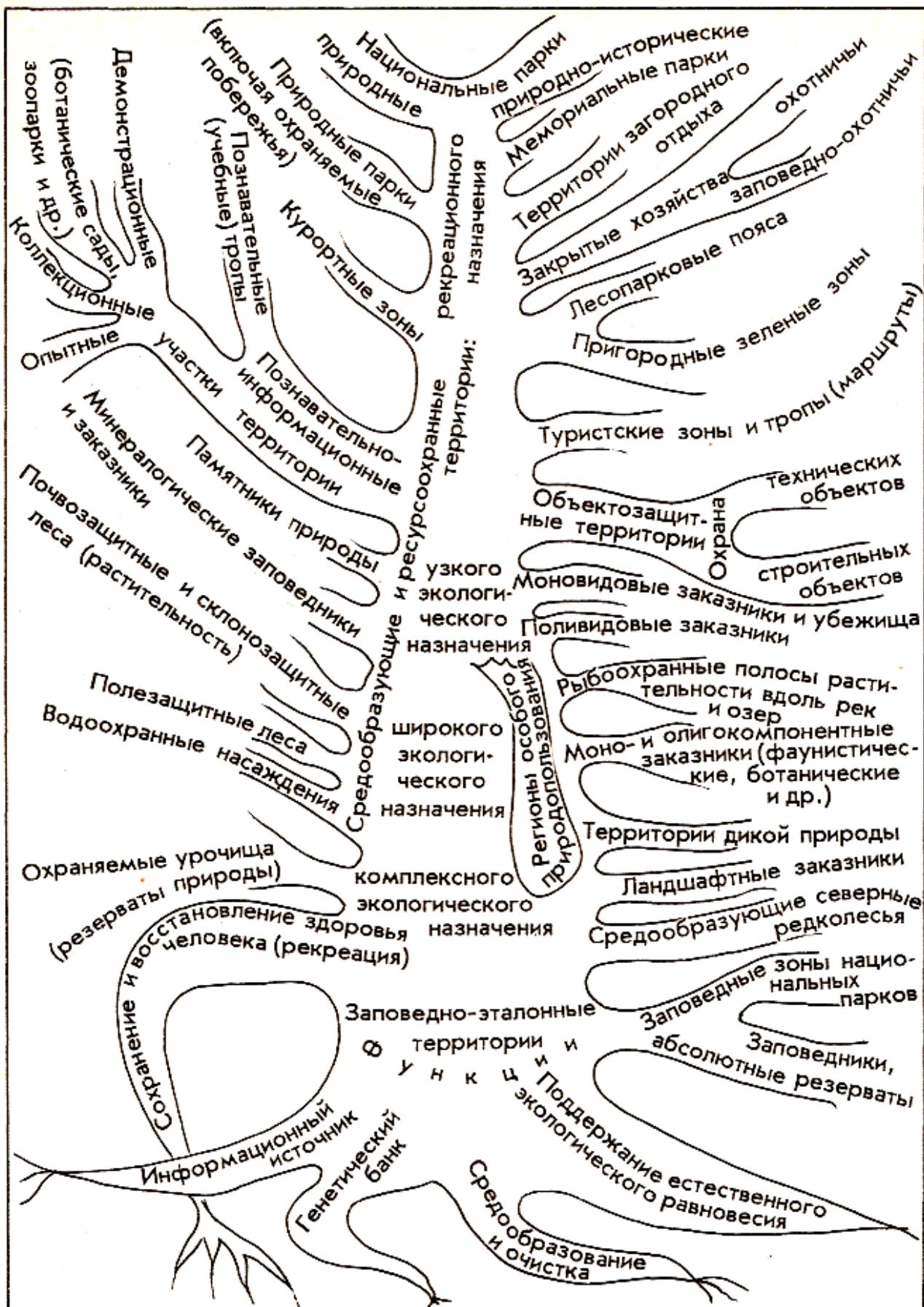


Рис. 23. Классификация (ветви дерева) и цели создания (корни дерева) природных и природно-антропогенных особенно охраняемых территорий

**Заказник** – участок территории или акватории, в пределах которого постоянно или временно запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности в целях сохранения одного или многих видов живых существ и других компонентов экосистем или общего характера охраняемой местности.

Заказник обычно не бывает основным землепользователем занимаемой территории, т.е. охраняется в основном лишь биота, реже – водные ресурсы.

**Памятник природный** – естественная или издревле измененная человеком природная территория, имеющая особый научный или культурный интерес, а также социальное (часто общемировое) значение, выделенная в качестве особо охраняемого участка. Природные памятники обычно имеют значительную площадь, ими могут быть национальные парки, заповедники и другие охраняемые природные территории.

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое «охраняемая территория»? Назовите законодательный акт, защищающий интересы охраняемых территорий.
2. Сформулируйте цели создания и виды особо охраняемых территорий.
3. В чем особенности таких особо охраняемых территорий, как заповедники, национальные парки, природные парки, заказники?
4. Что такое «природные памятники»?

## РАЗДЕЛ 3

# БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА (ОХРАНА ТРУДА)

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РФ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

В сфере обеспечения безопасности человека на производстве в Российской Федерации действует законодательство по охране труда.

Законодательство о труде и охране труда основано на положениях **Конституции РФ** (принята 12 декабря 1993 г.):

- «В Российской Федерации охраняется труд и здоровье людей, устанавливается гарантированный минимальный размер оплаты труда» (ст. 7);
- «Труд свободен...» (ст. 37);
- «Принудительный труд запрещен...» (ст. 37);
- «Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены...» (ст. 7);
- «Каждый имеет право на отдых...» (ст. 37);
- «Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь...» (ст. 41);
- «Сокрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, влечет за собой ответственность...» (ст. 41).

Законодательные акты, содержащие требования по охране труда:

Трудовой кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 30.06.2006 г. № 90-ФЗ;

«Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ.

В структуре **Трудового кодекса Российской Федерации** имеется раздел **X – «Охрана труда»**.

В нем дается определение понятия «охрана труда» и других понятий, очерчивается круг правовых норм, образующих законодательство РФ об охране труда, указывается сфера действия закона, излагаются основные направления государственной политики в области охраны труда.

**Охрана труда** – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

**Рабочее место** – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

**Средства индивидуальной и коллективной защиты работников** – технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

**Сертификат соответствия работ по охране труда (сертификат безопасности) – документ, удостоверяющий соответствие проводимых в организации работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда.**

**Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности.**

*Основными направлениями государственной политики в области охраны труда (ОТ) являются:*

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ;
- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;
- государственная экспертиза условий труда;
- установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
- профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, на основе обязательного социального страхования;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустранимыми при современном уровне производства и организации труда;
- координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- подготовка и повышение квалификации специалистов по охране труда и др.

В Законе декларируются **права** работника в области охраны труда.

Согласно Закону каждый работник имеет **право на охрану труда**. Это право распространяется на следующие объекты и направления работ, обеспечивающих охрану труда:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- **отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами**.

**чением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;**

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя;
- профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;
- запрос о проведении проверки условий и охраны труда на рабочем месте органами государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде и охране труда, работниками, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением законодательства о труде и охране труда;
- обращение в органы государственной власти и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;
- личное участие (или через своих представителей) в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на рабочем месте, и в расследовании произошедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования);
- компенсации, установленные законом, коллективным договором, соглашением, трудовым договором, если работник занят на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

**Допуск к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда, запрещается.**

**Работник обязан** соблюдать требования охраны труда, установленные законами и иными нормативными правовыми актами, а также правилами и инструкциями по охране труда.

**Работник обязан** немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья.

Закон предусматривает ограничения на тяжелые работы и работы с вредными и опасными условиями труда:

- на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда запрещается применение труда женщин и лиц в возрасте до 18 лет, а также лиц, для которых эти работы противопоказаны по состоянию здоровья. Список таких работ утверждается постановлением правительства;

- направление в служебные командировки женщин, имеющих детей в возрасте до 3-х лет разрешается с их письменного согласия при отсутствии медицинских противопоказаний;

– расторжение трудового договора по инициативе работодателя с беременными женщинами не допускается, за исключением случаев ликвидации организаций.

## **Контрольные вопросы**

1. Сформулировать понятие «охрана труда».
2. Основные законодательные акты в области охраны труда.
3. Основные положения Конституции РФ о труде и охране труда.
4. Что такое «рабочее место»?
5. Какой документ удостоверяет соответствие проводимых в организации работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда?
6. Сформулировать основные положения государственной политики в области охраны труда.
7. Основные права и обязанности работника в области охраны труда.

## **НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОТ**

Перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования по ОТ в РФ, приведен в Положении «О разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» (в ред. Постановления Правительства РФ от 25.03.2013 № 257).

К нормативным правовым актам, содержащим государственные нормативные требования охраны труда, относятся стандарты безопасности труда, правила и типовые инструкции по охране труда, государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила и нормы, санитарные нормы, санитарные правила и гигиенические нормативы, устанавливающие требования к факторам рабочей среды и трудового процесса).

Проекты актов, содержащих требования охраны труда, представляются в Министерство труда и социальной защиты федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в установленной сфере деятельности, – с приложением заключений отраслевых объединений профсоюзов и отраслевых объединений работодателей.

Акты, содержащие требования охраны труда, издаются Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации после рассмотрения проектов указанных актов на заседании Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Таким образом, Министерство труда и социальной защиты РФ становится координационным центром нормативного обеспечения по охране труда.

**Система стандартов безопасности труда (ССБТ)** – это комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

ССБТ устанавливает организационно-методические положения по построению системы, в том числе: единую терминологию в области охраны труда; требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов; требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к производственным процессам; требования к средствам защиты работающих.

В ССБТ входят стандарты следующих подсистем (шифр подсистемы – наименование подсистемы):

0 – организационно-методические стандарты основ построения системы;

1 – государственные стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов;

2 – стандарты требований безопасности к производственному оборудованию;

3 – стандарты требований к производственным процессам;

4 – стандарты требований к средствам защиты работающих;

5...9 – резерв.

ССБТ включает стандарты трех категорий: **государственные** (ГОСТ) – обязательные к применению всеми организациями во всех отраслях экономики РФ и республик в составе России; **отраслевые** (ОСТ) – обязательны для всех организаций данной отрасли; **стандарты предприятий** (СТП) – только для организации, утвердившей данный стандарт.

Установлена специальная структура обозначения стандартов ССБТ, которую можно пояснить следующим примером:

ГОСТ 12.0.004-90,

где ГОСТ – индекс стандарта (т.е. ГОСТ, ОСТ, СТП);

12 – шифр ССБТ в Государственной Системе Стандартизации (ГСС);

0 – шифр подсистемы;

004 – порядковый номер в подсистеме;

90 – последние две цифры года регистрации стандарта.

**Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СП, СП, СанПиН) и гигиенические нормативы (ГН)** содержат принципы и нормы санитарного законодательства, направленные на оздоровление условий труда работников.

**Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил (СП)** регламентируют требования безопасности при проектировании и строительстве объектов производственного назначения.

**Правила по охране труда (ПОТ)** устанавливают требования по ОТ, обязательные для исполнения при проектировании, организации и осуществлении производственных процессов, отдельных видов работ, эксплуатации производственного оборудования, установок, машин, агрегатов, а также при транспортировании, хранении, применении исходных материалов, готовой продукции, отходов производств и т. д. Правила по ОТ могут быть **межотраслевого (ПОТРМ) и отраслевого (ПОТРО) значения**.

**Инструкция по охране труда (ИОТ)** устанавливает требования по охране труда при выполнении работ в производственных помещениях, на территории организации, на строительных площадках и иных местах, где производятся эти работы или выполняются служебные обязанности. Инструкции по ОТ могут быть типовыми (отраслевыми) для рабочих основных профессий данной отрасли и для работников. Инструкции по ОТ (как типовые, так и для работников) могут разрабатываться как для работников отдельных профессий (электромонтеры, уборщицы, лаборанты), так и на отдельные виды работ (работы на высоте, ремонтные, проведение испытаний и др.).

## **ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА**

Государственное управление охраной труда осуществляется **правительством Российской Федерации** непосредственно или по его поручению **федеральным органом исполнительной власти**, ведающим вопросами охраны труда, и другими федеральными органами исполнительной власти.

Государственное управление охраной труда на территориях **субъектов РФ** осуществляется **федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ в области охраны труда в пределах их полномочий**.

Осуществление государственного управления охраной труда возложено на **Министерство труда и социальной защиты РФ** и с этой целью в его структуре образован **Департамент условий и охраны труда**.

### **Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда**

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда на предприятиях, в учреждениях, организациях, независимо от форм собственности и подчиненности, осуществляют уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами (ст. 353 ТК РФ). К числу таких специально уполномоченных государственных органов, не зависящих в своей деятельности от администрации предприятий, учреждений, организаций и их вышестоящих органов, относятся:

**Федеральная служба по труду и занятости (Роструд)** и подведомственные ей территориальные государственные инспекции труда;

**Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);**

**Государственный пожарный надзор;**

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)** и территориальные учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Государственный надзор за точным и единообразным исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляет Генеральный прокурор РФ и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом.

Федеральная служба по труду и занятости (Роструд), утвержденная постановлением Правительства РФ от 30 июня 2004 г. N 324, является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, по оказанию государственных услуг в сфере содействия занятости населения и защиты от безработицы, трудовой миграции и регулирования коллективных трудовых споров.

Федеральная служба по труду и занятости находится в ведении Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Федеральную службу по труду и занятости возглавляет руководитель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Российской Федерации по представлению Министра здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Федеральная служба по труду и занятости осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

В структуре Федеральной службы по труду и занятости имеется управление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, включающее отделы надзора и контроля по общим вопросам трудового законодательства, надзора и контроля по отраслевым вопросам охраны труда и экспертизы условий труда надзора и контроля по вопросам расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Территориальными органами Роструда по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, являются Государственные инспекции труда, а их руководители – главными государственными инспекторами труда.

Государственные инспекции труда выполняют следующие **функции**:

- 1) осуществляют государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда на соответствующей территории;
- 2) расследуют в установленном порядке несчастные случаи на производстве, анализируют их причины и разрабатывают предложения по предупреждению таких случаев;
- 3) ведут прием граждан, рассматривают заявления, жалобы и иные обращения граждан о нарушениях их трудовых прав и др.

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда непосредственно осуществляют **государственные инспекторы труда**.

Государственные инспекторы труда **имеют право**:

- 1) беспрепятственно в любое время суток при наличии удостоверения установленного образца посещать в целях проведения инспекции организации любой организационно-правовой формы;

- 2) осуществлять в установленном порядке проверки и расследование причин нарушений законодательства РФ о труде и охране труда;
- 3) запрашивать и безвозмездно получать от руководителей и иных должностных лиц организаций, органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, работодателей (их представителей) документы, объяснения, информацию, необходимые для осуществления своих полномочий;
- 4) предъявлять работодателям обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений законодательства РФ о труде и охране труда;
- 5) направлять в суды при наличии заключений государственной экспертизы условий труда требования о ликвидации организаций или прекращении деятельности их структурных подразделений вследствие нарушения требований охраны труда;
- 6) расследовать в установленном порядке несчастные случаи на производстве;
- 7) выдавать предписания об отстранении от работы лиц, не прошедших в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах и проверку знаний требований охраны труда;
- 8) запрещать использование не имеющих сертификатов средств индивидуальной и коллективной защиты;
- 9) составлять протоколы и рассматривать дела об административных правонарушениях в пределах полномочий и направлять в правоохранительные органы и в суд другие материалы о привлечении виновных к ответственности в соответствии с федеральными законами.

**Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)** осуществляет надзор за соблюдением правил по безопасному ведению работ на объектах в соответствии со схемой, приведенной на рис. 24.

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)** и территориальные учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы осуществляют государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением предприятиями, учреждениями, организациями гигиенических норм, санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил.

**Деятельность надзорных органов не зависит от каких-либо хозяйственных органов, общественных объединений, политических формирований и распространяется на подконтрольные предприятия и организации независимо от форм собственности. Представители надзорных органов при осуществлении ими своих прав и исполнении обязанностей являются полномочными представителями государства и находятся под его защитой, независимы от государственных органов, должностных лиц и подчиняются только закону.**

Решения органов государственного надзора могут быть обжалованы в судебном порядке.

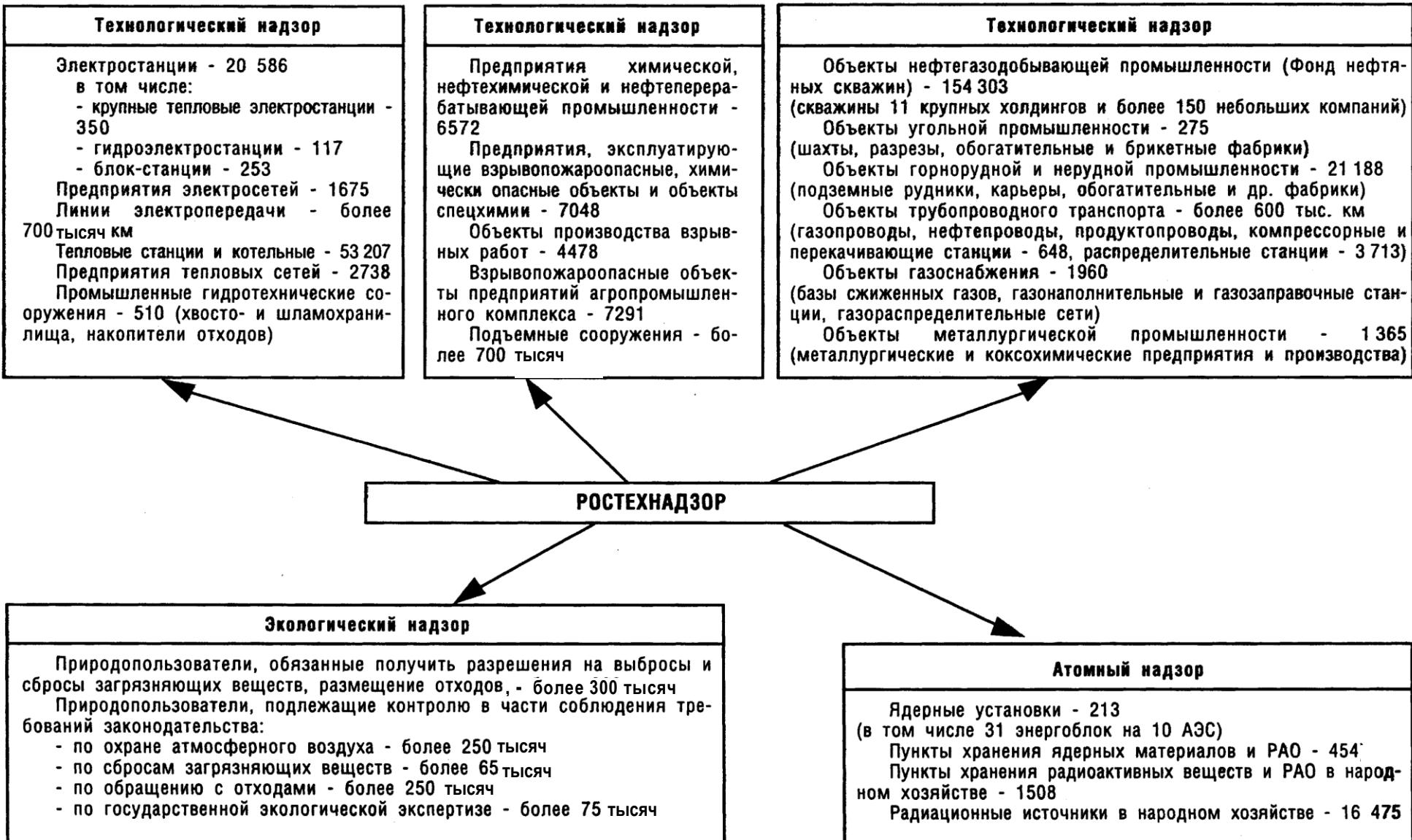


Рис. 24. Основные объекты регулирования Ростехнадзора

**Внутриведомственный государственный контроль** за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, в подведомственных организациях осуществляют федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления (ст. 353 ТК РФ).

В системе Министерства здравоохранения и социального развития РФ действует **Государственная экспертиза условий труда** в следующем составе:

- Всероссийская государственная экспертиза условий труда;
- государственная экспертиза условий труда в системе органов исполнительной власти субъектов Федерации.

Заключение государственной экспертизы условий труда является обязательным основанием для рассмотрения судом вопроса о ликвидации организации или ее подразделения при выявлении нарушения требований охраны труда.

### **Служба охраны труда в организации**

Ведомственный контроль за состоянием охраны труда осуществляют организации, создавая в своей структуре службы охраны труда.

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 50 работников создается служба охраны труда (ст. 217 ТК РФ).

В организации с численностью 50 и менее работников решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель может заключить договор со специалистами, оказывающими услуги в области охраны труда.

Положение о службе охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются **работодателем** с учетом рекомендаций Минтруда РФ от 8 февраля 2000 г. «Рекомендации по организации службы охраны труда в организации».

### **Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда**

Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда осуществляется **профессиональными союзами** или иными уполномоченными работниками органами (ст. 370 ТК РФ).

Для осуществления профсоюзного контроля за соблюдением законодательства о труде, норм и правил по охране труда профсоюзы вправе создавать собственные инспекции труда, которые наделяются полномочиями, предусмотренными положениями, утвержденными профсоюзами.

Профсоюзы, их инспекции труда при осуществлении этих полномочий взаимодействуют с государственными органами надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде.

**Комитеты (комиссии) по охране труда** создаются в организациях **по инициативе работодателя и (или) по инициативе работников либо их представительного органа** (ТК РФ, ст.218). В их состав на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов или иного уполномоченного работниками представительного органа. Комитет (комиссия) по охране труда организует разработку раздела коллективного договора (соглашения) об охране труда, совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах этих проверок.

**Уполномоченные (доверенные)** лица по охране труда профсоюзов или трудового коллектива действуют в соответствии с рекомендациями, разработанными государственным органом управления охраной труда.

В соответствии со ст. 19 Федерального закона РФ «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» (от 12 января 1996 г. № 10-ФЗ) профсоюзные инспекторы труда вправе беспрепятственно посещать организации, независимо от форм собственности и подчиненности, в которых работают члены данного профсоюза, для проведения проверок соблюдения законодательства о труде и законодательства о профсоюзах, а также выполнения работодателями условий коллективного договора, соглашения.

Профсоюзам предоставлено право осуществлять профсоюзный контроль не только за состоянием охраны труда, но и состоянием окружающей природной среды (ст. 20 ФЗ от 12.01.96).

В случаях выявления нарушений, угрожающих жизни и здоровью работников, профсоюзные органы в организации, профсоюзные инспекторы по охране труда вправе потребовать от работодателя немедленного устранения этих нарушений и одновременно обратиться в Федеральную инспекцию труда для принятия неотложных мер.

При невыполнении требований по устраниению нарушений, особенно в случаях появления непосредственной угрозы жизни и здоровью работников, профсоюзные органы, профсоюзные инспекторы по охране труда вправе требовать от работодателя, органа управления организацией, должностного лица приостановления работ впредь до принятия окончательного решения Федеральной инспекцией труда. При этом работодатель, должностное лицо обязаны незамедлительно выполнить такое требование.

Общественный санитарный контроль осуществляется общественными санитарными инспекторами на предприятиях, в учреждениях, организациях.

## **ОБУЧЕНИЕ, ИНСТРУКТИРОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ РАБОТНИКОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ, В УЧРЕЖДЕНИИ**

Обучение безопасности деятельности должно производиться в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» и другими документами.

Обучение работающих безопасности труда включает:

- предварительное обязательное обучение безопасности труда;
- обучение профессии; поддержание или повышение уровня квалификации;
- переобучение в случае освоения новой техники или перемены профессии;
- стажировку для приобретения опыта;
- периодическую проверку знаний;
- инструктажи.

Руководители и специалисты, вновь поступающие на предприятие, должны пройти **вводный инструктаж**, а также должны быть ознакомлены вышестоящим должностным лицом с состоянием условий и охраны труда. Не позднее **одного месяца** со дня вступления в должность они проходят проверку знаний, результаты которой оформляются протоколом.

**Очередная** проверка знаний руководителей и специалистов должна проводиться не реже чем **раз в 3 года**. Перед очередной проверкой знаний организуют семинары, лекции, беседы, консультации по вопросам охраны труда в соответствии с программами, разработанными на предприятии и утвержденными руководителем предприятия.

Результаты проверки знаний руководителей и специалистов оформляются протоколом.

Повышение уровня знаний рабочих, руководителей и специалистов по безопасности труда осуществляют при всех формах повышения их квалификации по специальности на производстве, в институтах и факультетах повышения квалификации. Вопросы безопасности труда в программах курсов повышения квалификации по специальности должны составлять не менее 10 % общего объема курса обучения.

### **Инструктаж по безопасности труда**

По характеру и времени проведения инструктажи подразделяют на следующие виды:

- 1) **вводный**;
- 2) **первичный на рабочем месте**;
- 3) **повторный**;
- 4) **внеплановый**;
- 5) **целевой**.

**Вводный инструктаж** по безопасности труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или

практику, а также с учащимися в учебных заведениях перед началом лабораторных и практических работ в учебных лабораториях, мастерских, на участках, полигонах. Вводный инструктаж на предприятии проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности, а с учащимися в учебных заведениях – преподаватель или мастер производственного обучения. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу. Вводный инструктаж с учащимися регистрируют в журнале учета учебной работы.

**Первичный инструктаж на рабочем месте** до начала производственной деятельности проводят:

- а) со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое;
- б) с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- в) со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующего предприятия;
- г) со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику, перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, участках, при проведении внешкольных занятий в кружках, секциях.

*Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте не проходит.*

Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель предприятия (организации) по согласованию с профсоюзным комитетом и отделом (бюро, инженером) охраны труда.

**Повторный инструктаж** проходят все рабочие **не реже одного раза в полугодие**. Его проводят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места, по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме.

**Внеплановый инструктаж** проводят:

- а) при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- б) при изменении технологического процесса или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- в) при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву и т.п.;
- г) по требованию органов надзора;

д) при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 дней.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии.

**Целевой** инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха и т.п.), ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий, катастроф, производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы.

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой проводит непосредственный руководитель работ (мастер, инструктор производственного обучения, преподаватель).

## **ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ НОРМ ОХРАНЫ ТРУДА**

Лица, виновные в нарушении трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, привлекаются к **дисциплинарной и материальной ответственности** в порядке, установленном ТК РФ и иными федеральными законами, а также привлекаются к **гражданской-правовой, административной и уголовной** ответственности в порядке, установленном федеральными законами (ТК РФ, ст. 419).

**Дисциплинарная ответственность** – ответственность работника за *нарушение им трудовой дисциплины*. Общий порядок дисциплинарной ответственности работников регламентируют ТК РФ (ст. 192), Типовые правила внутреннего распорядка на предприятиях.

Основанием для применения дисциплинарного взыскания является **дисциплинарный проступок**, под которым понимается противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником его трудовых обязанностей.

Согласно ст. 192 ТК РФ работодатель имеет право применять следующие дисциплинарные взыскания:

- замечание;
- выговор;
- увольнение по соответствующим основаниям.

Существует два вида дисциплинарной ответственности: **общая**, предусмотренная ТК РФ, и **специальная**, которую несут работники в соответствии с уставами, положениями о дисциплине.

Не допускается применение дисциплинарных взысканий, не предусмотренных федеральными законами, уставами и положениями о дисциплине

**Порядок применения и обжалования дисциплинарных взысканий.** До применения дисциплинарного взыскания работодатель должен затребовать от работника письменное объяснение. Если по истечении двух рабочих дней указанное объяснение работником не предоставлено, то составляется соответствующий акт.

Непредоставление работником объяснения не является препятствием для применения дисциплинарного взыскания.

Дисциплинарное взыскание применяется непосредственно за обнаружением проступка, но не позднее **одного месяца** со дня его обнаружения, не считая времени болезни работника или пребывания его в отпуске.

Взыскание не может быть применено позднее **6 месяцев** со дня совершения, а по результатам ревизии или проверки финансово-хозяйственной деятельности – не позднее 2 лет со дня его совершения.

За каждый проступок может быть применено только одно дисциплинарное взыскание.

Приказ (распоряжение) или постановление о применении дисциплинарного взыскания с указанием мотивов его применения объявляется работнику, подвергнутому взысканию, под расписку **в течение трех дней со дня его издания, не считая времени отсутствия работника на работе**. Если работник отказывается ознакомиться с указанным приказом (распоряжением) под расписку, то составляется соответствующий акт.

Дисциплинарное взыскание может быть обжаловано в порядке, установленном законодательством.

Снятие дисциплинарного взыскания производится в следующем порядке: если в течение года со дня применения дисциплинарного взыскания работник не будет подвергнут новому дисциплинарному взысканию, то он считается не подвергавшимся дисциплинарному взысканию. Работодатель до истечения года со дня применения дисциплинарного взыскания имеет право снять его с работника по собственной инициативе, просьбе самого работника, ходатайству его непосредственного руководителя или представительного органа работников.

В течение срока действия дисциплинарного взыскания меры поощрения к работнику не применяются.

**Административная ответственность** – *ответственность гражданина или должностного лица за совершение им (умышленно или неумышленно) действия, запрещенного правом, или за бездействие в случае, предписываемом правом, когда такое действие (действие или бездействие) обладает меньшей степенью опасности, чем преступление; коротко – это ответственность за правонарушение, не влекущее за собой уголовной ответственности.*

При административной ответственности лицо, нарушившее правовую норму, обычно не связано отношением служебного подчинения с административным органом, налагающим взыскание. Этим административная ответственность отличается от дисциплинарной ответственности.

Установлена следующая система административных взысканий за нарушение требований по охране труда: предупреждение, штраф, лишение специального права.

**Работодатели подлежат административной ответственности за административные правонарушения, связанные с несоблюдением правил, обеспечение выполнения которых является их служебной обязанностью.**

Административная ответственность заключается в наложении на виновного в нарушении законодательства о труде и охране труда **штрафа**. Правом при-

влечения к административной ответственности пользуются представители **органов государственного надзора за охраной труда**.

**Уголовная ответственность** – ответственность лица за преступление, совершенное им умышленно (с прямым или косвенным умыслом) или по неосторожности (по легкомыслию или небрежности). Она регламентируется Уголовным кодексом Российской Федерации (УК РФ).

К лицам, совершившим преступление, могут применяться следующие наказания: штраф, лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, исправительные работы, ограничение свободы, арест, лишение свободы на определенный срок.

**Уголовное наказание применяется только по приговору суда.**

Уголовная ответственность за преступления против трудовых прав граждан предусмотрена рядом статей УК РФ:

- за нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда, правил пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека или смерть человека (ст.143 УК РФ);
- за необоснованный отказ в приеме на работу или необоснованное увольнение беременной женщины, а равно за необоснованный отказ в приеме на работу или необоснованное увольнение с работы женщины, имеющей детей в возрасте до трех лет, по этим мотивам;
- за нарушение правил безопасности при ведении горных, строительных или иных работ, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека или его смерть;
- за нарушение правил безопасности на взрывоопасных объектах или во взрывоопасных цехах, если это могло повлечь смерть человека или иные тяжкие последствия;
- за нарушение правил учета, хранения, перевозки и использования взрывчатых, легковоспламеняющихся веществ и пиротехнических изделий, а также за незаконную пересылку этих веществ по почте или багажом;
- за сокрытие или искажение информации о событиях, фактах или явлениях, создающих опасность для жизни или здоровья людей либо для окружающей среды, совершенное лицом, обязанным обеспечивать население такой информацией, лицом, занимающим государственную должность РФ или субъекта РФ, а равно главой органа местного самоуправления, если в результате таких действий причинен вред здоровью человека или наступили иные тяжкие последствия;
- за нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекших по неосторожности массовое заболевание или отравление людей либо смерть человека.

За перечисленные нарушения назначают следующие виды наказаний:

- штраф в размере от 100 до 1000 минимальных размеров оплаты труда или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от 1 до 12 месяцев (в зависимости от вида наказания);

- лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет;
- обязательные работы на срок от 120 до 180 ч;
- исправительные работы на срок до двух лет;
- ограничение свободы на срок до 3-5 лет; лишение свободы на срок до 2-10 лет.

**Материальная ответственность.** Согласно ТК РФ (ст. 232) сторона трудового договора (работодатель или работник) возмещает ущерб, причиненный ею другой стороне, если этот ущерб был причинен в результате виновного противоправного поведения (действия или бездействия). Каждая из сторон трудового договора обязана доказать размер причиненного ей ущерба (ст. 233).

Возмещение ущерба работнику производится независимо от привлечения его к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности за действия или бездействие, которыми причинен ущерб работодателю (ст. 248).

Согласно ст. 237 ТК РФ в случае причинения работнику морального вреда неправомерными действиями или бездействием работодателя он возмещается работнику в денежной форме в размерах, определяемых соглашением сторон трудового договора.

В случае возникновения спора факт причинения работнику морального вреда и размеры его возмещения определяются судом независимо от подлежащего возмещению имущественного ущерба.

## **СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Все работники должны быть **застрахованы** работодателем от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. **Страховщиком** является Фонд социального страхования РФ. Закон 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (24 июля 1998 г.) имеет целью обеспечение социальной защиты лиц, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания.

Законом установлена обязанность каждого работодателя уплачивать страховые взносы, издержки по которым будут включаться в себестоимость продукции, работ, услуг. Размер страховых тарифов ежегодно устанавливается специальным законом дифференцированно для отраслей экономики и зависит от класса профессионального риска. Для учреждений, относящихся, например, к 1-му классу профессионального риска, установлен страховой тариф в размере 0,2 % от фонда заработной платы.

Страховые выплаты пострадавшему работнику, таким образом, не зависят от финансового положения предприятия и осуществляются структурами Фонда социального страхования РФ.

Возмещение вреда, причиненного работникамувечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей (в дальнейшем – трудовымувечьем), регулируется Гражданским кодексом Российской Федерации (ГК РФ) и Федеральным законом

«Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Возмещается вред, причиненный увечьем или иным повреждением здоровью при исполнении договорных обязательств, вытекающих из трудового договора, договора подряда, поручения и иных обязательств, связанных с личным трудом гражданина в интересах другого лица.

Виды и размер возмещения вреда:

- пособие по временной утрате трудоспособности в размере 100 % среднего заработка, исчисляемого в соответствии с законодательством РФ;
- единовременная выплата (при утрате профессиональной трудоспособности или смерти работника) в размере 60 МРОТ в соответствии со степенью утраты профессиональной трудоспособности;
- ежемесячная выплата в размере доли утраченного потерпевшим среднего месячного заработка (дохода), исчисленная в соответствии со степенью утраты трудоспособности (выплачивается пострадавшему в течение всего периода стойкой утраты им профессиональной трудоспособности, а в случае смерти работника – лицам, имеющим право на ее получение);
- оплата дополнительных расходов, связанных с повреждением здоровья работника, на его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию – лечение, спецпитание, лекарства, протезирование, уход, санаторно-курортное лечение, социальный транспорт, профессиональную переподготовку.

В случае грубой неосторожности пострадавшего размер возмещения снижается в соответствии со степенью его вины (**но не более 25 %**). Степень вины пострадавшего устанавливается комиссией по расследованию страхового случая в процентах и указывается в акте о несчастном случае. **В случае гибели пострадавшего степень его вины не влияет на объем возмещения.**

Страхование не освобождает работодателя от материальной ответственности при нарушении требований безопасности.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие органы осуществляют государственный надзор за охраной труда?
2. Государственная инспекция труда, ее функции. Права и обязанности государственных инспекторов.
3. Специальные органы надзора, их функции.
4. Государственная экспертиза условий труда.
5. Служба охраны труда в организации.
6. Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда.
7. Виды производственного обучения по охране труда.
8. Виды инструктажей по охране труда.
9. Виды ответственности за нарушение законодательства об охране труда: дисциплинарная и материальная ответственность, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством РФ.

10. Социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
11. Возмещение вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей.

## **ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

**Условия труда** определяются совокупностью производственных факторов, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека в процессе труда.

**Рабочей зоной** называется пространство (до 2 м над уровнем пола или площадки), на котором находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Условно все производственные опасности разделяются на опасные и вредные производственные факторы. Критерием такого разделения являются особенности воздействия на организм человека указанных факторов, прежде всего – время проявления отрицательных последствий.

**Вредный производственный фактор** – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его **заболеванию**.

**Опасный производственный фактор** – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его **травме**.

Из этих определений следует, что последствия воздействия **опасного производственного фактора** проявляются сразу, а проявления последствия воздействия **вредного производственного фактора** могут быть отодвинуты на длительный период времени или проявиться в последующих поколениях.

**Профессиональные заболевания** – заболевания, в возникновении которых решающая роль принадлежит воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса.

**Производственно обусловленные заболевания** – заболеваемость общими (не относящимися к профессиональным и инфекционным) заболеваниями различной этиологии, имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и превышающая таковую в профессиональных группах, не контактирующих с вредными факторами.

**Безопасные условия труда** – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

**Нормирование воздействия вредных и опасных производственных факторов на работающих** производится на основе медико-биологических исследований с учетом экономических аспектов. Нормы воздействия вредных и опасных производственных факторов на работающих устанавливаются соответствующими нормативными актами.

**Предельно-допустимый уровень (ПДУ)** – максимальный уровень фактора, который, воздействуя на человека (изолированно или в сочетании с другими

*факторами) в течение рабочей смены, ежедневно, на протяжении всего трудового стажа, не вызывает у него и его потомства биологических изменений, даже скрытых и временно компенсированных (в том числе: заболеваний, изменений реактивности, адаптационно - компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов), а также психологических нарушений (снижения интеллектуальных и эмоциональных возможностей, умственной работоспособности, надежности).*

**Защита временем** – уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса на работающих за счет снижения времени их действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях.

Опасные и вредные производственные факторы классифицируются по природе действия (согласно ГОСТ 12.0.003-80. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация).

#### **1. Физические:**

##### **– механические:**

- кинетическая энергия движущихся и вращающихся элементов механизмов и оборудования, передвигающихся изделий и материалов;
- потенциальная энергия тел, находящихся на высоте, разрушающихся конструкций и горных пород; шумы и вибрации; ускорения и невесомость; дым, туман и нетоксичная пыль; аномальное барометрическое давление и ударная волна;
- **термические:** температура нагретых и охлажденных предметов, поверхностей и воздуха;
- **электрические:** электрический ток; статическое электричество; электрическое поле; ионизирующее излучение;
- **электромагнитные:** освещенность; ультрафиолетовая и инфракрасная радиация; электромагнитное излучение; магнитное поле.

**2. Химические:** едкие, ядовитые вещества; горючие и взрывоопасные вещества.

**3. Биологические:** опасные свойства микро- и макроорганизмов; продукты жизнедеятельности людей и других биологических объектов.

#### **4. Психофизиологические:**

- **физические перегрузки:** статические, динамические, гиподинамия;
- **нервно-психические перегрузки:**
  - умственное перенапряжение;
  - перенапряжение анализаторов;
  - монотонность труда;
  - эмоциональные перегрузки.

Вредные производственные факторы условно разделяются на **факторы производственной среды и факторы трудового процесса** (тяжесть труда и напряженность труда). Классификация **вредных факторов** производственной среды и классификация условий труда в зависимости от этих факторов рас-

смотрены в разделе 1, гл. «Эргономические основы безопасности труда». Далее будут более подробно рассмотрены эти факторы, их воздействия на организм человека, нормирование и способы защиты от них.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое условия труда?
2. Сформулируйте понятия вредного и опасного производственного фактора.
3. Понятие предельно-допустимого уровня вредного фактора. Из каких соображений он устанавливается? Специальные органы надзора, их функции.
4. Что такое «защита временем»?
5. Стандартная классификация опасных и вредных производственных факторов.
6. Что значит «безопасные условия труда»?
7. По какому принципу устанавливается ПДУ вредного (опасного) фактора?
8. Что такое «защита временем»?

## **ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ. НОРМИРОВАНИЕ. ЗАЩИТА**

### **СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**Микроклимат.** Производственный микроклимат (метеорологические условия) – климат внутренней среды производственных помещений, определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей, теплового облучения и атмосферного давления.

Одним из важнейших условий нормальной жизнедеятельности человека при выполнении профессиональных функций является сохранение теплового баланса организма при значительных колебаниях различных параметров производственного микроклимата, оказывающего существенное влияние на состояние теплового обмена между человеком и окружающей средой.

Нормирование микроклимата осуществляется в соответствии со следующими нормативными документами:

- Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
- ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Установлены два вида нормативов: **оптимальные и допустимые** параметры микроклимата (температура, относительная влажность, подвижность воздуха) на постоянных рабочих местах в зависимости от степени физического напряжения организма. Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности и подразделяется на следующие категории.

**Легкие физические работы (категория I):**

**I<sub>a</sub>** (энергозатраты составляют до 139 Вт; работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим усилием);

**I<sub>b</sub>** (140 – 174 Вт; работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим усилием).

**Физические работы средней тяжести (категория II):**

**II<sub>a</sub>** (175 – 232 Вт; работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) предметов в положении стоя или сидя и требующие определенных физических усилий);

**II<sub>b</sub>** (233 – 290 Вт; работы, связанные с ходьбой, перемещением и перенесением тяжестей массой до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим усилием).

**Тяжелые** физические работы характеризуются расходом энергии более 290 Вт. К этой категории относятся работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и перенесением значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

**Оптимальные** микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека; они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

В случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные микроклиматические условия, нормы устанавливают **допустимые** величины показателей микроклимата. Они устанавливаются по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Допустимые параметры микроклимата не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

### **Причины и характер загрязнений воздушной среды**

Принято разделять вредные вещества, загрязняющие воздух производственных помещений, на две группы:

- 1) химические;
- 2) производственная пыль.

Влияние химических веществ подробно рассматривалось в разделе 2.

Понятие «пыль» характеризует физическое состояние вещества, т.е. раздробленность его на мелкие частицы.

Пары и газы образуют с воздухом смеси; взвешенные в воздухе твердые частицы представляют собой дисперсные системы, или *аэрозоли*.

Пылеобразование происходит при дроблении, размоле, перетирке, шлифовке, сверлении и других операциях (*аэрозоли дезинтеграции*). Пыль образуется также в результате конденсации в воздухе паров тяжелых металлов и других веществ (*аэрозоли конденсации*).

Аэрозоли подразделяются:

- 1) на пыль (размер твердых частиц более 1 мкм);
- 2) дым (меньше 1 мкм);
- 3) туман (смесь с воздухом мельчайших жидких частиц, меньше 10 мкм).

Выделение загрязнителя зависит от характера технологического процесса, от используемого материала и т.д.

*Действие пыли на организм человека* может быть:

- 1) общетоксическим (для токсичных пылей – см. «Вредные вещества»);
- 2) раздражающим;
- 3) фиброгенным – разрастание соединительной (*фиброзной*) ткани легкого.

Для нетоксичных пылей наиболее выраженным является третье, поэтому при гигиеническом нормировании их называют «аэрозоли преимущественно фиброгенного действия» (АПФД).

Вдыхаемый воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, где происходит газообмен между кровью и лимфой. В зависимости от размеров и свойств загрязняющих веществ их поглощение происходит по-разному.

Грубые частицы задерживаются в верхних дыхательных путях и, если они не токсичны, могут вызывать заболевание, которое называется *пылевой бронхит*. Тонкие частицы пыли (0,5...5 мкм) достигают альвеол и могут привести к профессиональному заболеванию, которое носит общее название *пневмокониоз*. Его разновидности: силикоз (вдыхание пыли, содержащей SiO<sub>2</sub>), антракоз (вдыхание угольной пыли), асбестоз (вдыхание пыли асбеста) и др.

Нормирование пыли осуществляется по тому же принципу, что и нормирование вредных веществ, т.е. по предельно допустимым концентрациям (ПДК). Значения ПДК приведены в следующих нормативных документах:

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03;
2. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1314-03;
3. ГОСТ 12.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Большое значение для обеспечения воздушного комфорта в помещении имеет уровень положительно и отрицательно заряженных легких аэроионов. Негативное воздействие на организм оказывает как недостаточная, так и избыточная ионизация воздуха. Присутствие людей в помещениях вызывает снижение содержания легких аэроионов вследствие поглощения их в процессе дыхания, адсорбции поверхностями и т. д., а также превращения части легких ионов в тяжелые из-за оседания их на взвешенных в воздухе частицах. Уменьшение числа легких ионов приводит к потере воздухом освежающих свойств, уменьшению его физиологической и химической активности.

Ионный режим помещений оценивают при помощи счетчика ионов.

Нормативные величины ионизации воздушной среды помещений приведены в табл.6.

Таблица 6

Нормативные величины ионизации воздушной среды помещений согласно СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»

Уровень	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха	
	n <sup>+</sup>	n <sup>-</sup>
Минимально необходимый	400	600
Оптимальный	1500 – 3000	3000—5000
Максимально допустимый	50000	50000

### Контрольные вопросы

- Параметры производственного микроклимата. Нормирование. Виды нормативов. В зависимости от каких факторов устанавливаются нормативы?
- Понятие и классификация пыли.
- Нормирование пыли.
- Влияние степени ионизации воздуха на организм человека. Нормирование.

### Методы и средства защиты воздушной среды. Вентиляция

**Вентиляцией** называется регулируемое перемещение воздушных масс в целях замены воздуха, загрязненного избыточным теплом и вредными веществами, чистым с необходимой температурой и влажностью. Системы вентиляции классифицируются:

#### 1. По способу подачи воздуха

##### 1.1. Естественная (аэрация):

- под действием теплового напора;
- под действием ветрового напора.

##### 1.2. Механическая:

- приточная;
- вытяжная;
- приточно-вытяжная.

##### 1.3. Смешанная (естественная + механическая).

#### 2. По принципу организации воздухообмена

##### 2.1. Общеобменная.

##### 2.2. Местная.

##### 2.3. Комбинированная (общеобменная + местная).

На рис. 25 показана схема приточной и приточно-вытяжной механической вентиляции.

Вентиляция характеризуется показателем кратности воздухообмена  $\kappa$ , 1/ч.

$$\kappa = \frac{V}{V_n},$$

где  $V$  – количество воздуха, удаляемого из помещения в течение часа, м<sup>3</sup>/ч;

$V_n$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

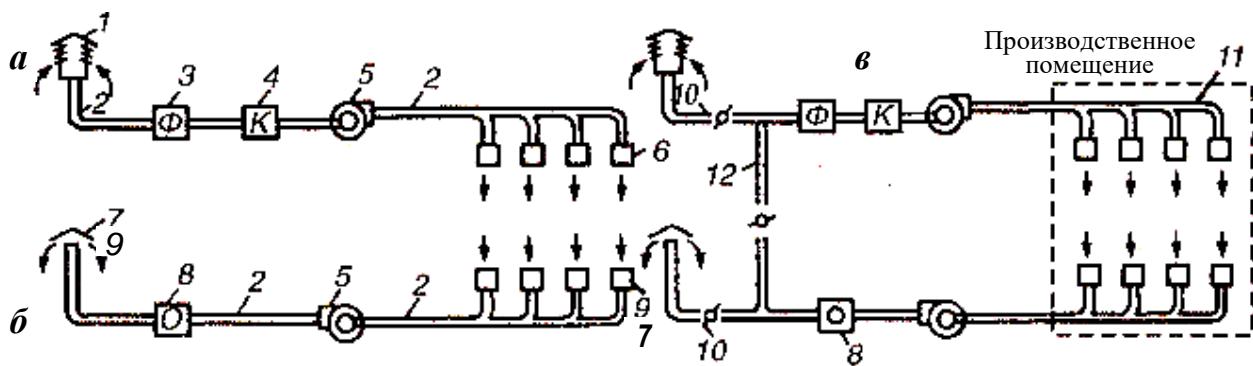


Рис. 25. Схема приточной, вытяжной и приточно-вытяжной механической вентиляции:

*a* – приточная; *b* – вытяжная; *c* – приточно-вытяжная; 1 – воздухоприемник для забора чистого воздуха; 2 – воздуховоды; 3 – фильтр для очистки воздуха от пыли; 4 – калориферы; 5 – вентиляторы; 6 – воздухораспределительные устройства (насадки); 7 – вытяжные трубы для выброса удаляемого воздуха в атмосферу; 8 – устройства для очистки удаляемого воздуха; 9 – воздухозаборные отверстия для удаляемого воздуха; 10 – клапаны для регулирования количества свежего, вторичного рециркуляционного и выбрасываемого воздуха; 11 – помещение, обслуживаемое приточно-вытяжной вентиляцией; 12 – воздуховод для системы рециркуляции

Для определения объема удаляемого воздуха необходимо знать:

$V_1$  – объем воздуха с учетом тепловых выделений, м<sup>3</sup>/ч;

$V_2$  – объем воздуха с учетом выделения вредных веществ технологических процессов, м<sup>3</sup>/ч;

$$V_1 = \frac{Q_{изб}}{c \cdot \rho \cdot (t_{y\partial} - t_{np})},$$

где  $Q_{изб}$  – общее количество тепла, кДж/ч;

$c$  – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С);

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{y\partial}$  – температура удаляемого воздуха, °С;

$t_{np}$  – температура приточного воздуха, °С;

$$V_2 = \frac{q}{c_{y\partial} - c_{np}},$$

где  $q$  – общее количество загрязняющих веществ при работе всех источников, мг/ч;

$c_{y\partial}$ ,  $c_{np}$  – концентрация вредных веществ соответственно в удаляемом и приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

### Пример расчета необходимого воздухообмена

Требуется определить необходимое количество воздуха и кратность воздухообмена общеобменной вентиляции, предназначенной для удаления избытков тепла в соответствии с данными, приведенными в табл. 7.

Таблица 7

## Исходные данные для расчета

Параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Размеры помещения: высота площадь	$h$ $S$	м $\text{м}^2$	3,2 20
Тепловыделение в помещении	$Q_{изб}$	Вт	$10^3$
Теплоемкость воздуха	$c$	Дж/кг	$1,03 \cdot 10^3$
Плотность воздуха	$\rho$	$\text{кг}/\text{м}^3$	1,3
Температурный градиент по высоте помещения	$\Delta t$	${}^\circ\text{C}/\text{м}$	1,5
Температура воздуха, подаваемого в помещение	$t_{np}$	${}^\circ\text{C}$	20

**Решение**

1. Определяем температуру удаляемого воздуха:

$$t_{yx} = t_{p3} + d(h - 2) = 24 + 1,5(3,2 - 2) = 25,8 {}^\circ\text{C},$$

где  $t_{p3}$  – температура воздуха в рабочей зоне, принимаем согласно Сан-Пин 2.2.4.548-96 24  ${}^\circ\text{C}$  – оптимальная температура для категории работ 1а, теплый период года.

2. Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле

$$V_{вент} = \frac{3600 Q_{изб}}{\rho c(t_{yx} - t_{np})} = \frac{3600 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 1,03 \cdot 10^3 \cdot (25,8 - 20)} = 464 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Кратность воздухообмена

$$k = \frac{V_{вент}}{V_{ном}} = \frac{464}{20 \cdot 3,2} = 7,25 \text{ ч}^{-1}.$$

**Контрольные вопросы и задачи**

- Понятие производственной вентиляции. Классификация систем вентиляции.
- Схема механической вентиляции, ее основные элементы.
- Для чего применяется рециркуляция?
- Как рассчитать необходимый воздухообмен для удаления вредных веществ? Избыточного тепла?
- Задача.** Определить кратность воздухообмена в помещении объемом 100  $\text{м}^3$ , если требуемое количество вентилируемого воздуха составляет 350  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

## ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

### Производственный шум

Об особенностях восприятия звука человеком и устройстве слухового анализатора человека подробно говорилось в разделе «Адаптация человека к условиям среды обитания».

Воздействия шума на человека можно условно подразделить:

- на **специфические (слуховые)** – воздействие на слуховой анализатор, которое выражается в слуховом утомлении, кратковременной или постоянной потере слуха, ухудшении четкости речи и восприятия акустических сигналов;
- **системные (внеслуховые)** – воздействие на отдельные системы и организм в целом (на заболеваемость, сон, психику). Под влиянием шума у людей изменяются показатели переработки информации, снижается темп и ухудшается качество выполняемой работы.

Частотный диапазон слышимых человеком звуков – от 16 до 20000 Гц. Звук с частотой ниже 16 Гц называют **инфразвуком**, выше 20000 Гц – **ультразвуком** (до  $10^9$  Гц), в диапазоне  $10^9$  –  $10^{13}$  Гц – **гиперзвуком**.

Поскольку органы слуха человека обладают неодинаковой чувствительностью к звуковым колебаниям различной частоты, при гигиенической оценке шума весь частотный диапазон от 16 до 20000 Гц разбивают на октавные полосы (октавы).

*Октава* – полоса частот с границами  $f_1 - f_2$ , где  $f_2/f_1 = 2$ .

Среднегеометрическая частота –  $f_{c.z} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$ .

Согласно ГОСТ 12.1.003-83\* ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», весь частотный диапазон слышимых звуков разбит на 9 октавных полос: 22,5-45; 45-90; 90-180; 180-360 ... 5600-11200 Гц со среднегеометрическими частотами соответственно: 31,5; 63; 125; 250, ... 8000 Гц.

*Спектр шума* – распределение уровней звукового давления по октавным полосам. Спектр представляется либо в виде таблицы, либо в виде графика.

При оценке шума используют логарифмический показатель, который называется уровнем интенсивности:

$$L_J = \lg \frac{J}{J_0},$$

причем размерность этой величины «бел» названа по имени изобретателя телефона А. Белла (1847 – 1922). Получила распространение более мелкая единица измерения: одна десятая часть бела – децибел ( $1 \text{ дБ} = 0,1 \text{ Б}$ ), при этом выражение для уровня интенсивности примет вид

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0},$$

где  $L_J$  – уровень интенсивности звука, дБ;

$J$  – интенсивность в точке измерения, Вт/м<sup>2</sup>;

$J_0$  – интенсивность, соответствующая порогу слышимости,  $J_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>.

При гигиенической оценке и нормировании шума используется показатель – уровень звукового давления:

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где  $L_P$  – уровень звукового давления, дБ;

$P$  – звуковое давление в точке измерения, Па;

$P_0$  – пороговое значение  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Значения  $L_J$  и  $L_p$  численно совпадают **при нормальных физических условиях**.

В производственном помещении обычно бывает несколько источников шума. Суммарный уровень звукового давления нескольких различных источников звука определяется по формуле

$$L = 10 \lg [10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} + \dots + 10^{(L_n/10)}] \text{ дБ},$$

где  $L_1, L_2, \dots, L_n$  – уровни звукового давления, создаваемые каждым из источников звука в исследуемой точке пространства.

Суммарный уровень шума от одинаковых по своему уровню источников определяется по формуле

$$L_{\Sigma} = L_i + 10 \lg n,$$

где  $L_i$  – уровень звукового давления одного источника, дБ;

$n$  – количество источников шума.

Например, два одинаковых источника совместно создадут уровень на 3 дБ больше, чем каждый источник.

Суммарный уровень шума от двух различных по своему уровню источников можно определить по формуле

$$L_{\Sigma} = L_{\max} + \Delta L,$$

где  $L_{\max}$  – максимальный уровень звукового давления одного из двух источников;

$\Delta L$  – поправка, зависящая от разности между максимальным и минимальным уровнем звукового давления в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Значение поправки  $\Delta L$  при сложении уровней шума

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_2$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка $\Delta L$ , прибавляемая к большему из уровней $L_1$ , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

Пользуясь табл. 9, можно определить суммарный уровень звукового давления нескольких различных источников звука, складывая их попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней  $L_1$  и  $L_2$  по табл. 9 определяют добавку  $\Delta L$ , которую прибавляют к большему уровню  $L_1$ , в резуль-

тате чего получают уровень  $L_{1,2} = L_1 + \Delta L$ . Уровень  $L_{1,2}$  суммируется таким же образом с уровнем  $L_3$ , и получают уровень  $L_{1,2,3}$  и т.д. Окончательный результат  $L_{\text{сум}}$  округляют до целого числа децибел.

Метод расчета применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях, рассчитывается эквивалентный уровень звука с использованием поправок на время действия каждого уровня звука, определяемых по табл. 10.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по табл. 9, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука складываются, как описано выше.

Таблица 9

Значение поправок на время действия шума

Время	в часах	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15	5
	в %	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ	0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20	

### Пример расчета

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБА в течение 5, 2 и 1 часа соответственно. Этим временам соответствуют поправки по табл. 10, равные -2, -6, -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБА. Теперь, используя табл. 9, складываем эти уровни попарно:  $L_{1,2} = L_2 + \Delta L = 80 + 2,2 = 82$  дБА;  $L_{1,2,3} = L_3 + \Delta L = 85 + 1,8 = 86,8$  дБА. Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 часов.

### Нормирование шума

Нормативные документы:

- ГОСТ 12.1.003-83\* ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
- Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

При нормировании шума используют три метода: нормирование по предельному спектру шума; нормирование уровня звука в децибелах А (дБА); нормирование по дозе шума.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов. Здесь нормируются уровни звукового давления в девяти октавных полосах, указанных выше. Совокупность девяти допустимых уровней звукового давления называется предельным спектром (ПС). С ростом частоты (более неприятный шум) допустимые уровни уменьшаются. Каждый из спектров имеет свой

индекс ПС, который соответствует уровню звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц, например ПС – 60.

Второй метод нормирования основан на измерении общего эквивалентного (по энергии) уровня шума по шкале «А» шумомера (дБА). Частотная характеристика «А» имитирует кривую чувствительности уха человека, для которой характерна пониженная чувствительность на низких частотах.

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0},$$

где  $P_A$  – среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера. Уровень звука (дБА) используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, так как мы не знаем спектра шума. Уровень звука (дБА) связан с предельным спектром зависимостью  $L_A + 5$ .

Третий метод – нормирование по дозе шума. Вредное воздействие шума зависит от его продолжительности. Для того чтобы учесть продолжительность воздействия, введено понятие дозы шума. Доза шума –  $D$ , Па<sup>2</sup>·ч – интегральная величина, учитывающая акустическую энергию, действующую на человека за определенный период времени:

$$D = \int_0^m P_A^2(t) dt.$$

Допустимая доза шума:

$$D_{don} = P_{A\ don}^2 \cdot T_{p.d.},$$

где  $P_{A\ don}$  – допустимое давление (по шкале «А»), Па;  $T_{p.d.}$  – продолжительность действия шума, ч.

Допустимый уровень звука на территории жилой застройки:

с 7<sup>00</sup> до 23<sup>00</sup> – не более 40 дБА,  
с 23<sup>00</sup> до 7<sup>00</sup> – не более 30 дБА.

## Ультразвук и инфразвук

Ультразвуком называются механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости, – 20 кГц.

Ультразвук, так же как и шум, можно характеризовать уровнем звукового давления (дБ) или интенсивностью (Вт/м<sup>2</sup>).

Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания (контактный ультразвук).

Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем (воздушный ультразвук), вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Основу профилактики неблагоприятного воздействия ультразвука на работающих составляет гигиеническое нормирование.

**Нормативные документы:**

- ГОСТ 12.1.01-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности;
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

Этими нормативными документами ограничиваются уровни звукового давления в высокочастотной области слышимых звуков и ультразвуков на рабочих местах (от 80 до 110 дБ при среднегеометрических частотах третьекратных полос от 12,5 до 100 кГц).

**Инфразвук** – неслышимая человеком область колебаний. Обычно верхней границей инфразвуковой области считают 16...25 Гц. Нижняя граница инфразвука не определена.

Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения), или турбулентные потоки газов и жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения).

Исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне от 110 до 150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе.

Нормируемыми характеристиками инфразвука на рабочих местах согласно СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» являются уровни звукового давления в децибелах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Допустимыми уровнями звукового давления являются 105 дБ в октавных полосах 2, 4, 8, 16 Гц и 102 дБ в октавной полосе 31,5 Гц. При этом общий уровень звукового давления не должен превышать 110 дБ.

## **Вибрация**

**Вибрация** — механическое колебательное движение системы с упругими связями.

Источники вибраций: различное производственное оборудование.

В отличие от звука, вибрация воспринимается различными органами и частями тела. Тело человека представляет сложную колебательную систему, обладающую собственным резонансом, что и определяет строгую частотную зависимость многих биологических эффектов вибрации.

Основными характеристиками вибрационного процесса являются следующие параметры:

- колебательная скорость:  $V$ , м/с;
- частота колебаний:  $f$ , Гц;
- среднеквадратичное значение колебательной скорости в октавных полосах частот:  $V_C$ , м/с;
- среднеквадратичное значение виброускорения в октавных полосах частот:  $a_C$ , м/с<sup>2</sup>;

– логарифмический уровень виброскорости  $L_V$  и виброускорения  $L_a$  при расчетах и нормировании, дБ:

$$L_V = 20 \lg \frac{V_C}{V_0} ,$$

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0} ,$$

где  $V_0$  – пороговое значение колебательной скорости,  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с;

$a_0$  – пороговое значение виброускорения,  $a_0 = 10^{-6}$  м/с<sup>2</sup>.

Вибрацию **по способу передачи на человека** (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на **местную (локальную)**, передающуюся на руки работающего, и **общую**, передающуюся через опорные поверхности на тело человека. В производственных условиях нередко имеет место комбинированное действие местной и общей вибрации.

Общую вибрацию **по источнику ее возникновения** и возможности регулирования ее интенсивности оператором подразделяют на следующие категории:

- **категория 1 – транспортная вибрация**, действующая на оператора на рабочих местах транспортных средств при их движении; при этом оператор может активно, в известных пределах, регулировать действия вибрации;
- **категория 2 – транспортно-технологическая вибрация**, действующая на человека-оператора на рабочих местах машин с ограниченной подвижностью при перемещении их по специально подготовленным поверхностям производственных помещений; при этом оператор может лишь иногда регулировать действие вибрации;
- **категория 3 – технологическая вибрация**, действующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Общую вибрацию категории 3 **по месту действия** подразделяют на следующие типы:

- За – на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;
- Зб – на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;
- Зв – на рабочих местах в помещениях завоудоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

## Нормирование вибрации

Нормирование вибрации осуществляется по двум направлениям:

- I направление – санитарно-гигиеническое;
- II направление – техническое (защита оборудования).

При гигиеническом нормировании вибрации руководствуются следующими нормативными документами:

- ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

Вводятся следующие критерии оценки неблагоприятного воздействия вибрации в соответствии с приведенной выше классификацией:

- критерий “**безопасность**”, обеспечивающий ненарушение здоровья оператора, оцениваемого по объективным показателям с учетом риска возникновения предусмотренной медицинской классификацией профессиональной болезни и патологий, а также исключающий возможность возникновения травмоопасных или аварийных ситуаций из-за воздействия вибрации. *Этому критерию соответствуют санитарно-гигиенические нормативы, установленные для категории 1;*
- критерий “**граница снижения производительности труда**”, обеспечивающий поддержание нормативной производительности труда оператора, не снижающейся из-за развития усталости под воздействием вибрации. *Этот критерий обеспечивается соблюдением нормативов, установленных для категорий 2 и 3а;*
- критерий “**комфорт**”, обеспечивающий оператору ощущение комфорта условий труда при полном отсутствии мешающего действия вибрации. *Этому критерию соответствуют нормативы, установленные для категорий 3б и 3в.*

Показатели вибрационной нагрузки на оператора формируются из следующих параметров:

- для санитарного нормирования и контроля используются средние квадратические значения виброускорения  $a$  или виброскорости  $V$ , а также их логарифмические уровни в децибелах;
- при оценке вибрационной нагрузки на оператора предпочтительным параметром является виброускорение.

Нормируемый диапазон частот устанавливается:

- **для локальной вибрации** в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами 1; 2; 4; 8; 16; 31, 5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- **для общей вибрации** – октавных и 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 Гц.

Наряду со спектром вибрации в качестве нормируемого показателя вибрационной нагрузки на оператора на рабочих местах может использоваться одночисловой параметр: **корректированное по частоте** значение контролируемого параметра (виброскорости, виброускорения или их логарифмических уровней). При этом неодинаковое физиологическое воздействие на человека вибрации различных частот учитывается весовыми коэффициентами, значения которых приведены в указанных выше нормативных документах.

При непостоянной вибрации нормой вибрационной нагрузки на оператора являются одночисловые нормативные значения **дозы вибрации** или **эквива-**

**лентного корректированного по времени воздействия** значения контролируемого параметра.

### **Методы борьбы с шумом и вибрацией**

Комплекс мероприятий, обеспечивающих снижение **шума**, предусматривает нижеследующие направления.

1. **Снижение шума в источнике** достигается различными способами: заменой возвратно-поступательного движения в узлах работающих механизмов равномерным вращательным, тщательной балансировкой вращающихся механизмов, выбором малошумных материалов с большим внутренним трением и др.

2. **Уменьшение шума на пути его распространения.** На рис. 26 приведена классификация средств коллективной защиты от шума на пути его распространения

3. Уменьшения шума можно достичь за счет **рациональной планировки зданий**, в соответствии с которой наиболее шумные помещения должны быть сконцентрированы в глубине территории в одном месте. Они должны быть удалены от помещений для умственного труда и ограждены зоной зеленых насаждений, частично поглощающих шум.

4. Помимо мер технологического и технического характера широко применяются **средства индивидуальной защиты** – антифоны, выполненные в виде наушников или вкладышей. Отрицательное действие шумов можно снизить за счет сокращения времени их воздействия, построения рационального режима труда и отдыха, предусматривающего кратковременные перерывы в течение рабочего дня для восстановления функций слуха в тихих помещениях (**защита временем**).

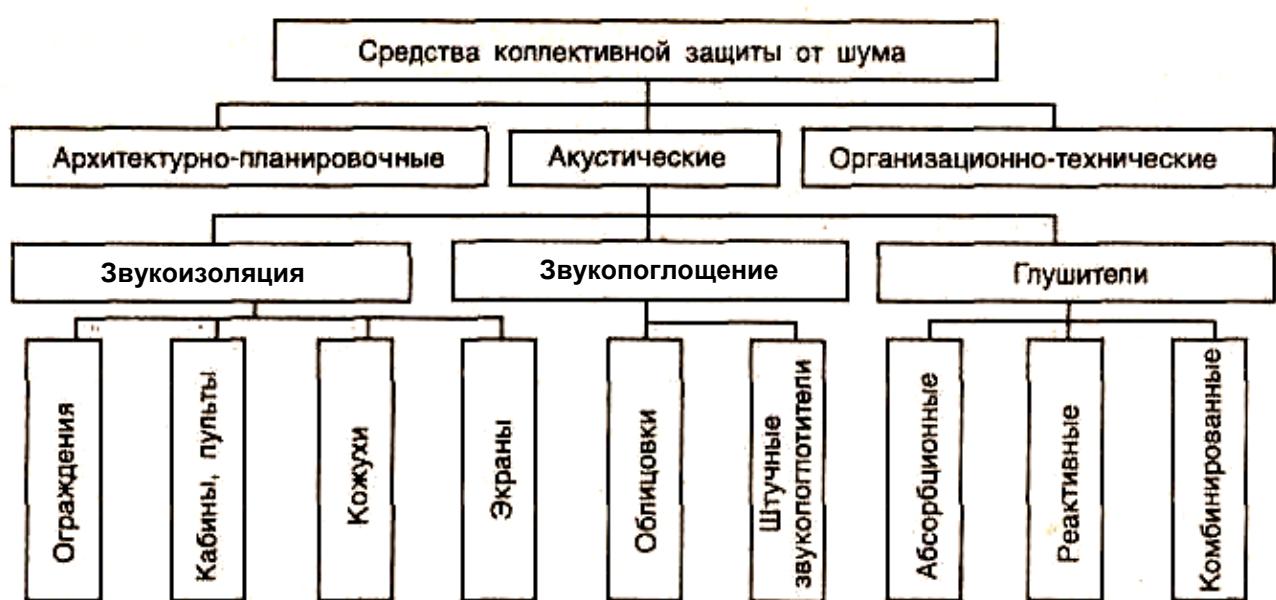


Рис. 26. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

Основные методы борьбы с **вибрациями** машин и оборудования (рис. 27).

1. Снижение вибраций **воздействием на источник возбуждения** посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил, например замена кулачковых и кривошипных механизмов равномерно вращающимися, а также механизмами с гидроприводами и т.д.

2. **Отстройка от режима резонанса** путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы.

3. **Виброредукция**. Это процесс уменьшения уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний в тепловую энергию. Для этого вибрирующая поверхность покрывается материалом с большим внутренним трением (резина, пробка, битум, войлок и др.). Вибрации, распространяющиеся по коммуникациям (трубопроводам, каналам), ослабляются их стыковкой через звукопоглощающие материалы (прокладки из резины и пластмассы). Широко применяются противошумные мастики, наносимые на поверхность металла.

4. **Динамическое гашение вибрации** чаще всего осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту.

5. **Изменение конструктивных элементов** машин и строительных конструкций.

6. При работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяют **средства индивидуальной защиты** рук от воздействия вибраций: рукавицы, перчатки, а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями в руке.



Рис. 27. Классификация методов и средств защиты от вибрации

## Контрольные вопросы и задачи

1. Влияние шума на организм человека. Частотный диапазон слышимых человеком звуков. Инфразвук и ультразвук.
2. Понятие октавной полосы, спектра шума. Среднегеометрическая частота.
3. Уровень интенсивности звука, уровень звукового давления.
4. **Задача.** Определить уровень интенсивности звука в расчетной точке помещения, создаваемый десятью одинаковыми источниками интенсивностью  $10^{-5}$  Вт/м<sup>2</sup> каждый. Интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости, составляет  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>.
5. Нормирование шума. Понятие предельного спектра. Уровень звука (дБА). Понятие дозы шума.
6. Нормирование ультразвука и инфразвука.
7. Основные характеристики вибрации.
8. Логарифмический уровень виброскорости ивиброускорения.
9. Классификация вибрации по способу передачи на человека.
10. Категории вибрации в зависимости от источника ее возникновения.
11. Нормирование вибраций.
12. Методы борьбы с шумом и вибрацией.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет особую форму материи. всякая электрически заряженная частица окружена электромагнитным полем. Электромагнитное поле может существовать и в свободном состоянии в виде движущихся со скоростью  $3 \cdot 10^8$  м/с фотонов или в виде электромагнитных волн.

Движущееся ЭМП (электромагнитное излучение – ЭМИ) характеризуется векторами напряженности электрического  $E$ , [В/м], и магнитного  $H$ , [А/м], полей, которые определяют **силовые** свойства ЭМП.

Длина волны  $\lambda$ , частота колебаний  $f$  и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе  $c$  связаны соотношением  $c = \lambda f$ . Например, для промышленной частоты  $f = 50$  Гц длина волны  $\lambda = 3 \cdot 10^8 / 50 = 6000$  км, а для ультракоротких частот  $f = 3 \cdot 10^8$  Гц длина волны равна 1 м.

В ЭМП существует три зоны, которые различаются по расстоянию от источника.

**Зона индукции I** (ближняя зона) имеет радиус  $R \leq \lambda/2\pi$ . В этой зоне электромагнитная волна не сформирована, и поэтому на человека действует независимо друг от друга напряженность электрического и магнитного полей.

**Зона интерференции II** (промежуточная) имеет радиус  $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$ . В этой зоне одновременно действуют на человека напряженность электрического и магнитного полей, а также энергетическая составляющая.

**Зона излучения III** (далняя), имеющая радиус  $R \geq 2\pi\lambda$ , характеризуется тем, что это зона сформировавшейся электромагнитной волны. В этой зоне на че-

ловека воздействует только энергетическая составляющая, а векторы  $E$  и  $H$  всегда взаимно перпендикулярны. В вакууме и воздухе  $E = 377 H$ .

Для токов промышленных частот размер зон I и II составляет несколько десятков километров. Начиная со сверхвысоких частот, зона индукции уменьшается и оценка осуществляется по характеристике  $S$ , для которой в нормативных документах принято название – плотность потока энергии (ППЭ), хотя фактически – это плотность потока мощности, [ $\text{Вт}/\text{м}^2$ ], которая в общем виде определяется векторным произведением  $E$  и  $H$ , а для сферических волн при распространении в воздухе может быть выражена как

$$S = \frac{P}{4\pi R^2},$$

где  $P$  – мощность излучения, Вт.

Естественными источниками электромагнитных полей и излучений являются атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик, электрическое и магнитное поля Земли.

Источниками электрических полей промышленной частоты (50 Гц) являются линии электропередач, а также все высоковольтные установки промышленной частоты.

Магнитные поля промышленной частоты возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов промышленной частоты.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, установки индукционного нагрева, исследовательские установки, высокочастотные приборы и устройства, используемые в промышленности, в медицине и в быту.

Источниками электростатического поля и электромагнитных излучений в широком диапазоне частот являются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) и видеодисплейные терминалы (ВДТ) на электронно-лучевых трубках. Главную опасность для пользователей представляют электромагнитное излучение монитора в диапазоне частот 5 Гц...400 кГц и статический электрический заряд на экране.

В табл. 10 представлен весь спектр электромагнитных излучений.

Степень воздействия ЭМП на человека зависит от частоты, напряженности электрического и магнитного полей, интенсивности потока энергии, локализации излучения и индивидуальных особенностей организма. Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, болях в области сердца, изменениях кровяного давления и пульса. Возможны также незначительные и нестойкие изменения в составе крови.

Под влиянием высокочастотных колебаний в крови, являющейся электролитом, возникают ионные токи, вызывающие **нагрев тканей тела** человека.

Таблица 10

## Спектр электромагнитных излучений

Название ЭМИ		Диапазон частот, Гц	Длины волн, м
Статические	Постоянные ЭМП	0	—
Низкочастотные	Крайне- и сверхнизкие	$3(10^0 \dots 10^2)$	$10^8 \dots 10^6$
	Инфра- и очень низкие, низкие	$3(10^2 \dots 10^4)$	$10^6 \dots 10^4$
Радиочастотные	Длинные волны (ДВ)	$3(10^4 \dots 10^5)$	$10^4 \dots 10^3$
	Средние волны (СВ)	$3(10^5 \dots 10^6)$	$10^3 \dots 10^2$
	Короткие волны (КВ)	$3(10^6 \dots 10^7)$	$10^2 \dots 10^1$
	Ультракороткие (УКВ)	$3(10^7 \dots 10^8)$	$10^1 \dots 10^0$
	Микроволны (СВЧ)	$3(10^8 \dots 10^{11})$	$10^0 \dots 10^{-3}$
Оптические	Инфракрасные	$3(10^{11} \dots 10^{14})$	$10^{-3} \dots 10^{-6}$
	Видимые	$3 \cdot 10^{14}$	$(0,39 \dots 0,76)10^{-6}$
	Ультрафиолетовые	$3(10^{14} \dots 10^{15})$	$10^{-6} \dots 10^{-7}$
Ионизирующие	Рентгеновское излучение	$3(10^{15} \dots 10^{19})$	$10^{-7} \dots 10^{-11}$
	Гамма-излучение	$3(10^{19} \dots 10^{22})$	$10^{-11} \dots 10^{-14}$

## Нормирование ЭМП

Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электромагнитных полей изложены в СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», а также ГОСТ 12.1.002-84 – для электромагнитных полей промышленной частоты и ГОСТ 12.1.006-84 – для электромагнитных полей радиочастот.

Для электростатических полей, согласно ГОСТ 12.1.045 - 84, устанавливается допустимая напряженность поля на рабочих местах по формуле

$$E = \frac{60}{\sqrt{t}},$$

где  $E$  – допустимая напряженность поля, кВ/м;

$t$  – продолжительность воздействия поля,  $t = 1 \dots 9$  ч.

В соответствии с этим стандартом предельное значение напряженности поля  $E_{\text{ПДУ}}$ , при которой допускается работать в течение часа, равно 60 кВ/м. В течение рабочей смены разрешается работать без специальных мер защиты при напряженности 20 кВ/м.

Для определения допустимого времени работы в электростатическом поле без защитных мер в зависимости от фактической напряженности следует пользоваться формулой

$$T_{\text{доп}} = (E_{\text{ПДУ}}/E_{\text{факт}})^2,$$

где  $E_{\text{пду}}$  – предельное значение напряженности поля, при которой допускается работать в течение часа;  $E_{\text{пду}} = 60 \text{ кВ/м}$ ;

$E_{\text{факт}}$  – фактическое значение напряженности,  $\text{kV/m}$ .

Для **электрического поля промышленной частоты** допускается пребывание персонала без специальных средств защиты в течение всего рабочего дня в электрическом поле напряженностью до  $5 \text{ кВ/м}$ . В интервале свыше  $5 \text{ кВ/м}$  до  $20 \text{ кВ/м}$  включительно допустимое время пребывания определяется по формуле

$$T = 50/E - 2,$$

где  $E$  – напряженность действующего поля в контролируемой зоне,  $\text{kV/m}$ ;

$T$  – допустимое время пребывания в зоне действия электрического поля, ч.

При напряженности поля свыше  $20 \text{ кВ/м}$  до  $25 \text{ кВ/м}$  время пребывания персонала в поле не должно превышать 10 мин.

Внутри **жилых зданий** принято  $E_{\text{пду}} = 0,5 \text{ кВ/м}$ , на территории зоны жилой застройки –  $1 \text{ кВ/м}$ .

Для **постоянных магнитных полей** установлена напряженность поля  $H_{\text{пду}} = 8 \text{ кА/м}$  в течение рабочей смены при работе с магнитными установками и магнитными материалами.

Для **магнитных полей промышленной частоты** нормируется предельно допустимая напряженность поля  $H_{\text{пду}}$  в зависимости от характера воздействия (непрерывного или прерывистого), общего времени  $T$  воздействия в течение рабочего дня.

Оценка воздействия на человека электромагнитных полей **радиочастот** осуществляется по нижеследующим параметрам.

**По энергетической экспозиции**, которая определяется **интенсивностью** ЭМИ РЧ и **временем** его воздействия на человека. Оценка по энергетической экспозиции применяется для лиц, работа или обучение которых **связаны** с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ.

**По значениям интенсивности** – такая оценка применяется для лиц, работа или обучение которых **не связаны** с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ.

В диапазоне частот **30 кГц – 300 МГц** интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями напряженности электрического поля ( $E$ ,  $\text{В/м}$ ) и напряженности магнитного поля ( $H$ ,  $\text{А/м}$ ).

В диапазоне частот **300 МГц – 300 ГГц** интенсивность оценивается значениями плотности потока энергии ( $\Pi_{\text{ПЭ}}$ ,  $\text{Вт/м}^2$ ,  $\text{мкВт/см}^2$ ).

Энергетическая экспозиция (ЭЭ) в диапазоне частот **30 кГц – 300 МГц** определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека.

ЭЭ, создаваемая электрическим полем:  $\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 T [(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}]$ .

ЭЭ, создаваемая магнитным полем:  $\mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 T [(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}]$ .

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот **0,06 – 3 МГц** считается допустимым при условии

$$(\mathcal{E}\mathcal{E}_E)/(\mathcal{E}\mathcal{E}_{E\text{пду}}) + (\mathcal{E}\mathcal{E}_H)/(\mathcal{E}\mathcal{E}_{H\text{пду}}) < 1.$$

Предельно допустимую плотность потока энергии в диапазоне частот **300 МГц ... 300 ГГц** на рабочих местах персонала устанавливают, исходя из допустимого значения энергетической нагрузки  $W$  на организм и времени пребывания в зоне облучения. Предельно допустимая плотность потока энергии определяется по формуле

$$ППЭ = W/T,$$

где  $W$  – нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм, равное  $2 \text{ Вт}/\text{м}^2$  для всех случаев облучения, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн, и  $20 \text{ Вт}/\text{м}^2$  для облучения от вращающихся и сканирующих антенн;  $T$  – время пребывания в зоне облучения, ч.

Независимо от продолжительности воздействия интенсивность не должна превышать максимальных значений (например,  $1000 \text{ мкВт}/\text{см}^2$  ( $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ) для диапазона частот **300 МГц ... 300 ГГц**).

Предельно допустимые значения (согласно санитарным нормам) электрического поля и плотности потока энергии **на территории жилой застройки**, а также на рабочих местах лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности представлены в табл. 11 .

Таблица 11

Предельно допустимые значения напряженности электрического поля и плотности потока энергии

$f$	50 Гц	30...300 кГц	0,3...3МГц	3...30 МГц	30...300 МГц	0,3...300 ГГц
$E, \text{ В}/\text{м}$	600	25	15	10	3,0	$\text{ППЭ} = 0,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$

### Методы и средства защиты от воздействия ЭМП

Применяют следующие способы и средства защиты или их комбинации.

**Защита временем** предусматривает ограничение времени пребывания человека в рабочей зоне, если интенсивность облучения превышает нормы, установленные при условии облучения в течение смены, и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность облучения до допустимых значений другими способами.

**Защита расстоянием** применяется, когда невозможно ослабить интенсивность облучения другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае увеличивают расстояние между источником излучения и обслуживающим персоналом. Защита расстоянием может применяться как в производственных условиях, так и в условиях населенных мест. Этот вид защиты основан на быстром уменьшении интенсивности поля с расстоянием.

**Уменьшение мощности излучения** достигается регулировкой передатчика (генератора), его заменой на менее мощный, если позволяет технология ра-

бот, применением специальных устройств – аттенюаторов, которые поглощают, отражают или ослабляют энергию на пути от генератора к антенне, внутри ее или при изменении угла направленности антенны.

**Уменьшение излучения в источнике** достигается за счет применения согласованных нагрузок и поглотителей мощности. Поглотители мощности, ослабляющие интенсивность излучения до 60 дБ ( $10^6$  раз) и более, представляют собой коаксиальные или волноводные линии, частично заполненные поглощающими материалами, в которых энергия излучения преобразуется в тепловую.

Эффективным средством защиты от воздействия электромагнитных излучений является **экранование** источников излучения и рабочего места с помощью экранов, поглощающих или отражающих электромагнитную энергию. Выбор конструкции экранов зависит от характера технологического процесса, мощности источника, диапазона волн. *Отражающие экраны* используют в основном для защиты от паразитных излучений (утечки из цепей в линиях передачи СВЧ-волн, из катодных выводов магнетронов и других), а также в тех случаях, когда электромагнитная энергия не является помехой для работы генераторной установки или радиолокационной станции. В остальных случаях, как правило, применяются *поглощающие экраны*. Для изготовления отражающих экранов используются материалы с высокой электропроводностью (металлы или хлопчатобумажные ткани с металлической основой). Сплошные металлические экраны наиболее эффективны и уже при толщине 0,01 мм обеспечивают ослабление электромагнитного поля примерно на 50 дБ (в 100 000 раз). Для изготовления поглощающих экранов применяются материалы с плохой электропроводностью, например экраны в виде прессованных листов резины специального состава со сплошными или полыми шипами.

Важное профилактическое мероприятие по защите от электромагнитного облучения – **рациональное размещение оборудования** и создание специальных помещений, в которых должны находиться источники электромагнитного излучения. Экраны источников излучения на рабочих местах блокируются с отключающими устройствами, что позволяет исключить работу излучающего оборудования при открытом экране.

### **Факторы риска при работе с компьютерами, нормы и рекомендации для защиты от ЭМП при эксплуатации компьютеров**

С точки зрения безопасности труда на здоровье пользователей прежде всего влияют повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, длительное неизменное положение тела в процессе работы и воздействие электромагнитных полей, которое является наиболее опасным и коварным, так как действует незаметно и проявляется не сразу.

Особенно опасно электромагнитное излучение компьютера для детей и беременных женщин.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц напряженность электрического поля  $E$  не должна превышать 25 В/м, а магнит-

ная индукция  $B$  – 250 нТл, что равнозначно напряженности магнитного поля  $H$  = 0,2 А/м. Напряженность магнитного поля и магнитная индукция связаны между собой следующим соотношением:

$$H = \frac{B}{\mu_0},$$

где  $H$  – напряженность магнитного поля, А/м;

$B$  – магнитная индукция, Тл;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная постоянная;

при этом 1 А/м  $\sim$  1,25 мкТл, 1 мкТл  $\sim$  0,8 А/м.

В диапазоне частот 2...400 кГц –  $E < 2,5$  В/м, а  $H < 0,02$  А/м. Эти значения должны характеризовать ЭМП на расстоянии 50 см от видеодисплейных терминалов вокруг них, так как ЭМИ от компьютера распространяются в пространстве во всех направлениях, а не только от экрана. В связи с этим согласно СанПиН расстояние между тыльной поверхностью одного видеомонитора и экраном другого должно быть не менее 2 м, а между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м. При индивидуальном использовании ПЭВМ или однорядном их расположении необходимо установить защитное покрытие на заднюю и боковые стенки ПЭВМ.

Регламентируется также поверхностный электростатический потенциал, который не должен превышать 500 В. Компьютеры с жидкокристаллическим экраном не наводят статического электричества и не имеют источников относительно мощного электромагнитного излучения. При использовании блока питания возникает некоторое превышение уровня на промышленной частоте, поэтому рекомендуется работа от аккумулятора.

Во всех случаях для снижения уровня облучения монитор рекомендуется располагать на расстоянии вытянутой руки пользователя. Оптимальным считается стояние до экрана 60...70 см.

Появился новый показатель напряженности труда – наблюдение за экранами видеотерминалов. Оптимальным устанавливается наблюдение до 2 ч в смену, допустимым – до 3 ч. Свыше 3 ч – это напряженность (вредность) первой, а свыше 4 ч – напряженность второй степени. Зрительная нагрузка больше этого времени просто не допускается.

Для обеспечения метеоусловий площадь на одно рабочее место с ПЭВМ должна быть не менее 6,0 м<sup>2</sup>. Освещенность на поверхности стола должна быть 300...500 лк, а уровень шума на рабочих местах не должен превышать 50 дБА.

Помещения с ПЭВМ должны обязательно иметь естественное освещение, кроме того, их запрещается располагать в подвальных и цокольных этажах.

Даже если все параметры компьютера, среды и рабочего места соответствуют нормативным требованиям и рекомендациям, частая и продолжительная работа за ПЭВМ может привести к негативным последствиям для здоровья. Поэтому следует уделять внимание режиму труда и отдыха, который зависит от вида и категории трудовой деятельности. Длительность работы преподавателей вузов в дисплейных классах не должна превышать 4 ч в день, а максимальное время занятий для первокурсников – 2 ч в день, студентов же старших курсов –

3 академических часа при соблюдении регламентированных перерывов и профилактических мероприятий.

### **Лазерное излучение**

Лазерное излучение (ЭМИ с частотами от  $3 \cdot 10^{11}$  до  $1,5 \cdot 10^{15}$  Гц) генерируют оптические квантовые генераторы (ОКГ) – лазеры. Лазерное излучение (ЛИ) – это узкий нефокусированный или фокусированный световой поток, сосредоточенный в основном в видимой области длин волн, а также в инфракрасной и ультрафиолетовой. Специфическими свойствами ЛИ являются острая направленность, монохроматичность (одноцветность), большая мощность. Нефокусированный луч имеет ширину 1-2 см, фокусированный – 1...0,01 мм и менее.

В основу классификации лазеров положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала. По этой классификации лазеры разделены на четыре класса:

1-й класс (безопасные) – выходное излучение не опасно для глаз;

2-й класс (малоопасные) – опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

3-й класс (среднеопасные) – опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;

4-й класс (высокоопасные) – опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Биологическое действие ЛИ возникает вследствие поглощения организмом тепловой энергии лазера, что приводит к ожогам кожи. Особенно сильно влияет ЛИ на глаза. При работе с лазерами большой мощности возможно повреждение внутренних органов и мозга. ЛИ может вызвать изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы. При работе с ОКГ опасно не только прямое, но и отраженное ЛИ. В механизме биологического воздействия лазерного луча, кроме теплового эффекта, имеет значение и ряд других факторов. При обслуживании ОКГ, кроме излучений, на работающих может влиять постоянный или импульсный шум интенсивностью до 120 дБ, пониженное содержание кислорода в воздухе или повышенное содержание азота, а также токсические вещества (нитробензол, сероуглерод).

В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиция облучения.

Основными нормативными правовыми актами, используемыми для оценки условий труда при работе с оптическими квантовыми генераторами, являются СанПиН 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров»; ГОСТ 12.1.040-83 «Лазерная безопасность. Общие положения»; ГОСТ 12.1.031-81 «Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения».

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

Защитные мероприятия включают в себя экранирование ОКГ; применение телевизионных систем наблюдения за ходом процесса; использование дистанционного управления процессом; сведение к минимуму отражающих поверхностей оборудования и стенок. Работа выполняется при общем ярком освещении. Размещают лазер только в специальном помещении, дверь которого должна иметь блокировку. На входную дверь наносят знак лазерной безопасности. Для удаления возможных токсических газов, паров и пыли оборудуется приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для защиты от шума принимаются соответствующие меры звукоизоляции установок, звукопоглощения и др.

При эксплуатации лазеров должен производиться периодический дозиметрический контроль (не реже одного раза в год). В качестве СИЗ применяют специальные противолазерные очки, фильтры, защищающие глаза оператора, щитки, маски, технологические халаты и перчатки.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Понятие электромагнитного поля (ЭМП). Зоны ЭМП в зависимости от расстояния от источника.

2. Источники ЭМП и виды электромагнитных излучений.

3. Действие ЭМП на организм человека.

4. Нормирование ЭМП промышленной частоты и статических полей.

5. **Задача.** Определить допустимую продолжительность работы в электростатическом поле без защитных средств, если фактическое значение напряженности поля,  $E_{\text{факт}}$ , составляет 30 кВ/м.

6. **Задача.** Определить допустимое время пребывания персонала без специальных средств защиты в электрическом поле промышленной частоты напряженностью 10 кВ/м.

7. Нормирование электромагнитных полей радиочастот.

8. **Задача.** Определить, в какой зоне ЭМП находится рабочее место, расположенное на расстоянии 5 м от источника, если частота излучения составляет  $3 \cdot 10^8$  Гц. Какие параметры ЭМП нормируются для данного рабочего места?

9. Как определяется энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем? Магнитным полем?

10. Какое требование должно выполняться при одновременном воздействии электрического и магнитного полей в диапазоне частот 0,06 – 3 МГц?

11. Методы и средства защиты от воздействия ЭМП.

12. Факторы риска при работе с компьютерами, нормы и рекомендации для защиты от ЭМП при эксплуатации компьютеров.

13. Укажите диапазон частот и свойства лазерного излучения.

14. Назовите классы лазеров в зависимости от степени опасности лазерного излучения.

15. Охарактеризуйте биологическое действие лазерного излучения на организм человека.

16. Какие вредные факторы могут воздействовать на работающих при эксплуатации ОКГ?

17. Какими параметрами характеризуется степень опасности генерируемого лазерного излучения?

18. Дайте краткую характеристику мероприятий по предупреждению поражений лазерным излучением.

## ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

**Ионизирующие излучения (ИИ)** – излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию ионов (электрически заряженных частиц) разных знаков из электрически нейтральных атомов и молекул.

ИИ делят на **корпускулярные** и **электромагнитные**.

К **корпускулярным ИИ** относятся *альфа ( $\alpha$ ) - излучение* – поток ядер атомов гелия; *бета ( $\beta$ ) - излучение* – поток электронов, иногда позитронов («положительных электронов»); *нейтронное ( $n$ ) излучение* – поток нейтронов, возникающий в результате ряда ядерных реакций.

Электромагнитными ИИ являются *рентгеновское ( $\nu$ ) излучение* – электромагнитные колебания с частотой  $3 \cdot 10^{17}$  –  $3 \cdot 10^{21}$  Гц, возникающие при резком торможении электронов в веществе; *гамма-излучение* – электромагнитные колебания с частотой  $3 \cdot 10^{22}$  Гц и более, возникающие при изменении энергетического состояния атомного ядра, при ядерных превращениях или аннигиляции («уничтожении») частиц.

### Характеристики ионизирующих излучений

**Активность радионуклида (A)** – мера радиоактивности – это величина, которая характеризует радиоактивный источник и показывает число происходящих в нем распадов в единицу времени (это косвенная характеристика количества радиоактивного вещества в любом веществе).

$$A = \frac{dN}{dt},$$

где  $dN$  – ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени  $dt$ .

Единицей активности является **беккерель** (Бк), равный одному распаду в секунду. Использовавшаяся ранее внесистемная единица активности **кюри** (Ки) составляет  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк.

1 Ки – активность 1 г Ra в равновесии с продуктами его распада (3 г U или 1 мг Co<sup>60</sup>).

**Удельная (объемная) активность** – отношение активности  $A$  радионуклида в веществе к массе ( $m$ ) или объему ( $V$ ) вещества:

$$A_m = \frac{A}{m}; \quad A_V = \frac{A}{V}.$$

Единица удельной активности – беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица

объемной активности – беккерель на метр кубический,  $\text{Бк}/\text{м}^3$ .

Количественную оценку действия ИИ в среде производят по значению дозы излучения: поглощенной и эквивалентной.

**Поглощенная доза** характеризует количество энергии любого ионизирующего излучения, поглощенное единицей облучаемой массы, и измеряется в СИ в греях (Гр),  $1\text{ Гр} = 1\text{ Дж}/\text{кг}$ ; внесистемная единица – рад (рад),  $1\text{ рад} = 0,011\text{ Гр}$ .

**Эквивалентная доза** характеризует количество энергии любого ионизирующего излучения, поглощенное биологической тканью, и измеряется в СИ в зивертах (Зв),  $1\text{ Зв} = 1\text{ Гр}\cdot\text{W}$ , где  $\text{W} = 1\dots 20$  и более – взвешивающие коэффициенты, показывающие, во сколько раз радиационная опасность данного вида ИИ выше, чем от рентгеновского излучения при одинаковых поглощенных дозах; внесистемная единица эквивалентной дозы – бэр (бэр),  $1\text{ бэр} = 0,01\text{ Зв}$ .

**Эффективная доза** – величина, используемая как мера возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она определяется как сумма произведений эквивалентной дозы в органах или тканях на соответствующий коэффициент для данного органа или ткани. Значения взвешивающих коэффициентов для тканей и органов при расчете эффективной дозы приводятся в нормативных документах.

**Доза эффективная коллективная** – величина, определяющая полное воздействие излучения на группу людей, мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме эффективных индивидуальных доз. Единица измерения эффективной коллективной дозы – человеко-зиверт (чел.-Зв).

### **Действие ионизирующего излучения на организм человека**

**Биологическое действие ИИ** на организм человека характеризуется следующими особенностями. Наши органы чувств не приспособлены к восприятию ИИ, поэтому человек не может обнаружить их наличие и действие на организм. Различные органы и ткани человека имеют неодинаковую чувствительность к действию облучения. Имеется латентный (скрытый) период проявления действия ИИ, характеризующийся тем, что видимое развитие лучевого заболевания проявляется не сразу, а спустя некоторое время (от нескольких минут до десятков лет в зависимости от дозы облучения, радиочувствительности органа и наблюдаемой функции). Действие даже от малых доз облучения может накапливаться. Суммирование (кумуляция) доз происходит скрытно. Последствия облучения могут проявиться непосредственно у самого облученного (**соматические эффекты**) или у его потомства (**генетические эффекты**).

К **соматическим эффектам** относятся локальные лучевые повреждения (лучевой ожог, катаракта глаз, повреждение половых клеток и др.); оструя лучевая болезнь (при однократном облучении большой дозой за короткий промежуток времени, например при аварии); хроническая лучевая болезнь (при облучении организма в течение продолжительного времени); лейкозы (опухолевые

заболевания кроветворной системы); опухоли органов и клеток; сокращение продолжительности жизни.

**Генетические эффекты** – врожденные уродства – возникают в результате мутаций (наследственных изменений) и других нарушений в половых клеточных структурах, ведающих наследственностью.

В отличие от соматических генетические эффекты действия радиации обнаружить трудно, так как они действуют на малое число клеток и имеют длительный скрытый период, измеряемый десятками лет после облучения. Такая опасность существует даже при очень слабом облучении, которое хотя и не разрушает клетки, но способно вызвать мутации хромосом и изменить наследственные свойства. Большинство подобных мутаций проявляется только в том случае, когда зародыш получает от обоих родителей хромосомы, поврежденные одинаковым образом. Мутации могут быть вызваны космическими лучами, а также естественным радиационным фоном Земли, на долю которого, по оценкам специалистов, приходится 1 % мутаций человека. Ежеминутно в каждом килограмме тканей любого живого организма естественной радиацией повреждается примерно миллион клеток. Подавляющее их большинство самозалечивается примерно за десять минут, эволюция «научила» этому наши клетки, потому что радиация сопровождает жизнь на Земле с момента ее зарождения.

Установлено, что не существует минимального уровня радиации, ниже которого мутаций не происходит. Общее количество мутаций, вызванных ионизирующими излучением, пропорционально численности населения и средней дозе облучения. Проявление генетических эффектов мало зависит от мощности дозы, а определяется суммарной накопленной дозой, независимо от того, получена она за 1 сутки или 50 лет. Полагают, что **генетические эффекты не имеют дозового порога**. Генетические эффекты определяются только эффективной коллективной дозой (чел.-Зв), а выявление эффекта у отдельного индивидуума практически не предсказуемо.

В отличие от генетических эффектов, которые вызываются малыми дозами радиации, соматические эффекты всегда начинаются с определенной пороговой дозы, при меньших дозах повреждения организма не происходит. Другое отличие соматических повреждений от генетических заключается в том, что организм способен со временем преодолевать последствия облучения, тогда как клеточные повреждения необратимы.

Облучение источниками ИИ может быть внешним и внутренним. Внешнее облучение производится источниками, находящимися вне организма, внутреннее – источниками, попавшими в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу или ее повреждения.

### **Нормирование ионизирующих излучений**

К основным правовым нормативам в области радиационной безопасности относятся нормы радиационной безопасности НРБ - 99/2009 – Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523 - 09.

Нормы радиационной безопасности устанавливают три категории облучаемых лиц: **категория А** – профессиональные работники, работающие непосредственно с источниками ИИ; **категория Б** – лица, которые не работают непосредственно с источниками ИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться промышленному облучению; третья категория – **остальное население**.

**Основные пределы доз (ПД)**, установленные в соответствии с НРБ-99/2009 для персонала категории А и для населения, приведены в табл.12.

Дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать 1/4 значений для персонала группы А.

Таблица 12

Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
в хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
коже	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

### Защита от ионизирующих излучений

Обеспечение радиационной безопасности определяется следующими основными принципами:

- **принципом нормирования** – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- **принципом обоснования** – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучения,
- **принципом оптимизации** – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

В целях социально-экономической оценки воздействия ионизирующего излучения на людей для расчета вероятностей потерь и обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации НРБ-99/2009 вводят, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потере 1чел.-года жизни населения. Величи-

на денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни населения устанавливается методическими указаниями федерального органа Роспотребнадзора в размере не менее 1 годового душевого национального дохода.

Эквивалентную дозу излучения можно снизить различными способами.

1. Уменьшить активность источника ИИ («защита количеством»).
2. Использовать в качестве источника излучения нуклид (изотоп) с меньшей энергией («защита мягкостью излучения»).
3. Уменьшить время облучения («защита временем»);
4. Увеличить расстояние от источника излучения («защита расстоянием»).

Если защита количеством, мягкостью излучения, временем или расстоянием невозможна, то используют экраны («защита экранированием»). **Экранирование** – основное защитное средство, позволяющее снизить ИИ на рабочем месте до любого уровня.

**Задача от внутреннего облучения** состоит в предотвращении или ограничении (требуемом санитарными нормами) попадания радиоактивного вещества внутрь организма. Наиболее важные защитные меры здесь: поддержание необходимой чистоты воздуха в помещениях путем эффективной вентиляции их; подавление и улавливание радиоактивной пыли, чтобы исключить накопление радиоактивных веществ на различных плоскостях; соблюдение правил личной гигиены.

К числу основных профилактических мероприятий относятся правильный выбор планировки помещений, оборудования, отделки помещений, технологических режимов, рациональная организация рабочих мест, соблюдение мер личной гигиены работающими, рациональные системы вентиляции, защиты от внешнего и внутреннего облучения, сбора и удаления радиоактивных отходов.

К средствам индивидуальной защиты от ИИ относятся:

- 1) изолирующие пластиковые пневмокостюмы с принудительной подачей воздуха в них;
- 2) специальная одежда хлопчатобумажная (халаты, комбинезоны, полукомбинезоны) и пленочная (халаты, костюмы, фартуки, брюки, нарукавники);
- 3) респираторы и шланговые противогазы для защиты органов дыхания;
- 4) специальная обувь (сапоги резиновые, пленочные туфли, парусиновые чехлы на обувь);
- 5) резиновые перчатки и рукавицы из просвинцованный резины с гибкими нарукавниками для защиты рук;
- 6) пневмошлемы и шапочки (хлопчатобумажные, из просвинцованный резины) для защиты головы;
- 7) щитки из оргстекла для защиты лица;
- 8) очки для защиты глаз: из обычного стекла при альфа- и мягком бета-излучении, из силикатного и органического стекла (плексигласа) – при бета-излучении высокой энергии, из свинцового стекла – при гамма-излучении, из стекла с боросиликатом кадмия или с фтористыми соединениями – при излучении нейтронов.

## **Контрольные вопросы**

1. Виды ионизирующих излучений.
2. Понятие активности радионуклида. Удельная и объемная активность.
3. Виды доз излучения.
4. Доза эффективная коллективная как мера коллективного риска.
5. Действие ионизирующего излучения на организм человека. Соматические (пороговые) и генетические (беспороговые) эффекты.
6. Нормирование ионизирующих излучений. Основные пределы доз в зависимости от категорий облучаемых лиц.
7. Принципы обеспечения радиационной безопасности.
8. Способы защиты от ионизирующих излучений.

## **ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

Свет представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 38...760 нм, воспринимаемые сетчатой оболочкой зрительного анализатора. Наивысшей чувствительностью глаз обладает к монохроматическому излучению с длиной волны 555 нм.

### **Основные светотехнические характеристики и определения**

Для характеристики освещения рабочих мест внутри и вне помещений используется ряд светотехнических величин; в их числе – сила света, световой поток, освещенность. **Сила света  $I$**  характеризует свечение источника видимого излучения в некотором направлении. Единица ее измерения в СИ – кандела (кд). **Световой поток  $\Phi$**  – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. В системе СИ измеряется в люменах (лм). 1 Вт мощности, превращенный в монохроматическое излучение с длиной волны 555 нм, дает 683 лм светового потока. Для сравнения – световая отдача ламп накаливания равна 7...19 лм/Вт.

Сила света и световой поток связаны соотношением

$$I = \Phi/\Omega,$$

где  $\Omega$  – телесный угол (в стерадианах – сп), в котором распространяется световой поток  $\Phi$ .

С точки зрения гигиены труда основной нормируемой светотехнической характеристикой является **освещенность  $E$**  в люксах (лк), которая представляет собой распределение светового потока  $\Phi$  на поверхности площадью  $S$  и может быть выражена формулой

$$E = \Phi/S,$$

где  $\Phi$  – световой поток, лм;

$S$  – площадь поверхности,  $\text{м}^2$ .

Световые свойства освещаемой поверхности характеризуются следующими коэффициентами:

- коэффициент отражения – отношение отраженного телом светового потока к падающему;
- коэффициент пропускания – отношение светового потока, прошедшего через среду, к падающему;
- коэффициент поглощения – отношение поглощенного телом светового потока к падающему.

Освещенный предмет будет тем лучше виден, чем большую силу света излучает его поверхность в направлении к наблюдателю. Поэтому угол, под которым наблюдается освещенная поверхность, имеет существенное значение. Эта особенность оценивается яркостью поверхности  $L_a$ .

**Яркостью поверхности в данном направлении** (под углом  $\alpha$ ) называется отношение силы света, излучаемой поверхностью в этом направлении, к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению. Яркость измеряется в кандалах на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ).

Схема определения яркости поверхности показана на рис. 28.

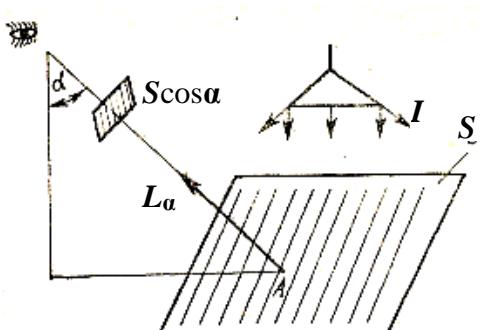


Рис. 28. Схема определения яркости поверхности

$$L_a = \frac{I}{S \cos \alpha},$$

где  $L_a$  – яркость поверхности в направлении  $\alpha$ ,  $\text{кд}/\text{м}^2$ ;

$I$  – сила света, кд;

$S$  – площадь освещенной поверхности,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  – угол, образованный направлением света с нормалью к поверхности  $S$ .

Яркость освещенных поверхностей зависит от их световых свойств, степени освещенности и угла, под которым поверхность рассматривается; яркость излучающей поверхности большинства материалов в разных направлениях различна, однако существуют тела, обладающие одинаковой яркостью во всех направлениях (например, матовые отражающие поверхности).

### Обобщенный закон освещенности

Если освещаемая поверхность находится на расстоянии  $r$  от источника света силой  $I$  и наклонена под углом падения лучей  $\theta$ , то освещенность этой поверхности вычисляется по формуле

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \theta,$$

где  $E$  – освещенность, лк;

$I$  – сила света, кд;

$r$  – расстояние от освещаемой поверхности до источника света, м;

$\theta$  – угол падения светового луча.

## **Виды освещения**

По источнику излучения светового потока различают **естественное, совмещенное и искусственное** освещение.

Естественное освещение создается природными источниками света – прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей, рассеянных атмосферой). Естественное освещение является биологически наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлен глаз человека. Дефицит естественного света и денатурация световой среды в городах отнесены к факторам, неблагоприятным для деятельности человека. Особое значение имеет качество световой среды внутри помещения, где человеку должен быть обеспечен не только зрительный комфорт, но и необходимый биологический эффект от освещения.

**Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.**

В производственных помещениях используются следующие виды естественного освещения: **боковое** – через окна в наружных стенах; **верхнее** – через световые фонари в перекрытиях; **комбинированное** – через световые фонари и окна.

В зданиях с недостаточным естественным освещением применяют **совмещенное освещение** — сочетание естественного и искусственного света. Искусственное освещение в системе совмещенного освещения может функционировать постоянно (в зонах с недостаточным естественным освещением) или включаться с наступлением сумерек.

**Искусственное освещение** на промышленных предприятиях осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами и предназначено для освещения рабочих поверхностей при недостаточности естественного освещения и в темное время суток.

**В лампах накаливания** свечение возникает в результате нагрева вольфрамовой нити до высоких температур. Такие лампы удобны в эксплуатации, просты в изготовлении, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть, отличаются малым временем разгорания. Однако лампы накаливания имеют существенные недостатки: низкая световая отдача (7 ... 19 лм/Вт); низкий КПД, равный 10...13 %; сравнительно малый срок службы (до 2500 ч). Спектр ламп отличается от спектра дневного света преобладанием желтых и красных лучей, что в какой-то степени искажает восприятие человеком цветов окружающих предметов, поэтому такие лампы не рекомендуется применять на работах, требующих различия цветов.

**Галогенные лампы накаливания** наряду с вольфрамовой нитью содержат в колбе пары галогена (например, йода), который повышает температуру накала нити и практически исключает испарение. Они имеют более продолжительный срок службы (до 3000 ч) и высокую отдачу (до 30 лм/Вт).

**Газоразрядные лампы** излучают свет в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов (например, паров ртути), а также за счет явления люминесценции. Для освещения помещений применяются газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления.

**Люминесцентные лампы** в зависимости от состава люминофора, обусловливающего их различную цветность, делят на несколько типов: ЛБ – лампы белого света, ЛД – лампы дневного света, ЛДЦ – лампы дневного света с улучшенной цветопередачей, ЛЕ – лампы естественного солнечного света, ЛТБ – лампы тепло-белого света, ЛХБ – лампы холодно-белого света, ЛХЕ – лампы холодно-естественного света.

**Газоразрядные лампы высокого давления** бывают дуговые ртутные люминесцентные (ДГЛ), дуговые ртутные с йодидами металлов (ДРИ), дуговые ксеноновые трубчатые (ДКсТ), дуговые натриевые трубчатые (ДНат).

Преимуществами газоразрядных ламп перед лампами накаливания являются высокая световая отдача – 40...110 лм/Вт (люминесцентные до 75, ртутные до 60, металло-галогенные до 100, ксеноновые до 40, натриевые до 110 лм/Вт), большой срок службы (до 8000...12000 ч) и возможность получения светового потока практически с любым спектром. К недостаткам относятся:

- пульсация светового потока, слепящее действие, шум дросселей, возникновение стробоскопического эффекта («рябит в глазах») и создается иллюзия движения (вращения) в обратную сторону либо полного отсутствия движения);
- длительный период разгорания (в некоторых случаях до 10...15 мин);
- сложность схемы включения;
- зависимость от температуры внешней среды.

**Светильники** – источники света, заключенные в арматуру, предназначены для правильного распределения светового потока и защиты глаз от чрезмерной яркости источника света. Арматура защищает источник света от механических повреждений, а также дыма, пыли, копоти, влаги, обеспечивает крепление и подключение к источнику питания.

По светораспределению светильники подразделяются на светильники прямого, рассеянного и отраженного света. Светильники прямого света более 80 % светового потока направляют в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой поверхности. Светильники рассеянного света излучают световой поток в обе полусфера: 40 – 60 % светового потока вниз, 60 – 80 % – вверх. Светильники отраженного света более 80 % светового потока направляют вверх на потолок, а отражаемый от него свет направляется вниз в рабочую зону.

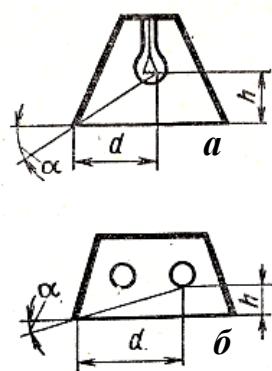


Рис. 29. Защитный угол светильника:  
а – с лампой накаливания;  
б – с люминесцентными лампами

Для защиты глаз от блеска светящейся поверхности лампы служат экранирующие решетки, рассеиватели из прозрачной пластмассы или стекла. Степень защиты глаз от яркости источника света характеризуется **защитным углом светильника** – это угол, образованный горизонталью от поверхности лампы (края светящейся нити) и линией, проходящей через край арматуры (рис. 29).

Искусственное освещение по назначению разделяют на следующие **виды**:

- рабочее;
- дежурное;
- аварийное;
- эвакуационное;
- охранное.

По размещению светильников различают **системы освещения**:

- общего (равномерного или локализованного);
- местного;
- комбинированного.

**Общее** искусственное освещение предназначается для освещения всего помещения, **местное (в системе комбинированного)** – для увеличения освещения лишь рабочих поверхностей или отдельных частей оборудования. Местное освещение может быть стационарным и переносным. Для него чаще применяются лампы накаливания, так как люминесцентные лампы могут вызвать стробоскопический эффект. Общее освещение в системе комбинированного должно обеспечивать не менее 10 % требуемой по нормам освещенности. Его назначение в этом случае – выравнивание яркости и устранение резких теней. **Применение только местного освещения не допускается.**

**Общее равномерное освещение** предусматривает размещение светильников (в прямоугольном или шахматном порядке) для создания рациональной освещенности при выполнении однотипных работ по всему помещению, при большой плотности рабочих мест. **Общее локализованное освещение** применяется для обеспечения на ряде рабочих мест освещенности в заданной плоскости, когда около каждого из них устанавливается дополнительный светильник, а также при выполнении на участках цеха различных по характеру работ или при наличии затеняющего оборудования.

## **Нормирование освещенности**

Необходимые уровни освещенности рабочего освещения нормируют в соответствии со Сводом правил СП 52.13330.2011 (СНиП 23.05-95\*) «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от точности выполняемых производственных операций, световых свойств рабочей поверхности и рассматриваемой детали, системы освещения.

**Естественное освещение.** Естественное освещение изменяется в очень широких пределах и зависит от времени суток, времени года, облачности и т.д. Поэтому принято характеризовать его не абсолютным значением освещенности на рабочем месте, а относительным в виде **коэффициента естественной освещенности (КЕО)**, показывающего, во сколько раз освещенность внутри помещения меньше освещенности снаружи; этот показатель выражают в процентах.

**Коэффициент естественной освещенности (КЕО)** представляет собой отношение естественной освещенности внутри помещения в точках ее минимального значения на рабочей поверхности к одновременно замеренному значению освещенности наружной горизонтальной поверхности, освещенной диффузным светом полностью открытым небосвода (непрямым солнечным светом):

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100 ,$$

где  $e$  – коэффициент естественной освещенности, %.

$E_{\text{вн}}$  – освещенность внутри помещения, лк;

$E_{\text{нар}}$  – наружная освещенность, лк.

Для каждого производственного помещения строится кривая значения КЕО в характерном сечении (поперечный разрез посередине помещения перпендикулярно плоскости световых проемов) (рис. 30).

При боковом освещении нормируется минимальное значение  $e_{\text{min}}$ : при одностороннем – в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 30, *а*), при двустороннем – в точке посередине помещения (рис. 30, *б*). При верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение  $e_{\text{ср}}$  (рис. 30, *в*, *г*). В производственных помещениях с верхним и комбинированным освещением  $e_{\text{ср}}$  не должно быть меньше нормированного значения при боковом освещении для аналогичной зрительной работы.

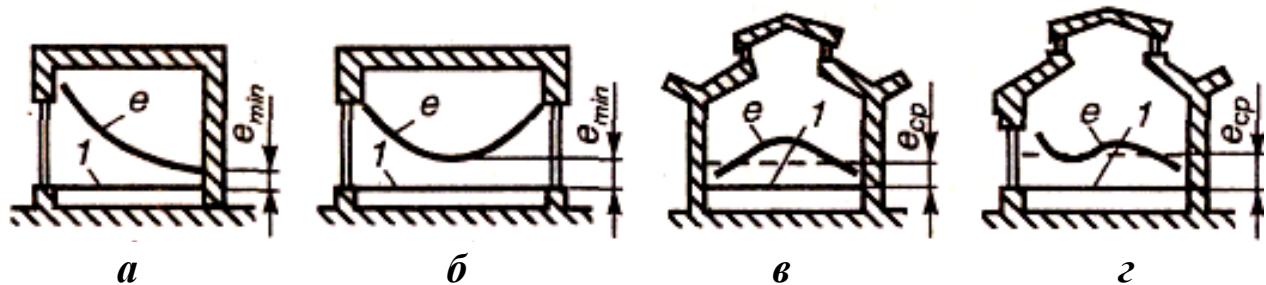


Рис. 30. Схемы распределения КЕО по характерному разрезу помещения:  
*а* – одностороннее боковое освещение; *б* – двустороннее боковое освещение;  
*в* – верхнее освещение; *г* – комбинированное освещение; *1* – уровень рабочей поверхности

Нормируемое значение КЕО,  $e_N$ , для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N ,$$

где  $N$  – номер группы обеспеченности естественным светом;

$e_n$  – нормативное значение КЕО, соответствующее **разряду зрительной работы**, % (определяется по СП 52.13330.2011 в зависимости от минимального размера объекта различия);

$m_N$  – коэффициент светового климата.

## **Пример расчета естественной освещенности**

Требуется определить, соответствует ли нормам естественная освещенность в производственном помещении при боковом одностороннем освещении, если наружная освещенность  $E_{нар} = 10000$  лк;  
внутренняя освещенность  $E_{вн} = 130$  лк;  
условия зрительной работы – средней точности (IV разряд, минимальный размер объекта различения 0,5 – 1 мм);  
здание расположено в Свердловской области, световые проемы в боковых стенах здания ориентированы на северо-запад.

### **Решение**

1. Определяем фактическое значение КЕО

$$e_{\phi} = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100 = \frac{130}{10000} \cdot 100 = 1,6 \%$$

2. По табл. 1 СНиП 23-05-95\* определяем нормативное значение КЕО, соответствующее IV разряду зрительной работы при одностороннем боковом освещении,  $e_n = 1,5 \%$ .

3. В соответствии с таблицей прил. Д СП 52.13330.2011 определяем, что Свердловская область относится к 1-й группе административных районов по ресурсам светового климата. Тогда согласно табл. 4 СП 52.13330.2011 коэффициент светового климата для заданных условий  $m_N = 1$ .

4. Определяем нормативное значение КЕО:

$$e_N = e_n \cdot m_N = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \%$$

Вывод: поскольку  $e_{\phi} > e_N$ , естественная освещенность в помещении соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

При естественной освещенности нормируют также качественную характеристику – неравномерность естественного освещения, которая определяется коэффициентом неравномерности — отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности: не более 2:1 для зрительных работ I и II разрядов и 3:1 – для III и IV разрядов.

**Искусственное освещение.** Нормируемой количественной характеристикой искусственного освещения служит **освещенность** [лк].

Нормативное значение освещенности определяется по СП 52.13330.2011 в зависимости от разряда и подразряда зрительной работы.

Установлено 8 разрядов зрительной работы в зависимости от минимального размера объекта различения.

**Подразряды** зрительной работы определяются по значениям яркостного контраста, определяемого как отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта ( $L_o$ ) и фона ( $L_{\phi}$ ) к яркости фона:

$$K = \frac{|L_o - L_\phi|}{L_\phi};$$

- а) малый контраст на темном фоне;
- б) малый контраст на среднем фоне или темный контраст на темном фоне;
- в) малый контраст на светлом фоне или большой контраст на темном фоне;
- г) средний контраст на светлом фоне, большой контраст на светлом фоне или большой контраст на среднем фоне.

Для учета снижения освещенности в процессе эксплуатации от запыления и загрязнения расчетную освещенность увеличивают по сравнению с нормируемой, используя коэффициент запаса, который выбирается равным от 1,15 до 1,7 для ламп накаливания и от 1,3 до 2 для газоразрядных ламп.

Расчет искусственного освещения сводится к определению требуемого количества выбранных ламп.

### **Гигиенические требования, отражающие качество производственного освещения**

1. Равномерное распределение яркостей в поле зрения и отсутствие резких теней. Если в поле зрения постоянно находятся поверхности, значительно отличающиеся по яркости (освещенности), то при переводе взгляда с ярко-на слабоосвещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к развитию утомления зрения и затрудняет выполнение производственных операций.

2. Ограничение прямой и отраженной блескости. Показатель ослепленности глаза  $P$  является критерием оценки слепящего воздействия большой яркости источника света или ярких бликов, которые вызывают нарушение зрительных функций глаза – его ослепленность:  $P = (S - I)1000$ , где  $S = v_1/v_2$  – коэффициент ослепленности, равный отношению видимостей объекта соответственно при наличии и отсутствии защиты глаза от слепящего воздействия источника. Видимость является показателем того, насколько хорошо глаз видит объект или световое поле; определяется в относительных единицах числом пороговых контрастов:  $v = k/k_{\text{порог}}$ , где  $k$  – контраст в условиях рассматриваемой зрительной работы. Предельно допустимое значение показателя ослепленности согласно нормам должно быть не более 20 – 80 единиц (в зависимости от характера и длительности зрительной работы). Для ограничения отраженной блескости нормируется предельная яркость рабочей поверхности не выше 500 кд/м<sup>2</sup> при ее площади более 0,2 м<sup>2</sup> и не выше 2500 кд/м<sup>2</sup> при 0,01 м<sup>2</sup> и менее.

3. Ограничение или устранение колебаний светового потока.

4. Необходимо обеспечивать оптимальную направленность светового потока. Экспериментально установлено, что наилучшая видимость достигается при направлении света на рабочую поверхность под углом 60° к ее нормали, а наихудшая – под углом 0°.

5. Освещенность должна быть постоянной во времени. Для оценки условий работы глаза в мелькающем свете, который создают газоразрядные лампы, вводится коэффициент пульсации освещенности, %, который характеризует относительную глубину изменения освещенности от  $E_{\max}$  до  $E_{\min}$  в течение одного периода ее колебания и определяется по формуле

$$k_{\text{пульс}} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100 \%,$$

где  $E_{\text{ср}}$  – среднее значение освещенности за один период ее колебания. Значения коэффициента пульсации нормируются (не более 10...20 % в зависимости от характера зрительной работы). В мелькающем свете искажается восприятие врачающихся и движущихся предметов: возникает иллюзия их остановки или движения в обратную сторону, искажается скорость и направление движения. Это явление называют *стробоскопическим эффектом*. В помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта, коэффициент пульсации должен быть менее 10 % за счет применения источников света со специальными устройствами питания (светодиоды постоянного тока, люминесцентные лампы с электронными пускорегулирующими устройствами, ЭПРА), включения соседних разрядных источников света в три фазы питающего напряжения.

В нормах рекомендуется использовать энергоэкономичные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы. Применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ. Не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью 100 Вт и более.

6. Освещение должно иметь спектр света, близкий к естественному, особенно при зрительных работах, требующих цветопередачи.

В районах за Северным полярным кругом, а также и в других местностях при отсутствии естественного света в дополнение к обычному электрическому должно быть использовано эритемное освещение в целях компенсации ультрафиолетовой недостаточности.

**Аварийное освещение** устраивается в производственных помещениях и на открытой территории для временного продолжения работ в случае аварийного отключения рабочего освещения (общей сети). Оно должно обеспечивать не менее 5 % освещенности от нормируемого рабочего общего освещения.

**Специальное освещение** применяется для освещения улиц, мостов, стадионов и в других случаях.

## Контрольные вопросы и задачи

1. Основные светотехнические характеристики: световой поток, сила света, освещенность, коэффициент отражения, яркость поверхности.
2. Обобщенный закон освещенности.
3. Виды освещения в зависимости от источника светового потока.
4. Источники света искусственного освещения: лампы накаливания и люминесцентные лампы, их достоинства и недостатки.

5. Светильники, их назначение. Защитный угол светильника.
6. Системы и виды искусственного освещения.
7. Нормирование естественного освещения. Коэффициент естественного освещения. Кривая освещенности в характерном разрезе здания.
8. Нормирование искусственного освещения. Разряды и подразряды зрительной работы.
9. Гигиенические требования к качеству освещения.
10. Причины пульсации светового потока и способы ее уменьшения.
11. **Задача.** Определить, соответствует ли нормам естественная освещенность, если наружная освещенность  $E_{нар} = 10000$  лк;  
внутренняя освещенность  $E_{вн} = 100$  лк;  
нормативное значение КЕО, соответствующее разряду зрительной работы,  $e_n = 1,2\%$ ;  
коэффициент светового климата  $m_N = 0,9$ .

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Травмобезопасность** – *свойство рабочего места соответствовать требованиям безопасности труда, исключающим травмирование работающих в условиях, установленных нормативно-правовыми актами.*

Травмобезопасность рабочих мест обеспечивается исключением повреждений частей тела человека, которые могут быть получены в результате воздействия **опасных производственных факторов**, а именно:

- движущихся предметов, механизмов или машин, а также неподвижными их элементами на рабочем месте (при механическом воздействии). Такими предметами являются зубчатые, цепные, клиноременные передачи, кривошипные механизмы, подвижные столы, вращающиеся детали, органы управления и т.п.;
- электрического тока. Источником поражения могут быть незащищенные и неизолированные электрические провода, поврежденные электродвигатели, открытые коммутаторы, незаземленное оборудование и др.;
- агрессивных и ядовитых химических веществ: химические ожоги сильными кислотами, едкими щелочами и ядовитыми химическими веществами (хлор, аммиак и т.д.) при попадании их на кожу или в легкие при вдыхании;
- нагретых элементов оборудования, перерабатываемого сырья, других теплоносителей (при термическом воздействии). Примерами таких элементов являются горячие трубопроводы, крышки котлов, танков, корпуса оборудования, детали холодильных установок и т.д.,
- а также повреждения, полученные при падениях. Падения подразделяются на два вида: падение на человека различных предметов и падение человека в результате поскользывания, запинания, падения с высоты или внезапного ухудшения здоровья.

## **ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССАМ И ОБОРУДОВАНИЮ**

Общие требования к производственному оборудованию и производственным процессам установлены ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

**Безопасность производственного процесса** – *свойство производственного процесса сохранять соответствие требованиям безопасности труда в условиях, установленных нормативно-технической документацией.*

**Безопасность производственного оборудования** – *свойство производственного оборудования сохранять соответствие требованиям безопасности труда при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией.*

### **Требования безопасности к производственным процессам**

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасными, не должны загрязнять окружающую среду. Требования безопасности к технологическим процессам включают также:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие;
- замену технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют меньшую интенсивность;
- комплексную механизацию, автоматизацию, применение дистанционного управления при наличии опасных и вредных производственных факторов;
- герметизацию оборудования;
- применение средств защиты работающих;
- рациональную организацию труда и отдыха в целях профилактики монотонности и гиподинамики, а также ограничение тяжести труда;
- своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях;
- систему контроля и управления технологического процесса, обеспечивающую защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;
- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных факторов.

## **Требования безопасности к производственному оборудованию**

1. Производственное оборудование должно быть безопасным в течение всего срока службы: при монтаже (в необходимых случаях – демонтаже), эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении, при использовании отдельно или в составе комплексов или технологических систем.
2. Производственное оборудование не должно загрязнять (выбросами вредных веществ и пыли, шумом и вибрацией, вредными излучениями) производственную среду выше установленных норм.
3. Безопасность оборудования должна обеспечиваться выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкций и т.п., а также применением в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления.
4. Рабочие места, органы управления и средства отображения информации должны соответствовать эргономическим требованиям.
5. Оборудование должно оснащаться устройствами безопасности, сигнализации и другими необходимыми средствами защиты.
6. Производственное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным.
7. Производственное оборудование при правильной эксплуатации в установленных условиях не должно создавать опасности в результате воздействия внешней среды (влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ, ветровых нагрузок, обледенения, микроорганизмов и т.п.).
8. Требования безопасности должны отражаться в технической документации.

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Выбор методов и средств защиты работающих определяется характером производственной деятельности, зависит от используемых производственных технологий, состояния производственного оборудования, зданий и сооружений и регламентируется соответствующими правилами, инструкциями и другими нормативными документами.

Основные методы обеспечения безопасности можно разделить на три группы

1. Пространственное и (или) временное разделение зоны опасности и рабочей зоны. Данный метод реализуется путем рациональной организации деятельности и инженерных решений.
2. Адаптация производственной среды к характеристикам человека. Данный метод реализуется следующими способами:

– устранение опасности в источнике (использование безопасных технологий, исправного инструмента и оборудования, соблюдение оптимальных параметров производственных процессов и режимов работы оборудования, своевременное обслуживание и уход за оборудованием, зданиями и сооружениями, использование устройств защиты и т.д.);

- устранение опасности на пути распространения (очистка и нейтрализация вредных выбросов, экранирование, ограждение и изоляция и т.п.);
- использование средств коллективной защиты.

3. Адаптация человека к окружающей среде и повышение его защищенности. Данный метод реализуется путем профотбора и обучения персонала, лечебно-профилактического и медицинского обслуживания, использования средств индивидуальной защиты.

### **Опасные зоны оборудования и средства защиты**

**Опасная зона** – это пространство, в котором возможно действие на работающего опасных и (или) вредных производственных факторов (ГОСТ 12.0.002 - 80).

При проектировании и эксплуатации машин и агрегатов необходимо предусматривать применение устройств либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих эту опасность за счёт применения средств защиты.

Средства защиты работающих по характеру их применения делятся на две категории: коллективные и индивидуальные (ГОСТ 12.4.011 - 89).

**Средства коллективной защиты** – средства, предназначенные для защиты группы работников. Они подразделяются:

- на инструменты и приборы для контроля параметров производственной среды и производственных процессов;
- устройства вентиляции, кондиционирования и отопления;
- освещение;
- средства противопожарной защиты;
- средства изоляции;
- ограждения (экраны, щитки, дверцы, капоты, кабины, барьеры и т.п.);
- блокировки;
- ограничители (перемещений, грузоподъемности, скорости, нагрузки);
- защитную сигнализацию и сигнальную окраску;
- знаки безопасности и т.д.

**Средства индивидуальной защиты (СИЗ)** – средства, предназначенные для защиты одного работника. Средства индивидуальной защиты применяют в тех случаях, когда безопасность работ не может быть полностью обеспечена средствами коллективной защиты конструкцией оборудования.

Согласно ГОСТ 12.4.011 – 89, СИЗ подразделяются следующим образом:

- изолирующие костюмы;
- средства защиты органов дыхания (СИЗОД);
- специальная одежда;
- специальная обувь;
- средства защиты рук;
- средства защиты головы;
- средства защиты лица;
- средства защиты органов слуха;

- средства защиты глаз;
- предохранительные приспособления;
- защитные дерматологические средства.

***Основные правила обеспечения работников СИЗ:***

- работники обеспечиваются СИЗ бесплатно в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами и на основании результатов аттестации условий труда;
- работодатель обязан обеспечить выдачу, хранение и уход за средствами защиты, обучение работников правилам их использования;
- средства защиты должны иметь инструкцию по эксплуатации и сертификат качества (Трудовой кодекс РФ, ст. 212).

### **Контрольные вопросы**

1. Определить понятие «травмобезопасность».
2. Перечислить возможные опасные производственные факторы.
3. Перечислить основные требования безопасности к производственным процессам.
4. Требования безопасности к производственному оборудованию.
5. Назвать основные методы обеспечения безопасности и пути их реализации.
6. Что такое «опасная зона»?
7. Две категории средств защиты.
8. Примеры средств коллективной защиты.
9. Классификация средств индивидуальной защиты.
10. За чей счет осуществляется приобретение, хранение, стирка, ремонт средств индивидуальной защиты работников?
11. Каким обязательным требованиям должны удовлетворять СИЗ согласно ТК РФ?

## **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

### **Воздействие электрического тока на организм человека**

Проходя через тело человека, ток оказывает следующие виды воздействия:

- 1) термическое (ожоги и т.п.);
- 2) электролитическое (разложение электролитов: крови, тканевых жидкостей);
- 3) биологическое (спазм, судороги, фибрилляция сердца – т.е. хаотическое, беспорядочное сокращение волокон (фибрилл) сердечной мышцы).

Ток, который протекает через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на такие системы, как кровеносная, дыхательная и сердечно-сосудистая. Опасность получения электротравм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага и через электрическую дугу.

Это многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

**Электрические травмы** представляют собой четко выраженные **местные повреждения** тканей организма, вызванные воздействием электрического тока

или электрической дуги. В большинстве случаев электротравмы излечиваются, но иногда при тяжелых ожогах травмы могут привести к гибели человека.

Различают следующие электрические травмы:

- электрические ожоги;
- электрические знаки; электроофтальмия; механические повреждения.

**Электрический ожог** – самая распространенная электротравма. Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую.

Различают **четыре степени** ожогов: I – покраснение кожи; II – образование пузырей; III – омертвение всей толщи кожи; IV – обугливание тканей. Тяжесть поражения организма обусловливается не степенью ожога, а площадью обожженной поверхности тела.

**Токовые ожоги** возникают при напряжениях не выше 1-2 кВ и являются в большинстве случаев ожогами I и II степени; иногда бывают и тяжелые ожоги.

**Дуговой ожог.** При более высоких напряжениях между токоведущей частью и телом человека образуется электрическая дуга (температура дуги выше 3500 °С и у нее весьма большая энергия), которая и причиняет дуговой ожог. Дуговые ожоги, как правило, тяжелые – III или IV степени.

**Электрические знаки** – четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергшейся действию тока. Знаки бывают также в виде царапин, ран, порезов или ушибов, бородавок, кровоизлияний в кожу и мозолей. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны, и лечение их заканчивается благополучно.

**Металлизация кожи** – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключениях рубильников под нагрузкой и т. п. Металлизация сопровождается ожогом кожи, вызываемым нагревшимся металлом.

**Электроофтальмия** – поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги, спектр которой содержит вредные для глаз ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.

**Механические повреждения** возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и даже переломы костей. К этому же виду травм следует отнести ушибы, переломы, вызванные падением человека с высоты, ударами о предметы в результате непроизвольных движений или потери сознания при воздействии тока.

**Электрический удар** – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. В зависимости от исхода воздействия тока на организм различают четыре степени электрических ударов:

- I степень – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

- II степень – судорожное сокращение мышц, потеря сознания, но сохранение дыхания и работы сердца;
- III степень – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности и/или дыхания;
- IV степень – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

### **Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током**

На исход поражения электрическим током оказывают влияние следующие факторы.

1. Величина силы тока и напряжения.

2. Время прохождения тока через организм человека.

3. Путь, или петля прохождения тока. Наиболее опасным является путь прохождения тока через сердечную мышцу и дыхательную систему.

Наиболее часто встречающиеся пути:

- нога-нога – 0,4 % энергии проходит через сердце;
- рука-рука – 3,4 %;
- левая рука-нога – 3,6 %;
- правая рука-нога – 6,7 % (наиболее опасный путь).

4. Место контакта с током (действие тока на организм усиливается при замыкании контактов в акupунктурных точках (зонах)).

5. Род и частота тока. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20...100 Гц. При частоте меньше 20 или больше 1000 Гц опасность поражения током заметно снижается. Токи частотой более 500 Гц не вызывают электрического удара, однако они могут вызвать термические ожоги. Считается, что в интервале напряжений 450...500 В вне зависимости от рода тока действие одинаково; ниже 450 В – поражение переменным током сильнее, чем постоянным током; выше 500 В – опаснее постоянный ток. Наибольшую опасность представляет переменный ток промышленной частоты (50 – 60 Гц).

6. Фаза сердечной деятельности. Фибрилляция и остановка сердца могут возникнуть, если время протекания тока через сердце совпадает с так называемой фазой **T** на электрокардиограмме человека, когда сердце находится в расслабленном состоянии и наиболее чувствительно к воздействию электрического тока. Фаза **T** в общем периоде кардиоцикла (0,75...1 с) занимает 0,2 с. Поэтому все отключающие устройства тока должны проектироваться со временем срабатывания менее 0,2 с.

7. Состояние организма человека (прежде всего нервной системы).

8. Условия окружающей среды (температура, влажность и др.).

Повышенная температура, влажность повышают опасность поражения электрическим током. Чем ниже атмосферное давление (а значит, степень насыщенности организма кислородом), тем выше опасность поражения.

Можно выделить три основные реакции организма на прохождение тока:

- 1) ощущение тока;
- 2) судорожное (непреодолимое) сокращение мышц;
- 3) фибрилляция сердца.

Минимальные значения токов, вызывающих основные реакции, называются **пороговыми значениями токов**.

В связи с этим различают токи:

- 1) ощутимый;
- 2) неотпускающий;
- 3) фибрилляционный.

Для переменного тока пороговые значения составляют 0,6…1,5 мА – ощутимый ток; 6…20 мА – неотпускающий ток; 100 мА – фибрилляционный ток.

В электроустановках за «смертельный» порог берется значение фибрилляционного тока.

Для каждого порогового значения тока существует минимальное допустимое время воздействия: 10 мин – для ощутимого тока; 3 с – для неотпускающего тока; 1 с – для фибрилляционного тока.

**Сопротивление тела человека.** Экспериментально установлено, что сопротивление тела человека имеет активно-емкостный характер и слагается из  $R_k$  (сопротивление кожи человека),  $C_k$  (емкость, образованная за счет диэлектрических свойств кожного покрова) и  $R_{\text{вн}}$  (электрическое сопротивление внутренних органов). Поверхностный кожный покров, состоящий из наслойния ороговевших клеток, имеет большое сопротивление – в сухом состоянии кожи оно может иметь значения до 500 кОм. Сопротивление внутренних органов человека составляет 400–600 Ом. Емкость кожи составляет 100–150 пФ.

В электрических расчетах за расчетное значение сопротивления тела человека принято  $R_h$ , равное 1000 Ом. При этом емкостной составляющей пренебрегают. Не учитывают также нелинейность сопротивления тела человека – его зависимость от приложенного напряжения, длительности протекания тока и др.

### **Ситуационный анализ поражения током**

Наиболее характерны два случая замыкания цепи тока через тело человека: когда человек касается одновременно двух проводов и когда он касается одного провода. Применительно к сетям переменного тока первую схему обычно называют **двуухфазным** прикосновением, а вторую – **однофазным**.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются:

- 1) на электроустановки выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью (с большими токами замыкания на землю);
- 2) электроустановки выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю);
- 3) электроустановки до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;
- 4) электроустановки до 1 кВ с изолированной нейтралью.

Наиболее типичны два случая замыкания цепи тока через тело человека: когда человек касается одновременно двух проводов и когда он касается одного провода. Применительно к сетям переменного тока первую схему обычно называют **двуухфазным** прикосновением (рис. 31), а вторую – **однофазным** (рис. 32 … 34).

## Двухфазное прикосновение



Рис. 31. Схема прохождения тока через тело человека при двухфазном прикосновении:  
**а** – общая схема; **б** – векторная диаграмма напряжений фаз относительно земли

Ток, проходящий через тело человека, в этом случае не зависит от режима нейтрали:

$$J_h = \frac{U_\phi}{R_h} = \frac{U_l \sqrt{3}}{R_h},$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение;

$U_l$  – линейное напряжение;

$R_h$  – сопротивление тела человека.

Двухфазное прикосновение считается наиболее опасным, поскольку человек оказывается под линейным напряжением, которое в  $\sqrt{3}$  раз больше фазного.

Например, если линейное напряжение  $U_l$  составляет 380 В, а сопротивление тела человека  $R_h$  принять равным 1000 Ом, ток, протекающий через тело человека, составит

$$J_h = \frac{U_l}{R_h} = \frac{380}{1000} = 0,38 \text{ А} = 380 \text{ мА}.$$

Это значение в несколько раз превышает величину фибрилляционного тока.

## Однофазное прикосновение

### A. Однофазное прикосновение в сетях с заземленной нейтралью

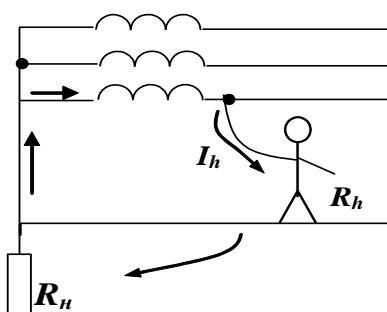


Рис. 32. Схема прохождения тока через тело человека при однофазном прикосновении в сети с заземленной нейтралью

Ток, проходящий через тело человека:

$$J_n = \frac{U_\phi}{R_h + R_n + r_n + r_{ob} + r_{od}},$$

где  $R_h$  – сопротивление заземления нейтрали,  $R_h \leq 4$  Ом;  
 $r_n, r_{ob}, r_{od}$  – сопротивление пола, обуви, одежды.

### **Б. Однофазное прикосновение в сетях с изолированной нейтралью**

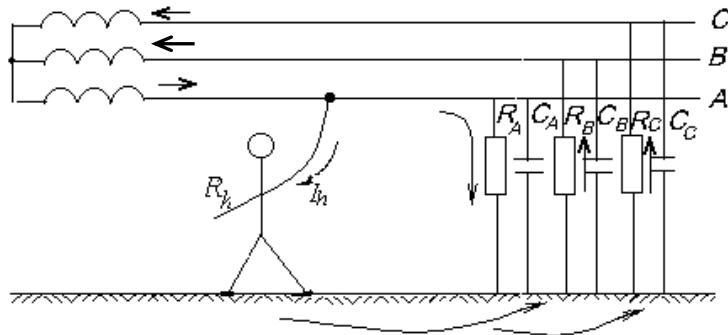


Рис. 33. Схема прохождения тока через тело человека при однофазном прикосновении в сети с изолированной нейтралью

В сетях с изолированной нейтралью условия электробезопасности определяются сопротивлениями изоляции и емкостью относительно земли.

Ток, проходящий через тело человека:

$$I_h = \frac{3U_\phi}{R_h} \sqrt{\frac{\frac{1}{R_\phi^2} + \omega^2 C_\phi^2}{\left(\frac{3}{R_\phi} + \frac{1}{R_h}\right)^2 + 9\omega^2 C_\phi^2}}.$$

Если емкость проводов относительно земли мала, т.е.  $C_\phi \rightarrow 0$ , что обычно бывает в воздушных сетях небольшой протяженности, то ток через тело человека определится выражением

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{R_\phi}{3}},$$

где  $R_\phi$  – сопротивление изоляции фазы.

Если же емкость велика, а проводимость изоляции незначительна, т.е.  $R_\phi \rightarrow \infty$ , что обычно бывает в кабельных сетях, то сила тока через тело человека:

$$I_h = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + \left(\frac{X_c}{3}\right)^2}},$$

где  $X_c$  – емкостное сопротивление,  $X_c = 1/\omega C$ , Ом;

$\omega$  – угловая частота, рад/с.

Таким образом, при поддержании параметров сети  $R_\phi$  и  $C_\phi$  на соответствующем нормам уровне можно добиться обеспечения электро-безопасных условий эксплуатации сети. Поэтому при эксплуатации электрических сетей, работающих в режиме изолированной нейтрали, особое значение имеет контроль изоляции. По требованию безопасности  $R_{uz} \geq 0,5$  МОм.

Приведенные формулы справедливы для работы установок в нормальном режиме (т.е. при сохранении нормативных значений сопротивления изоляции).

Схема прохождения тока через тело человека в аварийном режиме (при неисправности изоляции фаз) приведена на рис. 34.

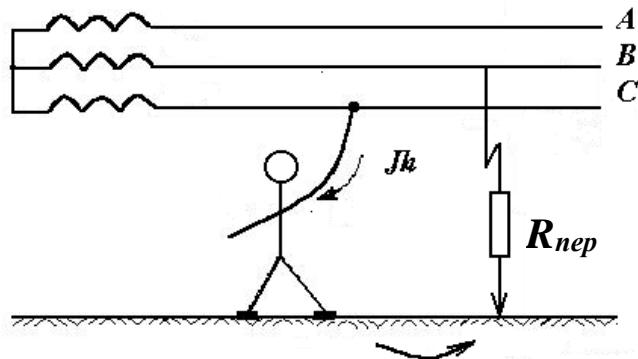


Рис. 34. Схема прохождения тока через тело человека при однофазном прикосновении в сети с изолированной нейтралью при замыкании на землю одной из фаз (аварийный режим)

Ток, проходящий через тело человека в аварийном режиме, определяется выражением

$$J_h = \frac{U_n}{R_h + R_{nep} + r_n + r_{ob} + r_{od}}.$$

В аварийных ситуациях (при неисправности изоляции фаз) человек попадает под действие линейного напряжения.

Таким образом, при неисправности изоляции фаз человек попадает под действие линейного напряжения.

Аварийные режимы возникают при повреждении изоляции и пробое фазы на корпус оборудования, при падении на землю провода под напряжением и по другим причинам. Потенциал токоведущей части падает при этом до потенциала  $\Phi_3$ , где  $\Phi_3 = J_3 \cdot R_3$ ; здесь  $J_3$  – ток замыкания;  $R_3$  – сопротивление цепи в точке замыкания.

Растекание тока замыкания в грунте определяет характер распределения потенциала на поверхности Земли. Можно показать, что потенциал на поверхности грунта распределяется по закону гиперболы. Схема растекания тока в грунте представлена на рис. 35.

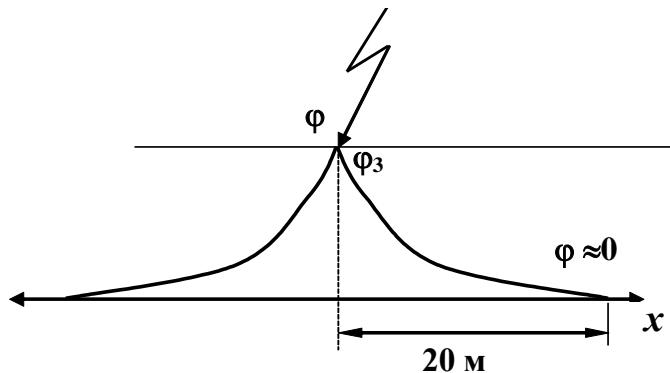


Рис. 35. Распределение потенциала по поверхности Земли при стекании тока на землю

### **Напряжение прикосновения и шаговое напряжение**

**Напряжение прикосновения** (рис.36) – это напряжение между двумя точками цепи замыкания на землю (корпус) при одновременном прикосновении к ним человека. Численно оно равно разности потенциалов корпуса  $\Phi_3$  и точек грунта, в которых находятся ноги человека,  $\Phi_{x_1}$ :

$$U_{np} = \Phi_3 - \Phi_{x_1} = \alpha_{прик} \cdot \Phi_3;$$

$$\Phi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi r}; \quad \Phi_{x_1} = \frac{I_3 \rho}{2\pi x_1}; \quad \alpha_{прик} = 1 - \frac{r}{x_1},$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта;

$r$  – радиус условного полусферического заземлителя;

$\alpha_{прик}$  – коэффициент напряжения прикосновения. В пределах зоны растекания тока  $\alpha_{прик}$  меньше единицы, а за пределами этой зоны равен единице. Напряжение прикосновения увеличивается по мере удаления от заземлителя, и за пределами зоны растекания тока оно равно напряжению на корпусе оборудования.

Ток, протекающий через тело человека при прикосновении,

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_h}.$$

**Напряжение шага** (рис. 36) – разность потенциалов, обусловленная распространением тока замыкания на землю, между точками цепи тока, находящихся на расстоянии шага  $a$ , которых одновременно касаются ногами человека.

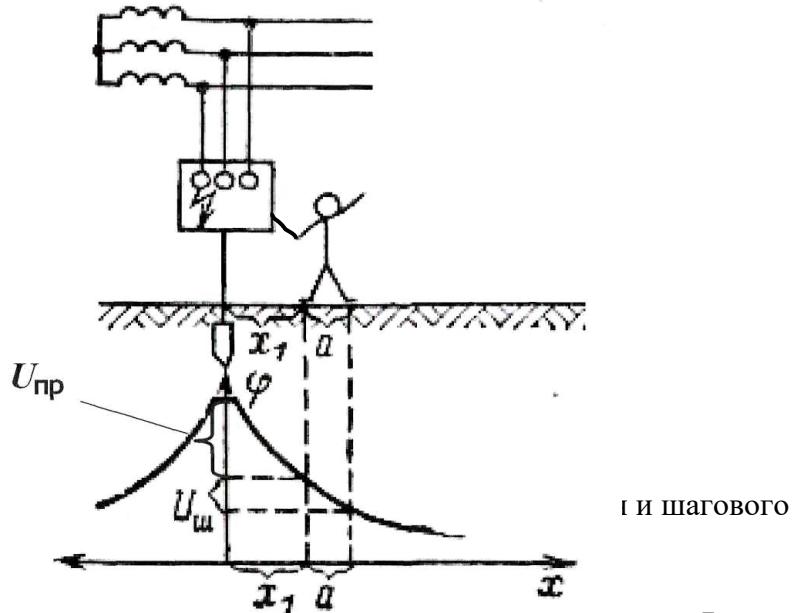


Рис.36. Схема

и шагового

$$U_{uu} = \Phi_{x_1} - \Phi_{x_1+a} = \Phi_3 \cdot \beta_{uu}; \quad \Phi_{x_1} = \frac{I_3}{2\pi x_1}; \quad \Phi_{x_1+a} = \frac{I_3 \rho}{2\pi(x_1 + a)};$$

$$\beta_{uu} = \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_1 + a} \right) r = \frac{ar}{x_1(x_1 + a)},$$

где  $\beta_{uu}$  – коэффициент шагового напряжения.

Напряжение шага зависит от потенциала замыкания и удельного сопротивления грунта, а также расстояния от заземлителя и ширины шага.

Напряжение шага максимально у заземлителя и уменьшается по мере удаления от заземлителя; вне поля растекания оно равно нулю.

Ток, обусловленный напряжением шага,

$$I_h = \frac{U_{uu}}{R_h}.$$

### Классификация помещений по опасности поражения электрическим током

Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), установлены три класса помещений по опасности поражения электрическим током (табл. 13).

Таблица 13

## Классификация помещений по электроопасности [ПУЭ]

Класс помещения	Характеристика помещения
Без повышенной опасности	В помещении отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. п. 2 и 3)
С повышенной опасностью	Наличие <b>одного</b> из признаков: 1) сырость (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%); 2) токопроводящая пыль (металлическая, угольная и т.п.); 3) токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.); 4) высокая температура (температура длительно превышает +35 °C); 5) возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой
Особоопасные	Характеризуются наличием: 1) особой сырости: влажность воздуха близка к 100 %; 2) химически активной или органической среды (агрессивные пары, газы, жидкости, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования); 3) одновременно двух или более условий повышенной опасности (см. п. 2)

**Методы и средства обеспечения электробезопасности**

Средства электробезопасности:

- 1) общетехнические;
- 2) специальные;
- 3) средства индивидуальной защиты.

К общетехническим средствам электробезопасности относятся:

- 1) рабочая изоляция;
- 2) двойная изоляция;
- 3) недоступность токоведущих частей (применение ограждающих средств – кожух, электрический шкаф и др.);
- 4) блокировки безопасности (механические, электрические);
- 5) малое напряжение. Малое напряжение, согласно стандарту – номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения.

жения электрическим током (ГОСТ12.1.009-76 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения). В 7-м издании ПУЭ водится понятие «сверхнизкое (малое) напряжение» (СНН) – напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока. Для переносных светильников – 36 В, для особо-опасных помещений и вне помещений – 12 В;

б) меры ориентации (использование маркировок отдельных частей электрооборудования, надписи, предупредительные знаки, разноцветная изоляция, световая сигнализация).

Наибольшее распространение среди технических мер защиты человека в сетях до 1000 В получили:

- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- электрическое разделение сети.

**Защитное заземление** – это *преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением* (рис. 37).

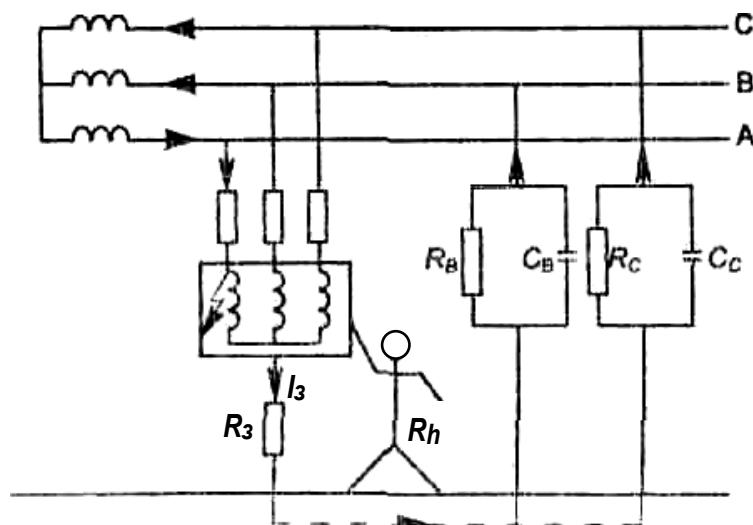


Рис. 37. Принципиальная схема защитного заземления

Защитное действие заземления основано на снижении напряжения прикосновения при попадании напряжения на нетоковедущие части (например, вследствие замыкания на корпус). Это достигается уменьшением разности потенциалов между корпусом электроустановки и землей за счет малого сопротивления заземления и повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли. Чем меньше сопротивление заземления, тем выше защитный эффект.

Значение сопротивления защитного заземления определяется из условия обеспечения на корпусе электроустановки допустимого напряжения прикосновения.

Защитное заземление применяется в трехфазной трехпроводной сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

В четырехпроводных трехфазных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В в качестве защитной меры в стационарных установках применяется зануление (см. рис. 38).

**Зануление** – это *преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.*

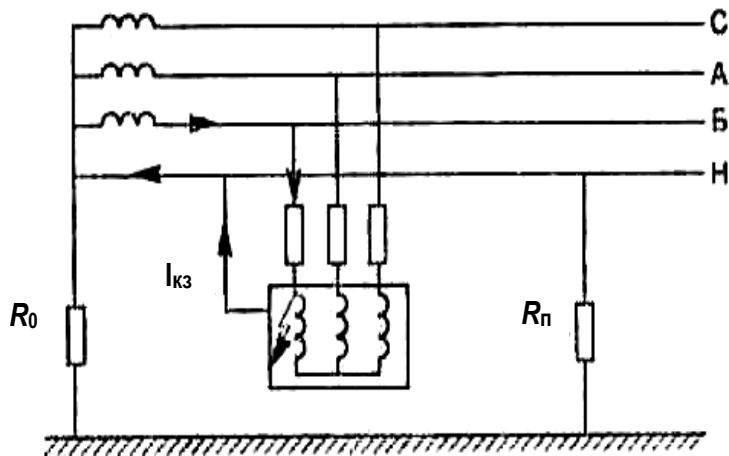


Рис. 38. Принципиальная схема зануления электроустановки:  
**H** – нулевой провод; **R<sub>0</sub>** – сопротивление заземления нейтрали; **R<sub>п</sub>** – повторное заземление нулевого провода

Защитное действие зануления состоит в следующем. При пробое изоляции на корпус образуется цепь с очень малым сопротивлением: фаза – корпус – нулевой провод – фаза. Следовательно, пробой на корпус при наличии зануления превращается в однофазное короткое замыкание (КЗ). Возникающий в цепи ток резко возрастает, в результате чего срабатывает максимальная токовая защита, эффективно отключающая поврежденный участок сети.

Для схемы зануления необходимо наличие в сети нулевого провода, заземления нейтрали источника и повторного заземления нулевого провода.

Назначение нулевого провода – создание для тока КЗ цепи с малым сопротивлением, чтобы этот ток был достаточным для срабатывания защиты, т.е. быстрого отключения поврежденной установки от сети.

Назначение повторного заземления нулевого провода, которое для воздушных сетей осуществляется через каждые 250 м, состоит в уменьшении потенциала зануленных корпусов при обрыве нулевого провода и замыкания фазы на корпус за местом обрыва. Поскольку повторное заземление значительно уменьшает опасность поражения током, но не устраняет ее полностью, поскольку необходима тщательная прокладка нулевого провода, чтобы исключить обрыв. Нельзя ставить в нулевом проводе предохранители, рубильники и другие приборы, нарушающие целостность нулевого провода.

Назначение заземления нейтрали – снижение до минимального значения напряжения относительно земли нулевого провода и всех присоединенных к нему корпусов при случайном замыкании фазы на землю.

**Защитное отключение** – это *быстро действующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения током*. Такая опасность может возникнуть, в частности, при замыкании фазы на корпус электрооборудования, при снижении сопротивления изоляции фаз относительно земли ниже определенного предела, при появлении в сети более высокого напряжения, при прикосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением.

При прикосновении человека к открытым токоведущим частям или корпусу электроустановки по фазному проводнику через УЗО (устройство защитного отключения) кроме тока нагрузки  $I_1$  протекает дополнительный ток утечки  $I_2$ . Когда этот ток превышает установленное значение, тогда срабатывает пусковой орган, приводящий в действие исполнительный механизм, который размыкает электрическую сеть: установка обесточивается за 0,1–0,2 с.

Любой из этих параметров, а точнее, изменение его до определенного предела, при котором возникает опасность поражения человека током, может служить импульсом, вызывающим срабатывание защитного отключающего устройства, т.е. автоматическое отключение опасного участка цепи.

Защитное отключение может применяться в качестве единственной меры защиты в передвижных электроустановках напряжением до 1000 В либо в сочетании с защитным заземлением или занулением.

В качестве примера защитного отключения рассмотрим устройство защитного отключения (УЗО) (рис. 39), назначение которого – быстрое отключение от сети установки, если напряжение ее корпуса относительно земли окажется выше некоторого предельно допустимого значения  $U_{\text{Кдоп}}$ , вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным.

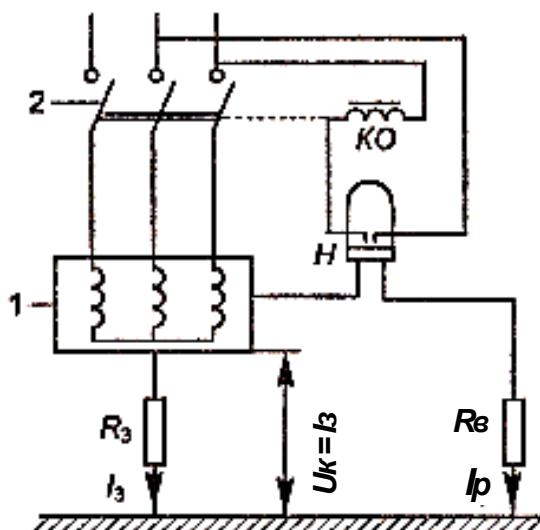


Рис. 39. Принципиальная схема защитного отключения электроустановки при появлении напряжения на ее корпусе:

1 – корпус; 2 – автоматический выключатель; **KО** – катушка отключения;  
**H** – реле напряжения максимальное; **R<sub>3</sub>** – сопротивление защитного заземления;  
**R<sub>в</sub>** – сопротивление вспомогательного заземления

При замыкании фазного провода на заземленный корпус электроустановки сначала проявится защитное свойство заземления, в результате чего напряжение корпуса будет ограничено некоторым значением  $U_K$ . Затем, если значение  $U_K$  окажется выше заранее установленного предельно допустимого напряжения  $U_{K\text{доп}}$ , равного 20 В, срабатывает защитно-отключающее устройство. При этом реле максимального напряжения, замкнув контакты, подает питание на отключающую катушку, которая вызовет отключение выключателя, что приводит к отключению электроустановки от сети. Применение этого типа УЗО ограничивается электроустановками до 1000 В с индивидуальным заземлением.

**Разделение электрической сети** (согласно ГОСТ 12.1.009–76) – это разделение электрической сети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью разделительного трансформатора.

В сетях с изолированной нейтралью ток, проходящий через человека  $I_h$ , при однофазном прикосновении зависит от сопротивления изоляции  $R_\phi$  и емкости сети  $C_\phi$  относительно земли. Когда значения  $R_\phi$  и  $C_\phi$  таковы, что ток  $I_h$  превышает длительно допустимый, целесообразно разделение сети с помощью разделительных трансформаторов с коэффициентом трансформации 1:1 на несколько более коротких сетей, сопротивления изоляции которых будут выше, а емкость относительно земли меньше по сравнению с сетью в целом (рис. 40).

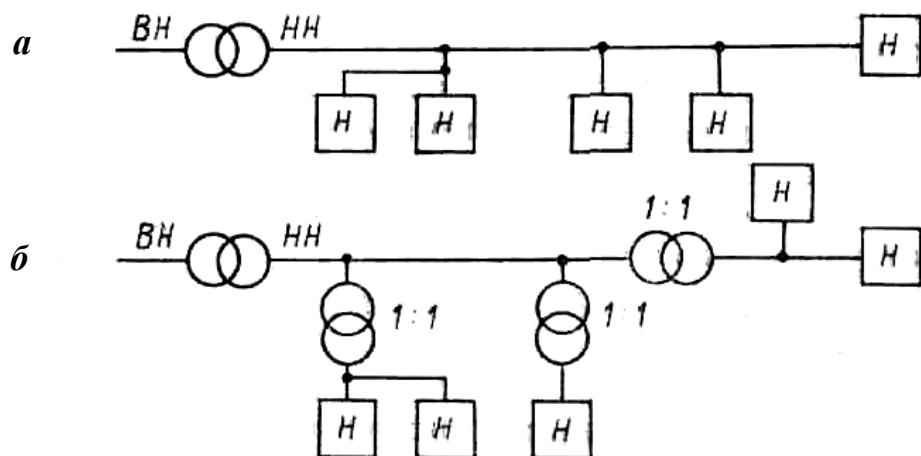


Рис. 40. Электрическая распределительная сеть:  
а – до разделения; б – после разделения: Н – нагрузка

### Средства индивидуальной защиты, используемые в электроустановках

Средства защиты, используемые в электроустановках (рис. 41), по своему назначению подразделяются на две категории: **основные и дополнительные**.

**Основные электрозащитные средства** – это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.



Рис. 41. Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках

*а* – изолирующие штанги; *б* – изолирующие клещи; *в* – диэлектрические перчатки; *г* – диэлектрические боты; *д* – диэлектрические галоши; *е* – резиновые коврики и дорожки, лакоткань (используется в качестве гибкого электроизоляционного материала в электрических машинах и аппаратах); *ж* – изолирующая подставка; *з* – монтерский инструмент с изолированными ручками; *и* – токоизмерительные клещи

*Дополнительные электрозащитные средства* – это средства защиты, дополняющие основные средства, а также служащие для защиты от напряжения

прикосновения и напряжения шага, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами. Классификация электрозащитных средств приведена в табл. 14.

Все электрозащитные средства перед эксплуатацией проходят приемо-сдаточные испытания и периодически (через 6...36 месяцев) подвергаются контрольным осмотрам и эксплуатационным электрическим испытаниям повышенным напряжением.

Таблица 14

**Классификация средств индивидуальной защиты, используемых  
в электроустановках**

Виды средств	Наименование средств защиты при напряжении электроустановки	
	до 1000 В	свыше 1000 В
Основные	Изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими ручками	Изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, изолирующие устройства и приспособления для работ на высоковольтных линиях с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям
Дополнительные	Диэлектрические галоши, диэлектрические коврики, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, ограждающие устройства, плакаты и знаки безопасности	Диэлектрические перчатки и боты, диэлектрические коврики, изолирующие подставки и накладки, индивидуальные изолирующие комплекты, диэлектрические колпаки, переносные заземления, ограждающие устройства, плакаты и знаки безопасности

**Первая помощь при поражениях электрическим током**

Первая помощь при несчастных случаях, вызванных поражением электрическим током, включает два этапа: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной медицинской помощи.

*Освобождение пострадавшего от действия тока.* Первым действием должно быть быстрое отключение той части установки, к которой прикасается пострадавший. Если быстро отключить установку нельзя, надо отделить пострадавшего от токоведущих частей.

*Способы оказания первой помощи.* Оказание первой помощи зависит от состояния, в котором находится пораженный электрическим током. Для определения этого состояния необходимо немедленно:

- уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;
- проверить наличие у пострадавшего дыхания, пульса;
- выяснить состояние зрачка – узкий или расширенный (расширенный зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга). Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача независимо от состояния пострадавшего.

При этом следует немедленно начать оказание соответствующей помощи:

- если сознание отсутствует, но сохранились устойчивые пульс и дыхание, нужно ровно и удобно уложить пострадавшего на подстилку, расстегнуть одежду, обеспечить приток свежего воздуха и полный покой; давать пострадавшему нюхать нашатырный спирт и обрызгивать его водой;
- если пострадавший плохо дышит (резко, судорожно), следует делать искусственное дыхание и наружный массаж сердца;
- если отсутствуют признаки жизни (дыхание, сердцебиение, пульс), также надо делать искусственное дыхание и массаж сердца. Заключение о смерти может сделать только врач. Первую помощь нужно оказывать немедленно и непрерывно, тут же на месте.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Сформулируйте понятие «электробезопасность».
2. Перечислить и охарактеризовать виды действия электрического тока на организм человека.
3. Два вида поражений электрическим током. Виды электротравм и степени электроударов.
4. Перечислить факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.
5. Основные реакции организма на прохождение тока и соответствующие им значения токов.
6. Влияние сопротивления тела человека на исход поражения током.
7. Анализ поражения током при различных схемах включения человека в трехфазную электрическую сеть. Какой из рассмотренных случаев является наиболее опасным?
8. Напряжение прикосновения и напряжение шага
9. **Задача.** Определить величину шагового напряжения на расстоянии  $x_1 = 2$  м от точки замыкания, если ток замыкания на землю  $J_3 = 50$  А. Ширину шага принять  $a = 1$  м, удельное сопротивление грунта  $\rho = 100$  Ом·м. Чему равен в этом случае ток через человека? Чему будет равно шаговое напряжение на расстоянии 10 м при заданных условиях?
10. Классы помещений по опасности поражения электрическим током
11. Средства обеспечения электробезопасности: общетехнические и специальные.
12. Средства индивидуальной защиты, используемые в электроустановках: основные и дополнительные.
13. Первая помощь при поражениях электрическим током.

# **АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА**

**Аттестация рабочих мест по условиям труда** – это оценка условий труда на рабочих местах в целях выявления вредных и опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда (ТК РФ, ст. 209).

«Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» утвержден приказом Минздравсоцразвития РФ от 26.04.2011 № 342

*Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда используются в целях:*

- **контроля состояния условий труда** на рабочих местах и правильности обеспечения работников сертифицированными средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- **оценки профессионального риска;**
- предоставления работникам **достоверной информации** об условиях труда на рабочих местах;
- предоставления работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, бесплатной сертифицированной **специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ** в соответствии с установленными нормами;
- подготовки **статистической отчетности** об условиях труда;
- последующей **сертификации** соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
- расчета **скидок и надбавок к страховому тарифу** в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- решения вопроса о **связи заболевания с профессией** при подозрении на профессиональное заболевание, о диагнозе профессионального заболевания;
- принятия мер по надлежащему **санитарно-бытовому и профилактическому обеспечению** работников организации;
- обоснования **ограничений труда для отдельных категорий работников**;
- **включения в трудовой договор** характеристики условий труда и компенсаций работникам за работу в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда;
- обоснования **планирования и финансирования** мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях;
- создания **банка данных** существующих условий труда на уровне организаций, муниципального образования, органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации и на федеральном уровне;
- применения предусмотренных законодательством **мер ответственности** к лицам, виновным в нарушениях законодательства об охране труда, и др.

*Аттестация рабочих мест по условиям труда должна проводиться не реже чем раз в пять лет.*

Руководитель организации приказами назначает комиссию по проведению аттестации, устанавливает сроки и перечень рабочих мест, подлежащих аттестации.

## **Аттестация рабочих мест по условиям труда включает:**

- оценку соответствия условий труда гигиеническим нормативам;
- оценку травмоопасности рабочих мест;
- оценку обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

- комплексную оценку условий труда на рабочих местах

**Оценка соответствия условий труда гигиеническим нормативам.** Оценка соответствия условий труда гигиеническим нормативам проводится путем инструментальных измерений и оценок уровней факторов производственной среды и трудового процесса в ходе осуществления штатных производственных (технологических) процессов и (или) штатной деятельности организации. Оценка соответствия условий труда гигиеническим нормативам проводится согласно критериям оценки и классификации условий труда, на основании которых определяется класс условий труда по каждому фактору.

Объектами оценки **травмоопасности** являются:

- производственное оборудование (машины, механизмы, устройства необходимые для работы);
- приспособления и инструменты (ручные машины, инструмент, необходимые приспособления для выполнения работ технологическая оснастка)
- соответствие подготовки работников по вопросам охраны труда установленным требованиям (инструкции по охране труда, документы, подтверждающие прохождение обучения и проверку знаний)

## **Классы условий труда по фактору травмоопасности:**

### **первый - оптимальный:**

- полное соответствие нормативным требованиям охраны труда или отсутствует производственное оборудование и инструмент;

### **второй - допустимый:**

- производятся работы, связанные с ремонтом производственного оборудования, зданий и сооружений,
- производятся работы повышенной опасности и другие работы, требующие специального обучения по охране труда;
- эксплуатируется производственное оборудование с превышенным сроком службы;
- выявлены повреждения и (или) неисправности средств защиты, не снижающие их защитных функций;

### **третий – опасный:**

- выявлено одно и более несоответствие требованиям охраны труда.

Документальное оформление результатов аттестации предполагает составление протоколов измерений и обследований, карт аттестации и ведомостей.

Материалы аттестации являются документами строгой отчетности и хранятся в течение 45 лет.

**Комплексная оценка состояния условий труда на рабочем месте включает результаты оценок:**

- класса (подкласса) условий труда, установленного по результатам оценки соответствия условий труда гигиеническим нормативам;

- класса условий труда по травмоопасности;
- обеспеченности работников СИЗ.

При соответствии условий труда на рабочем месте гигиеническим нормативам, невыявлении при оценке травмоопасности рабочего места несоответствия требованиям охраны труда и соответствии рабочего места требованиям обеспеченности работников СИЗ рабочее место признается **аттестованным с комплексной оценкой условий труда «соответствует государственным нормативным требованиям охраны труда»**.

При несоответствии условий труда на рабочем месте гигиеническим нормативам и (или) выявлении при оценке травмоопасности рабочего места несоответствия рабочего места требованиям охраны труда, и (или) несоответствии требованиям обеспеченности работников СИЗ рабочее место признается **аттестованным с комплексной оценкой условий труда «не соответствует государственным нормативным требованиям охраны труда»**.

*При отнесении условий труда на рабочем месте к опасным условиям труда работодателем незамедлительно разрабатывается и реализуется комплекс мер, направленных на снижение уровня воздействия опасных факторов производственной среды и трудового процесса либо на уменьшение времени их воздействия.*

Проведение работ в условиях чрезвычайных ситуаций (спасательные работы, тушение пожаров и т.д.) классифицируется по вредности и (или) опасности производственных факторов по классу 4, по травмоопасности – по классу 3.

С результатами аттестации рабочих мест знакомятся (под расписку) работники, занятые на этих рабочих местах.

Государственный контроль за качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда возложен на органы Государственной экспертизы условий труда Российской Федерации.

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое «аттестация рабочих мест по условиям труда»? Периодичность проведения аттестации.
2. Какой нормативный документ определяет порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда?
3. Цели проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.
4. Какие мероприятия включает аттестация рабочих мест?
5. Классы условий труда по травмобезопасности.
6. Результаты проведения аттестации, их документальное оформление, срок хранения материалов аттестации.
7. Каким органом осуществляется государственный контроль за качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда?

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

**Травма** – нарушение анатомической целостности тканей и органов тела или физиологических функций организма под действием внешних факторов, сопровождающееся их расстройством (ГОСТ 12.0.002 – 80 ССБТ. Термины и определения).

**Травматизм** – совокупность травм у определенных групп населения (работников, учащихся и т.д.) за определенный период времени.

Основные группы причин производственного травматизма показаны на схеме, приведенной на рис. 42



Рис. 42. Причины производственного травматизма

К **техническим** причинам относятся конструктивные недостатки оборудования; неисправность и недостаточная надежность машин, инструмента, сооружений; несовершенство средств защиты и т.д.

**Организационными** причинами являются неправильная организация работ; отсутствие инструкций по охране труда; допуск к работе неподготовленных работников и т.п.

**Личностные** причины (человеческий фактор): физические, психические и эмоциональные перегрузки; несоответствие возможностей человеческого организма выполняемой работе и т.д.

**Количественными критериями оценки травматизма** являются следующие показатели.

**Коэффициент частоты ( $K_{\text{ч}}$ )** – количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} 1000,$$

где  $T$  – количество несчастных случаев, произошедших за определенный период времени;

$P$  – среднесписочное число трудящихся в тот же период времени.

Коэффициент частоты обычно определяется по общему числу подлежащих учету несчастных случаев, а также по травматизму со смертельным исходом.

**Коэффициент тяжести ( $K_T$ )** – количество дней нетрудоспособности, приходящихся на один несчастный случай:

$$K_T = \frac{\Delta}{T},$$

где  $\Delta$  – общее число дней нетрудоспособности травмированных, временная трудоспособность которых закончилась в отчетном периоде.

**Коэффициент опасности производства ( $K_{\text{оп}}$ ):**

$$K_{\text{оп}} = K_{\text{ч}} \cdot K_T = \frac{\Delta}{P} 1000.$$

Данный показатель позволяет производить комплексную оценку состояния травматизма в целях принятия решения вопроса о возмещении ущерба здоровью пострадавших лиц. Этот показатель называют также **коэффициентом нетрудоспособности**, так как он равен числу дней нетрудоспособности, приходящихся на 1000 работающих.

## **РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И СЛУЧАЕВ ПРОФЗАБОЛЕВАНИЙ**

**Несчастный случай на производстве** – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или задания руководителя работ (ГОСТ 12.0.002 – 80 ССБТ. Термины и определения).

В соответствии со ст. 229 ТК РФ и Постановлением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. №653 «О формах документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве» Постановлением Минтруда РФ от 24 октября 2002 г. № 73 были утверждены:

- формы документов (формы 1 – 9), необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве;
- «Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях».

Указанные нормативные документы определяют порядок расследования и оформления несчастных случаев на производстве.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, произошедшие на производстве с работниками при выполнении ими трудовых обязанностей и работ по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

К ним относятся:

- работники, выполняющие работу по трудовому договору;
- граждане, выполняющие работу по гражданско-правовому договору;
- студенты и учащиеся образовательных учреждений соответствующего уровня, проходящие производственную практику.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи на производстве, если они произошли:

- в течение рабочего времени на территории предприятия или вне территории предприятия, во время, необходимое для приведения в порядок рабочего места и т.п. перед началом и после окончания работы, а также при выполнении работ в сверхурочное время;
- при следовании к месту работы или с работы на предоставленном работодателем транспорте;
- во время служебной командировки;
- при следовании к месту командировки и обратно;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя (его представителя) к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком и т.д.

Личный транспорт, используемый работником в соответствии с приказом (распоряжением) руководителя организации или уполномоченного им лица в служебных целях, рассматривается как транспорт, предоставленный организацией.

Несчастные случаи с работниками, выполняющими работы, имеющие передвижной характер, расследуются независимо от времени их происшествия, то есть во время непосредственного выполнения работником своих трудовых обязанностей, внутрисменного перерыва.

Работодатель несет ответственность за организацию и своевременное расследование и учет несчастных случаев, разработку и реализацию мероприятий по устранению причин этих случаев.

**Обязанности работодателя.** Работодатель или лицо, им уполномоченное, при несчастном случае обязан:

- 1) обеспечить оказание пострадавшему первой помощи, а при необходимости – доставку его в лечебное учреждение;
- 2) организовать формирование комиссии по расследованию;
- 3) обеспечить сохранение до начала расследования обстановки на рабочем месте (если это не угрожает жизни и здоровью работников и не приведет к аварии), при невозможности сохранить на рабочем месте обстановку – составить протокол осмотра, схему (эскизы) места происшествия с указанием точного расположения пострадавшего и механизмов, оборудования до и после происшествия несчастного случая, произвести фотографирование места происшествия;

4) сообщить в течение суток по установленной форме о каждом групповом несчастном случае на производстве (два или более пострадавших), тяжелом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом:

- в Государственную инспекцию труда;
- прокуратуру;
- орган исполнительной власти субъекта РФ;
- федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- территориальное объединение профсоюзов;
- орган государственного надзора (для организаций, подконтрольных таким органам);
- организацию, направившую пострадавшего работника.

По окончании временной нетрудоспособности пострадавшего работодатель обязан направить в Государственную инспекцию труда субъекта РФ и в соответствующих случаях – в Ростехнадзор сообщения установленной формы о последствиях несчастного случая, о решении прокуратуры по факту возбуждения уголовного дела или об отказе в нем и о выполненных мероприятиях по предупреждению подобных случаев.

**Порядок расследования.** Расследование проводит комиссия, утвержденная приказом руководителя организации. В состав комиссии по расследованию несчастных случаев в соответствии с нормами статьи 229 Трудового кодекса РФ должно быть включено **не менее трех человек**, однако во всех случаях комиссия формируется из **нечетного** количества членов.

Состав комиссии:

- специалист по охране труда;
- представители работодателя;
- представители общественной организации, уполномоченной представлять интересы трудового коллектива.

Несчастные случаи, произошедшие с работниками сторонних организаций, расследуются с участием полномочного представителя этих организаций.

**Срок расследования** – 3 календарных дня с момента происшествия.

Расследование несчастных случаев, о которых не было своевременно (**срок не ограничен**) сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются **в течение месяца со дня поступления заявления** от пострадавшего или его доверенного лица.

На каждый несчастный случай оформляется акт по форме Н-1, который подписывается членами комиссии, утверждается работодателем и заверяется печатью организации.

Акт по форме Н-1 оформляется в **трех экземплярах**:

- один экземпляр выдаётся пострадавшему (его доверенному лицу) или родственникам погибшего по их требованию не позднее 3 дней после окончания расследования;
- второй экземпляр хранится вместе с материалами расследования в течение **45 лет** в организации по основному месту работы пострадавшего;
- при несчастном случае на производстве с застрахованным третий экземпляр направляется в местное отделение Фонда социального страхования.

## **Особенности расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая, несчастного случая на производстве со смертельным исходом**

Групповым несчастным случаем признается такой, при котором пострадали **2 работника и более**.

При несчастном случае (в том числе и групповом), **в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья**, либо несчастном случае (в том числе и групповом) со смертельным исходом проводится специальное расследование.

Состав комиссии и сроки расследования несчастных случаев на производстве в зависимости от их характера и тяжести приведены в табл. 15. При несчастном случае, произошедшем в организации или на объекте, подконтрольных территориальному органу федерального органа исполнительной власти, осуществляющему функции по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности (Ростехнадзору), состав комиссии утверждается руководителем соответствующего территориального органа. Возглавляет комиссию представитель этого органа.

На несчастные случаи в организациях, подконтрольных Ростехнадзору,дается по установленной форме заключение этого органа.

Срок расследования – 15 календарных дней. Срок расследования может быть продлен при наличии объективных обстоятельств, препятствующих расследованию, либо при необходимости проведения дополнительных экспертиз.

Конкретный объем материалов расследования определяется **председателем комиссии** в зависимости от характера и обстоятельств каждого конкретного происшествия. Примерный перечень таких документов приведен в статье 229 Трудового кодекса РФ.

По требованию комиссии работодатель обязан обеспечить:

- выполнение необходимых экспертных работ (расчетов, исследований, испытаний и др.);
- фотографирование, телесъемку и т.п.;
- предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи и средств индивидуальной защиты.

По результатам расследования оформляются следующие документы:

- акт расследования группового несчастного случая на производстве, несчастного случая с возможным инвалидным исходом, несчастного случая со смертельным исходом;
- акты по форме Н-1 на каждого пострадавшего;
- материалы расследования (планы, схемы, фото-, кино- и видеоматериалы, документы, медицинские заключения, предписания и т.д.).

Данные документы в трехдневный срок после их оформления должны быть направлены работодателем:

- в прокуратуру;
- Государственную инспекцию труда субъекта РФ;
- органы государственного надзора (по их требованию).

Таблица 15

**Состав комиссии и сроки расследования несчастных случаев (НС)  
на производстве**

№ п/п	Условия НС	Состав комиссии	Сроки рас- следования
1	Несчастный случай (неосложнен- ный)	а) представитель работодателя б) представитель профсоюзного органа (иного уполномоченного представительного органа) в) специалист по охране труда (или лицо, выполняющее его функции)	В течение 3 кален- дарных дней
2	Групповой несчастный слу- чай, тяжелый несчастный случай, несчастный случай со смертельным исходом	а) представитель работодателя б) представитель профсоюзного органа (иного уполномоченного представительного органа) в) специалист по охране труда (или лицо, выполняющее его функции) г) государственный инспектор по охране труда д) представители органа исполнительной власти субъекта РФ (или органа местного самоуправления) е) представитель территориального объединения организаций профсоюзов	В течение 15 кален- дарных дней
3	Групповой несчастный случай с числом погибших 5 и более человек	а) специалист по охране труда (или лицо, выполняющее его функции) б) представитель профсоюзного органа (иного уполномоченного представительного органа) в) уполномоченный по охране труда на производстве г) государственный инспектор по охране труда д) представители органа исполнительной власти субъекта РФ (или органа местного самоуправления) е) представитель территориального объединения организаций профсоюзов ж) представитель Федеральной инспекции труда з) представитель федерального органа исполнительной власти (по ведомственной принадлежности) и) представитель Общероссийского объединения профсоюзов	В течение 15 кален- дарных дней
4	Групповые ава- рии с числом по- гибших 15 чело- век и более	Состав комиссии определяется и утверждается Правительством РФ	В течение 15 кален- дарных дней

**Содержание акта формы Н-1.** По каждому несчастному случаю на производстве, повлекшему за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть, оформляется акт о несчастном случае по форме Н-1 следующего содержания:

1. Дата и время произошедшего несчастного случая, через сколько полных часов от начала работы (смены) с пострадавшим произошел несчастный случай.
2. Наименование организации, где произошел несчастный случай, ее адрес, отрасль. Наименование цеха (участка) организации.
3. Наименование и адрес организации, направившей работника.
4. Комиссия, проводившая расследование.
5. Сведения о пострадавшем. Фамилия, имя, отчество пострадавшего. Пол. Возраст. Профессия (должность). Стаж работы (число полных лет работы, при выполнении которой произошел несчастный случай).
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда.
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай.
8. Обстоятельства несчастного случая.
  - 8.1. Вид происшествия.
  - 8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья.
  - 8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.
  - 8.4. Очевидцы несчастного случая.
9. Причины несчастного случая (основная и сопутствующие причины НС со ссылками на нарушение требований законодательных и иных нормативных актов).
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда. Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, указывается степень его вины (в процентах), определенная комиссией по расследованию несчастных случаев на производстве.

11. Мероприятия и сроки по устранению причин несчастного случая.

**При групповом несчастном случае акт по форме Н-1 оформляется на каждого пострадавшего.**

Расследование профессиональных заболеваний производится в соответствии с порядком, установленным Положением о расследовании и учете профессиональных заболеваний, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 15 декабря 2000 г. № 967.

Положением установлены два окончательных диагноза профессиональных заболеваний: острое профессиональное заболевание и хроническое профессиональное заболевание.

Под **острым** профессиональным заболеванием понимается заболевание, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного факто-

ра, повлекшее стойкую или временную утрату профессиональной трудоспособности.

Под **хроническим** профессиональным заболеванием понимается заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора, повлекшее стойкую или временную утрату профессиональной трудоспособности.

Профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от травм и профзаболеваний, является **страховым случаем**.

Расследованию и учету подлежат острые и хронические профессиональные заболевания (отравления), возникновение которых у работников обусловлено воздействием **вредных** производственных факторов при выполнении ими трудовых обязанностей или производственной деятельности по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

К ним относятся:

- работники, выполняющие работу по трудовому договору;
- граждане, выполняющие работу по гражданско-правовому договору;
- студенты образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования и учащиеся образовательных учреждений, проходящие производственную практику в организациях

В целях расследования обстоятельств и причин возникновения профессионального заболевания работодатель обязан в течение 10 дней со дня даты получения извещения об установлении заключительного диагноза причин возникновения у работника профессионального заболевания образовать комиссию, возглавляемую главным врачом Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В состав комиссии входят представитель работодателя, специалист по охране труда, представитель учреждения здравоохранения, профсоюзного или иного уполномоченного работниками представительного органа.

Профессиональное заболевание у работника, направленного для выполнения работы в другую организацию, расследуется в той организации, где произошел указанный случай. В состав комиссии входит полномочный представитель организации, направившей работника. Несвоевременное прибытие представителя не является основанием для изменения сроков расследования.

В тех случаях, когда по месту настоящей работы исключено влияние вредного производственного фактора,ющего вызывать данное профзаболевание, расследование проводится по месту прежней работы с вредным производственным фактором.

Для принятия решения по результатам расследования необходимы следующие документы:

- а) приказ о создании комиссии;
- б) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда работника;
- в) сведения о проведенных медицинских осмотрах;
- г) выписки из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний работника по охране труда;

- д) протоколы объяснений работника, других лиц;
- е) экспертные заключения специалистов, результаты исследований;
- ж) медицинская документация о характере и степени тяжести повреждения здоровья работника;
- з) копии документов, подтверждающие выдачу работнику средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- и) выписки из ранее выданных по данному объекту предписаний Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и др.

Если комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то **комиссия устанавливает степень вины застрахованного (в процентах)**.

По результатам расследования комиссия составляет акт о случае профессионального заболевания.

Работодатель в месячный срок после завершения расследования обязан на основании акта издать приказ о конкретных мерах по предупреждению профессиональных заболеваний.

Об исполнении решений комиссии работодатель письменно сообщает в Центр санитарно-эпидемиологического надзора.

Акт о случае профессионального заболевания составляется в трехдневный срок по истечении срока расследования в пяти экземплярах, предназначенных для работника, работодателя, Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, Центра профессиональной патологии (учреждения здравоохранения) и страховщика. Акт подписывается членами комиссии, утверждается главным врачом Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и заверяется печатью центра.

Акты о случае профессионального заболевания вместе с материалами расследования подлежат хранению в течение **75 лет** в Центре государственного санитарно-эпидемиологического надзора и в организации, где проводилось расследование.

Каждый акт по форме Н-1 учитывается организацией по месту основной работы (учебы, службы) пострадавшего и регистрируется в журнале регистрации несчастных случаев по установленной форме.

Каждый несчастный случай, оформленный актом по форме Н-1, включается в статистический отчет о временной нетрудоспособности и травматизме на производстве (форма №7 – травматизм).

Профессиональное заболевание учитывается Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, проводившим расследование.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Сформулировать понятия «травма», «травматизм», «несчастный случай на производстве».
2. Классификация причин травматизма.

3. Показатели производственного травматизма: коэффициент частоты, коэффициент тяжести, коэффициент нетрудоспособности.
4. Законодательные и нормативные документы, определяющие порядок расследования несчастных случаев на производстве.
5. Какие несчастные случаи подлежат расследованию и учету?
6. Обязанности работодателя при несчастном случае.
7. Порядок расследования несчастных случаев на производстве.
8. В каких случаях проводится специальное расследование?
9. Какой несчастный случай на производстве называется групповым?
10. Состав комиссии и сроки расследования:
  - при легком (неосложненном) несчастном случае;
  - при групповом, тяжелом и смертельном несчастном случае на производстве.
11. Кем определяется и утверждается состав комиссии при групповых авариях с числом погибших 15 человек и более?
12. Оформление результатов расследования несчастных случаев на производстве. Содержание акта по форме Н-1.
13. Кем определяется степень вины пострадавшего в случае установления факта его грубой неосторожности, содействовавшей возникновению или увеличению вреда, причиненного здоровью? Как это влияет на размер компенсаций застрахованному работнику?
14. Порядок расследования обстоятельств и причин возникновения профессионального заболевания.
15. Порядок оформления акта о случае профессионального заболевания. Срок хранения материалов расследования.
16. Учет несчастных случаев на производстве и случаев профзаболеваний.
17. **Задача.** Определить коэффициент частоты и тяжести производственного травматизма для подразделения, в котором:
  - среднесписочное число работающих за отчетный период  $P = 10000$  чел.;
  - количество несчастных случаев  $T = 50$ ;
  - общее число дней нетрудоспособности  $D = 750$ .

## **РАЗДЕЛ 4** **ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ**

В теории БЖД **чрезвычайная ситуация (ЧС)** – это совокупность событий, результат наступления которых характеризуется одним или несколькими из следующих признаков:

- а) опасность для жизни и здоровья значительного числа людей;
- б) существенное нарушение экологического равновесия в районе чрезвычайной ситуации;
- в) выход из строя систем жизнеобеспечения и управления, полное или частичное прекращение хозяйственной деятельности;
- г) значительный материальный и экономический ущерб;
- д) необходимость привлечения больших, как правило, внешних по отношению к району ЧС сил и средств для спасения людей и ликвидации последствий;
- е) психологический дискомфорт для больших групп людей.

Характерно, что ЧС возникает внешне **неожиданно, внезапно**.

### **ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Правовую основу организации работ в *чрезвычайных ситуациях* и в связи с ликвидацией их последствий составляют законы РФ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994 г.), «О пожарной безопасности» (1994 г.); «Об использовании атомной энергии» (1995 г.); «О радиационной и ядерной безопасности населения» (1996 г.); «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1998 г.). Среди подзаконных актов в этой области отметим постановление Правительства РФ «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (1995 г.).

**Комплекс стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (БЧС).** Основные нормативно-технические документы по чрезвычайным ситуациям объединены в комплекс стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (БЧС).

Обозначение отдельного стандарта в комплексе состоит из индекса (ГОСТ Р), номера системы по классификатору (ГСС–22), номера (шифра) группы, порядкового номера стандарта в группе и года утверждения или пересмотра стандарта. Например, ГОСТ Р 22.0.01–94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.

Стандарты группы 0 устанавливают:

- основные положения (назначение, структуру, классификацию комплекса стандартов);
- основные термины и определения в области обеспечения безопасности в ЧС;
- классификацию ЧС, а также номенклатуру и классификацию поражающих факторов и т.д.

Содержание остальных групп стандартов определяется их кодовым наименованием (табл. 16).

Таблица 16

## Классификация стандартов, входящих в комплекс стандартов БЧС

Номер группы	Группа стандартов	Кодовое наименование
0	Основополагающие стандарты	Основные положения
1	Стандарты в области мониторинга и прогнозирования	Мониторинг и прогнозирование
2	Стандарты в области обеспечения безопасности объектов экономики	Безопасность объектов экономики
3	Стандарты в области обеспечения безопасности населения	Безопасность населения
4	Стандарты в области обеспечения безопасности продовольствия, пищевого сырья и кормов	Безопасность продовольствия
5	Стандарты в области обеспечения безопасности сельскохозяйственных животных и растений	Безопасность животных и растений
6	Стандарты в области обеспечения безопасности водоисточников и систем водоснабжения	Безопасность воды
7	Стандарты на средства и способы управления, связи и оповещения	Управление, связь, оповещение
8	Стандарты в области ликвидации чрезвычайных ситуаций	Ликвидация чрезвычайных ситуаций
9	Стандарты в области технического оснащения аварийно-спасательных формирований, средств специальной защиты и экипировки спасателей	Аварийно-спасательные средства
10, 11	Резерв	

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**Чрезвычайная ситуация** – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери или нарушения условий жизнедеятельности людей.

**Авария** – чрезвычайное событие техногенного характера, произошедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам либо из-за случайных внешних воздействий и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений.

**Катастрофа** – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

**Опасное природное явление** – стихийное событие природного происхождения, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызывать отрицательные последствия для жизнедеятельности людей, экономики и природной среды.

**Стихийное бедствие** – катастрофическое природное явление (или процесс), которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

**Экологическое бедствие (экологическая катастрофа)** – чрезвычайное событие особо крупных масштабов, вызванное изменением (под воздействием антропогенных факторов) состояния суши, атмосферы, гидросферы и биосферы и отрицательно повлиявшее на здоровье людей, их духовную сферу, среду обитания, экономику или генофонд. Экологические бедствия часто сопровождаются необратимыми изменениями природной среды.

Всю совокупность возможных чрезвычайных ситуаций целесообразно разделить на **конфликтные** и **бесконфликтные**. К первым относят военные столкновения, экономические кризисы, экстремистскую политическую борьбу, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм, разгул уголовной преступности. Ко вторым относятся чрезвычайные ситуации техногенного, природного и экологического характера. Далее будут рассмотрены только бесконфликтные чрезвычайные ситуации. Эти чрезвычайные ситуации классифицируются по значительному числу признаков, описывающих явления с различных сторон их природы и свойств.

Во исполнение Федерального закона «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» Правительство РФ своим постановлением № 1094 от 13.09.96 утвердило «Положение о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

В этом постановлении ЧС классифицируются в зависимости от количества людей, пострадавших в этих ситуациях, или людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, а также границы зон распространения поражавших факторов чрезвычайных ситуаций.

Классификация чрезвычайных ситуаций осуществляется по следующим признакам.

**1. По причинам возникновения:**

- 1) техногенного (антропогенного) характера;
- 2) природного характера;
- 3) экологического характера.

**2. По масштабу распространения** чрезвычайные ситуации подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные (табл. 17).

Таблица 17

## Классификация чрезвычайных ситуаций по масштабу

Масштаб ЧС	Последствия ЧС			
	Пострадало, чел.	Нарушены условия жизнедеятельности, чел.	Материальный ущерб, тыс. МРОТ	Зона распространения ЧС
Локальная	$\leq 10$	$\leq 100$	$\leq 1$	В пределах территории объекта
Местная	$\leq 50$	$\leq 300$	$\leq 5$	В пределах населенного пункта, города, района
Территориальная	$\leq 500$	$\leq 500$	$\leq 500$	В пределах субъекта Российской Федерации
Региональная	$\leq 500$	$\leq 1000$	$\leq 5000$	В пределах нескольких областей (краев) или экономического района
Федеральная	$> 500$	$> 1000$	$> 5000$	Зона ЧС выходит за пределы территории двух субъектов РФ
Трансграничная	ЧС, поражающие факторы которой выходят за пределы РФ, или ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ			

1). К **локальной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тысячи минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения. Может быть ликвидирована силами и ресурсами объекта.

2). К **местной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 1 тысячи, но не более 5 тысяч минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

3). К **территориальной** относится ЧС, в результате которой пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности от 300 до 500

человек, либо материальный ущерб составил от 5 тысяч до 0,5 миллиона минимальных размеров оплаты труда и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы субъекта Российской Федерации.

4). К **региональной** относится ЧС, в результате которой пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности от 500 до 1000 человек, либо материальный ущерб составляет от 0,5 до 5 миллионов минимальных размеров оплаты труда. Региональные ЧС распространяются на несколько областей (краев) или экономический район.

5). К **федеральной** относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 миллионов минимальных размеров оплаты труда. Зона чрезвычайной ситуации выходит за пределы территории двух субъектов РФ.

6). К **трансграничной** относится чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы РФ, или ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ.

**3. По характеру поражающих факторов или источников опасности:**

- 1) тепловые;
- 2) химические;
- 3) радиоактивные;
- 4) воздействие ударной волны или урагана;
- 5) гидрологические;
- 6) биологические.

**4. По характеру воздействия на основные объекты поражения:**

- 1) разрушение;
- 2) заражение;
- 3) затопление;
- 4) пожары.

**5. По причинам возникновения аварий:**

- 1) неудачные проектные решения, отступление от проектной документации;
- 2) недооценка действующей нагрузки (снег, производственная пыль, ветер и т.п.);
- 3) потеря устойчивости;
- 4) некачественные изготовление, монтаж конструкции;
- 5) нарушение правил эксплуатации;
- 6) аварии в результате усталости, вибраций, коррозии;
- 7) непредвиденные стихийные бедствия (погодные, геофизические и т.п.).

**6. По степени внезапности:**

- 1) внезапные (взрывы, транспортные аварии, землетрясения);
- 2) быстро распространяющиеся (пожары, выброс аварийно химически опасных веществ (АХОВ), гидродинамические аварии с образованием волн прорыва, сель);
- 3) умеренно распространяющиеся (выброс радиоактивных веществ, аварии на коммунальных системах, извержение вулканов, половодье);

4) медленно распространяющиеся (аварии на очистных сооружениях, засуха, эпидемии, экологические отклонения).

**7. По отраслям экономики, где могут возникнуть ЧС:**

- 1) на транспорте;
- 2) в промышленности и энергетике;
- 3) в строительстве;
- 4) в коммунально-жилищной сфере.

**8. По долговременности и обратимости последствий:**

1) кратковременного воздействия (загрязнение участка местности аварийно химически опасными веществами (АХОВ); затопление отдельных населенных пунктов в период паводка, интенсивного снеготаяния и т.п.);

2) долговременного воздействия (загрязнение местности радиоактивными веществами; спад уровней радиации до допустимых в среднем происходит через 10 периодов полураспада основных радионуклидов).

Для практического использования общей классификации ЧС в единой системе предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях разработаны классификаторы, ЧС по группам, типам и видам, позволяющие специальным образом кодировать ЧС.

## **ОЧАГИ ПОРАЖЕНИЯ, СОЗДАВАЕМЫЕ ПРИ ЧС**

В последовательности развития чрезвычайных ситуаций можно выделить **три характерные фазы**.

**1-я фаза** – накопление дефектов в оборудовании или отклонений от нормального состояния или процессов. Эта фаза может длиться минуты, сутки или даже годы. Сами по себе дефекты или отклонения еще не приводят к аварии, но готовят почву для нее. Операторы, как правило, не замечают этой фазы из-за невнимания к регламенту или из-за недостатка информации о работе объекта, так что у них не возникает чувства опасности.

**2-я фаза** – происходит неожиданное и редкое событие, которое существенно меняет ситуацию. Операторы пытаются восстановить нормальный ход технологического процесса, но, не обладая полной информацией, зачастую только усугубляют развитие аварии. В этот период в ряде случаев еще может существовать реальная возможность либо ее предотвратить, либо существенно уменьшить ее последствия.

**3-я фаза** – на этой фазе еще одно неожиданное событие – иногда совсем незначительное – играет роль толчка, после которого техническая система перестает подчиняться людям и происходит катастрофа.

На третьей фазе развития чрезвычайной ситуации образуется **очаг поражения**.

**Очаг поражения** – ограниченная территория, в пределах которой под воздействием поражающих факторов ЧС произошли массовая гибель или поражение людей различной степени тяжести, уничтожение сельскохозяйственных животных и растений, значительные разрушения или повреждения зданий, сооружений, технологического оборудования, нанесен ущерб окружающей природной среде.

Очаги поражения могут быть **простыми** (при воздействии одного пора-

жающего фактора) и **комбинированными** (при воздействии двух и более поражающих факторов), они могут иметь на местности различные очертания.

Для оценки ущерба, причиненного объекту, установлены следующие степени разрушения зданий, сооружений, технологического оборудования.

### **1. Полное разрушение:**

а) для зданий и сооружений – обрушение всего сооружения, в пределах периметра здания образуется сплошной завал, здание не подлежит ремонту, подвальные и цокольные этажи полностью разрушены;

б) для технологического оборудования – приходит в полную негодность. Ущерб от разрушения составляет 90...100 % балансовой стоимости объекта.

### **2. Сильное разрушение:**

а) для зданий и сооружений – разрушение части стен и перекрытий нижних этажей и подвалов, в результате чего повторное использование помещений невозможно или нецелесообразно;

б) для технологического оборудования – смещение с фундаментов, деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей, повреждение электропроводки, ремонт и восстановление, как правило, нецелесообразны. Ущерб составляет 50...90 %.

### **3. Среднее разрушение:**

а) для зданий и сооружений – разрушение внутренних перегородок, дверей, окон и перекрытий, появление трещин в стенах и в оборудовании чердачных перекрытий, подвалы сохраняются, восстановление возможно в порядке проведения капитального ремонта;

б) для технологического оборудования – повреждение и деформация основных деталей, повреждение электропроводки, приборов автоматики, использование оборудования возможно после капитального ремонта. Ущерб составляет 30...50 %.

### **4. Слабое разрушение:**

а) для зданий и сооружений – разрушение оконных и дверных заполнений и легких перегородок, появление трещин в стенах верхних этажей, восстановление возможно в порядке проведения среднего ремонта;

б) для технологического оборудования – повреждение шестерен и передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления, разрыв приводных ремней, восстановление возможно без полной разборки с заменой поврежденных частей. Ущерб составляет 10...30 %.

Для определения возможного характера разрушений, ущерба и установления объема аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге поражения в условиях ЧС условно выделяются следующие зоны:

а) **зона полных разрушений** может возникнуть при воздействиях ударной волны с избыточным давлением 50 кПа и более, интенсивности землетрясения 11...12 баллов, урагана 17 баллов (скорость ветра более 64 м/с);

б) **зона сильных разрушений** может возникнуть при воздействиях ударной волны с избыточным давлением 30...50 кПа, интенсивности землетрясения 9...10 баллов, урагана 16 баллов (53,5 м/с);

в) **зона средних разрушений** может возникнуть при ударной волне с из-

быточным давлением 20-30 кПа, землетрясений с интенсивностью 7...8 баллов, урагана 14...15 баллов (44...49 м/с);

г) **зона слабых разрушений** возникает при воздействии ударной волны с избыточным давлением 10-20 кПа, землетрясении 5-6 баллов, урагана 12...13 баллов (33...40 м/с).

## **Контрольные вопросы**

1. Перечислите общие признаки, характеризующие чрезвычайную ситуацию.
2. Назовите основные законодательные и подзаконные акты РФ по ЧС.
3. Какие группы стандартов входят в комплекс стандартов «Безопасность в ЧС»? Дайте краткую характеристику стандартов каждой группы. Покажите на примерах структуру обозначения стандартов комплекса БЧС.
4. Сформулируйте понятия «чрезвычайная ситуация», «авария», «катастрофа», «стихийное бедствие».
5. По каким признакам осуществляется классификация ЧС? Приведите примеры классификаций ЧС.
6. Назовите критерии отнесения ЧС к локальной, местной, территориальной, региональной, федеральной, трансграничной.
7. Назовите три характерные фазы развития техногенной ЧС.
8. Сформулируйте понятие очага поражения.
9. Назовите характерные зоны в очаге поражения и дайте их характеристику.

## **СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Территория России, охватывая почти все физико-географические зоны, периодически подвергается воздействию тех или иных стихийных бедствий. Основными из них являются землетрясения, наводнения, оползни, сели, обвалы, ураганы, цунами, лесные пожары и др.

Наиболее разрушительными и часто встречающимися являются **землетрясения и наводнения**.

### **ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

**Землетрясения** представляют собой подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений, разрыва земной коры или верхней части мантии, передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Механизм тектонических землетрясений: под действием глубинных тектонических сил возникают напряжения, слои земных пород деформируются, сжимаются в складки и с наступлением критических перегрузок смещаются и рвутся, образуя разломы земной коры. Разрыв совершается мгновенно толчком или серией толчков, имеющих характер удара. При землетрясении по разлому происходит разрядка энергии, накопившейся в недрах; энергия, выделившаяся на глубине в точке разрыва – гипоцентре или очаге землетрясения, передается

посредством упругих волн в толще земной коры и достигает поверхности земли, где производит разрушения.

*Территорию, охватывающую область известных и ожидаемых очагов землетрясений и подверженную их воздействию, называют сейсмической областью (зоной).* Она представляет собой линейно вытянутые зоны-пояса в областях наиболее интенсивных современных тектонических движений. Известны два главных сейсмических пояса: Средиземноморско-Азиатский, простирающийся через юг Евразии от берегов Португалии на запад до Малайского архипелага на восток, и Тихоокеанский, охватывающий кольцом берега Тихого океана.

В пределах стран СНГ сейсмоопасные районы составляют 28,6 % территории, районы землетрясений с интенсивностью 9 баллов находятся в странах средней Азии, в районах Прибайкалья, на Камчатке и Курильских островах, с интенсивностью 8 баллов – в Молдавии, Крыму, Южной Сибири и на Кавказе.

Основными параметрами, характеризующими землетрясение, являются магнитуда, интенсивность проявления землетрясения, радиус района, охваченного разрушительным воздействием (достигает 80...160 км), длительность сильных сотрясений грунта (может колебаться в пределах 30...90 с), глубина залегания гипоцентра (достигает 10...30 и более километров).

**Магнитуда землетрясения (M)** – условная величина, характеризующая количество энергии, выделившейся в очаге землетрясения. Численно она пропорциональна десятичному логарифму амплитуды смещения грунта, выраженной в микрометрах, зафиксированной сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра землетрясения. На каждой сейсмической станции имеются сложные поправочные формулы, учитывающие расстояние до эпицентра и направление на него, глубину очага и местные геологические условия. Шкала магнитуды Рихтера – шкала эмпирическая и неточная (по выражению самого Рихтера, этот метод является грубым, на разных сейсмических станциях при одном и том же землетрясении магнитуда может существенно различаться).

**Пример.** На одной из сейсмических станций, расположенной в 300 км от эпицентра, записана сейсмограмма с максимальной амплитудой 20 мм (20000 мкм). С помощью номограммы, приведенной на рис. 43, определить значение магнитуды Рихтера.

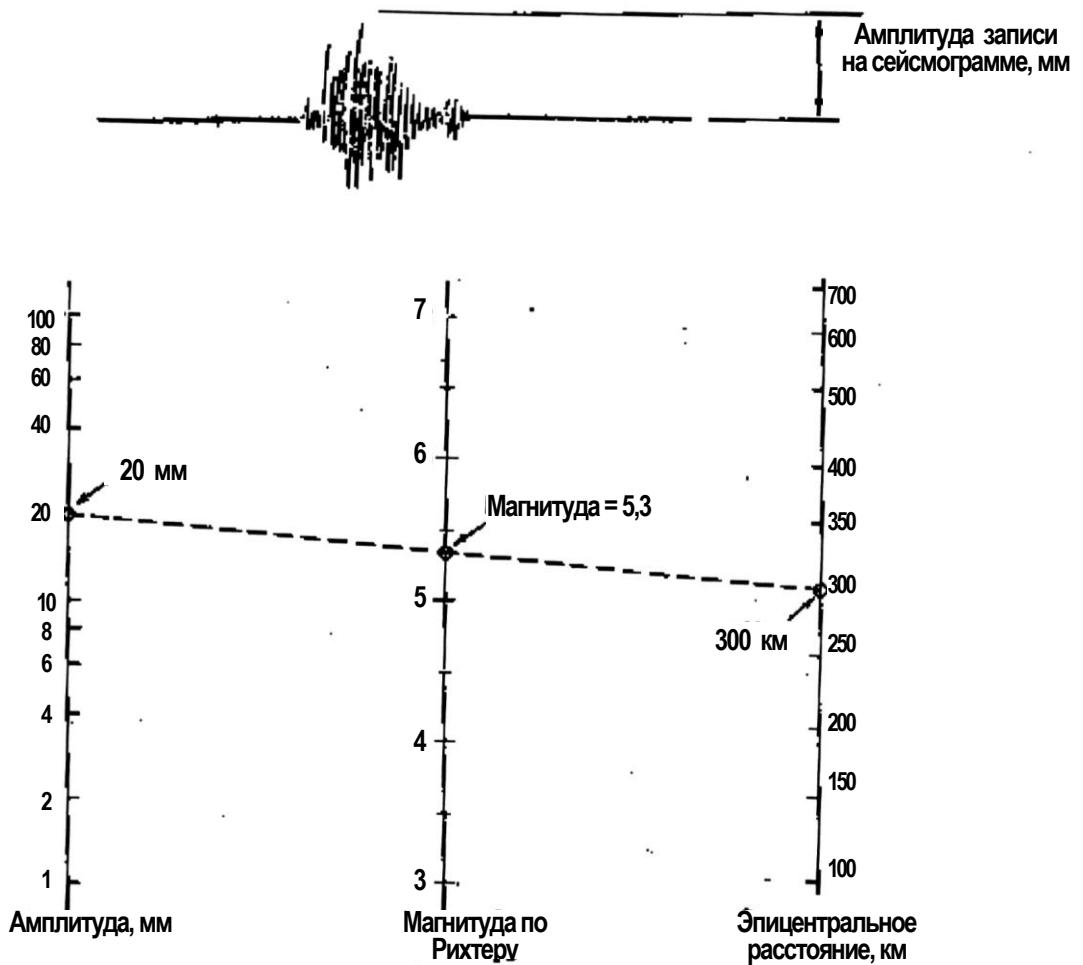


Рис. 43. Номограмма для определения магнитуды Рихтера

Для того чтобы определить магнитуду Рихтера, вначале следует определить эпицентральное расстояние этого землетрясения (например, 300 км). Далее необходимо действовать следующим образом:

1) измерить амплитуду на сейсмограмме (например, 20 мм);

2) провести прямую линию, соединяющую значения амплитуды и эпицентрального расстояния;

3) значение магнитуды будет на средней шкале (в нашем случае – 5,3).

**Примечание.** Эта номограмма построена для определенной сейсмической станции; на каждой станции используется своя номограмма.

Поскольку шкала магнитуды логарифмическая, увеличение магнитуды на единицу означает десятикратное возрастание амплитуды смещения грунта. Нулемая магнитуда не означает, что землетрясения нет, т.к. нуль – это логарифм единицы. Это землетрясение, хотя и очень слабое, совершенно неощутимое для людей. Если магнитуда равна 1, это означает, что амплитуда равна 0,1 мкм.

Для получения по магнитуде ( $M$ ) величины энергии ( $E$ ), эрг, можно воспользоваться следующим соотношением:

$$\lg E = 9,9 + 1,9 M - 0,024 M^2;$$

$$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ эрг.}$$

На Земле еще не было зарегистрировано землетрясения с магнитудой 9, что соответствует энергии в  $10^{18}$  джоулей.

Интенсивность проявления землетрясения на поверхности Земли (сила землетрясения) – это мера величины состояния грунта, и **определяется она степенью разрушения зданий, характером изменений поверхности по субъективным ощущениям людей**. Интенсивность максимального расчетного землетрясения (МРЗ) оценивается по международной сейсмической шкале Медведева-Шпонхайера-Карника (МСК-64), имеющей 12 условных градаций – баллов.

Интенсивность землетрясения зависит от магнитуды и глубины гипоцентра: чем больше магнитуда, тем интенсивность больше; чем глубже гипоцентр – тем слабее.

Так, например, при глубине гипоцентра 10 км магнитуде 6 соответствует интенсивность 7 баллов, магнитуде 8 соответствует интенсивность 11...12 баллов.

**Прогноз землетрясений** ведется путем наблюдения, регистрации и анализа предвестников землетрясений: предварительные толчки (форшоки), изменение параметров геофизических полей, состав подземных вод, изменения в поведении животных. По состоянию на настоящее время точность прогноза землетрясения составляет 1-2 года, а по месту – десятки, а иногда и сотни километров.

Последствия землетрясений: провоцирование опасных геологических явлений (текущие и проседание грунта, обвалы, камнепады, смещение грунта, оползни, сели, снежные лавины), цунами, паника, травмирование и гибель людей, повреждение и разрушение зданий, пожары, взрывы, выбросы РВ и АХОВ, транспортные аварии, большой общий ущерб.

## НАВОДНЕНИЯ

**Наводнение** – значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемого обильным притоком воды в период снеготаяния или ливней, ветровых нагонов воды, при затирах и других явлениях.

Наводнения периодически наблюдаются на большинстве рек России и занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, площади распространения и суммарному среднему годовому материальному ущербу. В зависимости от масштаба, повторяемости и наносимого суммарного материального ущерба наводнения бывают низкие, высокие, выдающиеся и катастрофические.

**Низкие (малые)** наводнения – наблюдаются на равнинных реках, повторяемость один раз в 5...10 лет, затапливается менее 10 % сельскохозяйственных угодий, низких мест, наносится незначительный ущерб, ритм жизни населения не нарушается.

**Высокие (большие)** наводнения – значительные затопления, охватывающие большие участки речных долин, существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения, в густонаселенных пунктах проводится частичная эвакуация людей, наносится ощутимый материальный ущерб, частота появления – один раз в 20...25 лет, затапливается 10...15 % сельскохозяйственных угодий.

**Выдающиеся** наводнения – охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность населения и резко нарушают бытовой уклад людей, возникает необходимость массовой эвакуации населения и материальных ценностей, частота появления – один раз в 50...100 лет, затапливается **50...70 %** сельскохозяйственных угодий.

**Катастрофические** наводнения – вызывают затопление обширных территорий в пределах одной или нескольких речных систем, полностью парализуется производственная и хозяйственная деятельность; приводят к огромным материальным убыткам и гибели людей, частота появления – один раз в 100...200 лет, затапливается **более 70 %** сельскохозяйственных угодий.

Для прогнозирования наводнений производится **гидрологический прогноз**, в котором указываются величина и время наступления, характер, ожидаемые размеры. Последствия наводнения выражаются через показатели материального и финансового ущерба, потери среди населения оцениваются числом погибших, пострадавших, пропавших без вести.

## Контрольные вопросы

1. Перечислите основные стихийные бедствия, характерные для территории России.
2. Поясните кратко механизм возникновения землетрясений.
3. Что называется сейсмической областью (зоной)?
4. Какими параметрами принято характеризовать землетрясение?
5. Что такое «магнитуда землетрясения»?
6. Дайте характеристику шкалы Рихтера.
7. Как определить магнитуду землетрясения по сейсмограмме?
8. Пользуясь номограммой, приведенной на рис. 37, определить магнитуду Рихтера в предположении, что эпицентральное расстояние равно 350 км, а максимальная амплитуда 10 мм.
9. Как определяется интенсивность землетрясения по международной шкале MSK 64?
10. Как осуществляется прогноз землетрясений и какова точность этого прогноза?
11. Что такое наводнение? Классификация наводнений по масштабам.
12. Как осуществляется прогнозирование наводнений?

## УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ

**Устойчивость работы объекта экономики в чрезвычайных ситуациях (устойчивость объекта в ЧС)** – способность предприятия (или иного объекта) предупреждать возникновение производственных аварий и катастроф, противостоять воздействию поражающих факторов в целях предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и снижения материального ущерба, а также обеспечивать восстановление нарушенного производства в минимально короткий срок.

**Повышение устойчивости работы объекта экономики в чрезвычайных ситуациях** – мероприятия по предотвращению или ограничению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и снижению материального ущерба в чрезвычайных ситуациях, а также подготовка к проведению неотложных работ в зоне ЧС.

**На устойчивость функционирования объекта экономики в условиях чрезвычайных ситуаций влияет ряд факторов.**

1. Надежность защиты производственного персонала от воздействия поражающих факторов ЧС.
2. Способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени возможному воздействию поражающих факторов ЧС.
3. Надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (сырьем, топливом, электроэнергией, водой и т.п.).
4. Устойчивость и непрерывность управления производством.
5. Подготовленность к ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ.
6. Подготовленность к быстрому восстановлению нарушенного производства.

## **ТРЕБОВАНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ (ИТМ) К РАЗМЕЩЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ**

### **Требования к размещению радиационных объектов**

#### **Классификация радиационных объектов по потенциальной опасности**

Потенциальная опасность радиационного объекта определяется его возможным радиационным воздействием на население при радиационной аварии.

Согласно СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), по потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре категории объектов.

1. К I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите.

2. У объектов II категории радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.

3. К III категории относятся объекты, при аварии на которых радиационное воздействие ограничивается территорией объекта.

4. К IV категории относятся объекты, при аварии на которых радиационное воздействие ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.

Категория радиационных объектов должна устанавливаться на этапе их проектирования по согласованию с органами государственного надзора в области обеспечения радиационной безопасности. Для действующих объектов категории устанавливаются администрацией по согласованию с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Выбор места строительства радиационного объекта осуществляется с учетом категории объекта, его потенциальной радиационной, химической и пожарной опасности для населения и окружающей среды.

При выборе места размещения радиационных объектов I и II категорий должны быть оценены метеорологические, гидрологические, геологические и сейсмические факторы при нормальной эксплуатации и при возможных авариях.

При выборе площадки для строительства радиационных объектов I и II категорий следует выбирать участки:

- расположенные на малонаселенных незатопляемых территориях;
- имеющие устойчивый ветровой режим;
- ограничивающие возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта.

Радиационные объекты I и II категорий должны располагаться с учетом розы ветров преимущественно с подветренной стороны по отношению к жилой территории, лечебно-профилактическим и детским учреждениям, а также к местам отдыха и спортивным сооружениям.

Генеральный план радиационного объекта должен разрабатываться с учетом развития производства, прогноза радиационной обстановки на объекте и вокруг него и возможности возникновения радиационных аварий.

Вокруг радиационных объектов I и II категорий устанавливается **санитарно-защитная зона**, а вокруг радиационных объектов I категории – также и **зона наблюдения**. **Зона наблюдения** – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль. Санитарно-защитная зона для радиационных объектов III категории ограничивается территорией объекта, для радиационных объектов IV категории установления зон не предусмотрено.

Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения вокруг радиационного объекта устанавливаются с учетом уровней внешнего облучения, а также величин и площадей возможного распространения радиоактивных выбросов и сбросов.

В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения силами службы радиационной безопасности объекта должен проводиться радиационный контроль.

### **Требования к размещению химически опасных объектов**

При размещении химически опасных объектов должны быть учтены следующие требования:

- базисные склады нефтепродуктов, возводимые у берегов рек, должны располагаться не ближе 200 м от уреза воды;
- согласно СНиП 2.01.71-90, наземные резервуары с АХОВ следует располагать группами, в каждой из которых предусматривается резервная емкость для перекачки АХОВ в случае, если произойдет утечка из какого-либо резервуара;
- для каждой группы по периметру производится обвалование или сооружение ограждающей стойки из несгораемых, коррозионно-устойчивых материалов высотой не менее 1 м; внутреннюю площадь обвалования с учетом высоты рас-

- считывают на полный объем;
- нормативными документами устанавливается минимальное удаление емкостей от населенных пунктов и других объектов в зависимости от вида АХОВ, массы и высоты обваловки;
- предприятия, производящие, перерабатывающие и хранящие АХОВ, легко воспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, размещают с учетом розы ветров, направлений течения рек, рельефа местности;
- предприятия, размещаемые на берегах рек ниже плотин, должны учитывать возможность затопления и воздействия волн прорыва.

## ТРЕБОВАНИЯ НОРМ ИТМ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### Требования к зданиям и сооружениям АЭС

- здания и сооружения объектов АЭС должны быть не ниже II степени огнестойкости, в основных несущих и ограждающих конструкциях зданий применяются несгораемые материалы;
- сооружения реакторного отделения рассчитываются на сейсмические нагрузки, максимальное расчетное землетрясение (8 баллов), ветровую нагрузку (давление не менее 7,5 кПа), нагрузки от воздушной ударной волны при взрыве ( $\Delta P_\phi = 30$  кПа при  $t = 1$  с), нагрузки от удара самолета и его частей;
- для противостояния перечисленным нагрузкам возводится сооружение, состоящее из цилиндрической защитной железобетонной оболочки с полусферическим куполом (**контайнментом**) и кольцевой многоэтажной оболочкой; внутренний радиус цилиндрической части оболочки и купола 22,5 м, стена цилиндрической части и купола состоит из двух частей: внутренней стальной и внешней бетонной общей толщиной 1,0 м. Атомная станция построена так, чтобы на пути возможного движения радиоактивных веществ было много препрятствий – **барьеров безопасности** (рис. 43). Первый барьер – это само керамическое ядерное топливо (топливная матрица, или таблетка), которое хорошо удерживает продукты деления внутри себя; следующий – это металлический чехол, внутри которого находится топливо. Затем идет толстостенный корпус ядерного реактора, выполненный из нержавеющей стали. И, наконец, колпак (контайнмент), который накрывает ядерный реактор вместе с парогенератором, насосами и другим вспомогательным оборудованием. Контайнмент выполняется двустенным: внутренняя стена стальная, а внешняя – из бетона. Эта бетонная оболочка рассчитывается так, чтобы противостоять землетрясениям, наводнениям и даже падению самолета. К сожалению, на части первых атомных станций такого контайнмента не было, это привело к печальным последствиям аварии на Чернобыльской АЭС. Сейчас все новые атомные станции строятся только под контайнментом.

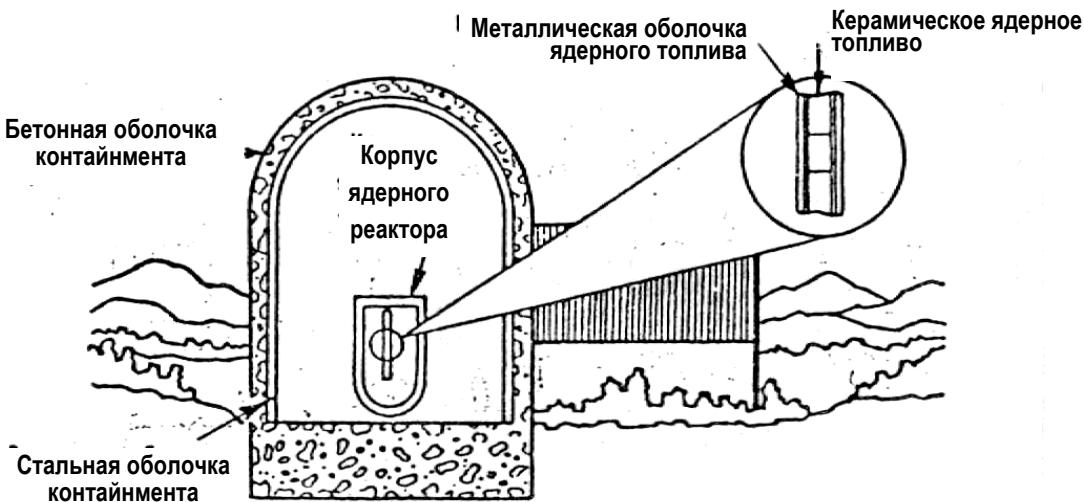


Рис. 44. Защита АЭС от выхода радиации (барьеры безопасности)

### **Требования к зданиям и сооружениям других отраслей экономики**

К зданиям и сооружениям, возводимым в сейсмоопасных районах, предъявляются следующие требования:

- в зонах, где возможны землетрясения силой 7, 8 и 9 баллов, здания должны быть симметричны относительно своих осей (несимметричная планировка ведет к возникновению крутящих колебаний, которые определены для конструкций). При интенсивности более 9 баллов возведение зданий не допускается;
- наиболее сейсмостойкими являются крупнопанельные, каркасные здания и здания из объемных блоков, поэтому промышленные здания должны быть железобетонными с металлическими каркасами в бетонной опалубке;
- соединения элементов зданий и сооружений должны быть способны к пластическим деформациям без разрывов;
- особенно тщательно должна выполняться сварка швов в узловых соединениях;
- подземные коммуникации должны прокладываться на большой глубине, в сопряжениях бетонных или чугунных водопроводных труб применяются гибкие стыки;
- если здания и сооружения имеют в плане сложную форму, их следует разделять антисейсмическими швами по всей высоте;
- наиболее важные производственные сооружения следует строить заглубленными или пониженней высотности, прямоугольной формы в плане;
- в районах, где потенциально возможно радиационное или химическое заражение, должна быть предусмотрена возможность герметизации помещений от проникновения радиационной пыли или АХОВ;
- складские помещения для хранения воспламеняющихся веществ (бензин, керосин, нефть) должны размещаться в отдельных блоках заглубленного или полузаглубленного типа;
- вновь строящиеся, реконструируемые бани, прачечные, фабрики, химчистки должны приспособливаться для санобработки людей, специальной обработки одежды, техники.

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Повышение степени защиты производственного персонала в условиях чрезвычайных ситуаций** включает:

- заблаговременное строительство убежищ на предприятиях со взрывоопасными веществами, в зонах отчуждения вокруг радиоактивных объектов и на химически опасных объектах;
- планирование и подготовку эвакуационных мероприятий из зон отчуждения и отселения, районов, подверженных катастрофическим затоплениям, землетрясениям и т.п.;
- разработку режимов производственной деятельности на случай загрязнения местности радиоактивными веществами;
- накопление средств индивидуальной защиты для обеспечения всего производственного персонала.

**К числу мероприятий, повышающих надежность и механическую прочность зданий и сооружений,** относятся следующие мероприятия:

- вместо зданий и сооружений, которые могут получить полные или сильные разрушения при незначительных избыточных давлениях или небольшой интенсивности землетрясений, проектируются здания и сооружения с жестким каркасом, увеличенной площадью световых проемов, легкой и огнестойкой кровлей;
- установка дополнительных связей между несущими элементами, повышающими их антисейсмические свойства, устройство каркасов, рам, подкосов, опор для уменьшения пролета несущих конструкций, применение более прочных материалов;
- сооружение дополнительных конструкций, обеспечивающих быструю эвакуацию людей при пожарах, особенно из высоких зданий;
- устройство подземных хранилищ, заглублений емкостей в грунт, обвалование, сооружение поддонов, увеличение механической прочности емкостей за счет установки ребер жесткости для хранения АХОВ и других агрессивных жидкостей.

**Повышению устойчивости технологического оборудования** могут способствовать следующие меры:

- рациональная компоновка технологического оборудования, чтобы исключить повреждения его обломками разрушающихся конструкций;
- размещение наиболее ценного и ударно-нестойкого оборудования в зданиях с повышенными прочностными характеристиками;
- защита пультов управления технологическим процессом, ценного оборудования защитными конструкциями (кожухами, козырьками и т.д.);
- создание запасов наиболее уязвимых деталей и узлов технологического оборудования.

**Мероприятия, обеспечивающие защиту инженерно-технического комплекса от заражения при утечках (выбросах) радиоактивных и аварийно химически опасных веществ:**

- повышение коэффициента защиты зданий и сооружений;
- осуществление частичной герметизации помещений (замазываются щели и трещины в ограждающих конструкциях, заделываются оконные, дверные и другие проемы, отсутствие которых не нарушает нормальных условий эксплуатации оборудования);
- максимально возможное сокращение запасов АХОВ и взрывоопасных жидкостей на промежуточных складах и технологических емкостях предприятия; повышение устойчивости технологического процесса;
- создание системы централизованного или децентрализованного автоматизированного управления технологическим процессом;
- мероприятия по возможному упрощению технологического процесса;
- создание запасов и резервов универсального оборудования;
- разработка графика безаварийной остановки производства, в котором указывается время на остановку отдельных агрегатов, ответственный исполнитель и номер инструкции по его остановке.

## **Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте понятие устойчивости объекта в ЧС.
2. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объекта в ЧС?
3. Назовите категории радиационных объектов по потенциальной опасности.
4. Какие требования предъявляются к размещению радиационных объектов в зависимости от категории потенциальной опасности?
5. Что такое «зона наблюдения»? Для каких объектов она устанавливается?
6. Перечислите основные требования к размещению химически опасных объектов.
7. Каким требованиям должны удовлетворять здания и сооружения атомных станций?
8. Какие элементы выполняют роль «барьеров безопасности» на пути возможного распространения радиоактивных веществ на АЭС?
9. Перечислите общие требования к зданиям и сооружениям объектов экономики.
10. Назовите мероприятия по повышению надежности и механической прочности зданий и сооружений.
11. Какие мероприятия выполняются в целях повышения устойчивости технологического оборудования?
12. Перечислите мероприятия, обеспечивающие защиту инженерно-технического комплекса от заражения при утечках (выбросах) радиоактивных и аварийно химически опасных веществ.

# ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОБЪЕКТА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОЖАРОВ

## ПОНЯТИЕ ПОЖАРА. УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГОРЕНИЯ. ФОРМЫ ГОРЕНИЯ

**Пожар** – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства (Закон РФ «О пожарной безопасности»).

В основе любого пожара лежит физико-химическая реакция горения, для возникновения которой необходимо наличие трех обязательных компонентов – горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Таким образом, принято говорить о «треугольнике пожара» (рис. 44), вершины которого образованы компонентами, необходимыми для горения – горючим веществом (ГВ), источником зажигания (ИЗ) и окислителем ( $O_2$ ), а стороны определяют связи между этими компонентами. Если убрать один из этих компонентов или нарушить связь хотя бы между двумя из них, – горение прекратится. На этом принципе основаны все методы пожаротушения.

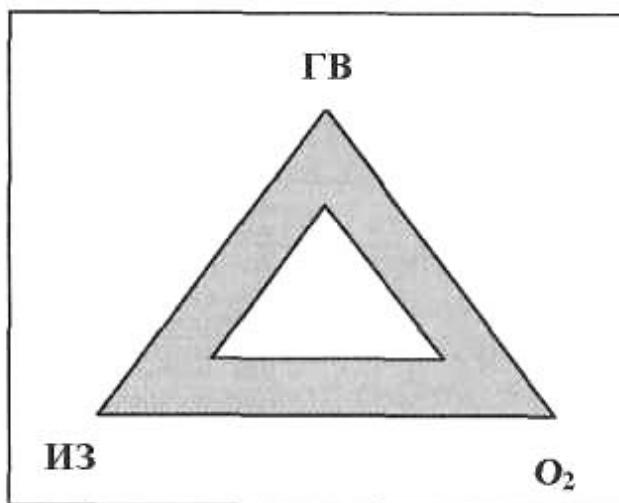


Рис. 45. «Треугольник пожара»:  
ГВ – горючее вещество;  $O_2$  – окислитель; ИЗ – источник зажигания

Процесс горения может происходить в различных **формах**.

**Вспышка** – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

**Возгорание** – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

**Воспламенение** – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

**Самовозгорание** – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания. Сущность и различия процессов возгорания и самовозгорания пояснены ниже.

**Самовоспламенение** – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Возникновение горения может произойти при температуре окружающей среды ниже температуры самовоспламенения. Это обуславливается склонностью веществ или материалов к окислению и условиями аккумуляции в них теплоты, выделяющейся при окислении, что может вызвать самовозгорание. Таким образом, возникновение горения веществ и материалов при воздействии тепловых импульсов с температурой *выше температуры воспламенения* (или самовозгорания) характеризуется как возгорание, а возникновение горения при температурах *ниже температуры самовоспламенения* относится к процессу самовозгорания.

В зависимости от импульса процессы самовозгорания подразделяют на тепловые, микробиологические и химические.

**Взрыв** – чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

## ПОКАЗАТЕЛИ ВЗРЫВО- И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ

Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов определяются показателями, характеризующими предельные условия возникновения горения и максимальную опасность, созданную при возникшем горении. При этом необходимо помнить, что собственно сгорание веществ и материалов, как правило, происходит в **газовой фазе**. Поэтому характер показателей и их количество зависят от **агрегатного состояния** горючих материалов.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется **нижним концентрационным пределом воспламенения**.

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется **верхним концентрационным пределом воспламенения**.

Область составов и смесей горючих газов и паров с воздухом, лежащих между нижним и верхним пределами воспламенения, называется областью воспламенения.

На рис. 44 схематически показаны верхний и нижний концентрационные пределы распространения пламени (ВКПР и НКПР). Горение возможно в области составов между НКПР и ВКПР, называемой областью воспламенения. Вне этой области горение в режиме распространения пламени невозможно.

Концентрационные пределы воспламенения не постоянны и зависят от ряда факторов. Наибольшее влияние на пределы воспламенения оказывают мощность источника воспламенения, примесь инертных газов и паров, температура и давление горючей смеси.

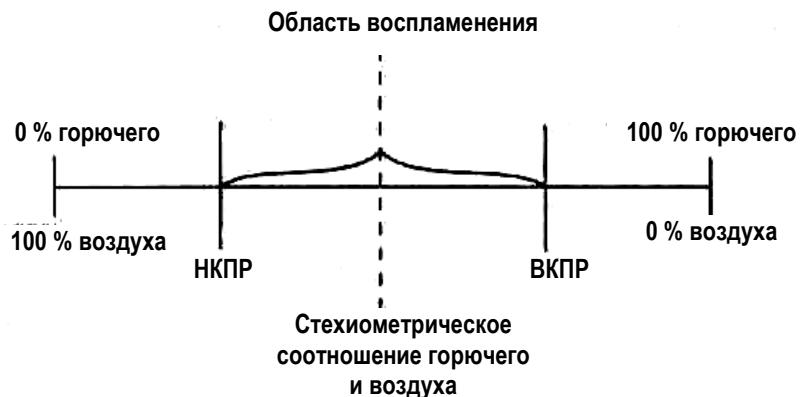


Рис. 46. Схема концентрационных пределов распространения пламени

Для многокомпонентных горючих смесей расчет пределов (в процентах) производится по правилу Ле-Шателье:

$$\Phi = \frac{100}{\frac{c_1}{\Phi_1} + \frac{c_2}{\Phi_2} + \dots + \frac{c_n}{\Phi_n}},$$

где  $\Phi$  – предел воспламенения (верхний и нижний);  $c_1, c_2 \dots c_n$  – содержание горючих компонентов, % от суммарного содержания горючих компонентов, т.е.  $c_1+c_2+\dots+c_n = 100\%$ ;  $\Phi_1, \dots, \Phi_n$  – соответствующие (верхние или нижние) пределы воспламенения горючих компонентов, %.

**Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.** Горение жидкостей происходит только в паровой фазе. Скорость испарения и количество паров над жидкостью зависят от природы жидкости и ее температуры. Значения температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров в воздухе над жидкостью равна концентрационным пределам воспламенения, называются **температурами пределами воспламенения** (нижним и верхним соответственно).

Процесс воспламенения и горения жидкостей можно представить следующим образом. Для воспламенения необходимо, чтобы жидкость была нагрета до определенной температуры (не меньшей, чем нижний температурный предел воспламенения). После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения.

**Температурой вспышки** называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная вспыхивать от постороннего источника зажигания. Устойчивого горения жидкости при этом не возникает. По температуре вспышки жидкости делятся на **легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)** с  $t_e < 61^\circ\text{C}$  (спирты, ацетон, бензин и др.) и **горючие (ГЖ)** – с  $t_e > 61^\circ\text{C}$  (масла, мазуты, глицерин и др.).

**Температурой воспламенения** называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой интенсивность испарения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение. Для легковоспламеняющихся жидкостей температура воспламенения

обычно на 1 ... 5 °С выше температуры вспышки, а для горючих жидкостей эта разница может достигать 30 ... 35 °С.

Паровоздушные смеси, так же как и газовоздушные, являются **взрывоопасными**.

*Пример оценки возможности образования взрывоопасной концентрации ЛВЖ в производственном помещении.*

Определить, возможно ли образование взрывоопасной концентрации в боксе объемом 35 м<sup>3</sup>, если при Т=293 К в нем полностью испарился разлитый ацетон объемом 5 л. Считать пары ацетона идеальным газом. *Принято:*

молярная масса ацетона  $M = 58,08 \text{ кг}\cdot\text{кмоль}$ ;

плотность жидкого ацетона  $\rho = 790 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

объем 1 кмоля идеального газа при Т=293 К  $V_0 = 24 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ ;

концентрационные пределы воспламенения ацетона 2,9 ... 13 % об.

### **Решение**

1. Определяем массу разлитой жидкости:

$$M_{жc} = \rho_{жc} \cdot V_{жc} = 790 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 3,95 \text{ кг.}$$

2. Определяем плотность паров ЛВЖ:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0} = \frac{58,08}{24} = 2,42 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

3. Вычисляем объем паров ЛВЖ (учитывая, что  $M_n = M_{жc}$ ):

$$V_{nap} = \frac{M_{жc}}{\rho_n} = \frac{3,95}{2,42} = 1,63 \text{ м}^3.$$

4. Процентное содержание паров ЛВЖ в объеме помещения:

$$\Phi = \frac{V_{nap}}{V_n} \cdot 100 \% = \frac{1,63}{35} 100 \% = 4,66 \%.$$

Таким образом, при полном испарении разлитого ацетона концентрация его паров в воздухе будет взрывоопасной.

**Горение и взрывоопасные свойства пылей.** Способностью образовывать с воздухом взрывоопасные смеси обладают также взвешенные в воздухе пыли многих твердых горючих веществ.

Для воспламенения пылевоздушной смеси необходимо, чтобы концентрация пыли в воздухе была не менее нижнего концентрационного предела воспламенения. Концентрация пыли в воздухе измеряется в [г/м<sup>3</sup>] или [мг/л]. Верхний концентрационный предел воспламенения пылевоздушных смесей в большинстве случаев является очень высоким и трудно достижимым (для торфяной пыли – 2200 г/м<sup>3</sup>, сахарной пудры – 13500 г/м<sup>3</sup>). Для воспламенения пылевоздушной смеси необходим источник зажигания с достаточной тепловой энергией – порядка нескольких мегаджоулей и более.

В зависимости от значения нижнего концентрационного предела воспламенения пыли подразделяют на *взрыво- и пожароопасные*. К **взрывоопасным** относят пыли с нижним пределом воспламенения до  $65 \text{ г}/\text{м}^3$  (пыли серы, сахара, муки), к **пожароопасным** – выше  $65 \text{ г}/\text{м}^3$  (табачная и древесная пыль).

Концентрационные пределы воспламенения пылей не являются постоянными и зависят от дисперсности, содержания летучих, зольности и температуры источника воспламенения.

## Контрольные вопросы и задачи

1. Сформулируйте определение пожара. Какие условия необходимы для возникновения горения?
2. Дайте краткую характеристику форм горения: вспышки, воспламенения, самовозгорания, самовоспламенения, взрыва.
3. Сформулируйте понятие верхнего и нижнего пределов воспламенения (распространения пламени).
4. Что такое температура вспышки? Температура воспламенения?
5. Какие жидкости относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ)?
6. Какие жидкости относятся к горючим жидкостям (ГЖ)?
7. По какому критерию осуществляется подразделение пылей на взрывоопасные и пожароопасные?
8. **Задачи**
  1. При условиях рассмотренного примера определить возможность образования взрывоопасной смеси при разливе 2 л ацетона.
  2. Определить пределы взрываемости смеси газов следующего состава:

Компонент	Метан	Пропан	Бутан
Содержание в смеси, % об.	55	35	10
Пределы взрываемости	5,28...15,4	2,31...9,5	1,8...8,5

Указание: воспользоваться формулой Ле-Шателье.

## ВЗРЫВООПАСНОСТЬ КАК ТРАВМИРУЮЩИЙ ФАКТОР ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

В производстве в большом количестве используются приборы, аппараты, технологические процессы, содержащие вещества, способные при определенных условиях образовывать взрывоопасную среду.

Взрыв или возгорание газовоздушной, паровоздушной смеси или пыли наступает при определенном содержании этих веществ в воздухе. При взрыве образуется **ударная волна**. Действие ударной волны на объект характеризуется сложным комплексом нагрузок: избыточным давлением, давлением скоростного напора, давлением затекания и т.д.; значение их зависит в основном от массы углеводородного соединения или взрывчатых веществ, их вида, расстояния от того или иного элемента инженерно-технического комплекса, его архитектурно-строительной характеристики и некоторых других факторов. Учесть все эти факторы в совокупности невозможно, поэтому сопротивляемость элементов действию ударной волны принято характеризовать избыточным давлением во

фронте ударной волны –  $\Delta P_\phi$  (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением перед этим фронтом). Степени разрушения строительных конструкций, оборудования, машин и коммуникаций, а также поражение людей зависят от избыточного давления.

Расчеты оценки действия взрыва горючих химических газов и жидкостей сводятся к определению избыточного давления во фронте ударной волны ( $\Delta P_\phi$ ) при взрыве газовоздушной смеси на определенном расстоянии ( $R$ ) от емкости, в которой хранится определенное количество ( $Q$ ) взрывоопасной смеси.

При моделировании последствий взрыва условно выделяются следующие зоны:

- **зона детонации.** Избыточное давление в этой зоне составляет 1700...1350 кПа;
- **зона действия продуктов взрыва.**  $\Delta P_\phi = 1350...700$  кПа;
- **зона воздушной ударной волны.** В пределах этой зоны для ориентировочной оценки степени разрушения зданий и сооружений выделяют:
  - зону полных разрушений:  $\Delta P_\phi \geq 50$  кПа;
  - зону сильных разрушений:  $50 \text{ кПа} < \Delta P_\phi \leq 30$  кПа;
  - зону средних разрушений:  $30 \text{ кПа} < \Delta P_\phi \leq 20$  кПа;
  - зону слабых разрушений:  $20 \text{ кПа} < \Delta P_\phi \leq 10$  кПа.

Для ориентировочного определения избыточного давления ударной волны  $\Delta P_\phi$ , кПа, пользуются эмпирическими формулами:

при  $\Psi < 2$

$$\Delta P_\phi = \frac{700}{3\sqrt[3]{1+29,8\Psi^3}-1},$$

при  $\Psi > 2$

$$\Delta P_\phi = \frac{22}{\Psi\sqrt{\lg\Psi+0,158}},$$

где  $\Psi$  – эмпирический коэффициент, зависящий от  $R$ , м, и  $Q$ , т, и определяемый по формуле

$$\Psi = 0,24 \frac{R}{11,3\sqrt[3]{\sqrt{Q \cdot k_{\text{экв}}}}},$$

где  $Q$  – количество взрывчатого вещества, т;

$K_{\text{экв}}$  – коэффициент эквивалентности взрывчатого вещества по тротилу.

### **Пример расчета избыточного давления ударной волны**

Оценить последствия взрыва газовоздушной смеси на складе хранения баллонов с пропаном.

Исходные данные для расчета:

количество пропана  $Q = 0,27$  т;  
 коэффициент эквивалентности по тротилу  $k_{экв} = 3,74$ ;  
 расстояние до цеха  $R = 72$  м.

прочностные характеристики цеха:

- слабые разрушения 10-20 кПа;
- средние разрушения 20-30 кПа;
- сильные разрушения 30-40 кПа;
- полные разрушения > 40 кПа.

### **Решение**

1. Определяем эмпирический коэффициент  $\Psi$ :

$$\Psi = 0,24 \frac{R}{11,3\sqrt[3]{Q \cdot k_{экв}}} = 0,24 \frac{72}{11,3\sqrt[3]{0,27 \cdot 3,74}} = 1,52 .$$

2. Определяем избыточное давление ударной волны

$$\Delta P_\phi = \frac{700}{3\sqrt[3]{1 + 29,8\Psi^3} - 1} = \frac{700}{3\sqrt[3]{1 + 29,8 \cdot 1,52^3} - 1} = 23,36 \text{ кПа.}$$

$\Delta P_\phi = 23,36$  кПа, следовательно, здание цеха получит **средние** разрушения.

Максимальные значения избыточного давления во фронте ударной волны составляют при взрыве газовоздушной смеси 800 кПа, пылей – 700 кПа, паро-воздушной смеси – 100...200 кПа. Если принять во внимание, что в производственных условиях взрывы, как правило, происходят в замкнутом помещении, то полное избыточное давление формируется за счет процессов отражения механической волны от стен и составляет величину в 5 ... 6 раз большую избыточного давления, возникшего при взрыве.

**Действие ударной волны на человека, здания и сооружения.** Насколько велики представленные значения избыточного давления при взрывах, можно оценить по следующим примерам: для разрушения армированного остекления зданий требуется 5...10 кПа, деревянных строений – 10...20 кПа, кирпичных зданий – 25...30 кПа, железобетонных конструкций стен цеха – 100...150 кПа.

Прямое воздействие ударной волны на людей и животных возникает в результате воздействия избыточного давления и скоростного напора воздуха. Ввиду небольших размеров тела человека ударная волна мгновенно охватывает и подвергает его сильному сжатию в течение нескольких секунд. Мгновенное повышение давления воспринимается живым организмом как резкий удар. Скоростной напор при этом создает значительное лобовое давление, которое может привести к перемещению тела в пространстве. Косвенные поражения людей и животных могут произойти в результате ударов осколков стекла, шлака, камней, дерева и других предметов, летящих с большой скоростью.

Степень воздействия ударной волны зависит от мощности взрыва, расстояния, метеоусловий, местонахождения (в здании, на открытой местности) и положения человека (лежа, сидя, стоя) и характеризуется легкими, средними, тяжелыми и крайне тяжелыми травмами.

Избыточное давление во фронте ударной волны 10 кПа и менее для людей и животных, расположенных вне укрытий, считается **безопасным**.

**Легкие** поражения наступают при избыточном давлении 20...40 кПа. Они выражаются кратковременными нарушениями функций организма (звоном в ушах, головокружением, головной болью). Возможны вывихи, ушибы.

Поражения **средней тяжести** возникают при избыточном давлении 40...60 кПа. При этом могут быть вывихи конечностей, контузии головного мозга, повреждение органов слуха, кровотечения из носа и ушей.

**Тяжелые контузии и травмы** возникают при избыточном давлении 60...100 кПа. Они характеризуются выраженной контузией всего организма, переломами костей, кровотечениями из носа, ушей; возможно повреждение внутренних органов и внутреннее кровотечение.

**Крайне тяжелые контузии** и травмы у людей возникают при избыточном давлении более 100 кПа. Отмечаются разрывы внутренних органов, переломы костей, внутренние кровотечения, сотрясение мозга с длительной потерей сознания. Разрывы наблюдаются в органах, содержащих большое количество крови (печени, селезенке, почках), наполненных газом (легких, кишечнике), имеющих полости, наполненные жидкостью (головном мозге, мочевом и желчном пузырях). Эти травмы могут привести к смертельному исходу.

Радиус поражения обломками зданий, особенно осколками стекол, разрушающихся при избыточном давлении 2 ... 7 кПа, может превысить радиус непосредственного поражения ударной волной.

Воздушная ударная волна также действует на растения. Полное повреждение лесного массива наблюдается при избыточном давлении более 50 кПа. Деревья при этом вырываются с корнем, ломаются и отбрасываются, образуются сплошные завалы. При избыточном давлении 30...50 кПа повреждается около 50 % деревьев, создаются сплошные завалы, а при избыточном давлении 10 ...30 кПа – до 30 % деревьев. Молодые деревья более устойчивы, чем старые.

**Основные причины взрывов на производстве.** Источниками взрывоопасности на производстве могут быть установки, работающие под давлением: паровые и водогрейные котлы, компрессоры, воздухосборники (ресиверы), газовые баллоны, паро- и газопроводы и др.

Взрывы паровых котлов представляют собой мгновенное высвобождение энергии перегретой воды в результате такого нарушения целостности стенок котла, при котором возможно мгновенное снижение внутреннего давления до атмосферного, наружного. Приведенное здесь определение взрыва носит физический характер («физический» взрыв) и является адиабатическим, в отличие от «химического» взрыва, представляющего собой разновидность процесса горения.

На производстве применяются поршневые компрессоры, приводимые в действие двигателем внутреннего сгорания и смонтированные вместе с ресивером на раме-прицепе. Наружный воздух перед поступлением в рабочий цилиндр компрессора проходит через фильтр, где он очищается от пыли; горючая пыль представляет опасность взрыва. Возможно также образование взрывоопасных смесей из продуктов разложения смазочных масел и кислорода возду-

ха. Разложение смазочных масел происходит под действием высоких температур, развивающихся в компрессорах в процессе сжатия воздуха.

Взрывы баллонов во всех случаях представляют опасность, независимо от того, какой газ в них содержится. Причинами взрывов могут быть удары (падения) как в условиях повышения температур от нагрева солнечными лучами или отопительными приборами, так и при низких температурах и переполнении баллонов сжиженными газами. Взрывы кислородных баллонов происходят при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю область вентиля и баллона, а также при накоплении в них ржавчины (окалины). В связи с этим кислородные баллоны перед их наполнением промывают растворителями (дихлорэтаном, трихлорэтаном). Взрывы баллонов могут происходить и при ошибочном заполнении баллонов другим газом, например кислородного баллона горючим газом. Поэтому введена четкая маркировка баллонов, в силу которой все баллоны окрашивают в цвета, присвоенные каждому газу, а надписи на них делают другим цветом, также определенным для каждого газа. Баллоны для сжатых газов, принимаемые заводами-наполнителями от потребителей, должны иметь остаточное давление не менее 0,05 МПа, а баллоны для растворенного ацетилена – не менее 0,05 и не более 0,1 МПа. Остаточное давление позволяет определить, какой газ находится в баллонах, проверить герметичность баллона и его арматуры и гарантировать непроникновение в баллон другого газа или жидкости. Кроме того, остаточное давление в баллонах для ацетилена препятствует уносу ацетона-растворителя ацетилена (при меньшем давлении унос ацетона увеличивается, а уменьшение количества ацетона в баллоне повышает взрывоопасность ацетилена).

Ударная волна, образующаяся при взрыве газовых баллонов высокого давления, достигает величины 300...800 кПа.

## ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА

Любой пожар сопровождается проявлением опасных факторов пожара. **Опасный фактор пожара (ОФП)** – фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

Опасными факторами пожара (ОФП), воздействующими на людей и материальные ценности, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- снижение видимости в дыму;
- пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы из разрушенных аппаратов и установок;

- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
- опасные факторы взрыва, произошедшего в результате пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

Около 73 % погибших при пожарах погибают от воздействия на них токсичных продуктов горения, около 20 % – от действия высокой температуры, около 5% – от пониженного содержания кислорода. Остальные погибают от травм, полученных в результате обрушения строительных конструкций, разлета осколков при взрыве, из-за обострения и проявления скрытых заболеваний и психических факторов.

При пожарах, как правило, наблюдается сочетанное воздействие сразу нескольких ОФП. Предполагается, что полный поражающий эффект от такого воздействия будет больше, чем от простого суммирования воздействий отдельных составляющих. Такое явление, когда результат взаимодействия не является простой суммой частных действий, а порождает качественно новые результаты, зависящие от всей совокупности взаимодействий, носит название **синергизм**. Однако пока еще нет достоверных данных, подтверждающих или опровергающих это предположение.

Основополагающим документом, содержащим требования пожарной безопасности является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Этот документ регламентирует требования к мероприятиям по пожарной профилактике.

В соответствии с этим документом объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений, на требуемом уровне. При определении требуемого уровня обеспечения пожарной безопасности людей принимается, что вероятность предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека должна быть не менее 0,999999, а допустимый уровень пожарной опасности для людей – не более  $10^{-6}$  воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека.

В табл. 18 приведены предельные значения опасных факторов пожара.

Таблица 18

Предельные значения опасных факторов пожара

Опасный фактор	Предельное значение
Температура среды	70 °C
Тепловое излучение	500 Вт/м <sup>2</sup>
Содержание оксида углерода	0,1 % (об.)
Содержание диоксида углерода	6 % (об.)
Содержание кислорода	Менее 17 % (об.)
Показатель ослабления света дымом на единицу длины	2,4

## Контрольные вопросы

1. Какие зоны условно выделяются при моделировании последствий взрыва?
2. Как определить степень разрушения зданий и сооружений под действием ударной волны?
3. Как зависит степень поражения людей от значения избыточного давления во фронте ударной волны?
4. Перечислите основные причины взрывов на производстве.
5. Что такое опасный фактор пожара?
6. Перечислите опасные факторы пожара.
7. Что относится к вторичным проявлениям опасных факторов пожара?
8. Чему равен приемлемый риск воздействия опасных факторов пожара на человека?
9. **Задача.** Оценить последствия взрыва баллонов с ацетиленом, если количество ацетилена составляет 0,31 т, а расстояние до здания цеха 65 м. Коэффициент эквивалентности по тротилу  $k_{экв} = 3,82$ .

Прочностные характеристики цеха:

- слабые разрушения 10-20 кПа;
- средние разрушения 20-30 кПа;
- сильные разрушения 30-50 кПа;
- полные разрушения > 50 кПа.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Пожарная безопасность** – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты (рис.44).



Рис.47. Система обеспечения пожарной безопасности объектов в Российской Федерации

**Система предотвращения пожара (пожарная профилактика) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара.**

**Предотвращение пожара** достигается:

- снижением вероятности образования горючей смеси и возможности возникновения в ней источников зажигания;
- поддержанием температуры горючей среды и давления в ней ниже максимально допустимых значений по горючести;
- уменьшением определяющего размера (например, объема) горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.

В целях повышения эффективности работы по обеспечению пожарной безопасности разработан ряд классификаций.

**Классификация помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.** Установлены 5 категорий пожаро- и взрывоопасных помещений: А и Б (соответственно повышенная взрывопожароопасность и взрывопожароопасность), В1 – В4 (пожароопасность), Г (умеренная пожароопасность) и Д (пониженная пожароопасность) (табл. 19).

Методика расчета избыточного давления взрыва в помещении для определения категорий помещений А и Б приведена в СП 12.13130.2009.

Определение пожарной категории В1 – В4 осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с ее нормативным значением (табл. 20).

Удельная пожарная нагрузка  $g$  [МДж·м<sup>2</sup>], определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S},$$

где  $Q$  – пожарная нагрузка, МДж;

$S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup>.

Пожарная нагрузка, включающая в себя различные сочетания горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{hi}^p,$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;  $Q_{hi}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг<sup>-1</sup>.

Таблица 19

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.  
СП 12.12130-2009<sup>1</sup> (извлечение)

Категория по- мещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (об- ращающихся) в помещении
1	2
А  Повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.  Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, при котором расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б  Взрывопожаро- опасность	Горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
B1 – B4  Пожаро- опасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть
Г  Умеренная по- жароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются в качестве топлива
Д  пониженная по- жароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

<sup>1</sup> Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Утвержден и введен в действие приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 182

Таблица 20

Определение пожарной категории В1 – В4 в зависимости от удельной пожарной нагрузки

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $q$ на участке, МДж·м <sup>-2</sup>
В1	Более 2200
В2	1401-2200
В3	181-1400
В4	1-180

### *Пример расчета удельной пожарной нагрузки*

В помещении размещен аппарат с горючей жидкостью в количестве  $G = 45$  кг. Теплота сгорания ГЖ  $Q_n^p = 41,87$  МДж/кг. Площадь размещения пожарной нагрузки при аварийном проливе  $22,5$  м<sup>2</sup>. Определить категорию и подкатегорию пожарной опасности помещения.

#### *Решение*

Помещение должно быть отнесено к категории **В**. Для определения подкатегории определяем пожарную нагрузку

$$Q = G \cdot Q_n^p = 45 \cdot 41,87 = 1884,15 \text{ МДж}, \\ S = 22,5 \text{ м}^2.$$

Удельная пожарная нагрузка составит

$$q = \frac{Q}{S} = \frac{1884,15}{22,5} = 83,74 \text{ МДж/м}^2.$$

В соответствии с табл. 21 это помещение должно быть отнесено к категории В4.

**Классификация производственных помещений и наружных электроустановок по взрыво- и пожароопасным зонам.** Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) установлено 6 классов взрывоопасных зон: В-I, В-Ia, В-Iб, В-1Г, В-II и В-IIa и 4 класса пожароопасных зон: П-I, П-II, П-IIa, П-III (табл. 21).

Электрооборудование в помещениях перечисленных классов должно выбираться с учетом требований Правил устройства электроустановок.

Таблица 21

## Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ

Классификация зон	Характеристика зон
1	2
B - I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.)
B - Ia	Зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения), а возможны только в результате аварий или неисправностей
B - Iб	Зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей, и которые отличаются одной из следующих особенностей: <ol style="list-style-type: none"> <li>горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-88 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок)</li> <li>помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и стартерных аккумуляторных батарей)</li> </ol>
B - Iг	Пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтепроводов, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

1	2
В - II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов)
В - IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в предыдущем пункте, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей
П - I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °C
П - II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м <sup>3</sup> к объему воздуха
П - IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества
П - III	Расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °C или твердые горючие вещества

**Классы взрывоопасных зон** в соответствии с Техническим регламентом «О требованиях пожарной безопасности» приведены в табл.22.

Таблица 22

#### Классы взрывоопасных зон

Классы зон	Характеристика зон
1	2
Взрывоопасная зона класса 0	Пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда присутствует постоянно или в течение хотя бы одного часа.
Взрывоопасная зона класса 1	Пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда может образоваться при <b>нормальной работе</b> .
Взрыво-опасная зона класса 2	Пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда не может образоваться при нормальной работе, а лишь кратковременно в результате аварийной ситуации.

1	2
Взрыво- опасная зона класса 20	Зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел менее 65 г/м <sup>3</sup> и присутствуют постоянно
Взрыво- опасная зона класса 21	Зоны, расположенные в помещениях в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 г/м <sup>3</sup> и менее
Взрыво- опасная зона класса 22	Зоны, расположенные в помещениях в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 г/м <sup>3</sup> , но возможно образование такой взрывоопасной смеси только в результате аварии или повреждения технологического оборудования

### **Понятие предела огнестойкости. Степени огнестойкости строительных конструкций**

**Предел огнестойкости строительных конструкций** устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (**R**);
- потери целостности (**E**);
- потери теплоизолирующей способности (**I**).

Имеется 5 степеней огнестойкости зданий и сооружений: I, II, III, IV, V  
Пределы огнестойкости строительных конструкций приведены в табл.23.

Таблица 23

#### Пределы огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Пределы огнестойкости строительных конструкций, не менее, мин				
	Несущие элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные	Лестничные клетки	
				внутренние стены	марши и площадки
I	R 120	RE 30	REI 60	REI 120	R 60
II	R 90	RE 15	REI 45	REI 90	R 60
III	R 45	RE 15	REI 45	REI 60	R 45
IV	R 45	RE 15	REI 15	REI 45	R 15
V	Не нормируются				

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Дайте определение понятия «пожарная безопасность».
2. Назовите составляющие системы обеспечения пожарной безопасности в РФ.
3. На чем основаны мероприятия по предупреждению пожара?
4. Назовите категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности и дайте их характеристику.
5. Какой количественный показатель должен быть вычислен при определении категорий А и Б?
6. От какого показателя зависит определение пожарной категории В1 – В4? Как его определяют?
7. В каких целях применяется классификация производственных помещений и наружных электроустановок по взрыво- и пожароопасным зонам?
8. Какие классы взрыво(пожаро)опасных зон могут соответствовать категории помещения А? категории Б? категориям В1 – В4?
9. Сформулируйте понятие предела огнестойкости строительных конструкций. По каким признакам он определяется?
10. Как связаны степени огнестойкости здания с пределом огнестойкости строительных конструкций?
11. **Задача.** В помещении площадью 45 м<sup>2</sup> размещены горючие материалы в количестве 120 кг. Теплота сгорания  $Q_n^P = 13,8$  МДж/кг. Определить категорию и подкатегорию пожарной опасности помещения.

**Мероприятия по ограничению последствий пожаров.** Предупреждению развития пожаров и уменьшению последствий от них способствуют следующие меры:

- 1) устройство в зданиях и сооружениях противопожарных преград в виде стен, перегородок, перекрытий, дверей, ворот, люков, тамбур-шлюзов и окон, выполненных из негорючих материалов и предназначенных для ограничения распространения пожара внутри объекта;
- 2) устройство противопожарных разрывов между производственными зданиями и сооружениями для предупреждения распространения пожара с одного объекта на другой;
- 3) определение путей безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара;
- 4) применение огнезащитных составов (покрытий) для защиты конструкций из горючих материалов от возгорания и в целях повышения предела огнестойкости металлических строительных конструкций;
- 5) устройство молниезащиты зданий, сооружений и оборудования.

**Система пожарной защиты** – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Основой системы пожарной защиты является тушение пожаров, которое сводится к активному воздействию средствами пожаротушения на зону горения в целях нарушения его устойчивости.

**Классификация пожаров.** Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

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

Классификация пожаров по виду горючего материала используется для обозначения области применения средств пожаротушения. В табл. 24 приведены рекомендуемые средства пожаротушения в соответствии с классом пожара.

Таблица 24

Классы пожара и рекомендуемые средства пожаротушения

Класс пожара	Характеристика класса	Рекомендуемые средства пожаротушения
A	Горение твердых веществ	Все виды огнетушащих средств
B	Горение жидкких веществ	Пена, мелкораспыленная вода, хладоны, порошки
C	Горение газообразных веществ	Объемное тушение и флегматизация газовыми составами, вода для охлаждения оборудования
D	Горение металлов и металлоконструкций	Специальные порошки
(E)	Электроустановки под напряжением	Углекислота, хладоны, специальные порошки

**Способы пожаротушения.** В соответствии с основными условиями (составляющими), которые определяют возможность возникновения процесса горения, для его прекращения могут быть использованы следующие *способы пожаротушения*:

- 1) **быстрое охлаждение очага горения;**
- 2) **разбавление реагирующих веществ** и материалов до значений, при которых не может происходить горение, флегматизация, т. е. снижение концентрации кислорода путем введения в зону горения негорючих газов (например, азота, углекислого газа, водяного пара) или разбавления горючих веществ негорючими (например, этилового спирта водой);
- 3) **интенсивное торможение** (ингибирирование) скорости химической реакции горения путем подачи специальных замедлителей реакции (ингибиторов) на

поверхность горящих веществ и материалов или в воздух, поступающий в зону горения;

4) **изоляция реагирующих веществ** от зоны горения созданием изолирующего слоя в горючих материалах в результате нанесения на их поверхность огнетушащих веществ, а также путем разборки горючих материалов или удаления их из зоны пожара;

5) **механический срыв пламени** сильной струей воды или газа.

В качестве **огнегасящих веществ** используются:

- вода или вода со смачивателями и другими добавками;
- огнетушащая пена (воздушно-механическая и химическая);
- твердая углекислота;
- инертные газы (главным образом CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>), а также водяной пар;
- огнетушащие порошки;
- галогенизированные углеводороды (хладоны);
- аэрозольные огнетушащие составы.

Самым распространенным средством тушения является **вода**. Она может подаваться в очаг пожара сплошными и распыленными струями. Компактная струя сбивает пламя, изолирует горящий слой от кислорода тонкой водяной пленкой и охлаждает горящие материалы. Охлаждающее действие воды определяется значительными величинами ее теплоемкости и теплоты парообразования. Разбавляющее действие, приводящее к снижению содержания кислорода в окружающем воздухе, обусловливается тем, что объем пара в 1700 раз превышает объем испарившейся воды.

**Водой тушить нельзя:**

- электроустановки, находящиеся под напряжением;
- бензин, керосин и другие жидкости с плотностью меньше, чем у воды (эти жидкости всплывают и, растекаясь, увеличивают площадь горения);
- вещества, которые самовозгораются при взаимодействии с водой (негашеную известь, карбид кальция, щелочные металлы и их карбиды);
- битум и жиры (происходит их выброс и разбрзгивание).

Огнетушащие свойства **пены** определяют ее кратностью – отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. В зависимости от способа и условий получения огнетушащие пены делят на химические и воздушно-механические. Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество. Воздушно-механическую пену низкой, средней и высокой кратности получают с помощью специальной пенообразующей аппаратуры и пенообразователей.

При тушении пожаров **инертными газообразными разбавителями** используют двуокись углерода, азот, дымовые или отработанные газы, пар, а так-

же аргон и другие газы. Огнетушащее действие этих составов заключается в разбавлении воздуха и снижении в нем содержания кислорода до концентрации, при которой прекращается горение. Огнетушащий эффект при разбавлении обусловливается также потерями теплоты на нагревание разбавителей и снижением теплового эффекта реакции.

**Огнетушащие порошки:** механизм их действия заключается в ингибиравании горения, т. е. в торможении скорости химических реакций горения.

**Хладоны** (*галогеноуглеводороды*) вызывают торможение реакций горения, т. е. являются ингибиторами. Обладают хорошими диэлектрическими свойствами и пригодны для тушения электрооборудования. Можно использовать при отрицательных температурах, так как они имеют низкую температуру замерзания. *Опасность представляет токсическое воздействие хладонов и продуктов их термического разложения на организм человека.*

**Аэрозольные огнетушащие составы.** Огнетушащий состав получается сжиганием твердотопливной композиции, которая может гореть без доступа воздуха. Образуемый в качестве продукта сгорания аэрозоль состоит из газовой фазы (преимущественно CO<sub>2</sub>) и взвешенных частиц (наподобие огнетушащих порошков, только с еще более мелкими размерами частиц, что повышает огнетушащую способность).

Подача огнетушащих веществ к очагу пожара осуществляется **пожарной техникой**, т.е. совокупностью технических средств для предотвращения, ограничения распространения, тушения пожара.

Пожарная техника включает следующие виды оборудования:

- 1) пожарные машины – различные пожарные автомобили, мотопомпы, прицепы, поезда, суда, вертолеты, самолеты;
- 2) установки пожаротушения – автоматические, ручные, спринклерные, дренчерные установки, установки водяного, пенного, газового, порошкового пожаротушения и др.;
- 3) огнетушители – переносные, передвижные, пенные, воздушно-пенные, порошковые и др.;
- 4) средства пожарной и охранной сигнализации – пожарные извещатели, станции пожарной сигнализации, линии связи;
- 5) спасательные пожарные устройства – пожарные дымососы, различные лестницы, спасательные рукава и др.;
- 6) пожарное оборудование – пожарные гидранты, пожарные краны, стволы и т.д.;
- 7) ручной пожарный инструмент – пожарные багры, ломы, топоры, электрические и бензомоторные пилы и др.;
- 8) пожарный инвентарь – бочки для воды и пенообразователя, ведра, ящики с песком и др.

Выбор количества и типа первичных средств пожаротушения осуществляется в соответствии с «Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ 01 – 2003 в зависимости от категории взрывопожарной и пожарной опасности помещения, класса пожара и защищаемой площади.

**Пожарная защита объектов** также обеспечивается:

- системой противодымной защиты;

- средствами коллективной и индивидуальной защиты людей (в том числе пожарных, участвующих в тушении пожара);
- организацией пожарной охраны (профилактического и оперативного обслуживания объектов);
- организацией обучения работников и населения правилам пожарной безопасности;
- разработкой правил поведения и действия людей при возникновении пожара.

**Средства обнаружения пожара.** Большое значение в системе пожарной безопасности имеет первоначальное обнаружение возгорания. Наиболее эффективно в этом плане применение автоматических устройств пожарной сигнализации (АУГПС), которые устанавливаются в соответствии с требованиями норм пожарной безопасности НПБ 110-99 и СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.

Пожарные извещатели преобразуют неэлектрические физические величины (излучение тепловой и световой энергии, движение частиц дыма) в электрические, которые в виде сигнала определенной формы направляются по проводам на приемную станцию.

В зависимости от того, какой из параметров газовоздушной среды вызывает срабатывание пожарного извещателя, они бывают тепловыми, световыми, дымовыми, комбинированными, ультразвуковыми.

Принцип действия **тепловых извещателей** состоит в изменении электропроводности тел, контактной разности потенциалов, ферромагнитных свойств материалов, изменении линейных размеров твердых тел, физических параметров жидкостей, газов и т.д.

**Дымовые извещатели** делят на фотоэлектрические и ионизационные. Фотоэлектрические извещатели работают на принципе рассеяния частицами дыма теплового излучения. Ионизационные извещатели используют эффект ослабления ионизации воздушного межэлектродного промежутка дымом.

**Ультразвуковые извещатели** предназначены для пространственного обнаружения очага загорания и подачи сигнала тревоги.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие меры способствуют ограничению последствий пожаров?
2. Перечислите основные способы пожаротушения.
3. Назовите классы пожара в зависимости от вида горючей среды.
4. В каких случаях и почему нельзя использовать воду в целях тушения пожара?
5. Какие виды огнетушащих средств применяются в зависимости от класса пожара?
6. Какие виды оборудования включает пожарная техника для защиты объектов?
7. Как определить необходимое количество и тип первичных средств пожаротушения?
8. Перечислите мероприятия по обеспечению пожарной защиты объектов.
9. Какие применяются средства обнаружения пожара? Принцип их действия.

## **МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

В условиях ясной погоды происходит непрерывное перемещение положительных ионов к земле и отрицательных от нее, что обуславливает существование тока утечки между ионосферой и поверхностью Земли и образование больших электрических зарядов в грозовых облаках. Потенциал грозовой тучи составляет от 100 миллионов до 1 миллиарда вольт. Ежегодно разряды атмосферного статического электричества (молнии) становятся причиной пожаров и взрывов, приносят значительный материальный ущерб и приводят к человеческим жертвам.

Непосредственное опасное воздействие молнии – это пожары, механические повреждения, травмы людей и животных, а также повреждения электрического и электронного оборудования. Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов – радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Удары молнии могут быть особо опасны для информационных систем, систем управления, контроля и электроснабжения.

Эффективным средством защиты от атмосферного статического электричества является **молниезащита**. Она включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молний.

Для всех видов зданий, сооружений, а также силовых и информационных кабелей, проводящих трубопроводов, непроводящих трубопроводов с внутренней проводящей средой проектирование и изготовление молниезащиты должно выполняться согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122–2003.

### **Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты**

Классификация объектов определяется по опасности ударов молнии для самого объекта и его окружения.

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на **обычные и специальные**.

**Обычные объекты** – жилые и административные строения, а также здания и сооружения высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

#### **Специальные объекты:**

- объекты с ограниченной опасностью (средства связи, электростанции, пожароопасные производства);
- объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения (нефтеперерабатывающие предприятия, заправочные станции);
- объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы: химический завод, атомная электростанция, биохимические фабрики и лаборатории);

– прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов выбираются необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Например, для **обычных объектов** могут быть предложены четыре уровня надежности защиты, указанные в табл.25.

Таблица 25

Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ $P_3$
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Выбор уровня надежности защиты определяется назначением зданий и сооружений, среднегодовой продолжительностью гроз по данным метеорологических наблюдений в месте размещения объекта.

Для **специальных объектов** минимально допустимый уровень надежности защиты от ПУМ устанавливается в пределах  $P_3 = 0,9 \dots 0,999$  в зависимости от степени его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от прямого удара молнии по согласованию с органами государственного контроля.

Кроме механических и термических воздействий ток молнии создает мощные импульсы электромагнитного излучения, которые могут быть причиной повреждения систем, включающих оборудование связи, управления, автоматики, вычислительные и информационные устройства и т.п.

### Комплекс средств молниезащиты

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от **прямых** ударов молнии – **молниеотводы** (внешняя молниезащитная система (МЗС)) и устройства защиты от **вторичных** воздействий молнии (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

**Внешняя** МЗС может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы – стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

**Внутренние** устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта.

Токи молний, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

**Внешняя МЗС** в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

**Молниеприемники** могут быть специально установленными, в том числе на объекте, либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта (например, металлические конструкции крыши: фермы, соединенная между собой стальная арматура и т.п.); в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток).

**Токоотводы** в целях снижения вероятности возникновения опасного искрения должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей ток растекался по нескольким параллельным путям, а длина этих путей была ограничена до минимума. Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям так, чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

В качестве естественных токоотводов могут использоваться конструктивные элементы зданий, если они удовлетворяют требованию электрической непрерывности.

**Заземлитель** молниезащиты следует совместить с заземлителями электроустановок и средств связи во всех случаях, за исключением использования отдельно стоящего молниеотвода.

В качестве заземлителей молниезащиты могут также использоваться специально прокладываемые заземляющие электроды: вертикальные, наклонные или радиально расходящиеся, а также заземляющий контур, расположенный на дне котлована, либо заземляющие сетки.

В качестве заземляющих электродов может использоваться соединенная между собой арматура железобетона или иные подземные металлические конструкции.

Выбор типа и высоты молниеотводов производится исходя из значений требуемой надежности  $P_3$ . Объект считается защищенным, если совокупность всех его молниеотводов обеспечивает надежность защиты не менее  $P_3$ .

Во всех случаях система защиты от прямых ударов молнии выбирается так, чтобы максимально использовались естественные молниеотводы, а если обеспечиваемая ими защищенность недостаточна – в комбинации со специальными установленными молниеотводами.

Защитное действие молниеотвода характеризуется **зоной защиты**, под которой понимается *пространство, отличающееся тем, что вероятность удара молнии в объект, размещенный в его объеме, не превышает заданной величины*.

В общем случае выбор молниеотводов должен производиться при помощи соответствующих компьютерных программ, способных вычислять зоны защиты или вероятность прорыва молнии в объект (группу объектов) любой конфигурации при произвольном расположении практически любого числа молниеотводов различных типов.

Зоны защиты для простейших молниеотводов: одиночного стержневого (*а*), двойного стержневого (*б*) и тросового (*в*) показаны на рис. 42. Размеры молниеотводов можно определять, пользуясь эмпирическими формулами, приведенными в «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122–2003.

**Защита от вторичных воздействий молнии.** Современные электрические и электронные системы более чувствительны к воздействию молнии, чем устройства предыдущих поколений, поэтому необходимо применять специальные меры по их защите от опасных воздействий молнии.

Пространство, в котором расположены электрические и электронные системы, должно быть разделено на зоны различной степени защиты в зависимости от значений электромагнитных параметров на их границах. В общем случае чем выше номер зоны, тем меньше значения параметров электромагнитных полей, токов напряжений в пространстве зоны.

**Зона 0** – зона, где каждый объект подвержен прямому удару молнии, и поэтому через него может протекать полный ток молнии. В этой области электромагнитное поле имеет максимальное значение.

**Зона 0<sub>E</sub>** – зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии, но электромагнитное поле не ослаблено и также имеет максимальное значение.

**Зона 1** – зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии и ток во всех проводящих элементах внутри зоны меньше, чем в зоне 0<sub>E</sub>; в этой зоне электромагнитное поле может быть ослаблено **экранированием**.

На границах зон должны осуществляться меры по экранированию и соединению всех пересекающих границу металлических элементов и коммуникаций.

**Экранирование** является основным способом уменьшения электромагнитных помех.

Металлическая конструкция строительного сооружения может быть использована в качестве экрана. Подобная экранная структура образуется, например, стальной арматурой крыши, стен, полов здания, а также металлическими деталями крыши, фасадов, стальными каркасами, решетками. Для уменьшения влияния электромагнитных полей все металлические элементы объекта электрически объединяются и соединяются с системой молниезащиты.

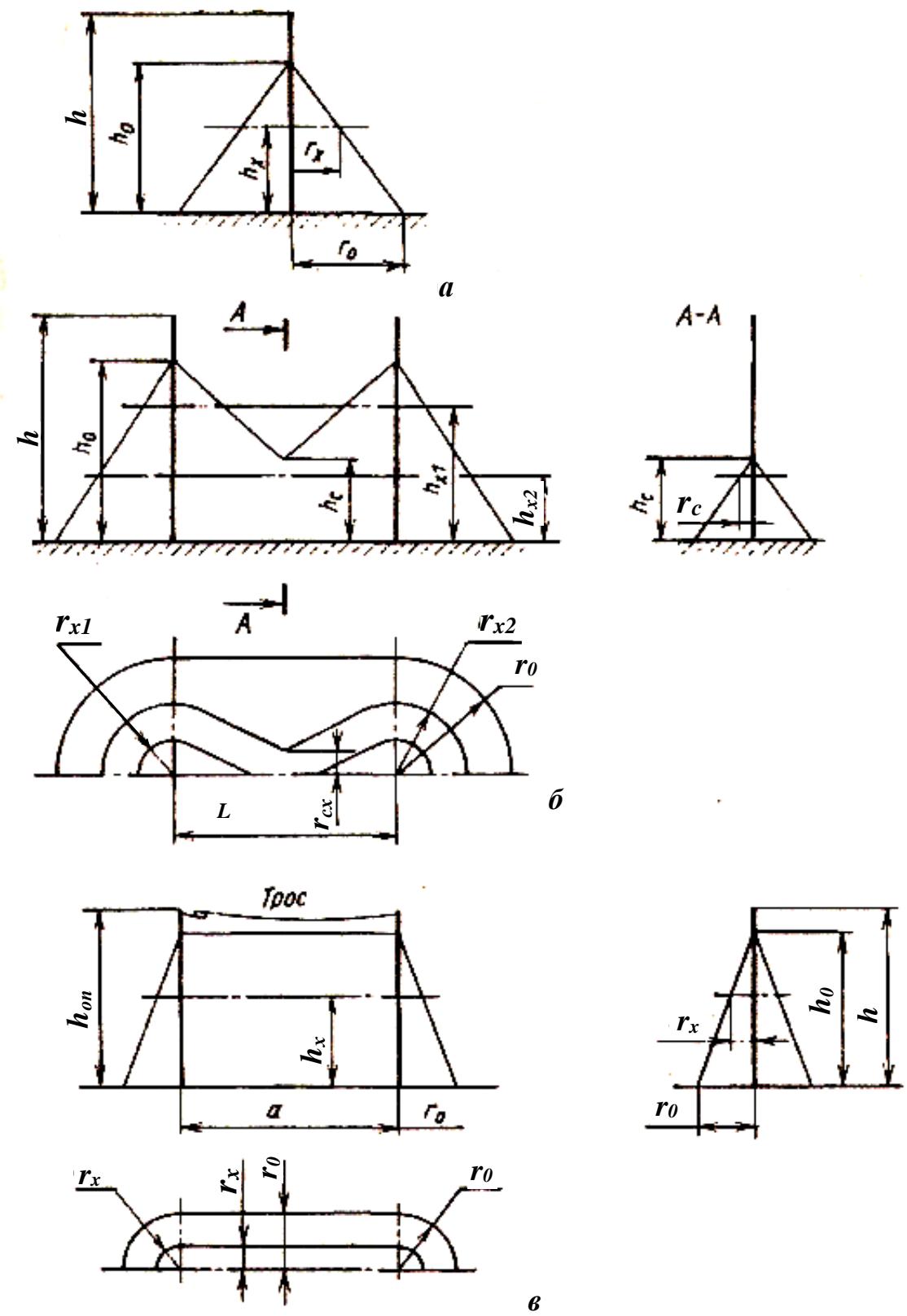


Рис. 47. Зоны защиты различных видов молниеводов: *a* – одиночный стержневой; *б* – двойной стержневой; *в* – тросовый:

$r_0$  – радиус зоны защиты на уровне земли;  $r_x$  – то же на уровне  $h_x$ ;  $r_{x1}$  – то же на уровне  $h_{x1}$ ;  $r_{x2}$  – то же на уровне  $h_{x2}$ ;  $h_{on}$  – высота опоры троса

## **Контрольные вопросы**

1. Каково происхождение молний как физического явления? Какую опасность представляют разряды атмосферного электричества?
2. По какому принципу классифицируются объекты с точки зрения устройства молниезащиты? Какие объекты относятся к обычным, а какие – к специальным?
3. Какие уровни надежности молниезащиты предусмотрены для обычных объектов? От чего зависит выбор уровня надежности защиты?
4. Как определяется уровень надежности защиты для специальных объектов?
5. Какие элементы включает в себя комплекс средств молниезащиты?
6. Каким образом может быть устроена внешняя молниезащита в общем случае?
7. Из каких элементов состоит внешняя молниезащитная система (МЗС)? Естественные и искусственные молниеприемники, токоотводы, заземлители.
8. Приведите примеры различных видов молниеотводов. Как осуществляется выбор высоты и типа молниеотводов?
9. Что такое зона защиты молниеотвода? Как определяют зоны защиты и размеры молниеотводов?
10. Обоснуйте необходимость применения специальных мер по защите от вторичных воздействий молний. Для каких видов оборудования они требуются?

## **ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов определяет Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21 июля 1997 г.

Положения данного закона распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации.

В главе I Закона «Общие положения» формулируются основные понятия, а именно:

- **промышленная безопасность опасных производственных объектов** (далее – промышленная безопасность) – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;
- **авария** – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ;

– **сценарий аварии** – последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным инициирующим событием, приводящих к аварии с конкретными опасными последствиями;

– **инцидент** – отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

К категории **опасных производственных объектов** относятся объекты, на которых:

1) получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются следующие опасные вещества:

а) воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет +20 °С или ниже;

б) окисляющие вещества – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно - восстановительной экзотермической реакции (окислители);

в) горючие вещества – жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

г) взрывчатые вещества – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

д) высокотоксичные и токсичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели (согласно ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» эти вещества относятся к 1 и 2-му классам опасности: чрезвычайно опасные и высоко опасные).

ж) вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды;

2) используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более +115 °С;

3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

4) получаются расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

5) ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Нормативно-правовое регулирование, а также разрешительные, контрольные и надзорные функции в области промышленной безопасности осуществляют Ростехнадзор и подведомственные ему территориальные органы.

Все виды деятельности на опасном производственном объекте могут осуществляться на основании соответствующей **лицензии**, выданной федеральным органом исполнительной власти.

**Экспертиза промышленной безопасности.** Экспертизе промышленной безопасности подлежат:

- проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта;
- технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте;
- здания и сооружения на опасном производственном объекте;
- декларация промышленной безопасности и иные документы, связанные с эксплуатацией опасного производственного объекта.

Экспертизу промышленной безопасности проводят организации, имеющие лицензию на проведение указанной экспертизы, за счет средств организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Результатом осуществления экспертизы промышленной безопасности является заключение.

**Разработка декларации промышленной безопасности.** Наиболее объективным документом, всесторонне характеризующим уровень безопасности опасного производственного объекта, является Декларация безопасности.

Декларация разрабатывается в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС (ст. 14 Закона РФ «О промышленной безопасности»).

Декларация разрабатывается самостоятельно или с привлечением организаций, имеющих право (лицензию) на экспертизу безопасности промышленного производства.

Структура и порядок разработки Декларации определяется «Положением о порядке оформления Декларации промышленной безопасности и перечне сведений, содержащихся в ней», утвержденным Постановлением Госгортехнадзора России от 7 сентября 1999 г. № 66.

Декларация включает:

- всестороннюю оценку риска аварии и связанной с нею угрозы, в том числе сведения об известных авариях (причины, сценарии развития, поражающие факторы и параметры, оценка риска аварии);
- анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий;
- анализ мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте, порядок действий по ликвидации аварии;

- разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасном производственном объекте;
- информирование общественности об опасном промышленном объекте.

Декларация промышленной безопасности утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Декларация промышленной безопасности проходит экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке.

Срок действия декларации – 5 лет.

## **ТРЕБОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ГОТОВНОСТИ К ДЕЙСТВИЯМ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ**

В целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте;
- заключать с профессиональными аварийно - спасательными службами или с профессиональными аварийно - спасательными формированиями договоры на обслуживание; в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, создавать собственные профессиональные аварийно - спасательные службы или профессиональные аварийно - спасательные формирования, а также нештатные аварийно - спасательные формирования из числа работников;
- иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- обучать работников действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана **страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде** в случае аварии на опасном производственном объекте.

Минимальный размер страховой суммы страхования ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте определяется в зависимости от количества используемых на объекте опасных веществ и составляет от одной до семидесяти тысяч минимальных размеров опла-

ты труда, установленных законодательством Российской Федерации на день заключения договора страхования риска ответственности.

## **Контрольные вопросы**

1. Что понимается под промышленной безопасностью опасных производственных объектов?
2. Какие объекты относятся к категории опасных производственных объектов?
3. Какой орган осуществляет надзорные функции в области промышленной безопасности?
4. Что является объектом экспертизы промышленной безопасности? Кто ее осуществляет?
5. Какой документ характеризует уровень безопасности опасного производственного объекта, кем разрабатывается и утверждается этот документ, какие вопросы в нем отражены?
6. Сформулируйте требования по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте.
7. Каким образом осуществляется страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта?

## **СТРУКТУРА РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ДЕЙСТВИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (РСЧС) И ЕЁ ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

В соответствии с требованиями закона «О гражданской обороне» от 12.02.1998 г. руководство гражданской обороной (ГО) в Российской Федерации осуществляет Правительство Российской Федерации.

Руководство ГО в республиках, краях, областях, автономных образованих, районах и городах, министерствах и ведомствах, в учреждениях, организациях и на предприятиях, независимо от форм собственности, возлагается на соответствующих **руководителей** органов исполнительной власти, министерств, ведомств, учреждений, организаций, предприятий.

Законом установлено, что указанные руководители являются по должности **начальниками гражданской обороны**. Они несут персональную ответственность за организацию и осуществление мероприятий ГО, создание и обеспечение сохранности накопленных фондов индивидуальных и коллективных средств защиты и имущества, а также за подготовку сил, обучение населения и персонала предприятий к действиям в чрезвычайных ситуациях на подведомственных территориях и объектах.

Структура Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) определена постановлением Правительства РФ от 5.11.1995 г. № 1113 и включает территориальные и функциональные подсистемы (рис. 46).

**Территориальные подсистемы** (республик в составе Российской Федерации, краев и областей) подразделяются на звенья, соответствующие принятому административно-территориальному делению. Их руководящими органами на

**местах являются управления (отделы) по делам ГО и ЧС.**

Территориальные подсистемы планируют, разрабатывают и осуществляют мероприятия по предотвращению ЧС, создают, оснащают и готовят силы для ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций. Кроме того, занимаются вопросами финансового и материально-технического обеспечения. Как правило, они действуют самостоятельно, если масштабы аварий, катастроф и стихийных бедствий не выходят за пределы подведомственных территорий.

**Функциональные подсистемы** состоят из органов управления, сил и средств министерств и ведомств РФ, непосредственно решающих задачи по наблюдению и контролю за состоянием природной среды и потенциально опасных объектов, созданию чрезвычайных резервных фондов, защите населения, а также по локализации и ликвидации ЧС. В состав отдельных функциональных подсистем могут входить органы управления, силы и средства нескольких министерств и ведомств России, перед которыми поставлены схожие задачи или задачи, дополняющие друг друга.

Российская система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций имеет **пять уровней управления**: федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый. Региональный появился в результате деления России на 7 крупных регионов. Они в основном вписываются в границы существующих военных округов. Их центры размещены в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Красноярске, Чите и Хабаровске. Этот уровень необходим для управления войсками гражданской обороны, организации и координации взаимодействия территориальных органов исполнительной власти и управления сопредельными республиками, краями, областями в случае возникновения не только местных, но и региональных или глобальных чрезвычайных ситуаций.

У начальников ГО объектов рабочим аппаратом являются **отделы** (секторы, группы), комплектуемые штатными работниками и должностными лицами, не освобожденными от своих основных обязанностей. Их численность определяют министерства, ведомства или сами руководители предприятий.

На отдел возлагаются следующие функции:

- организация и обеспечение непрерывного управления ГО при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях;
- своевременное оповещение о возникновении ЧС;
- разработка «Плана ГО» и «Плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС»;
- осуществление мероприятий по защите трудового коллектива;
- обучение личного состава формирований ГО, рабочих и служащих;
- поддержание постоянной готовности сил и средств для действий в ЧС.

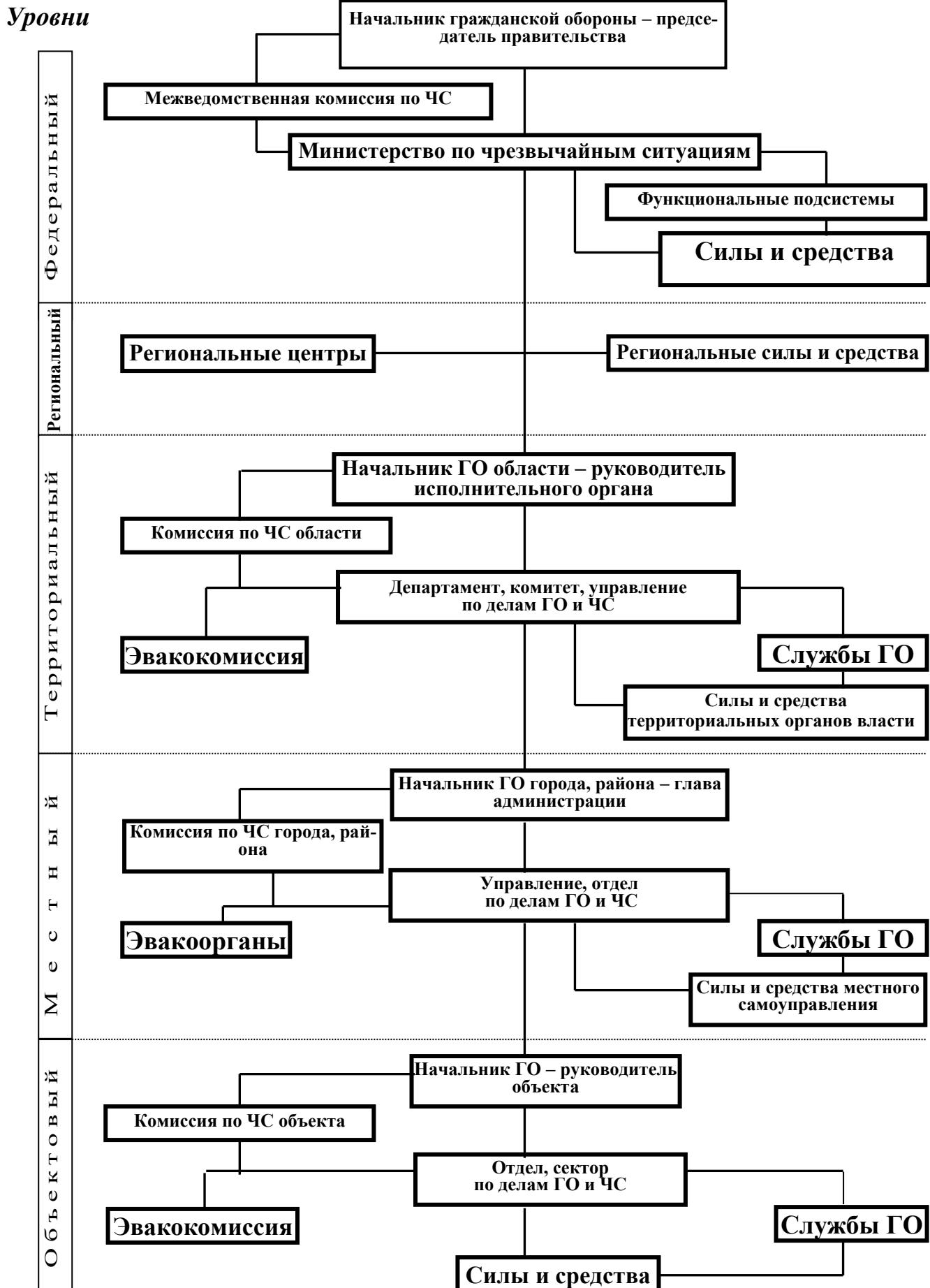


Рис. 48. Организационная структура Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Для организации и проведения специальных мероприятий по ГО и ЧС, подготовки сил и средств, управления ими при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ создаются **службы**: связи и оповещения, охраны общественного порядка, противопожарная, аварийно-техническая, убежищ и укрытий, медицинская, противорадиационной и противохимической защиты, автотранспортная, материально-технического снабжения и др.

Количество служб определяется начальником ГО объекта в зависимости от специфики предприятия и наличия структурных подразделений для их организаций.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ РСЧС**

1. Одна из главнейших задач РСЧС – **проведение единой государственной политики** в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а при их возникновении – защита жизни и здоровья людей, территории, материальных и культурных ценностей, окружающей среды.

2. Следующая задача – **сформировать и внедрить четкую систему экономических и правовых мер**, направленных на обеспечение защиты населения, технической и экологической безопасности.

Основные усилия в решении задачи предупреждения чрезвычайных ситуаций направлены на разработку необходимой нормативно-правовой базы и механизма финансового обеспечения.

3. Центральная задача – **проведение мероприятий по защите населения и территории**. Они охватывают инженерную, радиационную, химическую, медицинскую защиту, эвакуационные меры. Надо отметить, что в настоящее время увеличилось количество нарушений требований норм проектирования и строительства. Например, допускается возведение жилых домов и предприятий в зонах затопления и других потенциально опасных районах. Прекратилось строительство защитных сооружений.

4. **Организация оповещения и информирование населения о чрезвычайных ситуациях**. Слабым местом в решении этой задачи были и остаются локальные системы оповещения вокруг потенциально опасных объектов (химических предприятий, атомных электростанций, водопроводных станций, некоторых предприятий пищевой промышленности).

5. **Ликвидация чрезвычайных ситуаций**. Эта задача требует проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Части и подразделения войск ГО ежегодно более 1000 раз привлекаются к работам, связанным с ликвидацией чрезвычайных ситуаций, таких как пожары, взрывы, разливы АХОВ, прорывы дамб, снежные заносы, наводнения, землетрясения, транспортные катастрофы. Задача создания и обеспечения готовности сил и средств РСЧС является весьма актуальной.

6. **Оказание гуманитарной помощи**. Эта задача новая, в современных условиях она приобретает все большее значение. Гуманитарные грузы были доставлены в Дагестан, Кургансскую, Схалинскую области России, в Таджикистан,

Абхазию, Армению, Южную Осетию, Молдову, а также в бывшую Югославию, на Мадагаскар, в Танзанию, Заир и Египет. Чеченская Республика здесь занимает особое положение. Сюда МЧС перевезло огромное количество продовольствия, медикаментов.

**7. Подготовка руководящего состава, специалистов и обучение населения.** Основополагающим правовым документом для решения этой задачи является закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. Этот законодательный акт призван в корне изменить отношение всех органов государственной власти субъектов Федерации, органов местного самоуправления, а также руководителей предприятий, учреждений, организаций, независимо от их организационно - правовой формы, ко всему комплексу защитных мероприятий.

Разработана и внедряется единая государственная система обучения всего населения России начиная с дошкольных лет действиям в различных ЧС. Ответственность за организацию и качественное проведение учебы несут органы государственной власти субъектов Федерации, органы местного самоуправления и руководители предприятий. Занятия с неработающим населением должны проводиться по месту жительства. Начальники ГО объектов обеспечивают изучение своими работниками способов защиты при ЧС, готовят их к действиям в составе невоенизованных формирований. Обучение руководящего и командно-начальствующего состава организуется в учебно-методических центрах республик, краев, областей и на курсах городов и районов.

**8. Обеспечение функционирования объектов и отраслей в чрезвычайных ситуациях.**

Главной целью осуществления работ по повышению устойчивости является создание таких условий, при которых любой объект, отрасль или система функционировали бы надежно в самых сложных экстремальных ситуациях, и не только в военное, а главным образом – в мирное время. Вопросы жизнеобеспечения должны решаться не только на крупных и промышленных предприятиях, но и на всех – больших и малых, государственных и частных.

**9. Организация пропаганды** среди граждан России социально-экономической значимости, места и роли РСЧС в общей системе безопасности страны.

Выполнение данной задачи включает распространение знаний, практического опыта и достижений в области ГО, предупреждения и ликвидации ЧС. Пропаганда должна опираться на сегодняшние реалии, подчеркивая, что ГО существует почти во всех странах мира, и никто не собирается ее ликвидировать. Наоборот, в США, Англии, Франции, Германии идет процесс ее укрепления и развития.

Министерство РФ по делам ГО и ЧС является одним из силовых министерств. Проводимые им мероприятия, его силы и средства – это составная часть, одно из звеньев всей системы общегосударственных оборонных и защитных мер.

Федеральные органы исполнительной власти располагают специально подготовленными и аттестованными **силами и средствами**, предназначенными для предупреждения и ликвидации ЧС. Используя их в рамках Единой государ-

ственной системы, можно до минимума свести людские и материальные потери.

Силы и средства РСЧС подразделяются:

- на силы и средства наблюдения и контроля;
- силы и средства ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Силы и средства наблюдения и контроля включают подразделения органов надзора (за состоянием котлов, мостов, АЭС, газовыми и электрическими сетями и др.), контрольно-инспекционную службу (Минприроды), службы и учреждения ведомств, осуществляющих наблюдение за состоянием природной среды, за потенциально опасными объектами, ветеринарную службу, сеть наблюдения и лабораторного контроля ГО, лабораторный контроль за качеством продуктов питания и пищевого сырья, службу предупреждения о стихийных бедствиях.

В силы и средства ликвидации ЧС входят в первую очередь соединения, части и подразделения МЧС, МО, МВД, невоенизированные формирования ГО, а также силы и средства, принадлежащие другим министерствам и ведомствам, государственным и иным органам, расположенным на территории России. Основу этих сил составляют войска ГО, подразделения поисково-спасательной службы и формирования постоянной готовности МЧС.

## **ПРАВА, ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ГРАЖДАН ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ**

Законом Российской Федерации «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» №68 - ФЗ от 21.12.1994 г. определены права, обязанности и ответственность граждан за участие в мероприятиях по защите людей, материальных ценностей и участие в работах по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ст. 18).

**Граждане России имеют право:**

- на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС в любом регионе, в любом населенном пункте;
- при необходимости использовать средства коллективной и индивидуальной защиты, другое имущество органов исполнительной власти республик, краев, областей, органов местного самоуправления и организаций, предназначенное для защиты людей в чрезвычайных ситуациях;
- получать информацию о надвигающейся опасности, о риске, которому может подвергнуться население на той или иной территории, о правилах поведения и мерах безопасности с учетом складывающейся обстановки;
- обращаться лично, а также направлять в государственные органы и органы местного самоуправления индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты населения и территорий от ЧС;
- участвовать (в установленном порядке) в работах по предупреждению и ликвидации ЧС;
- на возмещение ущерба, причиненного их здоровью и имуществу вследствие аварий, катастроф, пожаров и стихийных бедствий;
- на медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и ра-

боту в зонах чрезвычайных ситуаций;

- на государственное социальное страхование, на получение компенсации и льгот за ущерб, причиненный их здоровью при выполнении обязанностей в ходе работ по ликвидации ЧС;
- на пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности в связи сувечьем или заболеванием, полученным при выполнении обязанностей по защите населения и территорий от ЧС, в порядке, установленном для работников, инвалидность которых наступила вследствие трудовогоувечья;
- на пенсионное обеспечение в случае потери кормильца, погибшегоили умершего отувечья или заболевания, полученного при выполнении обязанностей по защите населения и территорий.

#### **Граждане России обязаны:**

- активно содействовать выполнению всех мероприятий, проводимых МЧС РФ;
- соблюдать законы и иные нормативные и правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- выполнять меры безопасности в быту и повседневной трудовой деятельности, не допускать нарушений производственной и технологической дисциплины, требований экологической безопасности, которые могут привести к экстремальным ситуациям;
- изучать основные способы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, приемы оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты, постоянно наращивать и совершенствовать свои знания и практические навыки для действий в любых складывающихся условиях; знать сигналы оповещения и порядок действий по ним;
- четко выполнять правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций;
- при первой возможности оказывать содействие в проведении аварийно - спасательных и других неотложных работ.

Кроме общих обязанностей и требований, **на каждом объекте**, исходя из специфики производства, особенностей размещения и учета других факторов, должны быть разработаны свои **правила поведения и порядок действий** как всего персонала, так и каждого сотрудника на своем рабочем месте на случай чрезвычайных ситуаций. Это могут быть правила по безаварийной остановке печей, агрегатов и технологических систем; меры безопасности при проведении аварийных, спасательных и других неотложных работ на коммунально-энергетических сетях и сооружениях; особенности действий в зонах заражения вредными, ядовитыми и радиоактивными веществами; специфика выполнения задач по ликвидации ЧС в ночное время и в непогоду.

Статья 28 указанного Закона определяет **ответственность** за нарушение законодательства РФ в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций. Должностные лица и граждане, виновные в невыполнении или недобросовестном выполнении законодательства РФ в области защиты населения и территорий, несут дисциплинарную, административную, гражданско-правовую и уголовную ответственность. В свою очередь организации (пред-

приятия, учреждения, учебные заведения) несут административную и гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством РФ и законодательством субъектов РФ.

**Оповещение о чрезвычайных ситуациях.** Для предупреждения населения о надвигающемся наводнении, лесном пожаре, землетрясении или другом стихийном бедствии, передачи ему информации о случившейся аварии или катастрофе используются все средства проводной, радио- и телевизионной связи.

Разветвленная сеть, густо насыщенная средствами связи, создает благоприятные условия для оповещения населения о возникновении чрезвычайных ситуаций, дает возможность быстро проинформировать о случившемся, рассказать о правилах поведения в конкретно сложившихся условиях.

**Сигнал «Внимание всем!».** В случае опасности людей надо быстро предупредить, где бы они ни находились. Для этого используются сирены. Поэтому завывание сирен, прерывистые гудки предприятий означают сигнал «Внимание всем!»

Услышав вой сирен, надо немедленно включить телевизор, радиоприемник, репродуктор радиотрансляционной сети и слушать сообщение местных органов власти или Управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

На весь период ликвидации последствий стихийных бедствий или аварий все эти средства необходимо держать постоянно включенными. Местные радиотрансляционные узлы населенных пунктов и объектов переводятся на круглосуточную работу.

**Речевая информация.** На каждый случай чрезвычайных ситуаций местные органы власти совместно со штабами по делам ГО и ЧС заготавливают варианты текстовых сообщений, приближенные к своим специфическим условиям. Они заранее прогнозируют (моделируют) как вероятные стихийные бедствия, так и возможные аварии и катастрофы. Только после этого может быть составлен текст, более или менее отвечающий реальным условиям.

Например, произошла авария на химически опасном объекте. Возможен такой вариант информирования населения:

«Внимание! Говорит городское управление по делам ГО и ЧС города (области). Граждане! Произошла авария на городских очистных сооружениях с выбросом хлора – аварийно химически опасного вещества. Облако зараженного воздуха распространяется в... (таком-то) направлении. В зону химического заражения попадают... (идет перечисление улиц, кварталов, районов). Населению, проживающему на улицах... (таких-то), из помещений не выходить. Закрыть окна и двери, произвести герметизацию квартир. В подвалах, нижних этажах не укрываться, так как хлор тяжелее воздуха в 2,5 раза (стелется по земле) и заходит во все низинные места, в том числе и в подвалы. Населению, проживающему на улицах... (таких-то), немедленно покинуть жилые дома, учреждения, предприятия и выходить в районы... (перечисляются). Прежде чем выходить, наденьте ватно-марлевые повязки, предварительно смочив их водой или 2 %-ным раствором питьевой соды. Сообщите об этом соседям. В дальнейшем действуйте в соответствии с нашими указаниями».

Такая информация с учетом того, что будет повторена несколько раз, расчитана примерно на 5 мин.

Могут быть и другие варианты речевой информации на случай землетрясений, снежных заносов, ураганов и тайфунов, селей и оползней, лесных пожаров и схода снежных лавин.

Отсутствие информации или ее недостаток создают условия для возникновения панических настроений. А паника может принести значительно больше негативных последствий, чем само стихийное бедствие или авария.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие должностные лица осуществляют руководство гражданской обороной?
2. Какие подсистемы входят в структуру Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)?
3. Какие уровни управления имеет РСЧС?
4. Назовите основные функции отделов и служб в структуре РСЧС.
5. Дайте краткую характеристику основных задач РСЧС.
6. Какие силы и средства используются в рамках РСЧС?
7. Какие права имеют граждане РФ в соответствии с законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»?
8. Перечислите основные обязанности граждан в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций?
9. Назовите виды ответственности должностных лиц, граждан и организаций, виновных в невыполнении или недобросовестном выполнении законодательства РФ в области защиты населения и территорий?
- 10.Какие способы применяются для оповещения о чрезвычайных ситуациях?

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая. М.: Высшая школа, 2005. 606 с.
2. Васильев П.П. Практикум по безопасности жизнедеятельности человека, экологии и охране труда / П.П. Васильев. М.: Финансы и статистика, 2004. 192 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда)/П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк. М.: Вышш. шк., 2003. 318 с.
4. Гейц И.В. Охрана труда: учебно-практическое пособие / И.В. Гейц. М.: Дело и сервис, 2006. 688 с.
5. Графкина М.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, Б.Н. Нюнин; под общ. ред. Б.Н. Нюнина. М.: ТК Велби: Проспект, 2007.
6. Девисилов В.А. Охрана труда / В.А. Девисилов. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. 400 с.
7. Ефремова О.С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающего от них / О.С. Ефремова. М.: Альфа-Пресс, 2005, 296 с.
8. Инженерная экология: учебник / под ред. проф. В.Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002. 687 с.
9. Коптев Д.В. Охрана труда в строительстве: учебное пособие / Д.В. Коптев [и др.]; под ред. Проф. Д.В. Коптева. М.: МЦФЭР, 2007. 512с.
10. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ-01-03). М.: МЧС РФ, 2003.
11. Предупреждение чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения: сборник нормативных документов. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2006. 140 с.
12. Подюков В.А. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов; под ред. В.В. Токмакова. Екатеринбург: УГГУ, 2007. 314 с.
13. Промышленная безопасность опасных производственных объектов: сборник нормативных документов по состоянию на 1 сентября 2007г. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2007. 464 с.
14. Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности / О.Н. Русак, К.Р. Малаян, Н.Г. Занько. СПб.: Омега-Л, 2007. 448 с.
15. Справочник инженера пожарной охраны: учебно - практическое пособие / под ред. В.С.Лебедева. М.: ИНФРА - инженерия, 2005. 768 с.
16. Конституция Российской Федерации: Официальный текст. М.: Вече, 2008. 48 с.
17. Трудовой кодекс Российской Федерации. В ред. Федерального закона от 30.06.2006 г. № 90-ФЗ: М.: ООО «Ветрастар», 2006. 288 с.

18. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 31. Ст. 3803.
19. Об охране окружающей среды: Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ. М.: Ось-89, 2008. 28 с.
20. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 30. Ст. 3588.
21. О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 35. Ст. 3648.
22. О пожарной безопасности: Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. № 69-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 30. Ст. 3649.
23. Об использовании атомной энергии: Федеральный закон Российской Федерации от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 48. Ст. 4552.
24. О радиационной безопасности населения: Федеральный закон Российской Федерации от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 3. Ст. 141.
25. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
26. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда: утв. приказом Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 № 342// Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2011. № 5.
27. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: утв. Постановлением Государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 июля 2005 г. // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. 2005. Вып. 3 (21), сентябрь.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЖД .....	5
Предмет и задачи дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Основные понятия БЖД.....	5
Основы теории риска .....	8
Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности.....	13
Общие принципы и механизмы адаптации организма человека	
к условиям среды обитания.....	13
Структура и общие характеристики анализаторов .....	15
Характеристика сенсорных систем с точки зрения безопасности .....	17
Эргономические основы безопасности труда .....	24
Совместимость элементов системы «человек – среда».....	25
Классификация условий труда .....	28
Психофизиологические основы безопасности труда .....	31
Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность труда.....	31
Работоспособность и ее динамика .....	34
Утомление .....	36
Основные психологические причины травматизма и способы их устранения.....	38
РАЗДЕЛ 2 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЖД .....	40
Законодательная и нормативно-техническая основа управления факторами среды .....	40
Особенности взаимодействия общества и природы на современном этапе .....	42
Атмосфера .....	44
Загрязнители атмосферы .....	45
Гигиеническое нормирование вредных веществ. Виды ПДК .....	50
Вода.....	56
Загрязнители водных источников.....	57
Показатели качества воды .....	58
Почва.....	60
Влияние хозяйственной деятельности человека на состояние почвы .....	60
Основные загрязнители почвы.....	60
Обращение с отходами производства и потребления.....	61
Экологический мониторинг .....	64
Процедура ОВОС .....	65
Экологическая экспертиза .....	67
Виды ущербов от загрязнения окружающей среды .....	68
Определение платежей за загрязнение природной среды.....	68
Охраняемые территории .....	73
РАЗДЕЛ 3 БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА (ОХРАНА ТРУДА).....	77
Основные положения действующего законодательства РФ по охране труда ....	77

Нормативные правовые акты, содержащие государственные нормативные требования по ОТ .....	80
Государственное управление охраной труда.....	82
Обучение, инструктирование и проверка знаний работников по охране труда на предприятии, в учреждении .....	88
Ответственность за нарушение норм охраны труда .....	90
Социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний .....	93
Опасные и вредные факторы производственной среды.....	95
Вредные производственные факторы. Нормирование. Защита .....	97
Состояние воздушной среды производственных помещений.....	97
Вибраакустические факторы.....	103
Электромагнитные поля .....	112
Ионизирующие излучения.....	121
Естественное и искусственное освещение.....	126
Обеспечение безопасности производства.....	135
Требования безопасности к производственным процессам и оборудованию .....	136
Методы и средства обеспечения безопасности .....	137
Электробезопасность .....	139
Аттестация рабочих мест по условиям труда.....	156
Производственный травматизм и профессиональные заболевания .....	159
Расследование несчастных случаев на производстве и случаев профзаболеваний .....	160
<b>РАЗДЕЛ 4 ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....</b>	<b>169</b>
Законодательная и нормативно-техническая основа управления в чрезвычайных ситуациях.....	169
Основные понятия и классификация чрезвычайных ситуаций .....	170
Очаги поражения, создаваемые при ЧС .....	174
Стихийные бедствия, характерные для территории России.....	176
Землетрясения.....	176
Наводнения.....	179
Устойчивость функционирования объектов экономики.....	180
Требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий (ИТМ) к размещению объектов экономики.....	181
Требования норм ИТМ к проектированию и строительству зданий и сооружений.....	183
Мероприятия по повышению устойчивости функционирования промышленных предприятий.....	185
Оценка физической устойчивости объекта к воздействию пожаров.....	187
Понятие пожара. Условия возникновения горения. Формы горения .....	187
Показатели взрыво- и пожарной опасности веществ .....	188
Взрывоопасность как травмирующий фактор производственной среды.....	191
Опасные факторы пожара.....	195
Обеспечение пожарной безопасности .....	197

Молниезащита зданий и сооружений .....	209
Промышленная безопасность опасных производственных объектов .....	214
Обеспечение требований промышленной безопасности .....	215
Требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте .....	217
Структура Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС) и её основные задачи .....	218
Основные задачи РСЧС .....	221
Права, обязанности и ответственность граждан по Гражданской обороне ...	223
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>227</b>

*Учебник*

**Волкова** Анна Альбертовна

**Шишкунов** Валерий Герасимович

**Тягунов** Геннадий Васильевич

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Компьютерный набор *A.A. Волковой*