

# Курс лекций по безопасности жизнедеятельности

11.03.2018 0 Комментариев

## ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БЖД

План лекции:

- 1.1. Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности.
- 1.2. Место БЖД в системе знаний о безопасности человека.
- 1.3. Цели и задачи БЖД как учебной дисциплины.
- 1.4. Основные понятия, термины, определения.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                            |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БЖД.....                                                                              |  |
| 1.1. Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности.....                                                             |  |
| 1.2. Место БЖД в системе знаний о безопасности человека.....                                                               |  |
| 1.3. Цели и задачи БЖД как учебной дисциплины.....                                                                         |  |
| 1.4. Основные понятия, термины и определения.....                                                                          |  |
| 2. СИСТЕМА "ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ".....                                                                                   |  |
| 2.1. Среда обитания.....                                                                                                   |  |
| 2.1.1. Единство окружающего мира.....                                                                                      |  |
| 2.1.2. Физический мир как среда обитания.....                                                                              |  |
| 2.1.3. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности..... |  |
| 2.2. Современные представления о человеке.....                                                                             |  |
| 2.2.1. Человек и среда обитания. Характерные состояния системы «человек - среда обитания».....                             |  |
| 2.2.2. Виды рецепторов.....                                                                                                |  |
| 2.2.3. Психические процессы в организме, свойства и состояние личности.....                                                |  |
| 3. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ТРУДА.....                                                                                            |  |
| 3.1. Классификация основных форм деятельности человека.....                                                                |  |
| 3.2. Комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.....                                                                |  |
| 3.3. Работоспособность человека и ее динамика.....                                                                         |  |
| 3.4. Профессиональный отбор операторов технических систем.....                                                             |  |
| 4. ФАКТОРЫ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ .....                                                                                |  |
| 4.1. Классификация факторов природно-техногенной среды.....                                                                |  |
| 4.2. Химические факторы.....                                                                                               |  |
| 4.3. Биологические факторы.....                                                                                            |  |

|                                                                                            |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4.4. Совокупное воздействие факторов среды на человека.....                                |  |
| 5. ОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....                                                       |  |
| 5.1. Основные понятия анализа опасностей. Отказ, вероятность отказа.....                   |  |
| 5.2. Качественный и количественный анализ опасностей.....                                  |  |
| 5.3. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем.....      |  |
| 5.4. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств.....  |  |
| 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ                                                                      |  |
| 6.1. Метеорологические условия и их нормирование в производственных помещениях.....        |  |
| 6.1.1. Параметры микроклимата производственных помещений.....                              |  |
| 6.1.2. Теплообмен человека с окружающей средой .....                                       |  |
| 6.1.3. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.....                       |  |
| 6.1.4. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата. Критерии комфортности.....      |  |
| 6.2.. Производственный шум.....                                                            |  |
| 6.2.1. Физические характеристики шума.....                                                 |  |
| 6.2.2. Классификация шумов.....                                                            |  |
| 6.2.3. Нормирование шумов.....                                                             |  |
| 6.2.4. Акустический расчет.....                                                            |  |
| 6.2.5. Влияние шума на организм человека.....                                              |  |
| 6.3.. Производственная вибрация.....                                                       |  |
| 6.3.1.Классификация производственных вибраций.....                                         |  |
| 6.3.2. Воздействие вибрации на здоровье человека.....                                      |  |
| 6.3.3. Нормирование производственных вибраций.....                                         |  |
| 6.3.4. Способы снижения производственно вибрации.....                                      |  |
| 6.4. Производственное освещение.....                                                       |  |
| 6.4.1. Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы..... |  |
| 6.4.2. Системы и виды производственного освещения.....                                     |  |
| 6.4.3. Основные требования к производственному освещению.....                              |  |
| 6.4.4. Нормирование производственного освещения.....                                       |  |
| 6.4.5. Электрические источники света.....                                                  |  |
| 6.4.6. Светильники.....                                                                    |  |

|                                                                                              |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 6.4.7. Расчет производственного освещения. ....                                              |  |
| 6.5. Основы пожарной безопасности. ....                                                      |  |
| 6.5.1. Общие представления о процессе горения. Виды горения.....                             |  |
| 6.5.2. Пожарные свойства веществ и материалов.....                                           |  |
| 6.5.3. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.....                                 |  |
| 6.5.4. Огнетушащие вещества.....                                                             |  |
| 6.6. Электромагнитные излучения.....                                                         |  |
| 6.6.1. Источники и характеристики электромагнитных полей.....                                |  |
| 6.6.2. Воздействие электромагнитных полей на человека.....                                   |  |
| 6.6.3. Нормирование электромагнитных полей.....                                              |  |
| 6.6.4. Защита от электромагнитных излучений.....                                             |  |
| 6.6.5. Виды и физическая природа ионизирующих излучений.....                                 |  |
| 6.6.6. Физика радиоактивности.....                                                           |  |
| 6.6.7. Биологическое воздействие ионизирующих излучений.....                                 |  |
| 6.6.8. Нормирование ионизирующих излучений.....                                              |  |
| 6.7. Электрический ток.....                                                                  |  |
| 6.7.1. Действие электрического тока на организм человека.....                                |  |
| 6.7.2. Факторы, влияющие на степень тяжести поражения электрическим током...                 |  |
| 6.7.3. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током..... |  |
| 6.7.4. Основные причины поражения людей электрическим током.....                             |  |
| 7. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....                                                |  |
| 7.1. Классификация и общая характеристика чрезвычайных ситуаций.....                         |  |
| 7.1.1. Понятие и классификация чрезвычайных ситуаций.....                                    |  |
| 7.1.2. Чрезвычайные ситуации военного времени.....                                           |  |
| 7.1.3. Устойчивость функционирования объектов экономики в условиях ЧС.....                   |  |
| 7.2. Защита населения в чрезвычайных ситуациях.....                                          |  |
| 7.2.1. Единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий ЧС.....        |  |
| 7.2.2. Организация защиты населения в чрезвычайных ситуациях.....                            |  |
| 7.2.3. Ликвидация последствий ЧС.....                                                        |  |
| 7.2.4. Прогнозирование и оценка обстановки в ЧС.....                                         |  |

|                                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 8. СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ<br>ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                                    |  |
| 8.1. Механизмы обеспечения безопасности.....                                                     |  |
| 8.2. Управление безопасностью жизнедеятельности.....                                             |  |
| 8.3. Правовые и нормативно-технические основы обеспечения безопасности<br>жизнедеятельности..... |  |
| 8.3.1. Нормирование в области безопасности жизнедеятельности.....                                |  |
| 8.4. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД....                     |  |
| 8.5. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности....                   |  |
| ЛИТЕРАТУРА.....                                                                                  |  |

## 1.ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БЖД

План лекции:

- 1.1.Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности.
- 1.2.Место БЖД в системе знаний о безопасности человека.
- 1.3.Цели и задачи БЖД как учебной дисциплины.
- 1.4.Основные понятия, термины, определения.

# 1.1.Актуальность вопросов безопасности жизнедеятельности.

Безопасность деятельности - одна из важнейших сторон практических интересов человечества с древних времен и до наших дней. Человек всегда стремился обеспечить свою безопасность. С развитием промышленности эта задача потребовала специальных знаний. В наше время проблемы безопасности еще больше обострились.

Мир, в котором мы живем, полон опасностей. Многие достижения научно-технического прогресса, обеспечивающие защиту человека от стихийных бедствий и эпидемий, одновременно сопровождаются появлением новых опасностей.

Так, успехи ядерной физики породили проблему радиационной опасности, с развитием химии связано усиление токсичных воздействий на человека. Технические системы и производства, созданные на Земле, привели к росту потенциальных опасностей для всего населения. Энергетические возможности человека стали соизмеримы с природными. По мере развития цивилизации человеческое сообщество вынуждено постоянно решать проблемы безопасности, стремясь повысить защищенность человека.

О неудовлетворительном состоянии вопросов безопасности у нас в стране говорит статистика аварий, экологических катастроф, травматизма и заболеваемости среди населения. Так, число погибших от несчастных случаев в России с 1986 по 1992 годы возросло в 1,7 раза и составило 254 тысячи человек за год. Число инвалидов составляет 4.700.000 человек. При этом сфера производства перестала быть самой опасной (8.032 летальных исхода в 1992 г.). Наибольшую опасность стал представлять транспорт (84.059 человек), отравления (29.666 человек). Криминализация общества дала 33.456 убийств и 45.909 самоубийств, 69.834 пропало без вести (данные за 1992 год). Относительные показатели гибели людей от техногенных аварий в России в 2-3 раза выше, чем в промышленно развитых странах. Остается крайне сложной экологическая обстановка.

В настоящее время почти 70.000.000 человек дышат воздухом, насыщенным опасными веществами при концентрации в 5 и более раз превышающей предельно допустимую. В 2003 году в 84 городах России отмечался уровень загрязненности воздуха в 10 и более раз превышающий санитарно-гигиенические нормы. От 20 до 30 % общих заболеваний населения промышленных центров обусловлено именно этими причинами.

Около трети всех проб воды из российских водоемов не отвечают санитарным требованиям для питьевого водоснабжения по своим химическим показателям и почти четверть - по бактериологическим.

15 % территории России признаются зонами с кризисной экологической обстановкой. Продолжительность жизни сокращается (57 лет для мужчин), смертность превысила рождаемость, ожидается повсеместное продолжение снижения уровня здоровья населения.

Происходящие в стране политические и социально-экономические процессы осложняют обстановку. Декларации в области прав человека не учитывают, что первейшее из прав человека цивилизованного общества - это право на жизнь с допустимым уровнем безопасности.

В чем причины неудовлетворительного состояния вопросов безопасности у нас в стране ?

Можно выдвинуть целый комплекс причин экономического, правового, научно-образовательного и организационного характера, влияющих на состояние вопросов безопасности :

1. в стране не созданы экономически побуждающие мотивы для того, чтобы заниматься вопросами безопасности, будь то в сфере производства или в области охраны окружающей среды. Стоимость жизни и здоровья человека экономически не оценены (нет стоимостного эквивалента), а, следовательно, отрасль крайне нерентабельна, и капитальные вложения, направленные на решение вопросов безопасности, экономически нецелесообразны ;
2. несовершенство юридическая и правовая базы безопасности. Вследствие этого ни проектировщик, ни работодатель не обременены ответственностью в области безопасности. В законодательстве нет четких критериев ответственности (материальной, уголовной) за нарушение требований безопасности;
3. низкий уровень решения организационных вопросов безопасности (подбор и расстановка кадров, их аттестация, контроль за выполнением принятых решений и соблюдением технических и правовых норм экологической и производственной безопасности);
4. необразованность и некомпетентность в вопросах безопасности, а также низкая экологическая культура как руководителей всех рангов, работодателей, так и населения в целом.

Это основные причины неудовлетворительного состояния безопасности. В умонастроениях специалистов в области безопасности независимо от их интеллектуального уровня, социального или должностного положения, рода занятий и возраста продолжает доминировать житейско-философское пренебрежение к феномену опасности. Теория безопасности часто подменяется соображениями так называемого "здорового смысла". Первопричина такого положения двояка. Она заключается в отсутствии досконально разработанной научной концепции и теоретических основ, а также системы непрерывного образования в области безопасности.

К сожалению в нашей стране нет ни одного научного учреждения, занимающегося разработкой теории безопасности, а ведь именно теоретические положения являются начальным этапом в становлении любой научной дисциплины и, в частности, "Безопасности жизнедеятельности".

## 1.2. Место БЖД в системе знаний о безопасности человека

БЖД как научная и учебная дисциплина находится на стадии становления. Отрабатываются ее концептуальные положения, структура и содержание. На наш взгляд наиболее рационален

подход, который в рамках единого курса на основе общих концептуальных теоретических положений безопасности деятельности человека объединяет знания в области "Охраны труда", "Охраны окружающей среды" и "Гражданской обороны", т. е. на основе общих научно-методических подходов, рассматривает вопросы безопасности в различных ситуативных условиях.

Аргументами в пользу введения единого курса является следующее :

- единым остается объект исследования - здоровье человека, являющееся основным богатством общества, которому безразлично в результате чего потеряно здоровье : на производстве, вследствие экологических катастроф или в результате их совокупного воздействия;
- в основе курса БЖД лежат общие понятия опасных и вредных факторов, имеющих единую классификацию и природу воздействия на человека во всех сферах его деятельности;
- единый курс имеет большие методические возможности для проблемного подхода к обучению, позволяет поднять научность и престижность предмета, дает более глубокие мировоззренческие понятия.

БЖД является интегральной учебной дисциплиной, опирающейся на знания в области экологии, физики, химии, математики, ряда технических дисциплин (теория машин и механизмов, теория прочности и надежности, технология производств), физиологии и психологии человека, токсикологии и гигиены, социологии и экономики.

Структура курса БЖД может быть различной, однако с учетом приемлемости накопленного опыта преподавания в ВУЗе дисциплин, связанных с безопасностью человека, целесообразно представить ее в виде четырех основных блоков (разделов):

- 1) теоретические основы и методология безопасности деятельности человека ;
- 2) производственная (технологическая) безопасность;
- 3) экологическая безопасность;
- 4) безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Учитывая, что некоторые факторы воздействия на человека со стороны среды обитания могут проявляться в различных сферах, целесообразно рассматривать их в тех разделах, для которых они наиболее характерны. Так, например, ионизирующие излучения и шум будут рассмотрены в разделе "Технологическая безопасность", хотя оба из указанных факторов определяют и экологическую безопасность.

## 1.3. Цели и задачи БЖД как учебной дисциплины

Основная цель курса "Безопасность жизнедеятельности" - вооружить выпускника ВУЗа теоретическими знаниями и практическими навыками в области безопасности во всех сферах его деятельности, рассматривая при этом полученное образование как элемент общетехнической культуры специалиста и базис технологий достижения социально обоснованного уровня безопасности.

Достижение поставленной цели в процессе обучения базируется на решении следующего ряда задач :

- разрушение сформировавшегося в обществе стереотипа философско-пренебрежительного отношения к вопросам безопасности ;
- формирование приоритетов здоровья и приемлемого уровня безопасности человека перед всеми другими мнимыми ценностями жизненного благополучия ;
- освоение методик идентификации опасностей на основе системного анализа процессов взаимодействия в системах " Человек - Машина - Окружающая среда " с учетом психо-физиологических особенностей жизнедеятельности ;

- формирование обоснованных подходов к проектированию новой техники и технологических процессов, а также к принятию управленческих решений с учетом современных требований экологии и безопасности;
- овладение методологией прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях чрезвычайных ситуаций.

#### 1.4. Основные понятия, термины, определения

В любой научной и учебной дисциплине существенное значение имеет терминологический аппарат. БЖД оперирует рядом таких понятий. Определим основные из них.

Безопасность жизнедеятельности - это область знаний, в которой изучаются опасности, угрожающие человеку, закономерности их проявления и способы защиты от них. В определении существенны три момента : опасность, человек, защита.

Опасность - центральное понятие БЖД, под которым понимаются явления и процессы, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно.

Опасность - это следствие воздействия на человека некоторых факторов обитания. При несоответствии этих факторов характеристикам чело века как биологического объекта возникает феномен опасности. При детальной декомпозиции деятельного процесса можно выделить два вида неблагоприятных факторов воздействия среды обитания на человека.

Вредный фактор - такое воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к постепенному ухудшению состояния здоровья заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный фактор - воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к травме или другому внезапно резкому ухудшению здо ровья.

Приведенные определения опасных и вредных факторов справедливы для их проявления в процессе любой деятельности человека (в производственной, бытовой и природной среде).

Указанные факторы при их классификации (ГОСТ 12.0.003-74) не подразделяются на опасные и вредные. Это в какой-то степени справедливо т. к. вредный фактор при своем количественном возрастании может перейти в опасный (например, шум). Необходимо подчеркнуть, что вредный фактор всегда оценивается с количественной стороны и может быть постоянно действующим в течение какого-то времени. Опасный же фактор чаще всего носит вероятностный характер возникновения (проявления).

Опасные и вредные факторы особо высокой интенсивности в условия чрезвычайной ситуации (авария, катастрофа и т.д.) часто называют поражающими факторами.

Факторы характеризуются потенциалом (уровнем), качеством, временем существования или воздействия на человека, вероятностью проявления размером зоны действия.

Потенциалом определяется количественная сторона фактора (уровень шума, концентрация вредных веществ, напряжение электрического тока и т.д.).

Качество отражает специфические особенности фактора, влияющие на организм человека (частотный состав шума, дисперсность пыли, род тока и т. д. ) .

Пространство, в котором постоянно действует или периодически возникают опасные и вредные факторы, принято называть опасной зоной

Опасные зоны по пространственным характеристикам могут быть локальными и развернутыми, а по времени - постоянными и временными.

Материальные объекты, являющиеся носителями опасных и вредных факторов, называются источниками опасности.

Деятельность - форма активного отношения человека к окружающему миру. Всякая деятельность включает цель, средство, результат и сам процесс деятельности.

Безопасность - состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключено проявление опасности.

Риск - количественная оценка опасности, определяется как частота или вероятность возникновения неблагоприятного с точки зрения безопасности события.  
Например, риск гибели человека на производстве у нас в стране :

$$R = \frac{n}{N} = \frac{8032}{80.000.000} \approx 10^{-4} \quad (\text{Россия}),$$

здесь : n - число летальных исходов за год;  
N - общее число работающих.

Индивидуальный риск фатального исхода в год, обусловленный раз личными причинами (данные США) :

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| автотранспорт             | - $3 \cdot 10^{-4}$  |
| падение                   | - $9 \cdot 10^{-5}$  |
| пожар и ожог              | - $4 \cdot 10^{-5}$  |
| станочное оборудование    | - $1 \cdot 10^{-5}$  |
| огнестрельное оружие      | - $1 \cdot 10^{-5}$  |
| воздушный транспорт       | - $9 \cdot 10^{-6}$  |
| железнодорожный транспорт | - $4 \cdot 10^{-6}$  |
| электрический ток         | - $6 \cdot 10^{-6}$  |
| молния                    | - $5 \cdot 10^{-7}$  |
| ядерная энергия           | - $2 \cdot 10^{-10}$ |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Общий риск США $6 \cdot 10^{-4}$ | Россия $1.7 \cdot 10^{-3}$ |
|----------------------------------|----------------------------|

Приемлемый риск  $R_{\text{пр}} = 1 \cdot 10^{-6}$ , хотя это понятие субъективно. Сравните добровольный риск при пользовании автотранспортом ( $R = 3 \cdot 10^{-4}$ ) и при использовании энергии атомных электростанций ( $R = 2 \cdot 10^{-10}$ ).

## **2.СИСТЕМА "ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ"**

### **2.1. СРЕДА ОБИТАНИЯ**

План лекции:

2.1.1.Единство окружающего мира.

2.1.2. Физический мир как среда обитания. Негативные воздействия окружающей среды на человека.

2.1.3.Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности.

#### **2.1.1.Единство окружающего мира.**

Современная наука не отрицает тот факт, что в окружающем мире ничто не покоится, все движется, все вибрирует. "Мир вибрирует вокруг нас... Все в мире есть вибрация", - утверждал первоучитель современного человечества Гермес Трисмегист.

На доступном уровне восприятия человек интерпретирует эти вибрации как окружающие предметы, звук, тепло, свет, запах. Не все вибрации доступны органам чувств: о существовании некоторых из них человек узнает лишь благодаря чувствительным приборам, другие вообще пока не доступны для его сознания.

Восприятие вибраций зависит от их частоты и чувствительности субъекта восприятия. Следует понимать, что известные формы проявления окружающего мира и его восприятия справедливы только с точки зрения человека Земли - в данной точке Вселенной с характерным для нее масштабом времени.

В этой конкретной точке Вселенной человек путем осязания воспринимает материальные объекты,

с помощью органов слуха - акустические колебания в диапазоне 16-20 000 Гц, ниже этой границы находится пространство инфразвука, выше - ультразвука.

За пределами акустических колебаний начинается царство электромагнитных излучений:

колебания частотой до  $10^{12}$  Гц- это царство радиоволн;

колебания частотой от  $10^{12}$  до  $4 \cdot 10^{14}$ - инфракрасное излучение, субъективно воспринимаемое человеком как тепло;

колебания частотой от  $4 \cdot 10^{14}$  до  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц воспринимаются органами зрения человека как видимый свет,

далее на шкале частот следуют ультрафиолетовые лучи;

колебания частотой около  $10^{17}$  Гц делают мир для человека полным запахов, за ними - царство рентгеновского излучения ( $10^{18}$  -  $10^{19}$  Гц);

вибрации частотой около  $10^{20}$  Гц дают вещам вкус,

выше частоты  $10^{21}$  Гц - мир гамма- излучений,

а далее - недоступные пока современной науке вибрации чувств, эмоций, желаний, мира мыслеобразов, мира идей.

## 2.1.2. Физический мир как среда обитания.

Физический мир или "среда обитания" можно рассматривать в разных аспектах. С точки зрения безопасности жизнедеятельности целесообразно выделить его естественно-природную и антропогенную (сформировавшуюся в результате деятельности человека) составляющие.

Естественно-природная среда может характеризоваться нормальными условиями обитания, экстремальными условиям (высокогорья, зоны Арктики и Антарктики, глубины океана и т.п.), а в ряде случаев может содержать чрезвычайно опасные для человека и всего живого ситуации в виде землетрясений, извержений вулканов и других стихийных бедствий.

Элементами антропогенной среды, являются, прежде всего, техносфера (материальная среда, созданная человеком для удовлетворения своих потребностей), а также ее порождения - урбанизированные территории и зоны экологического неблагополучия. Часто эти элементы бывают совмещены.

Естественно-природная среда характеризуется комплексом биотических и абиотических факторов.

Абиотические факторы - это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. Это:

- климатические (атмосферные) факторы,
- факторы водной среды,
  - эдафические (почвенные) факторы,
  - топографические (рельефные).

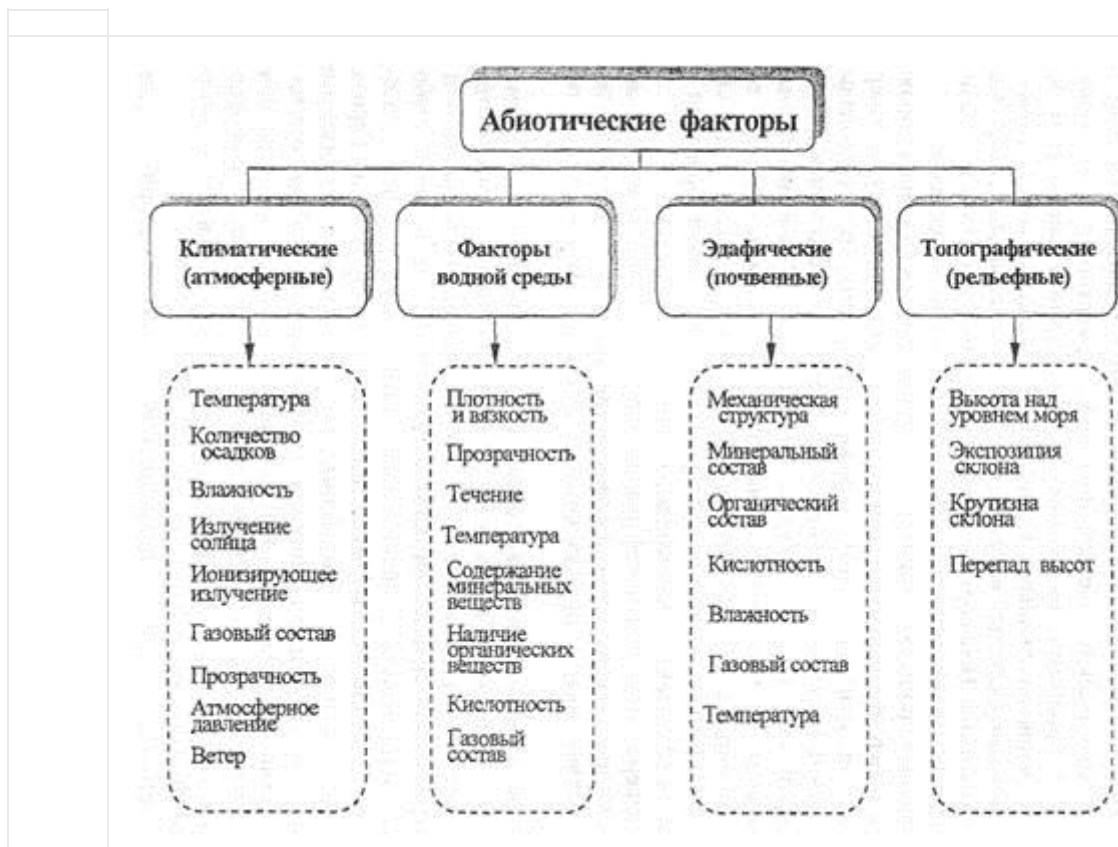


Рис. 2.1 Классификация абиотических факторов

Биотические факторы - это все формы воздействия живых организмов друг на друга. Раньше к биотическим факторам относили и воздействие человека на живые организмы, однако в настоящее время выделяют особую категорию факторов, порождаемых человеком, - антропогенные. Антропогенные факторы - это все формы деятельности человеческого сообщества, которые приводят к изменению природной среды. Изучением абиотических и биотических факторов занимается наука экология.

В естественно-природных условиях человек исторически расселялся на территориях, где абиотические факторы не выходят за пределы его биологических возможностей.

При попадании в зоны с экстремальными условиями человек должен быть подготовлен к защите от вредных и опасных факторов. Так, например, при подъеме высоко в горы, организм человека подвергается переохлаждению, интенсивному воздействию солнечного излучения, испытывает нехватку кислорода, сталкивается с опасностью травмирования вследствие падения, камнепадов, схода лавин, то есть

подвергается высокой степени риска. Опасные ситуации, но с другими доминирующими факторами, возникают при глубоководном погружении, переходе через пустыни, зимовках в Антарктике и т.д. Во всех случаях пребывания в экстремальных условиях нужны знания о физической природе явлений, параметрах, и диапазонах их проявления, мерах безопасности, а также специальная физическая и психологическая подготовка. Пренебрежение этими очевидными требованиями, как правило, приводит к неблагоприятному исходу для самого человека, а также подвергает опасности жизнь других людей (спасателей, инструкторов, коллег и т.п.).

Стихийные процессы земного и околоземного происхождения порождают такие опасные природные явления, как землетрясения, засухи, извержения вулканов, ураганы, цунами, торнадо, наводнения, град, снегопады, оползни, снежные лавины, сели. Однако временные, а часто и пространственные координаты этих явлений трудно предсказуемы. Ущерб, наносимый мировой экономике стихийными процессами (бедствиями), ежегодно составляет ~ 30 млрд долларов США, а число погибших достигает 250 тысяч человек. Стихийные явления следует учитывать при проектировании и строительстве объектов различного назначения.

Одним из опосредованных проявлений воздействия естественной природной среды на процессы, протекающие на Земле, является изменение солнечной активности. Научно доказана связь между вспышками на Солнце и обострением хронических болезней, повышением смертности от различных заболеваний, природными, техногенными катастрофами и социальными потрясениями.

### **2.1.3. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности.**

*Техносфера* - это часть биосферы, преобразованная человеком с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств, в целях наилучшего соответствия индивидуальным и социально-экономическим потребностям.

Современное общество живёт в мире технических объектов, систем и сооружений. Современную техносферу образуют миллионы дамб, мостов, туннелей, буровых вышек, морских платформ, кранов, подъёмников, котлов, цистерн, резервуаров, сотни тысяч километров водопроводных трубопроводов, промысловых, технологических, магистральных нефте-, газо-, продуктопроводов, системы коммуникаций, инфраструктура и т.п. Города, пустыни, таёжные просторы, воздушные, водные, наземные и подземные пространства во всё возрастающих масштабах насыщаются объектами техносферы. Техносфера стала составной и определяющей частью среды обитания человека, которую сегодня правильнее именовать природно-техногенной средой. Одним из основных элементов техносферы является производственная среда.

От состояния, бесперебойной работы объектов, сооружений и систем техносферы зависят уровень, качество жизни и здоровье людей, состояние окружающей среды, экономическое благополучие предприятий и производств, стабильное развитие

городов, регионов, стран и цивилизации в целом. Повреждение или разрушение моста в большом городе, разрушение трубы теплосети или водопровода, отключение электроэнергии, нарушение связи дезорганизуют жизнеобеспечение тысяч людей и работу предприятий. Разрыв магистрального газо-, нефтепровода вызывает экологическую катастрофу и наносит экономический урон странам и регионам.

Со второй половины XX века, особенно в последние два его десятилетия, резко увеличился риск негативного воздействия техносферы на здоровье людей и природную среду. Возросли число, масштабы, разнообразие аварий и катастроф, что является следствием, с одной стороны, старения техносферы, с другой, — наращиванием ее мощностей и использованием все более разрушительных физических процессов. Возможности обеспечения безопасности людей и природы отстают от роста уровня индустриального риска. В целом сегодня человечество не в состоянии эффективно управлять растущей и стареющей техносферой. Кризис усугубляется тем, что техносфера чрезвычайно затратна, экономически разорительна. Во всём мире ежегодно на развитие, поддержание и обновление техносферы расходуется порядка 3 триллионов \$.

Современная техногенная цивилизация стартовала примерно 300 лет назад в Европе, а затем начала активно распространяться по всему миру. Несмотря на бесспорные успехи научно-технического прогресса, она привела человечество к целому ряду катастрофических глобальных кризисов: разрушению природной среды, полярности мира, геополитическому переделу и наличию для этого силы оружия и т.п.

*Урбанизация* - это процесс повышения роли городов в развитии общества. Предпосылками урбанизации являются рост индустрии, развитие культурных и политических функций городов.

Изначально урбанизация имеет целью формирование оптимальных условий жизни населения. В городах создаются комфортные для жизнедеятельности условия, которые не всегда осуществимы в сельских населенных пунктах: центральное водоснабжение, отопление, благоустроенные жилища, расширенная сфера услуг в области культуры и быта, значительно более высокий уровень медицинского обслуживания, широкие возможности трудоустройства, разностороннего образования и т.д. Вместе с тем, урбанизация наносит непоправимый ущерб человечеству, разрывая веками складывающиеся его связи с природой. Крупный город - это система "дефицитов" воздуха, воды, тишины, природы, красоты; это концентрация пороков цивилизации - наркомании, преступности, терроризма и т.п.

В крупных городах переплелись как положительные, так и отрицательные стороны научно-технического прогресса и индустриализации. Фактически создана новая экологическая система с высокой концентрацией антропогенных факторов. Одни из них, такие как загрязнение атмосферного воздуха, высокий уровень шума, электромагнитный смог, являются непосредственным продуктом цивилизации, другие, такие как сосредоточение предприятий на ограниченной территории, высокая плотность населения, миграционные процессы и т.д., - следствие

урбанизации как формы расселения. В крупных городах наиболее сильно изменяется естественная среда обитания, ритмы жизни, психоэмоциональная обстановка труда и быта, нарушается климат. Из социальных факторов наибольшее значение имеют высокая плотность населения, насыщенность контактами, избыточность индивидуальной информации. Указанные факторы вызывают перенапряжение нервной системы, эмоциональный стресс. Этому же часто способствует характер труда человека в городе, который связан с повышенной эмоциональной нагрузкой. Кроме того, несмотря на возрастание темпов, образ жизни в целом для горожан становится менее подвижным, население городов около 80% времени проводит внутри жилых и производственных помещений, наблюдается рост гиподинамии.

Для питания современного городского населения характерно повышение калорийности пищи, увеличение в рационе жиров и углеводов, уменьшение потребления растительной пищи и молока. Одновременно сокращается доля продуктов нерафинированных или не имеющих химических добавок.

Все указанные отклонения городской среды от естественно-природной и образ жизни горожанина оказывают неблагоприятное совокупное воздействие на физическое и психическое здоровье человека, на его безопасность.

Но тенденция к урбанизации на границе II и III тысячелетий неумолима. Еще немногим более столетия назад всего 5 % населения земного шара проживали в городах, причем 2 % - в крупных городах с населением свыше 100 тысяч жителей. Сегодня почти каждый третий человек планеты - горожанин. Городское население в последнее время растет вдвое более высокими темпами, чем население Земли в целом.

При нынешних темпах рождаемости в первом десятилетии третьего тысячелетия из прогнозируемой общей численности 7,7 млрд человек 5,5 млрд будут жить в городах. Идет формирование урбанистического мира. Некоторые городские агломерации (скопление городов вокруг крупного города - центра) давно приобрели гипертрофированные размеры - стали мегаполисами (от "megas" - большой и "polis" - город) - гигантскими скоплениями агломераций и городов, слившихся друг с другом. Так назвал известный географ Жан Готман полосовидные скопления 40 соседних агломераций вдоль транспортных магистралей в северной части Атлантического побережья США. Крупнейший американский мегаполис состоит из переходящих друг в друга агломераций Бостона, Нью-Йорка, Филадельфия, Балтимора, Вашингтона (отсюда его более позднее название Босвам) и некоторых других, общей площадью 170 тыс. км<sup>2</sup>. Население этой "главной улицы" страны насчитывает около 50 млн человек, здесь производят примерно 1/4 промышленной продукции США. Самый большой на Земле по численности населения мегалополис Токайдо (около 70 млн человек) сложился на Тихоокеанском побережье Японии (Токио-Осака). В нем сосредоточено почти 60 % населения этой страны и 2/3 ее промышленного производства.

В Российской Федерации в городах и поселках городского типа проживает почти 75 % всего населения (в Аргентине 83 %, Уругвае - 82 %, Австралии - 75 %, США - 80 % , Японии - 76 %, Германии - 90 %, Швеции - 83 %). Более 60 % городского населения РФ сконцентрировано в 30 крупнейших агломерациях, которые занимают всего 6 % обжитой (заселенной) территории.

*Зоны экологического неблагополучия* являются прямым результатом несообразной законам природы деятельности человека. Такими зонами становятся территории земного шара с испорченной с точки зрения нормальной жизнедеятельности природной средой за счет неразумных, экологически безграмотных действий человека. Их возникновение связано либо с чрезмерным загрязнением среды (например, радиоактивное загрязнение территории вследствие выброса на Чернобыльской АЭС, "мертвые" озера Европы вследствие выпадения кислотных осадков), либо с нерациональным природопользованием (например, озеро Арал и зона Приаралья).

В Законе «Об охране окружающей природной среды в РФ» экологически неблагополучные территории подразделяются на зоны чрезвычайных экологических ситуаций и зоны экологического бедствия.

*Зонами чрезвычайной экологической ситуации* объявляются участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию экологических систем, генетических фондов растений и животных.

*Зонами экологического бедствия* объявляются участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной и иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, природного равновесия, разрушение естественных экологических систем.

## **2.2.СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЧЕЛОВЕКЕ**

План лекции:

2.2.1.Человек и среда обитания. Характерные состояния системы "человек-среда обитания"

2.2.2.Виды рецепторов.

2.2.3.Психические процессы в организме, свойства и состояние личности.

### **2.2.1. Человек и среда обитания. Характерные состояния системы "человек-среда обитания"**

**Одним из основных условий безопасности является адекватное восприятие человеком действительности.**

**Человек осуществляет непосредственную связь с окружающей средой при помощи органов чувств - осязания, слуха, зрения, запаха, вкуса. Это сложные сенсорные системы, включающие воспринимающие чувствительные элементы (рецепторы или анализаторы), проводящие нервные пути и отделы головного мозга, где сигналы преобразуются в ощущения.**

**Современный человек имеет следующие анализаторы:**

- зрительный анализатор, обеспечивающий восприятие световых раздражений с помощью светочувствительных клеток, палочек и колбочек, расположенных в сетчатке глаза;
- слуховой анализатор, обеспечивающий восприятие звуковых колебаний с помощью чувствительных окончаний слухового нерва;
- двигательный анализатор, обеспечивающий восприятие сокращения и расслабления мышц с помощью механорецепторов в тканях тела;
- вестибулярный анализатор, обеспечивающий информацию о положении тела в пространстве с помощью механорецепторов полости внутреннего уха;
- болевая чувствительность, обеспечивающая восприятие различных раздражителей большой силы с помощью свободных окончаний болевых нервных волокон в коже и внутренних органах;
- температурная чувствительность, обеспечивающая восприятие дифференциального изменения температуры кожи и слизистых оболочек с помощью холодовых и тепловых рецепторов;

- тактильная чувствительность (прикосновение, давление, вибрация), обеспечиваемая рецепторами в кожных покровах и слизистых оболочках;
- обонятельный анализатор, обеспечивающий восприятие запахов с помощью обонятельных клеток, расположенных в желтом эпителии носовой раковины;
- вкусовой анализатор, - обеспечивающий восприятие кислого, соленого, сладкого, горького с помощью хеморецепторов - вкусовых лукович, расположенных на языке, в слизистой оболочке неба, гортани, глотки, миндалин.

**Основной характеристикой анализатора является его чувствительность.**

Не всякая интенсивность раздражителя, воздействующего на анализатор, вызывает ощущение. Интервал от минимальной до максимальной адекватно воспринимаемой величины определяет диапазон чувствительности анализатора. Величины порогов не являются стабильными. Они зависят от многих факторов, зачастую трудно учитываемых.

Опытами установлено, что **величина ощущений изменяется медленнее, чем сила раздражителя.** Этот эмпирический психофизиологический закон Вебера - Фехнера выражается зависимостью:

$$E=K*\lg(I)+C,$$

где E - интенсивность ощущений; I - интенсивность раздражителя; K и C - константы.

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

Основными функциями анализаторов являются:

- 1) информация о внешней и внутренней среде человека;
- 2) координация двигательной деятельности;
- 3) предупреждение организма об опасности.

Человек имеет анализаторы по отношению не ко всем факторам окружающей среды. Ионизирующие излучения, колебания радиочастотного диапазона, электрический ток и ряд других факторов человек не фиксирует какими-либо органами чувств, он лишь осознает последствия их воздействия по косвенным признакам. Потребность расширения диапазона восприятия окружающего мира привела человечество к разработке, созданию и использованию различных приборов и устройств, которые являются своего рода продолжением сенсорного аппарата человека.

Для представления об объективных возможностях человека в среде обитания ниже дана краткая характеристика основных анализаторов.

### **2.2.2. Виды рецепторов**

**Зрительный анализатор.** Органы зрения человека являются наиболее информативным каналом и обеспечивают человеку от 80 до 90 % информации об окружающем мире. К недостаткам зрительного канала можно отнести ограниченность его поля зрения. Бинокулярное зрение человека охватывает в горизонтальном направлении 120... 160°, по вертикали вверх 55...60°, вниз -

65...70°. Зона оптимальной видимости ограничена полем по горизонтали 65°, вверх - 25°, вниз - 35°. Ошибка оценки абсолютной удаленности на расстоянии до 30 м равна в среднем 12 % общего расстояния (для сравнения, дельфин на этом же расстоянии фиксирует смещение цилиндров на 1 мм).

Зрительный анализатор человека обладает спектральной чувствительностью, которая характеризуется относительной видимостью монохроматического излучения. У современного человека наилучшая видность приходится на желто-зеленую составляющую спектра.

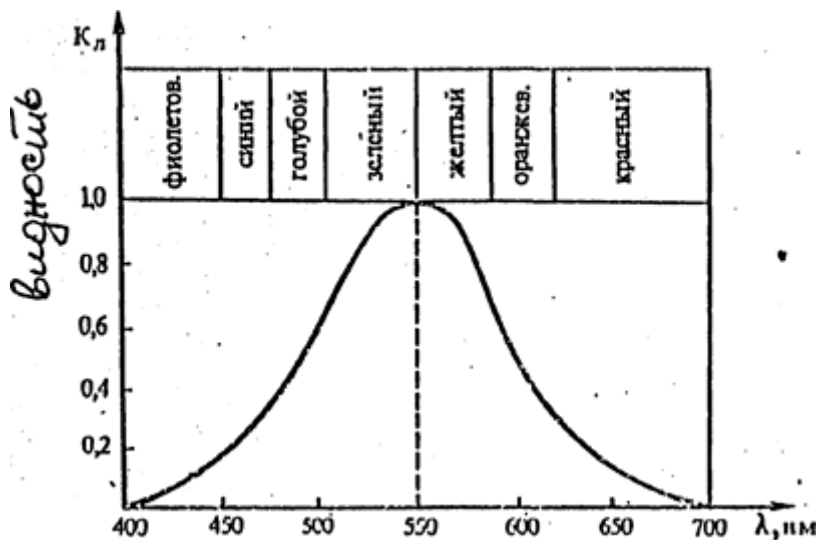


Рис. 3.1. Спектральная чувствительность глаза

Зрительной системе человека свойственно саморегулирование в зависимости от условий зрительного анализа.

Аккомодация - обеспечение четкого изображения предметов разной удаленности за счет изменения кривизны хрусталика глаза.

Адаптация - прямая и обратная реакция на освещенность за счет сужения и расширения зрачка. **Время темновой адаптации - привыкание к малой освещенности - составляет 40-50 секунд, на световую адаптацию затрачивается 8-10 секунд.**

Слуховой анализатор в наибольшей степени дополняет информацию, полученную с помощью зрительного анализатора, так как обладает "круговым обзором".

Основные параметры звуковых сигналов - уровень звукового давления и частота субъективно в слуховом ощущении воспринимаются как громкость и высота. По частоте область слуховых ощущений среднестатистического человека лежит в пределах от **16 до 20 000 Гц**. Величина порога слышимости зависит от частоты звука. Верхней границей является порог болевого ощущения, который в меньшей степени зависит от частоты и лежит в пределах 120 –140 дБА.

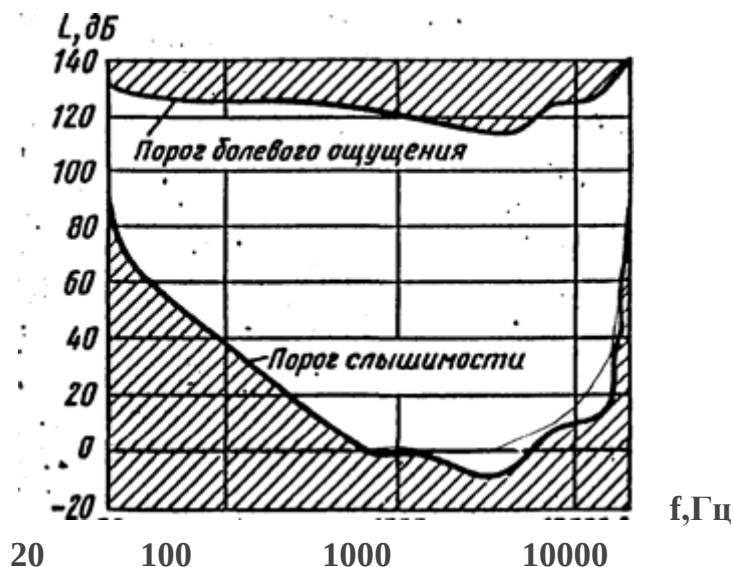


Рис.3.2. Слуховое восприятие человека

Тактильная и вибрационная чувствительность (осязание). Тактильная чувствительность проявляется при действии на кожную поверхность различных механических стимулов (прикосновение, давление). Минимальный абсолютный порог тактильной чувствительности свойственен кончикам пальцев и составляет 3 г/мм. Характерной особенностью тактильного анализатора является быстрое развитие адаптации, то есть исчезновение чувства прикосновения или давления. Время адаптации для различных участков тела в зависимости от силы раздражителя лежит в пределах от 2 до 20 с. Диапазон ощущений вибрации человеком лежит в пределах от 1 до 1 000 Гц. При низких частотах (до 60 Гц) вибрация охватывает весь организм независимо от расположения источника, воспринимается как общая, почти не деформируется и передается на туловище и голову человека. При воздействии высокочастотной вибрации зона ее распространения локальна и ограничивается местом контакта (кисть руки, стопа). **Болевая чувствительность** обеспечивается за счет свободных нервных окончаний в эпителиальном слое кожи. Биологический сигнал боли, являясь сигналом опасности, мобилизует организм на борьбу за самосохранение. Под влиянием боли перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность. Порог болевой чувствительности различен для разных участков тела (20 г/мм для кожи живота и 300 г/мм для кончиков пальцев). Латентный период составляет 0,37 с. В области болевых ощущений основной **психофизиологический закон не действует, а наблюдается линейная зависимость между ощущением и раздражением.**

Температурная чувствительность свойственна организмам с постоянной температурой тела. Температура кожи несколько ниже температуры тела и для различных ее участков и колеблется в пределах от 27 до 35 °С. В коже имеется два вида терморецепторов: одни реагируют только на холод, другие - только на тепло. Человек более восприимчив к холоду, т.к. у него имеется 30 тыс. тепловых и 250 тыс. холодовых рецепторов. Больше всего холодовых рецепторов на лице и губах.

Латентный период составляет порядка 0,25 с. Абсолютный порог температурной чувствительности для тепловых рецепторов - 0,2 °С, для холодных - 0,4 °С.

Обонянием называется вид чувствительности, направленный на восприятие пахучих веществ с помощью обонятельного анализатора (в слизистой оболочке носа содержится 10 млн рецепторных клеток). Общей классификации обонятельных ощущений в настоящее время нет. Обонятельные раздражители вызывают различные рефлекторные эффекты: изменение частоты дыхания, кровяного давления, частоты пульса и т.п. Для многих веществ определен порог восприятия (обоняния), то есть минимальная концентрация вещества, способная вызывать реакцию органа обоняния, позволяющую узнать (выделить) вещество. Величина этого порога составляет 10 мг/м<sup>3</sup> и выше (для сравнения, у некоторых насекомых пороговой является концентрация вещества 10<sup>-12</sup> мг/м<sup>3</sup>).

В восприятии вкуса, осуществляемого хеморецепторами, распространена четырехкомпонентная теория, согласно которой выделяют элементарные ощущения сладкого (кончик языка), горького (задняя стенка), кислого (задний край) и соленого (передний край). Все остальные вкусовые ощущения представляют их комбинации. Абсолютные пороги вкусового анализатора, выраженные в величинах концентраций раствора, примерно в 100 000 раз выше, чем обоняния. Различительная чувствительность вкусового анализатора довольно груба, в среднем она составляет 20 %. Под влиянием практической деятельности и специальных знаний чувствительность вкусового и обонятельного анализаторов может развиваться.

**На данном этапе эволюции человека принята следующая величина абсолютных порогов ощущений при едва заметном воздействии:**

|                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зрение - способность воспринимать ясной темной ночью пламя свечи на расстоянии до 5 км от глаза;                           |
| слух - способность различать тиканье ручных часов в полной тишине на расстоянии 6 метров;                                  |
| вкус - способность ощущать присутствие одной чайной ложки сахара в 8 литрах воды;                                          |
| обоняние - способность ощущать наличие запаха духов при их одной капле в помещении из 6 комнат;                            |
| осязание - способность ощущать движение воздуха, производимое падением крыла мухи на поверхность кожи с высоты около 1 см. |

Перечисленные анализаторы функционируют в сложном взаимодействии.

**Некоторые из них входят в состав систем, обеспечивающих безопасность человека.** Например, веки несут функцию защиты глазного яблока, предохраняя орган зрения от чрезмерного светового потока и механического повреждения, способствуют увлажнению его поверхности и удалению со слезой инородных тел. Уши при чрезмерно громких звуках обеспечивают защитную реакцию благодаря тому, что две самые маленькие мышцы среднего уха резко сокращаются и три самых маленьких косточки (молоточек, наковальня и стремечко) перестают

колебаться, наступает блокировка и система косточек не пропускает во внутреннее ухо чрезмерно сильных звуковых колебаний.

**К группе защитных реакций относится чихание.** Оно представляет собой форсированный выдох через нос, а при кашле - форсированный выдох через рот. Благодаря высокой скорости воздушная струя уносит из полости носа попавшие туда инородные тела и раздражающие агенты.

**Слезотечение** возникает при попадании раздражающих веществ на слизистую оболочку верхних дыхательных путей: носа, носоглотки, трахеи и бронхов. Слеза выделяется не только наружу, но и попадает в полость носа, смывая тем самым раздражающее вещество.

**Боль** возникает при нарушении нормального течения физиологических процессов в организме вследствие воздействия вредных и опасных факторов.

**Организм человека является сложной открытой термодинамической системой, находящейся в постоянном взаимодействии с окружающей средой путем обмена веществом, энергией и информацией.** В ходе эволюции у человека сформировалась **внутренняя среда организма, характеризующаяся постоянством ряда ключевых параметров - температуры тела, содержанием ионов водорода в крови рН, состава крови, давления и т.д.** Отклонение от установившихся значений этих параметров свидетельствует **о заболевании организма.** Для нормального существования организма необходимо, чтобы параметры его внутренней среды сохраняли свое динамическое постоянство - гомеостаз - в пределах тех колебаний внешних воздействий, к которым эволюционно адаптирован организм. Гомеостаз - сохранение динамического постоянства внутренней среды и жизненно важных функций организма, а также действие сложной совокупности регуляторных систем, обеспечивающих это постоянство в изменяющихся внешних условиях. С гомеостазом тесно связано понятие метаболизма.

Метаболизм - это совокупность реакций обмена веществ, заключающихся в потреблении, переработке и получении продуктов, необходимых для жизнедеятельности организма. Направленность метаболизма определяется гомеостазом.

Человек, для того чтобы выжить во все более быстро изменяющихся условиях окружающей его среды, должен уметь приспосабливаться к этим изменениям. Природа наделила его такими возможностями: все представители вида *Homo sapiens* (как и все живое вообще) способны проявлять необходимую пластичность реакций в ответ на изменение внешней среды, то есть адаптироваться.

Адаптация - это процессы активного приспособления человека к изменяющимся условиям окружающей среды, а также те изменения в организме, которые в результате этого возникают и закрепляются. Это биологический аспект адаптации.

Социальный (психологический) аспект адаптации подразумевает приспособление человека как личности к существованию в обществе в

соответствии с требованиями этого общества и с собственными потребностями, мотивами, интересами. Социальная адаптация осуществляется путем усвоения норм и ценностей данного общества. Проявлением социальной адаптации является взаимодействие человека с окружающим миром и активная деятельность.

Таким образом, адаптация обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма и трудовую активность человека в изменяющихся условиях существования.

### **2.2.3. Психические процессы в организме, свойства и состояние личности.**

**Деятельность человека обусловлена физиологическими и психическими процессами, протекающими в его организме,**

Физиологические характеристики человека, связанные с его деятельностью, определяются внешними (антропометрическими) и внутренними (энергетическими) показателями.

Антропометрические показатели делятся на статические (размеры тела и его частей) и динамические (углы вращения в суставах, изменения размеров при перемещении части тела в пространстве и т.п.).

Энергетические показатели (сила мышц и развиваемое напряжение, скорость движения, выносливость и т.п.) характеризуют силу и работоспособность костно-мышечной системы.

**Реакциями организма на мышечную деятельность могут быть:**

1. утомление - временное снижение работоспособности, возбудимости нервной и мышечной тканей, активности химических реакций и деятельности систем организма; внешними проявлениями утомления являются ухудшение координации движений, их амплитуды и темпа, уменьшение объема выполняемой работы и т.п.;

2. хроническое перенапряжение - изменение состояния организма и нарушение работы сердца в результате длительной физической деятельности;

3. острое физическое перенапряжение - изменение всех функций организма в результате кратковременной интенсивной мышечной деятельности;

4. стресс - недостаточность сердечной деятельности, потеря сознания и возможность органических изменений со смертельным исходом.

Психика человека является продуктом высшей нервной деятельности мозга, базирующейся на взаимодействии процессов возбуждения и торможения. Психологическими формами отражения являются память, эмоции, ощущения, мышление, восприятие, чувства, воля.

**Психическое напряжение это уровень активизации мозговой деятельности человека. Реакциями организма на психическое напряжение могут быть:**

1. утомление - изменение функционального состояния центральной нервной системы с развитием запредельного торможения в нервных центрах. Компенсируемое утомление - первая фаза, характеризующаяся нарастанием

возбуждения и сохранением продуктивности деятельности за счет увеличения затрат энергии; не компенсируемое утомление ведет к снижению продуктивности в результате развития торможения;

2. запредельное психическое напряжение характеризуется снижением продуктивности деятельности человека;

3. стресс - специфическая биоэлектрическая реакция мозга и соматическая реакция организма на сильные (запредельные) воздействия;

4. ошибочные действия - результат нервно-психической нагрузки, превышающей возможности организма при динамическом или статическом действии.

**Причинами ошибочных действий могут стать:**

- помехи при восприятии информации;
- нарушение порогов восприятия информации;
- превышение объема или скорости поступления информации;
- недостаток информации;
- несоответствие реакций организма изменениям в окружающей среде;
- несоответствие формы представления информации психическим возможностям;
- несоответствие личностных качеств (память, внимание, мышление и т.д.) условиям деятельности;
- несоответствие степени развития человека характеру деятельности.

**Выделяют следующие основные факторы, обуславливающие способность человека противодействовать опасности в процессе деятельности:**

1. природный (биологический) фактор, вытекающий из природных свойств человека и проявляющийся в бессознательной регуляции;

2. фактор, определяющий индивидуальные (личностные) особенности психического отражения и психических функций человека (интеллект, способности, темперамент, эмоции, воля);

3. фактор, вытекающий из опыта человека, его навыков, знаний, умений в конкретной сфере деятельности;

4. фактор, характеризующий направленность человека, то есть его мотивы, интересы, установки и т.п.

**Рассмотрим кратко каждый из факторов.**

1. Человеку присущ целый комплекс безусловных данных от природы рефлексов (инстинктов), которыми он неосознанно отвечает на различные опасности, угрожающие организму, что способствует его самосохранению. Так, при возникновении опасности повреждения закрываются глаза, отдергивается рука; при нарушении нормального состава, давления или температуры окружающей среды в организме возникают соответствующие сдвиги, направленные на компенсацию вредных воздействий и приспособление к новым условиям среды. Эти и многие другие защитные реакции организма способствуют повышению защищенности человека от различных опасностей.

2. Вторым фактором, определяющим реакцию человека на опасность, являются психофизиологические (личностные) качества и состояния человека. Эти качества проявляются в чувствительности человека к обнаружению сигналов

опасности, в его скоростных возможностях по реагированию на такие сигналы, в его эмоциональных реакциях на опасность и т. п. Как названные, так и другие подобные показатели, обуславливающие возможности человека обнаруживать опасную ситуацию и адекватно реагировать на нее, зависят от его индивидуальных особенностей, и в частности от его нервной системы.

Одной из важных характеристик человека является тип высшей нервной деятельности - сочетание врожденных и индивидуально приобретенных свойств процессов возбуждения и торможения, определяющее различия в поведении и отношении человека к воздействию внешних факторов среды. Различают следующие типы высшей нервной деятельности: слабый (меланхолик); сильный неуравновешенный (холерик); сильный уравновешенный подвижный (сангвиник); сильный уравновешенный инертный (меланхолик). На поведении человека в опасной ситуации сказывается также его психическое и физическое состояние. Так, состояние тревоги обычно способствует более быстрому обнаружению опасности, состояние утомления, наоборот, снижает возможности человека по обнаружению опасности и противодействию ей.

3. Способность человека противодействовать опасности в трудовой деятельности существенно зависит от третьего фактора - профессиональных качеств и опыта. Здесь имеются в виду не столько навыки и умения по достижению трудовой цели, сколько навыки и умения решать такие задачи безопасно. Умение безопасно работать зависит главным образом от знания работающим своей деятельности и правил безопасности труда, от жизненного опыта, что дает ему возможность гибко использовать эти факторы для успешного и безопасного решения различных задач. Этому в значительной мере способствуют и творческие возможности человека, позволяющие ему изыскивать новые пути, новые методы безопасного решения задачи в самых разнообразных и неожиданных ситуациях.

4. Четвертый фактор, обуславливающий возможности человека противостоять опасности, определяется степенью мотивации к труду и безопасности. У разных людей уровень мотивации к выполнению работы и обеспечению ее безопасности не одинаков и мотив обеспечения безопасности имеет различный вес среди прочих мотивов, побуждающих человека к деятельности.

**Таким образом, современный человек представляет собой сложную систему, которая, с одной стороны, позволяет ему взаимодействовать с окружающим миром, с другой, - обеспечивает защиту от неблагоприятного воздействия среды обитания и возможность приспособления к ее изменениям.**

### **3.ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ТРУДА**

План лекции:

- 3.1.Классификация основных форм деятельности человека.
- 3.2. Комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.
- 3.3. Работоспособность человека и ее динамика.
- 3.4. Профессиональный отбор операторов технических систем.

#### **3.1.Классификация основных форм деятельности человека. Комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.**

Характер и организация трудовой деятельности оказывают существенное влияние на изменение функционального состояния организма человека. Многообразные формы трудовой деятельности делятся на физический и умственный труд.

Физический труд характеризуется в первую очередь повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.). Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, в то же время имеет ряд отрицательных последствий. Прежде всего это социальная неэффективность физического труда, связанная с низкой его производительностью, необходимостью высокого напряжения физических сил и потребностью в длительном — до 50 % рабочего времени — отдыхе.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активизации процессов мышления, эмоциональной сферы. Для данного вида труда характерна гипокинезия, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является одним из условий формирования сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда. Длительная умственная нагрузка оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность: ухудшаются функции внимания (объем, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое число ошибок).

В современной трудовой деятельности чисто физический труд не играет существенной роли. В соответствии с существующей физиологической классификацией трудовой деятельности различают: формы труда, требующие значительной мышечной активности; механизированные формы труда; формы

труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством; групповые формы труда (конвейеры); формы труда, связанные с дистанционным управлением, и формы труда интеллектуального (умственного) труда.

Формы труда, требующие значительной мышечной активности, имеют место при отсутствии механизации. Эти работы характеризуются в первую очередь повышенными энергетическими затратами. Особенностью механизированных форм труда являются изменения характера мышечных нагрузок и усложнения программы действий. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы конечностей, которые должны обеспечить большую скорость и точность движений, необходимых для управления механизмами. Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в процессе труда информации приводит к монотонности труда. Поэтому снижается возбудимость анализаторов, рассеивается внимание, снижается скорость реакций и быстро наступает утомление.

При полуавтоматическом производстве человек выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций на обслуживании станка: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь. Характерные черты этого вида работ— монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала.

Конвейерная форма труда определяется дроблением процесса труда на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту с помощью конвейера. При этом чем меньше интервал времени, затрачиваемый работающими на операцию, тем монотоннее работа, тем упрощеннее ее содержание, что приводит к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.

При формах труда, связанных с дистанционным управлением производственными профосами и механизмами, человек включен в системы управления как необходимое оперативное звено. В случаях, когда пульта управления требуют частых активных действий человека, внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или речедвигательных актах. В случаях редких активных действий работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

Формы интеллектуального труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся, студентов. Эти виды различаются организацией трудового процесса, равномерностью нагрузки, степенью эмоционального напряжения.

Работа оператора отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. Например, труд авиадиспетчера характеризуется переработкой большого объема информации за короткое время и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью. Труд руководителей учреждений, предприятий (управленческий труд) определяется чрезмерным объемом

информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятые решения, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Труд преподавателей и медицинских работников отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает степень нервно-эмоционального напряжения. Труд учащихся и студентов характеризуется напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие; наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая, значительного объема памяти, напряжения, внимания, - это творческий труд. Труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников, архитекторов приводит к значительному повышению нервно-эмоционального напряжения. При таком напряжении, связанном с умственной деятельностью, можно наблюдать тахикардию, повышение кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение легочной вентиляции и потребления кислорода, повышение температуры тела человека и другие изменения со стороны вегетативных функций.

Энергетические затраты человека зависят от интенсивности мышечной работы, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения и других условий (температуры, влажности, скорости движения воздуха и др.). Суточные затраты энергии для лиц умственного труда (инженеров, врачей, педагогов и др.) составляют 10,5... 11,7 МДж; для работников механизированного труда и сферы обслуживания (медсестер, продавщиц, рабочих, обслуживающих автоматы) —11,3...12,5 МДж; для работников, выполняющих работу средней тяжести (станочников, шахтеров, хирургов, литейщиков, сельскохозяйственных рабочих и др.), —12,5...15,5 МДж; для работников, выполняющих тяжелую физическую работу (горнорабочих, металлургов, лесорубов, грузчиков),—16,3...18 МДж.

Затраты энергии меняются в зависимости от рабочей позы. При рабочей позе сидя затраты энергии превышают на 5—10% уровень основного обмена; при рабочей позе стоя - на 10...25 %, при вынужденной неудобной позе - на 40...50 %. При интенсивной интеллектуальной работе потребность мозга в энергии составляет 15...20 % общего обмена в организме (масса мозга составляет 2 % массы тела). Повышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности. Так, при чтении вслух сидя расход энергии повышается на 48%, при выступлении с публичной лекцией - на 94 %, у операторов вычислительных машин - на 60...100%.

Уровень энергозатрат может служить критерием тяжести и напряженности выполняемой работы, имеющим важное значение для оптимизации условий труда и его рациональной организации. Уровень энергозатрат определяют методом полного газового анализа (учитывается объем потребления кислорода и выделенного углекислого газа). С увеличением тяжести труда значительно возрастает потребление кислорода и количество расходуемой энергии.

Тяжесть и напряженность труда характеризуются степенью функционального напряжения организма. Оно может быть энергетическим, зависящим от мощности работы, - при физическом труде, и эмоциональным - при умственном труде, когда имеет место информационная перегрузка.

Физическая тяжесть труда - это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат с учетом вида нагрузки (статическая или динамическая) в нагружаемых мышцах.

Статическая работа связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Динамическая работа—процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению груза, а также самого тела человека или его частей в пространстве. При этом энергия расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект.

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75... 175—средней тяжести; свыше 176—тяжелая работа.

В соответствии с гигиенической классификацией труда (Р.2.2.013 - 94) условия труда подразделяются на четыре класса: 1 - оптимальные; 2 - допустимые; 3 - вредные (класса 3.1- 3.4); 4 - опасные (экстремальные).

Оптимальные условия труда обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека. Оптимальные нормативы установлены для параметров микроклимата и факторов трудового процесса. Для других факторов условно применяют такие условия труда, при которых уровни неблагоприятных факторов не превышают принятых в качестве безопасных для населения (в пределах фона).

Допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест. Изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены, они не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на здоровье работающего и его потомства. Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

Вредные условия труда характеризуются уровнями вредных производственных факторов, превышающими гигиенические нормативы и оказывающими неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

Экстремальные условия труда характеризуются такими уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных поражений.

### **3.2 . Комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.**

Комфортное состояние жизненного пространства по показателям микроклимата достигается соблюдением нормативных требований. В качестве критериев комфортности устанавливают значения температуры воздуха в помещениях, его влажности и подвижности (ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". Условия комфортности достигаются также соблюдением нормативных требований к естественному и искусственному освещению помещений и территорий (СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение").

Критериями безопасности техносферы являются ограничения, вводимые на концентрации веществ, и потоки энергий в жизненном пространстве.

Концентрации регламентируют, исходя из предельно допустимых концентраций этих веществ в жизненном пространстве.

$$C_i < ПДК_i$$

Для потоков энергии допустимые значения устанавливают соотношением:

$$I_i < ПДУ_i$$

Конкретные значения ПДК и ПДУ устанавливаются нормативными актами Государственной системы санитарно-эпидемиологического нормирования РФ.

### **3.3. Работоспособность человека и ее динамика.**

Работоспособность - величина функциональных возможностей организма человека, характеризующаяся количеством и качеством работы, выполняемой за определенное время. Во время трудовой деятельности работоспособность организма изменяется во времени. Различают три основные фазы сменяющих друг друга состояний человека в процессе трудовой деятельности:

- фаза вработывания, или нарастающей работоспособности; в этот период уровень работоспособности постепенно повышается по сравнению с исходным; в зависимости от характера труда и индивидуальных особенностей человека этот период длится от нескольких минут до 1,5 ч, а при умственном творческом труде - до 2...2,5 ч;

- фаза высокой устойчивости работоспособности; для нее характерно сочетание высоких трудовых показателей с относительной стабильностью или даже некоторым снижением напряженности физиологических функций; продолжительность этой фазы может составлять 2...2,5 ч и более в зависимости от тяжести и напряженности труда;

- фаза снижения работоспособности, характеризующаяся уменьшением функциональных возможностей основных работающих органов человека и сопровождающаяся чувством усталости.

В течение суток работоспособность также изменяется определенным образом. На кривой работоспособности, записанной в течение суток, выделяются три интервала, отражающие колебания работоспособности. С 6 до 15 ч - первый интервал, во время которого работоспособность постепенно повышается. Она достигает своего максимума к 10—12 ч, а затем постепенно начинает понижаться. Во втором интервале (15...22 ч) работоспособность повышается, достигая максимума к 18 ч, а затем начинает уменьшаться до 22 ч. Третий интервал (12...6 ч) характеризуется тем, что работоспособность существенно снижается и достигает минимума около трех часов утра, затем начинает возрастать, оставаясь при этом, однако, ниже среднего уровня.

По дням недели работоспособность также меняется: вработывание приходится на понедельник, высокая работоспособность - на вторник, среду и четверг, а развивающееся утомление на пятницу и особенно на субботу.

### **3.4. Профессиональный отбор операторов технических систем.**

Задача профотбора - определение пригодности человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии. Профессиональная готовность определяется исходя из уровня образования, опыта и подготовки исполнителя. Профессиональная пригодность устанавливается с учетом степени соответствия индивидуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Профотбор представляет собой специально организуемое исследование, основанное на четких качественных и количественных оценках с помощью ранжированных шкал, позволяющих не только выявить, но и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии. Для изучения профессионально важных качеств человека используют анкетный, аппаратный и тестовый методы.

Анкетный метод заключается в том, что с помощью определенным образом сформулированных и сгруппированных вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешнеоценочными, когда оценку дает эксперт на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым.

Аппаратный метод состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры. Наряду с приборами, обеспечивающими общее исследование психофизиологических свойств, на предприятиях конструируются установки, имитирующие тот или иной трудовой процесс. Они служат для определения наличия у испытуемого качеств, важных для данной работы, а также как тренажеры при обучении соответствующей профессии.

Тестовый метод располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому, в процессе решения которых выявляются те или иные психофизиологические

свойства. Этот метод в настоящее время активно используется за рубежом. Тесты делятся на следующие группы:

- тесты определения способностей, которые служат для установления общего уровня интеллекта, пространственного воображения, точности восприятия, психомоторных способностей;
- тесты проверки зрения и слуха, назначение которых вытекает из самого названия;
- личностные тесты, ставящие цель оценить такие качества, как импульсивность, активность, чувство ответственности, уравновешенность, общительность, осторожность, уверенность в себе, оригинальность мышления;
- тесты определения уровня квалификации, применяемые для проверки профессиональных навыков. Исходным материалом для проведения работы по профессиональному подбору являются профессиограммы, которые составляются на соответствующие профессии на основе всестороннего изучения трудового процесса, проведения необходимых исследований, опроса самих работников, использования литературных источников.

Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств. В них объективные особенности трудового процесса – технические, технологические, организационные – находят выражение в физиологических, психических и социально-психологических показателях. Перечень показателей приведен в таблице.

Таблица 4.1.

| Группа показателей | Виды показателей       |                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | 2                      |                                                                                                                                                                                                                    |
| I                  | Физические             | Затраты мышечной энергии.<br>Выносливость к физическим усилиям<br>Динамическая и статическая нагрузки.<br>Выносливость к климатическим изменениям<br>Сила рук.                                                     |
| II                 | Психосенсорные         | Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений.<br>Чувствительность к различию ощущений.<br>Восприятие предметов в статическом положении и движении<br>Восприятие пространства и времени. |
| III                | Психомоторные          | Темп движения<br>Скорость двигательной реакции.<br>Ритм.<br>Координация движений.<br>Устойчивость движений.<br>Точность движений.                                                                                  |
| IV                 | Интеллектуальная сфера | Особенность внимания<br>Наблюдательность.<br>Зрительная, слуховая и двигательная память.<br>Воображение<br>Особенности мышления. Понимание технических устройств и процессов.                                      |

|    |                           |                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V  | Темперамент и характер    | Тип наивысшей нервной деятельности.<br>Эмоционально-волевые качества.<br>Целеустремленность,<br>Настойчивость.<br>Старательность.<br>Инициативность.<br>Активность.<br>Организованность. |
| VI | Социально-психологические | Способность к сотрудничеству.<br>Чувство товарищества и коллективизма. Отношение к труду.                                                                                                |

По своим психофизиологическим свойствам люди различаются и эти различия необходимо учитывать. Большинство свойств развивается и изменяется в процессе жизни. Направление воспитания и обучения дает положительный эффект, однако степень его может быть неодинакова. Поэтому профессиональный отбор операторов ставит задачу выявить людей, у которых процесс обучения дает максимальный эффект при минимальном времени обучения.

#### 4. ФАКТОРЫ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ

План лекции:

- 4.1. Классификация факторов природно-техногенной среды.
- 4.2. Химические факторы.
- 4.3. Биологические факторы.
- 4.4. Совокупное воздействие факторов среды на человека.

##### **4.1. Классификация факторов природно-техногенной среды.**

Понятие вредности и опасности фактора, оказывающего воздействие на человека, является относительным. Вреден или опасен не сам факт воздействия, а его интенсивность или накопленное количество (доза).

Сами по себе факторы природной среды являются неотъемлемыми компонентами эволюции, в том числе и человека, и их наличие на уровне фоновых, привычных для организма значений, обеспечивает поддержание его нормального взаимодействия с окружающей средой. В природе работает общий для всего живого закон толерантности, согласно которому лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к данному фактору.

В общем случае вредными принято называть вещества, соединения или факторы, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям для их жизнедеятельности. В узком смысле вредным называют фактор, воздействие которого может привести к функциональным или органическим изменениям (заболеванию) организма. Опасным называют фактор, воздействие которого может привести к другому отрицательному последствию - к нарушению целостности (травме) организма. В зависимости от интенсивности воздействия вредный фактор может стать опасным.

В соответствии с законом толерантности любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду началом. В настоящее время источником загрязнения все в больших масштабах становится техносфера. При этом уровень загрязнения среды техногенными источниками значительно (на математические порядки) превышает привычные для человека фоновые значения.



Рис. 5.1. Зависимость результата действия экологического фактора от его интенсивности

По природе воздействия на человека факторы природно-техногенной среды можно разделить на следующие группы, показанные на рисунке.



Ри  
с.  
5.

## 2. Классификация факторов природно-техногенной среды

## 4.2. Химические факторы

В настоящее время известно около семи миллионов химических веществ и соединений, из которых 60 тысяч находят применение в деятельности человека. На международном рынке в последнее время ежегодно появляется от 500 до 1000 новых химических соединений и смесей. Химические загрязнения помимо их "производителя" - человека - оказывают негативные воздействия на растительный и животный мир, материалы, строения и конструкции, произведения искусства и исторические памятники.

Химические вещества по негативным последствиям их воздействия человека имеют следующую классификацию:

общетоксические (ядовитые) - вызывающие отравление всего организма (оксид углерода, цианистые соединения, свинец, ртуть, бензол, мышьяк и его соединения и другие);

раздражающие - вызывающие раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек (хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, оксиды азота, озон, ацетон и другие);

сенсibiliзирующие - действующие как аллергены (формальдегид, растворители и лаки на основе нитросоединений и другие);

канцерогенные - вызывающие раковые заболевания (никель и его соединения, амины, оксиды хрома, асбест и другие);

мутагенные - приводящие к изменению наследственной информации. (свинец, марганец, радиоактивные вещества и другие);

влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и другие).

Ряд вредных веществ (в основном пыли) оказывают на организм человека преимущественно фиброгенное действие, вызывая раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и оседая в легких, практически не попадая в круг кровообращения вследствие плохой растворимости в биологических средах (в крови, лимфе).

В организм человека химические вещества могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Среди химических веществ, представляющих опасность для человека условно выделяют отдельные группы, получившие специфические названия например, ксенобиотики, вредные вещества, тяжелые металлы, ядохимикаты, пыли, сильнодействующие ядовитые вещества и другие.

Ксенобиотиками, то есть чуждыми жизни называют вещества искусственного происхождения, которые наносят вред естественной среде обитания и человеку. Как правило, искусственно созданные химические соединения, предметы, различные отходы обладают особыми свойствами, не совместимыми с экологическими системами и характеристиками самого человека.

Они имеют конечный срок полезного использования, разлагаются очень медленно, загрязняют атмосферу, гидросферу, почву, непосредственно или косвенно оказывают отрицательное влияние на людей и все живое (пластиковые бутылки).

Среди химических веществ, загрязняющих внешнюю среду (воздух, воду, почву), тяжелые металлы и их соединения образуют значительную группу токсикантов, оказывающих существенное неблагоприятное воздействие на человека. Опасность тяжелых металлов обусловлена их устойчивостью во внешней среде, растворимостью в воде, сорбцией почвой, растениями, что в совокупности приводит к накоплению тяжелых металлов в среде обитания человека.

Термин "тяжелые металлы" связан с высокой относительной атомной массой. Одним из признаков, которые позволяют относить металлы к тяжелым, является их плотность. К тяжелым металлам относятся химические элементы с относительной плотностью более 6. Таких элементов более 40. Число наиболее опасных тяжелых металлов с учетом их токсичности, стойкости и способности накапливаться во внешней среде, а также масштабах распространения, значительно меньше. Это - ртуть, свинец, кадмий, кобальт, никель, цинк, олово, сурьма, медь, молибден, ванадий, мышьяк.

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит в виде газов и аэрозолей (возгон металлов и пылевидные частицы) и в жидком виде (технологические сточные воды). Рассеивание металлов может происходить на сотни и тысячи километров, приобретая межконтинентальные масштабы, особенно при сжигании минерального топлива и выбросах в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах (металлургии, обжиге цементного сырья и т.п.). Значительная часть полезных компонентов рудных ископаемых рассеивается при транспортировке, обогащении, сортировке. Миграция (подвижность) элементов зависит от летучести и растворимости соединений, температуры, кислотно-щелочного равновесия, других факторов. Установлено, что процесс накопления тяжелых металлов в почве идет быстрее, чем их удаление. Период полужизни из почвы цинка составляет 500 лет, кадмия - 1100 лет, меди — 1500 лет, свинца - несколько тысяч лет.

Тяжелые металлы и их соединения могут поступать в организм человека через легкие, слизистые оболочки, кожу и желудочно-кишечный тракт.

Тяжелые металлы особенно опасны ввиду своей способности к биоаккумуляции. Биоаккумуляция заключается в том, что малые дозы, получаемые в течение длительного времени, накапливаются в организме, создают в итоге токсичную концентрацию и наносят ущерб здоровью. Тяжелые металлы, как простые химические элементы, невозможно разрушить в результате химических процессов, которые протекают в нашем организме. Кроме того, тяжелые металлы прочно связываются с белками и поэтому не выводятся из организма с мочой. Биоаккумуляция может усугубляться в пищевой цепи. Организмы, находящиеся в ее основе, поглощают химикаты из внешней среды и аккумулируют их в своих тканях. Питаясь этими организмами, животные следующего трофического уровня

получают исходно более высокие дозы, накапливают более высокие концентрации и т.д. В результате на вершине пищевой цепи концентрация химиката в организмах может стать в 100 тысяч раз больше, чем во внешней среде. Такое накопление вещества при прохождении через пищевую цепь называют биоконцентрированием.

В начале 1970-х произошел трагический эпизод, известный как болезнь Минаматы, продемонстрировавший возможность биоаккумуляции ртути и др. тяжелых металлов. Болезнь носит название маленького рыбацкого поселка в Японии. В середине 1950-х годов в Минамате у кошек стали замечать судороги, за которыми следовал частичный паралич, а затем – кома и смерть. Сначала думали, что страдают только кошки, особого значения этому не придавали. Однако, когда такие же симптомы стали проявляться у людей, беспокойство быстро возросло. Кроме того, стали замечаться случаи умственной отсталости, психические расстройства и врожденные дефекты. Со временем специалисты установили причину: острое ртутное отравление.

Химическое предприятие, расположенное неподалеку, сбрасывало содержащие ртуть отходы в реку, впадавшую в залив, где рыбачили жители Минаматы. Оседавшую с детритом ртуть сначала поглощали бактерии, а затем она концентрировалась в пищевой цепи, попадая через рыб к кошкам и людям. Кошки пострадали в первую очередь, потому что питались исключительно остатками рыбы. К тому времени, когда ситуация была взята под контроль, погибли около 50 человек, еще 150 получили серьезные заболевания костей и нервной системы. До сих пор о трагедии напоминают уродливые тела и умственная отсталость жителей Минаматы.

Человек создал много химических препаратов, преследуя свои хозяйственные и иные цели. Многочисленную группу ядохимикатов представляют пестициды.

Пестициды (от *pestis* - зараза и *цидо* - убиваю) - ядохимикаты, химические препараты для защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков, а также для уничтожения паразитов сельскохозяйственных животных, вредных грызунов и т.п. К пестицидам относятся также средства, привлекающие или отпугивающие насекомых, регулирующие рост и развитие растений, применяемые для удаления листьев, цветов, завязей. При использовании пестицидов возможно их отрицательное влияние на экосистемы и здоровье человека, поэтому они должны применяться в минимальных количествах и лишь там, где невозможно обойтись биологическими или другими безвредными средствами.

Ставшая уже классикой история ДДТ, широко применявшегося в 1950-1950 годы, иллюстрирует существующую угрозу.

В 1938 г. швейцарский химик Пауль Мюллер натолкнулся на дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), синтезированный за полвека до этого.

ДДТ оказался чрезвычайно токсичным для насекомых, и, казалось, относительно безвредным для человека и животных. Производить его было совсем не дорого. Он обладал широким спектром действия, т.е. использовался против

многих видов вредителей и был очень стоек, т.е. с трудом разрушался в окружающей среде и обеспечивал продолжительную защиту. Это свойство давало дополнительную экономию, т.к. отпадала необходимость в дополнительных затратах труда и материала на неоднократные обработки.

ДДТ был настолько эффективен, что снижение численности вредителей во многих случаях привело к резкому росту урожаев. В сельском хозяйстве смогли отказаться от более трудоемких методов борьбы, в частности от севооборота и уничтожения остатков, смогли выращивать менее устойчивые, но более урожайные сорта, распространить некоторые культуры в новые климатические зоны, где ранее они были бы погублены насекомыми.

Кроме того, ДДТ оказался эффективным в борьбе против насекомых, переносящих инфекции. Например, во время второй мировой войны военные использовали его против вшей, переносящих сыпной тиф, и в результате эта война стала первой, в которой от тифа погибло меньше людей, чем от ранений.

Всемирная организация здравоохранения при ООН распространяла ДДТ в тропических странах для борьбы с комарами и достигла заметного сокращения смертности от малярии. Достоинства ДДТ казались столь выдающимися, что в 1948 году Мюллер получил за свое открытие Нобелевскую премию.

Однако в 1950-60 годы орнитологи заменили катастрофическое сокращение популяций многих видов птиц, соответствующих вершине пищевых цепей. Рыбоядные птицы, например, белоголовый орлан и скопа, так пострадали, что возникла угроза их полного исчезновения. Исследования показали, что проблема связана с размножением: яйца разбивались в гнезде до вылупления птенцов. Оказывается, скорлупа этих яиц содержала высокие концентрации ДДТ. ДДТ влияет на обмен кальция, а в результате птицы откладывают яйца с тонкой скорлупой. Дальнейшие исследования показали, что птицы получали высокие дозы ДДТ в процессе биоконцентрирования в пищевых цепях. На рыбоядных птиц он влияет сильнее всего, так как огромные количества ДДТ стекают в водоемы, где в длинных пищевых цепях происходит его многоступенчатое биоконцентрирование.

ДДТ накапливается в жировых отложениях человека и практически всех остальных животных, включая арктических тюленей и антарктических пингвинов. Период полураспада ДДТ – 20 лет.

Гербициды (от herba - трава) - химические вещества из группы пестицидов, предназначенные для избирательного уничтожения нежелательной растительности. Применение гербицидов заменяет прополку сорняков. Многие из них, попадая в почву и водоемы, оказывают токсическое действие и могут вызывать гибель животных, растений, людей. Использование гербицидов во многих странах регламентировано законом.

Дефолианты (от foimn - лист) - химические вещества (диоксин, бутифос и т.д.), предназначенные для провоцирования искусственного опадания листвы растений (например, для облегчения механизированной уборки хлопка). Без

строжайшего соблюдения доз и мер предосторожности дефолианты представляют серьезную опасность для человека и животных.

Зооциды - химические вещества, предназначенные для уничтожения вредных животных-грызунов, в частности, мышей и крыс.

Инсектициды (от insectum - насекомые) - пестициды, предназначенные для борьбы с нежелательными (с точки зрения человека) в хозяйствах и природных сообществах насекомыми.

Фунгициды (от fungus - гриб) - химические вещества, предназначенные для борьбы с грибами-возбудителями болезней, разрушающими древесные конструкции и повреждающими хранящиеся материальные ценности.

Детергенты (от deiergeo - стираю) - химические соединения, понижающие поверхностное натяжение воды и используемые в качестве моющего средства или эмульгатора. Детергенты - широко распространенные и опасные для человека, животных и растений, химические загрязнители воды, водоемов, почв.

Пыль. Появление механических примесей - пыли - в атмосфере связано с выделением различными природными или техногенными источниками тонкодисперсных частиц отложений или разрушенных материалов органического и неорганического происхождения.

По среднему размеру частиц (диаметру) различают пыль:

макроскопическую (более 10 мкм), выпадающую из неподвижного воздуха с возрастающей скоростью;

микроскопическую (0,25-10 мкм), оседающую с постоянной скоростью;

ультрамикроскопическую (0,01-0,25 мкм), не оседающую в результате броуновского движения;

субмикроскопическую (менее 0,01 мкм).

Время падения частиц пыли в неподвижном воздухе с высоты 1 м в зависимости от размера изменяется от 2,2 мин (более 10 мкм) до 3,5 (1 мкм) и 46 ч (0,2 мкм).

Наиболее вредной для организма человека является пыль размером 0,2 -5 мкм. Пыль меньшего размера может удаляться из легких вместе с выдыхаемым воздухом, большего (до 12 мкм) - задерживаться в верхних дыхательных путях.

Вредное воздействие пыль оказывает на органы дыхания, пищеварения, кожные покровы, слизистые оболочки и глаза в форме пневмокониозов, отравлений и опухолей, дерматитов и экзем, конъюнктивитов. Ядовитые пыли (свинец, цинк, мышьяк и другие) действуют преимущественно на органы пищеварения, слизистые оболочки и глаза, неядовитые - засоряют верхние дыхательные пути, вызывают бронхиты, гнойничковые заболевания кожи. Наиболее частыми являются заболевания бронхитом и пневмокониозом. Бронхиты возникают при задержке крупных частиц (более 5 мкм) в верхних дыхательных путях, пневмокониозы - заболевания органов дыхания с изменением ткани - возникают в результате действия пыли размером частиц менее 5 мкм.

Сильнодействующие ядовитые вещества. Специалисты в области военного дела и гражданской обороны выделяют особую группу веществ

сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ). СДЯВ - это образующиеся в больших количествах в промышленности, на транспорте, на складах, при военных действиях химические соединения, способные при авариях переходить в атмосферу и вызывать массовое поражение (отравление) людей животных, а также заражать окружающую среду.

Особенностями СДЯВ являются:

способность по направлению ветра переноситься на большие расстояния, в результате чего вызывать массовые поражения людей;

объемность действия, то есть способность зараженного воздуха проникать в негерметизированные помещения;

большое разнообразие СДЯВ, что создает трудности в создании средств индивидуальной защиты;

способность многих СДЯВ оказывать не только непосредственное действие, но и заражать людей посредством воды, продуктов, окружающих предметов.

Объекты экономики, при авариях или разрушениях которых могут произойти массовые поражения людей, животных и растений СДЯВ, относят к химически опасным объектам. Всего в России функционирует свыше 3,3 тыс. объектов экономики, располагающих значительными запасами аварийно химически опасных веществ.

К химически опасным объектам относятся:

- Предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности,
- Пищевой, мясомолочной промышленности, хладокомбинаты, продовольственные базы, имеющие холодильные установки, к которым в качестве хладагента используется аммиак,
- Очистные сооружения, использующие в качестве дезинфицирующего вещества хлор,
- Железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава с сильнодействующими ядовитыми веществами, а также станции, где производят разгрузку и выгрузку СДЯВ,
- Склады и базы с запасом химического оружия или ядохимикатов для дезинфекции, дезинсекции и дератизации,
- Газопроводы.

На отдельных объектах может находиться от нескольких сот до нескольких тысяч тонн АХОВ. Суммарный запас на предприятиях достигает 700 тыс. тонн. Около 70% предприятий химической промышленности и почти все предприятиях нефтехимической промышленности сосредоточены в крупных городах с населением свыше 100 тыс. чел. Общая площадь территории России, на которой может возникнуть химическое заражение, составляет около 300 тыс. кв. км. с населением около 59 млн. чел. Особую опасность представляют ХОО, связанные с хранением химического оружия. Оно запрещено и подлежит уничтожению согласно международной конвенции, которая была ратифицирована Россией в 1997 году. Однако до сих пор на территории нашей страны располагается ? баз хранения

этого оружия, на которых хранится 40 тыс. тонн отравляющих веществ высочайшей поражающей способности.

Опасные химические вещества хранятся и транспортируются в специальных герметически закрытых резервуарах, танках, цистернах.

При этом в зависимости от условий хранения они могут быть в газообразном, жидком и твердом агрегатном состоянии. При аварии выброс газообразного вещества ведет к очень быстрому заражению воздуха. При разливе жидких химических веществ происходит их испарение и последующее заражение атмосферы. При взрывах твердые и жидкие вещества распыляются в воздухе, образуя твердые (дым) и жидкие (туман) аэрозоли. Все СДЯВ, заражающие воздух, проникают в организм через органы дыхания (ингаляционный путь). Многие могут вызвать поражения путем проникновения через незащищенные кожные покровы (перекутанные поражения), а также через рот (пероральные поражения при употреблении зараженной воды и пищи).

Облако СДЯВ, передвигаясь по ветру, создает зону заражения (ЗЗ).

Зона заражения - это территория непосредственного воздействия СДЯВ, а также местность, в пределах которой распространилось облако СДЯВ с поражающей концентрацией. Масштабы ЗЗ (глубина и площадь) зависят от величины аварийного выброса, физико-химических и токсических свойств вещества, метеоусловий (температура воздуха, скорость ветра, степень вертикальной устойчивости воздуха), характера местности (рельеф, растительность, застройка) и т.п. Внешние границы ЗЗ определяются по пороговой ингаляционной токсодозе, вызывающей начальные симптомы поражения. Важнейшей характеристикой опасности СДЯВ является относительная плотность их паров (газов). Если плотность пара какого-либо вещества меньше 1,0 (легче воздуха), он будет быстро рассеиваться. Большую опасность представляют СДЯВ, относительная плотность паров которых больше 1: они дольше удерживаются у поверхности земли, накапливаются в различных углублениях местности, их воздействие на людей и окружающую среду является более продолжительным и опасным.

#### **4.3. Биологические факторы.**

Биологическими называются факторы, связанные с воздействием живых объектов. Исходя из принципа целесообразности, господствующего в природе, все живые существа выполняют определенную, предназначенную им роль. По отношению к человеку некоторые из них представляют опасность.

К числу биологических факторов относится воздействие на человека микроорганизмов, грибов, растений, животных.

Микроорганизмы - это мельчайшие, преимущественно одноклеточные существа. Иногда их называют просто микробами. Они характеризуются огромным разнообразием видов, способных существовать в различных условиях. Как следует из самого названия, микроорганизмы - очень маленькие объекты, поэтому микробиологи используют мелкие единицы измерения, такие как микрометр (10

<sup>6</sup> м), нанометр ( $10^{-9}$  м), ангстрем ( $10^{-12}$  м). Наука, изучающая микроорганизмы, их систематику, морфологию, генетику, роль в круговороте веществ в природе, патогенное действие, приводящее к болезням человека, животных и растений, называется микробиологией.

Микроорганизмы выполняют полезную роль в круговороте веществ в природе, используются в пищевой и микробиологической промышленности. Однако некоторые виды микроорганизмов являются болезнетворными или патогенными. Они вызывают болезни растений, животных и человека. Такие болезни как проказа, чума, тиф, холера, малярия, туберкулез и многие другие вызываются микроорганизмами. При отсутствии средств борьбы с болезнями, обусловленными воздействием микроорганизмов, особенно неизвестных науке, инфекционные заболевания человека иногда приобретают массовое распространение, которое называется эпидемией или пандемией. Широкое распространение заразных болезней животных называется эпизоотией, а растений - эпифитотией.

Среди патогенных микроорганизмов различают бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, простейшие.

Простейшие состоят из одной клетки. Чаще всего они обитают в водоемах. Несмотря на свое название, простейшие устроены даже сложнее; чем отдельная клетка. Обычные размеры простейших  $1/20$  -  $1/7$  мм. Их можно видеть без микроскопа (глаз человека различает предметы размером до 0,1 мм). Размножаются делением каждые 3 часа.

Представители микроорганизмов являются и бактерии. Бактерии, имеющие форму правильных шариков, называются кокками. Группы кокков называют стафилококками или стрептококками. К коккам относятся возбудители различных инфекционных болезней. Очень многие бактерии имеют форму палочек, например, живущая в нашем организме кишечная палочка - возбудитель тифа, дизентерии.

Бактерии вездесущи и выносливы. Их находят в воде гейзеров с температурой около  $100^{\circ}\text{C}$ , в вечной мерзлоте Арктики, где они сохранились в течение 2 млн. лет, в открытом космосе и т.д. Размножаются бактерии простейшим делением надвое, в благоприятных условиях - через каждые 20 минут.

Некоторые бактерии питаются аммиаком, метаном. Их пытаются использовать для "поедания" метана в шахтах.

Бактериальными заболеваниями являются чума, туберкулез, холера, столбняк, проказа, дизентерия, менингит и другие.

Вирусы (от virus - яд) - мельчайшие неклеточные частицы, состоящие из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки. Вирусы - внутриклеточные паразиты: они используют ферментативный аппарат живых клеток и переключают клетку на синтез зрелых вирусных частиц. Вирусы мельче бактерий в 50 раз. Они не видны в световом микроскопе, их не задерживают тончайшие фарфоровые фильтры. Вирусы распространены повсеместно, вызывая болезни растений, животных и человека.

Вирусы в отличие от бактерий не способны существовать и размножаться самостоятельно, они размножаются лишь в живых клетках. Каждая бактерия представляет собой клетку, обладающую своим обменом веществ. Вирусы, как

настоящие клеточные паразиты, полностью зависят от обмена веществ в клетке-хозяйке. "Покоренная" клетка вынуждена синтезировать составные вещества вируса, из которых вскоре монтируются новые вирусные частицы.

Бактерии и живые клетки организма всегда содержат одновременно два типа нуклеиновых кислот: рибонуклеиновую (РНК) и дезоксирибонуклеиновую (ДНК) кислоты. Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты - либо РНК, либо ДНК.

Вирусы способны "навязывать" свою генетическую информацию наследственному аппарату пораженной им клетки. Вирусы заражают клетку и заставляют ее помогать их размножению, что, как правило, кончается гибелью клетки. Вирусными заболеваниями являются оспа, бешенство, грипп, энцефалит, корь, свинка, краснуха, гепатит и другие.

Древние рукописи донесли описания страшных эпидемий оспы, в которых погибло до 40 % больных. Только в 1980 году ВОЗ объявила о том, что оспа побеждена. Детям, родившимся после 1980 года, не делают оспопрививания.

Бешенство или водобоязнь - смертельная болезнь человека и животных, чаще всего бешенство бывает у собак. Болеют бешенством также волки, кошки, крысы, вороны и другие животные. Прививки - единственное надежное современное средство против бешенства. Заболевшего человека вылечить от бешенства невозможно. Скрытый (инкубационный) период болезни длится от 8 дней до года. Поэтому при любом укусе животного необходимо обращаться к врачу.

В 1981 году в Сан-Франциско (США) были обнаружены люди, больные необычными формами воспаления легких и опухолей. Заболевание заканчивалось смертью. Как выяснилось, у этих больных был резко ослаблен иммунитет организма. Эти люди стали погибать от микробов, которые вызывают в обычных условиях лишь легкое недомогание. Болезнь назвали СПИД - синдром приобретенного иммунодефицита. Вирусы СПИДа были одновременно открыты в 1983 году биологами во Франции и США. Установлено, что вирус СПИДа передается при переливании крови, нестерильными шприцами, половым путем, а также при вскармливании ребенка грудным молоком. Первые полгода - год, а иногда и в течение нескольких лет после заражения, у человека незаметно никаких признаков болезни, но он является источником вируса (вирусоносителем) и может заразить окружающих. До сих пор лекарства против СПИДа не найдено. СПИД назван "чумой XX века".

Эпидемия гриппа описана Гиппократом еще в 412 году до н.э.. В двадцатом веке были отмечены 3 пандемии гриппа. В январе 1918 года в Испании появились сообщения об эпидемии гриппа, получившей название "испанка". "Испанка" обошла весь мир, заразив около 1,5 млрд людей, миновала лишь несколько затерянных в океане островов и унесла 20 млн жизней - больше, чем первая мировая война. В 1957 году около 1 млрд людей заболели "азиатским гриппом", погибло более 1 млн человек. В 1968-1969 г. на планете Земля свирепствовал "гонконгский грипп". Число эпидемий гриппа, как ни странно, с каждым столетием

возрастает. В XV веке было 4 эпидемии, в XVII веке - 7, в XIX веке - уже 45! Почему до сих пор нет надежных прививок против гриппа? Оказывается, вирус гриппа очень быстро изменяется. Не успели врачи сделать вакцину против одной формы гриппа как возбудитель болезни появляется уже в новом облике.

Риккетсии (от имени американского ученого Ricketts) - мелкие болезнетворные бактерии, размножаются в клетках хозяина (также как вирусы), возбуждают сыпной тиф, ку-лихорадку у человека и животных. Человек заражается от животных.

Спирохеты - микроорганизмы, клетки которых имеют форму тонких извилистых нитей. Обитают в почве, стоячих и сточных водах. Патогенные спирохеты - возбудители сифилиса, возвратного тифа, лептоспироза и других болезней.

Актиномицеты - микроорганизмы с чертами организации бактерий и простейших грибов. Распространены в почве, водоемах, воздухе. Некоторые виды являются патогенными, вызывают такие болезни как туберкулез, дифтерию и прочие. Некоторые актиномицеты образуют антибиотики, витамины, пигменты и т.п. Используются в микробиологической промышленности.

Жизнеспособность и гибель бактерий определяются условиями среды:

микроорганизмы нормально живут при температуре 0-90 °С, для некоторых видов этот предел гораздо шире: от - 270 до + 400 °С;

прямые лучи солнца для большинства бактерий губительны;

микроорганизмы жизнеспособны в условиях очень низкого (всего 5 мм рт. ст.) и очень высокого (более 5 атмосфер) давлений;

на жизнеспособность микроорганизмов влияет реакция среды pH - наиболее благоприятна нейтральная (pH = 7) или щелочная (pH > 7) среда.

Субстратами (носителями) биологических опасностей могут быть любые элементы среды обитания: воздух, вода, почва, растения, животные, люди, оборудование, инструменты, сырье, перерабатываемые материалы и т.п. Бактерии живут в воде, в том числе и в горячих источниках, во льдах, в воздухе на различной высоте от земли. Особенно много бактерий в почвах. В одном грамме пахотной почвы находится от 1 до 20 млрд микробов. Микробы сопровождают человека всю жизнь.

Без микробов жизнь невозможна. Но патогенные микробы для человека опасны, поэтому человек настойчиво ищет способы защиты от них. Итальянский священник Лазарь Спалланцани доказал, что при длительном кипячении жидкостей находящиеся в них микробы погибают. Немецкий ученый Теодор Шванн установил, что высокая температура убивает микробов, находящихся в воздухе. Английский физик Джон Тиндаль установил, что микробы в жидкостях гибнут после нескольких повторных кипячений. Повторное кратковременное нагревание жидкости до точки кипения, предложенное Тиндалем, называют тиндализацией. Все методы уничтожения микробов под воздействием высокой температуры имеют общее название - стерилизация. Частичная стерилизация молока нагреванием до 60 °С в течение 30 минут называется пастеризацией..

Для улавливания микробов из жидкостей и газов применяют специальные фильтры, имеющие очень мелкие поры.

Бактерициды - химические вещества, убивающие бактерии. Бактерио-ситаз - временная остановка размножения бактерий под воздействием различных веществ (в том числе лекарств).

Человек имеет хорошую естественную защиту от болезнетворных микробов. Первая линия обороны - кожа. Но малейшая ранка открывает доступ микробам в организм. В носовой полости микроорганизмы задерживаются мелкими волосиками. В ротовой полости бактерии задерживаются слюной, в которой находится бактерицидное вещество, известное под названием лизоцим. Лизоцим имеется в слезах. Лизоцим растворяет клеточные стенки ряда бактерий, уничтожая их. Но если микробам удастся проникнуть в организм, то их ждет кислая среда желудка, уничтожающая большую часть микроорганизмов. Некоторые микробы все-таки проникают в кишечник. Здесь их ждет очередное препятствие. В 1883 году выдающийся русский микробиолог И.И. Мечников показал, что белые кровяные тельца (лейкоциты) способны активно захватывать и поглощать проникшие в организм инородные микробы. Это явление И.И. Мечников назвал фагоцитозом, а белые кровяные тельца - фагоцитами. На основании этих фактов разработана фагоцитарная теория иммунитета. Иммунитет бывает приобретенный и естественный, или врожденный. Врожденный иммунитет - это видовой признак, передающийся по наследству. В 1796 году английский врач Джемпер открыл метод предохранительных прививок, который он назвал вакцинацией, а материал для прививок вакциной (от васса - корова). Невосприимчивость к инфекциям, создаваемая искусственным путем, называется иммунизацией.

В борьбе с микробами большое значение имеет гигиена. Пот, пыль, грязь - хорошая питательная среда для микроорганизмов. Эффективным средством борьбы с микробами является дезинфекция. В качестве дезинфицирующих средств применяются настойка йода, ультрафиолетовые лучи, хлор и другие. Дезинфекция является непосредственным средством борьбы с микробами, а дезинсекция и дератизация направлены против переносчиков микробов. Дезинсекция - способ борьбы с насекомыми. Борьба с грызунами называется дератизацией. При этом применяют химические, механические и биологические средства.

Грибы - обособленная группа низших растений, лишенных хлорофилла и питающихся готовыми органическими веществами. Их выделяют в особое царство органического мира. Существует свыше 100 тысяч видов грибов. От бактерий грибы отличает наличие ядра в клетке.

Патогенные грибы вызывают болезни растений, животных и человека. Микозы - болезни человека и животных, вызываемые паразитическими грибами. Токсические грибы вызывают пищевые отравления человека и животных.

Самый ядовитый гриб - бледная поганка. Яд бледной поганки не разрушается ни при кипячении, ни при жаренье. Этот гриб представляет собой смертельную опасность для человека. Человек может отравиться красным

мухомором, но смертельные исходы редки. Почти каждый съедобный гриб имеет своего несъедобного или ядовитого двойника.

На жизнь людей уже много столетий оказывают влияние грибы - паразиты растений. Ежегодно человечество теряет из-за этих грибов около пятой части мирового урожая растений. Паразитический гриб фитофтора поражает картофель и томаты. Опасен гриб-паразит спорынья. Он растет на колосьях ржи, содержит очень опасный наркотик ЛСД.

Растения. Отметим наиболее распространенные из ядовитых растений.

Белена. Плоды белены черной представляют опасность для человека. Они содержат алкалоиды, вызывающие помутнение рассудка. Отсюда произошло выражение "белены объелся".

Табак. Появление в XV веке табака в Европе связывают с именем француза Жана Нико, который как будто привез семена этого растения с острова Тобаго. Отсюда латинское название табака - *Nicotiana tabacum*. В табаке содержится ядовитый алкалоид никотин. Смертельная доза никотина содержится примерно в 20 сигаретах, но так как она поступает в организм постепенно, смерть курильщика не наступает. Никотин очень быстро разносится по телу курящего. В мозг он попадает через 5-7 секунд после первой затяжки. Смола, образующаяся при сгорании табака, вызывает опухоли. Было время, когда в России за курение наказывали плетью. А вот табачную пыль используют с пользой в сельском хозяйстве для борьбы с вредными насекомыми.

Конопля. Из смолистых выделений конопли получают опасные наркотики, известные как гашиш, марихуана, анаша, употребление которых приводит к развитию тяжелейшего заболевания - наркомании.

Мак. Человек начал разводить мак ради съедобных семян, в которых более 50 % составляет масло. Но уже в древности люди делали надрезы на незрелых коробочках мака, из которых выступал белый сок. Засохший сок соскребали и получали горький коричневый порошок - опий. С давних пор, опий используют не только как лекарство, но и как наркотик. Курение опиума унесло тысячи жизней и даже послужило причиной опиумных войн. В настоящее время посев опийных сортов мака запрещен решением ООН.

Животные, которые представляют потенциальную опасность для человека.

Скорпионы. Для мелких зверьков укус скорпиона смертелен. Для человека укол скорпионьего жала очень болезнен (возникает опухоль, озноб, повышается температура), но жизни не угрожает. Достоверно известно лишь несколько случаев гибели детей, укушенных крупными тропическими скорпионами.

Пауки. Паук каракурт (в переводе "черная смерть"), длиной чуть больше одного сантиметра, - один из самых опасных. Смертность от его укусов составляет около 4 %. Укус каракурта вызывает психическое возбуждение укушенного, боли во всем теле, нарушение работы сердца и затрудненное дыхание. В полевых условиях рекомендуется сразу после укуса прижигать ранку спичкой. Яд паука при нагревании разрушается. Другие опасные пауки (например, тарантул) серьезной угрозы для человека не представляют, хотя укус их болезнен.

Клещи. Питаются кровью крупных зверей и человека. Присосавшегося клеща нельзя вытаскивать. Его головка остается в коже и вызывает воспаление, более опасное, чем сам укус. Лучше обильно смочить клеща спиртом или одеколоном и клещ сам отпадет. Весьма злобредны крошечные чесоточные клещи, вызывающие болезнь - чесотку. Главный вред клещей заключается не в их укусах, а в переносимых ими болезнях, например, клещевом энцефалите.

Саранча. Опасна уничтожением урожаев, растительности, обрекает на голод животный мир и человека.

#### **4.4. Совокупное воздействие факторов среды на человека**

В природно-техногенной среде редко встречается изолированное действие вредных факторов, обычно человек подвергается совокупному их воздействию. При этом различают сочетанное, комбинированное и комплексное воздействия. Сочетанное действие – действие неблагоприятных факторов разной природы (физических, химических, биологических).

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких токсикантов одной природы, чаще всего химических веществ, при одном и том же пути поступления.

Комплексное воздействие - влияние ядов, поступающих в организм одновременно, но разными путями.

Различают несколько типов комбинированного и сочетанного действия в зависимости от эффектов токсичности:

Аддитивное действие - это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ днаоправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма, причем при количественно одинаковой замене компонентов друг другом токсичность смеси не меняется.

Потенцированное действие (синергизм) - компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме больше аддитивного. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида серы и хлора; алкоголь повышает опасность отравления ртутью и некоторыми другими промышленными ядами. Тяжелый физический труд сопровождается повышенной вентиляцией легких и усилением скорости кровотока, что приводит к увеличению количества яда, поступающего в организм. Токсичность ядов в определенном температурном диапазоне является наименьшей, усиливаясь как при повышении, так и при понижении температуры. Главной причиной этого является изменение функционального состояния организма: нарушение терморегуляции, потеря воды при усиленном потоотделении, изменение обмена веществ и ускорение биохимических процессов. Учащение дыхания и усиление кровообращения приводят к увеличению поступления яда в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и

дыхательные пути. Усиление токсического действия при повышенных температурах отмечено в отношении многих летучих ядов: паров бензина, паров ртути, оксидов азота. Низкие температуры повышают токсичность бензола, сероуглерода и др.

Шум и вибрация усиливают токсический эффект промышленных ядов. Шум вызывает изменение функционального состояния ЦНС и сердечно-сосудистой системы и усиливает токсический эффект оксида углерода, стирола, крекинг-газа и др. Вибрация, изменяя реактивность организма, повышает его чувствительность к кобальту, кремневой пыли, дихлорэтану.

Антагонистическое действие - компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого. Эффект комбинированного действия меньше аддитивного.

Ультрафиолетовое излучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным веществам вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого обезвреживания яда. Токсичность оксида углерода при ультрафиолетовом облучении снижается благодаря ускоренной диссоциации карбоксигемоглобина и более быстрого выведения яда из организма.

Острое воздействие ядов, вызывающих в организме гипоксию и одновременное действие ионизирующей радиации сопровождается ослаблением тяжести радиационного поражения. Такой эффект замечен при действии оксида углерода, анилина, производных трептофана (серотонин).

При независимом действии комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого токсиканта в отдельности, при этом преобладает эффект наиболее токсичного вещества. Комбинации веществ с независимым действием встречаются достаточно часто, например бензол и раздражающие газы, смесь продуктов сгорания и пыли.

## **5.ОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

## План лекции:

- 5.1. Основные понятия анализа опасностей. Отказ, вероятность отказа.
- 5.2. Качественный и количественный анализ опасностей.
- 5.3. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем.
- 5.4. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств.

### **5.1. Основные понятия анализа опасностей. Отказ, вероятность отказа.**

Объектом анализа опасностей является система «человек – машина – окружающая среда (ЧМС)», в которой в единый комплекс, предназначенный для определенных функций, объединены технические объекты, люди и окружающая среда, взаимодействующие друг с другом. Самым простым является локальное взаимодействие, которое осуществляется при контакте человека с техникой в домашних условиях, на работе и во время движения, а также взаимодействие между отдельными промышленными предприятиями. Взаимодействие может быть штатным и нештатным.

Нештатное взаимодействие объектов, входящих в систему ЧМС, может выражаться в виде чепе. Аппарат анализа опасностей построен на следующих определениях.

Чепе – нежелательное, незапланированное, непреднамеренное событие в системе ЧМС, нарушающее обычный ход вещей и происходящее в относительно короткий период времени.

Несчастный случай – чепе, заключающееся в повреждении организма человека.

Отказ – чепе, заключающееся в нарушении работоспособности компонента системы.

Инцидент – вид отказа, связанный с неправильными действиями или поведением человека.

Катастрофы, аварии, несчастные случаи образуют группу чепе, которые называются чепе - несчастьями или н-чепе. Отказы и инциденты обычно предшествуют н-чепе, но могут иметь и самостоятельное значение.

Опасность – возможность н-чепе и тех чепе, которые к нему ведут.

Источник опасности – явление, откуда может проистекать опасность.

Опасная зона – пространство, где существует возможность наступления н-чепе.

Чепе - несчастья создают повреждения, которые могут поддаваться или не поддаваться количественной оценке, например, смертельные случаи, уменьшение продолжительности жизни, вред здоровью, материальный ущерб, ущерб окружающей среде, дезорганизация работы. Последствия или количество нанесенного вреда зависит от многих факторов, например, от числа людей, находившихся в опасной зоне, или количества и качества находившихся там материальных ценностей. Различные последствия и вред обозначают термином ущерб. Ущерб измеряют денежным эквивалентом или числом летальных исходов, или количеством травмированных людей и т.п. Между этими единицами измерения желательно найти эквивалент, чтобы ущерб можно было измерить в стоимостном выражении.

Анализ опасностей делает предсказуемыми перечисленные выше чепе и, следовательно, их можно предотвратить соответствующими мерами. К главным моментам анализа опасностей относится поиск ответов на следующие вопросы. Какие объекты

являются опасными? Какие чепе можно предотвратить? Какие чепе нельзя устранить полностью и как часто они будут иметь место? Какие повреждения неустранимые чепе могут нанести людям, материальным объектам, окружающей среде?

Анализ опасностей описывает опасности качественно и количественно и заканчивается планированием предупредительных мероприятий. Он базируется на знании алгебры логики и событий, теории вероятностей, статистическом анализе, требует инженерных знаний и системного подхода.

## **5.2. Качественный и количественный анализ опасностей.**

Анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, потенциальные н-чепе, чепе-инициаторы, последовательности развития событий вероятности чепе, величину риска, величину последствий, пути предотвращения чепе и смягчения последствий.

На практике анализ опасностей начинают с грубого исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей. Затем исследования могут быть углублены и проведен более детальный качественный анализ. Выбор метода качественного анализа зависит о преследуемой цели, предназначения объекта и его сложности. Установление логических связей необходимо для расчета вероятностей чепе. Методы расчета вероятностей и статистический анализ являются составными частями количественного анализа опасностей. Когда удастся оценить ущерб, можно провести численный анализ риска. Исследования заканчивают предложениями по минимизации или предотвращению опасностей

Качественные методы анализа опасностей включают: предварительный анализ опасностей, анализ последствий отказов, анализ опасностей с помощью дерева причин, анализ опасностей с помощью дерева последствий, анализ опасностей методом потенциальных отклонений, анализ ошибок персонала, причинно-следственный анализ.

Предварительный анализ опасностей осуществляют в следующем порядке:

- изучают технические характеристики объекта, системы, процесса, используемые энергетические источники, рабочие среды, материалы, устанавливают их повреждающие свойства;
- устанавливают законы, стандарты, правила, действия которых распространяются на данный технический объект, систему, процесс;
- проверяют техническую документацию и ее соответствие законам, правилам, принципам и нормам стандартов безопасности;
- составляют перечень опасностей, в котором указывают идентифицированные источники опасностей, повреждающие факторы, потенциальные чепе, выявленные недостатки.

При проведении предварительного анализа опасностей особое внимание уделяют наличию взрывоопасных и токсичных веществ, выявлению компонентов объекта, в которых возможно их присутствие. После того как выявлены крупные системы технического объекта, которые являются источниками опасности, их можно рассматривать отдельно и более детально исследовать с помощью других методов качественного анализа.

Анализ последствий отказов – качественный метод идентификации опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза. Этим методом можно оценить опасны потенциал любого технического объекта. Анализ обычно осуществляют в следующем порядке:

- технический объект разделяют на компоненты;
- для каждого компонента выявляют возможные отказы;

- изучают потенциальные чепе, которые может вызвать тот или иной отказ;
- результаты записывают в виде таблицы;
- отказы ранжируют по опасностям и разрабатывают предупредительные меры, включая конструкционные изменения.

В результате анализа могут быть собраны и документально оформлены данные о частоте отказов, необходимые для количественной оценки уровня опасностей рассматриваемого объекта. Анализ последствий отказом может выявить необходимость применения других, более емких методов идентификации опасностей.

Анализ опасностей с помощью дерева причин выполняют в следующем порядке:

- выбирают потенциальное чепе;
- выявляют все факторы, которые могут привести к заданному чепе;
- по результатам анализа строится ориентировочный граф – дерево причин, состоящее из всех причин – событий, которые делают возможным заданное чепе.

После завершения анализа с помощью дерева причин можно от качественных характеристик переходить к количественному анализу.

Анализ опасностей с помощью дерева последствий отличается от анализа опасностей с помощью дерева причин тем, что в первом случае задается потенциальное чепе-инициатор, и исследуется вся группа событий-последствий, к которым оно может привести. Анализ опасностей с помощью дерева последствий требует хорошего знания анализируемого технического объекта, поэтому перед его проведением необходимо тщательно изучить объект, вспомогательное оборудование, параметры окружающей среды, организационные вопросы.

Анализ опасностей методом потенциальных отклонения – процедура искусственного создания отклонений с помощью ключевых слов. Этим методом анализируют опасности герметичных процессов и систем. Наибольшее распространение он получил в химической промышленности.

После того, как с помощью предварительного анализа были установлены источники опасностей, необходимо выявить те отклонения, которые могут привести к чепе. Для этого разбивают технологический процесс или герметичную систему на составные части и, создавая с помощью ключевых слов отклонения, систематично изучают их потенциальные причины и те последствия, к которым они могут привести. Для проведения анализа необходимо иметь проектную документацию на стадии проектирования, алгоритм анализа, который позволит исследовать один за другим все компоненты, набор ключевых слов, с помощью которых выявляют ненормальный режим работы компонента.

Анализ ошибок персонала включает следующие этапы: выбор системы и вида работы, определение цели, идентификацию вида потенциальной ошибки, идентификацию последствий, идентификацию возможности исправления ошибки, идентификацию причины ошибки, выбор метода предотвращения ошибки, оценку вероятности ошибки, расчет риска, выбор путей снижения риска.

Причинно-следственный анализ выявляет причины произошедшего чепе. Тем не менее он является составной частью общего анализа опасностей. Он завершается прогнозом новых чепе и составлением плана мероприятий по их предупреждению.

Анализ начинают со сбора информации, которая призвана описать чепе точно и объективно. Составляют перечень событий, предшествовавших чепе. Перечень может содержать достаточно большое число событий и в этом случае целесообразно построить ориентировочный граф – дерево причин. Построение начинают с последней стадии – с н-чепе. По каждому предшествующему событию последовательно ставят вопросы, выявляющие логические связи между событиями. Логическая структура дерева причин такова, что при отсутствии хотя бы одного из предшествующих событий н-чепе произойти не может. Это является основой для того, чтобы сформулировать предупредительные меры с целью исключить повторение н-чепе данного типа и избежать аналогичных н-чепе.

Количественный анализ опасностей заключается в определении вероятностей наступления чепе, численных значений риска и ущерба.

### **5.3. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем.**

Повышение технического уровня современного производства, электронизация офисов в той или иной мере создают вредные, а иногда и опасные условия для работающих и окружающей среды, что требует организации их надежной и эффективной защиты. В настоящее время в различных отраслях промышленности с целью снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем широко используются средства производственной безопасности.

К средствам производственной безопасности относятся устройства, которые предназначены для оповещения или защиты человека от воздействия опасных производственных факторов. Конструкции средств производственной безопасности различны, отличаются размерами, назначением, областью применения и принципами действия.

Оградительные устройства предназначены для ограждения опасной зоны либо для предупреждения воздействия опасных производственных факторов на человека.

По конструктивным особенностям оградительные устройства делятся на три типа: стационарные (съемные и несъемные), подвижные и полуподвижные.

Стационарные несъемные устройства устанавливаются на границе действия опасного производственного фактора – работающих агрегатов, машин, механизмов.

Стационарные съемные устройства выполняют те же функции, однако они имеют съемные крепления, меньшие размеры и массу. Это наиболее распространенный тип оградительных устройств.

Подвижные оградительные устройства используются для ограждения перемещающихся опасных производственных факторов. Разновидностью этих устройств являются временно незакрепленные и переносные оградительные устройства. Подвижные устройства имеют ручной или механический привод.

Полуподвижные оградительные устройства одной своей стороной жестко крепятся к неподвижной части агрегата, конструкции механизма или сооружения. Другая часть остается подвижной. При перемещении подвижной части происходит либо поворот оградительного устройства, либо складывание в гармошку, либо сокращение площади ограждения. Полуподвижные оградительные устройства применяются для ограждения перемещающихся опасных зон, а также опасных зон временных производственных факторов.

Блокирующие устройства – средства производственной безопасности, предупреждающие возникновение опасных производственных факторов при нарушениях параметров технологических процессов и действующего оборудования. Блокирующие устройства либо приостанавливают процесс или работу оборудования, не допуская возникновения опасных производственных факторов, либо нормализуют параметры оборудования при их отклонениях выше установленных пределов. По конструкции блокирующие устройства делятся на электронные, механические, электромеханические, фотоэлектрические и электрические.

Электромеханические блокирующие устройства применяют, когда блокирующим элементом является концевой выключатель, соединенный с электромагнитом, - при замыкании цепи электромагнит включает рубильник. Такая конструкция универсальна и может быть использована в различных установках.

Электрические блокирующие устройства чаще всего используют в электроустановках высокого напряжения, химических производствах при переработке ядовитых и токсических веществ, на установках и агрегатах с принудительной системой охлаждения.

Фотоэлектрическое блокирующее устройство состоит из источник света, концентрированный луч которого попадает на освещаемый элемент. В результате этого в цепи поддерживается электрический ток, который вызывает размыкание выходных контактов реле и удерживает их в таком положении, пока фотоэлемент освещен. Фотоэлектрические блокирующие устройства применяют для приостановки процесса или работы оборудования при пересечении человеком границы опасной зоны.

Ограничительная техника – технические средства и приспособления, ограничивающие опасную зону возможного воздействия на человека производственных факторов.

Особую конструкция представляют устройства, ограничивающие перемещение отдельных видов оборудования или грузов. Такие конструкции применяются на оптовых базах, например, тупиковые ограничители перемещения электроштабелеров, мостовых кранов, ограничители массы и высоты подъема грузов.

Предохранительные устройства – это устройства, которые предупреждают возникновение опасных производственных факторов при различных технологических процессах и работе оборудования путем нормализации параметров процесса или отключения оборудования.

Предохранительные устройства обеспечивают безопасный выпуск избытков газа, пара или жидкости и снижают давление в сосуде до безопасного; предупреждают выброс материалов; отключают оборудование при перегрузке и т.п.

Средства сигнализации – устройства, предупреждающие обслуживающий персонал о пуске и остановке оборудования, нарушениях и экстремальных отклонениях технологических процессов и работы оборудования, повышенных концентрациях ядовитых и взрывоопасных газов в помещении. Сигнализация может быть звуковой, световой или той и другой одновременно.

Защитные устройства ограждают человека от возможного воздействия опасных производственных факторов. К ним относятся различные экраны, защищающие от электромагнитных излучений, ограждающие человека или части его тела от травмирования отлетающими осколками или частицами обрабатываемых материалов, устройства, защищающие от воздействия брызг кислот, щелочей и расплавов.

#### **5.4.Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств.**

Автоматизация процессов является одним из наиболее эффективных путей повышения производительности труда и улучшения условий труда работающих. Основными причинами воздействия на работающих опасных и вредных факторов при использовании автоматизированного оборудования являются: нарушение условий эксплуатации оборудования, несоответствующая требованиям безопасности труда планировка оборудования, пультов управления, транспортно-накопительных устройств, отказ или поломка оборудования, ошибочные действия оператора при наладке, ремонте, регулировке оборудования или во время его работы в автоматическом цикле, появление человека в рабочем пространстве оборудования, отказы в функционировании средств аварийной и диагностической сигнализации, ошибки в работе устройств программного управления и в программировании.

Универсальным средством обеспечивающим комплексную автоматизацию производственных процессов и позволяющим быстро изменять последовательность, скорость и вид манипуляционных действий, являются промышленные роботы (ПР).

Требования безопасности к промышленным роботам и робототехническим комплексам установлены в ГОСТ 12.2.072-82

Механизация и автоматизация процессов, осуществляемая с помощью ПР, позволяет высвободить значительное число вспомогательных рабочих и направить их в основное производство. С помощью ПР успешно автоматизируются монотонно повторяющиеся операции и переходы производственного цикла, протекающие в производственной среде с высокой температурой, неприятными запахами, пылью, газами и гарью. Важным параметром, обеспечивающим безопасность персонала, обслуживающего ПР, является скорость перемещения исполнительных устройств. При обучении и наладке ПР, когда требуется пребывание обслуживающего персонала в зоне его рабочего пространства, скорость перемещения исполнительных устройств ограничивается 0,3 м/с. Для этого ПР оснащают регуляторами скорости.

Для повышения безопасности труда оператора в конструкции ПР предусмотрены устройства, при помощи которых поступает информация: о режиме работы, исполнении программы, работе по кодам программы, о срабатывании блокировок ПР и обслуживаемого ими технологического оборудования, о наличии сбоя в работе ПР, о начале движения исполнительных органов ПР и их готовности к движению при выполнении управляющей программы.

Роботы необходимо оснащать средствами защиты (оградительными, предохранительными, блокирующими, сигнализирующими и др.), исключающими возможность воздействия на обслуживающий персонал опасных и вредных производственных факторов.

Для предотвращения поломок оборудования, инструмента и другой оснастки, неполадок в системе управления ПР предусмотрены различные блокирующие устройства. Конструкции ПР должны включать средства, обеспечивающие остановку исполнительных органов при попадании человека на ту часть рабочего пространства, где ПР работает по программе. Чтобы манипуляторы не выходили за пределы рабочего пространства, предусматривают жесткие упоры, рассчитанные на нагрузку с учетом динамических и статических усилий, а также концевые выключатели. Блокирующие устройства ПР в одном режиме должны исключать возможность работы ПР в другом режиме и самопроизвольное переключение с одного режима на другой.

С целью обеспечения безопасности оператора система управления ПР должна иметь устройство аварийного останова, которое срабатывает при любом нарушении работоспособности ПР независимо от режима его работы, в том числе при взаимном отключении любого вида питания, которое используется в обслуживаемом оборудовании.

При срабатывании устройства аварийного останова должно прекратиться любое движение ПР независимо от режима работы, за исключением случаев, когда его останов и фиксация в определенном положении ведут к возникновению чрезвычайной ситуации. Аварийное отключение робота должно исключать возможность его включения в режим исполнения программы без предварительного приведения всех исполнительных устройств и технологического оборудования в исходное положение, соответствующее прерванной программе. Возобновление работы ПР осуществляется оператором с помощью специальной команды.

Роботы, предназначенные для транспортирования изделий на высоте, оборудуют устройствами, исключающими падение перемещаемых грузов вследствие ослабления зажима охвата, внезапного отключения питания и других причин.

Органы управления ПР и средства отображения информации располагают на панели пульта управления, их расположение должно быть удобным для работающего. При выборе

средств отображения информации, требующей быстрой реакции рабочего, следует отдавать предпочтение звуковым и световым сигналам достаточной мощности. Переключатели режимов работы ПР и регуляторы скорости должны иметь фиксаторы, не допускающие самопроизвольного их перемещения. Чтобы затруднить свободный доступ к органам пульта управления, применяют специальные крышки, кнопки, ручки и т.п. основные органы управления ПР должны иметь четкие надписи и символы, указывающие их назначение. Органы аварийной остановки следует располагать в легкодоступном месте и выделять по размеру и цвету по сравнению с другими органами и кнопками.

Среди организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работы с ПР, следует отметить систему подготовки обслуживающего персонала к работе на ПР. к работе по программированию, обучению, наладке, ремонту и эксплуатации ПР допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие удостоверение на право обслуживания ПР. в процессе подготовки лиц, обслуживающих ПР, рассматриваются все возможные аварийные ситуации и отказы в работе роботов. Кроме того, изучаются практические приемы безопасной работы на ПР.

На каждом предприятии должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке инструкции по безопасности труда для каждой единицы ПР, имеющих на предприятии. Инструкции составляются для конкретной профессии (наладчик, механик, оператор, программист). В инструкциях должны быть отражены общие требования безопасности, относящиеся к конкретному оборудованию, требования безопасности, обусловленные типовой инструкцией предприятия, и требования безопасности, относящиеся к особенностям данной модели ПР.

Неполадки и аварийные ситуации, возникающие в процессе эксплуатации ПР и технологического оборудования, используемого совместно с ним, должны ежедневно регистрироваться оператором, наладчиком и другими работниками в специальном журнале с целью незамедлительного устранения.

## **6.ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

### **6.1.МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

План лекции:

- 6.1.1. Параметры микроклимата производственных помещений.
- 6.1.2. Теплообмен человека с окружающей средой
- 6.1.3. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.
- 6.1.4. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата. Критерии комфортности.

#### **6.1.1. Параметры микроклимата производственных помещений.**

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека.

Метеорологические условия или микроклимат зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции.

Метеорологические условия, или микроклимат, в производственных условиях определяются следующими параметрами: температурой воздуха  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), относительной влажностью  $\varphi$  (%), скоростью движения воздуха на рабочем месте  $v$  (м/с).

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения в определенных метеорологических условиях и составляет от 85 (в состоянии покоя) до 500 Дж/с. В организме человека постоянно протекают различные химические процессы с выделением теплоты. За час человек вырабатывает количество тепла, необходимое для того, чтобы вскипятить литр ледяной воды. Если бы тело человека было покрыто не кожей, а непроницаемой оболочкой, каждый час температура повышалась бы на несколько градусов, а через 40 часов достигла бы 100 градусов. При выполнении тяжелой физической работы скорость обмена веществ в организме резко повышается, поэтому выделяется гораздо больше тепла.

Для того, чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду.

Одними из важных интегральных показателей теплового самочувствия организма является средняя температура тела (внутренних органов) порядка 36,6°C. Она зависит от степени нарушения теплового баланса и уровня энергозатрат при выполнении физической работы. При выполнении работы средней тяжести и тяжелой при высокой температуре воздуха температура тела может повышаться от нескольких десятых градуса до 1-2°C. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек +43°C, минимальная +25°C.

#### **6.1.2. Теплообмен человека с окружающей средой.**

Нормальное тепловое самочувствие имеет место, когда тепловыделение человека полностью воспринимается окружающей средой, т.е. когда выполняется уравнение теплового баланса  $Q_{\text{изл}} = Q_{\text{отд}}$ . В этом случае температура внутренних органов остается постоянной. Если теплопродукция организма не может быть передана полностью окружающей среде, происходит рост температуры внутренних органов. В случае если окружающая среда воспринимает больше теплоты, чем ее производит человек, то происходит охлаждение организма.

Отдача теплоты организмом человека в окружающую среду происходит в результате теплопроводности через одежду  $Q_{\text{к}}$ , конвекции у тела  $Q_{\text{к}}$ , излучения на окружающие поверхности  $Q_{\text{л}}$ , испарения влаги с поверхности кожи  $Q_{\text{исп}}$ , нагрева вдыхаемого воздуха  $Q_{\text{в}}$ .

Количество теплоты, отдаваемое организмом различными путями, зависит от величины того или иного параметра микроклимата. Так, теплоотдача конвекцией зависит от температуры окружающего воздуха и скорости его движения на рабочем месте. Удерживаемый на внешней поверхности тела пограничный слой воздуха препятствует отдаче теплоты конвекцией. При скорости движения воздуха равной 0, толщина этого слоя 4-8 мм. При увеличении скорости до 2 м/сек, слой воздуха составляет всего 1мм. Чем ниже температура окружающего воздуха и выше скорость движения, тем больше отдача теплоты конвекцией.

Излучение теплоты происходит в направлении окружающих человека поверхностей, имеющих более низкую температуру, чем температура поверхности одежды и кожи человека. При высоких температурах окружающих поверхностей (30-35 град.) теплоотдача излучением полностью прекращается, а при более высоких температурах теплообмен идет в обратном направлении – от поверхностей к человеку.

Отдача теплоты за счет испарения влаги и нагрева вдыхаемого воздуха зависит не только от температуры и интенсивности работы, выполняемой человеком, но и от относительной влажности и скорости движения воздуха.

#### **6.1.3. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.**

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение

температуры и повышение скорости воздуха способствует усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма.

При повышении температуры возникают обратные явления. Установлено, что при температуре воздуха более 30 град. работоспособность человека начинает падать. Для человека определены максимальные температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Предельная температура, при которой человек в состоянии дышать несколько минут без средств защиты, около 116 град.

Переносимость человеком температуры, как и его теплоощущение в значительной мере зависит от влажности и скорости движения воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев организма. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температуре более 30 град., т.к. при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности (более 80%) пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

Недостаточная влажность воздуха (менее 20%) также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами. Поэтому при длительном пребывании человека в закрытых помещениях рекомендуемая влажность 30-70%, оптимальные значения 40-60%. Вопреки установившемуся мнению величина потовыделения мало зависит от количества потребляемой жидкости. У человека работающего без питья в течение 3 часов, образуется только на 8% меньше пота, чем при полном возмещении потерянной влаги.

Для человека считается допустимым снижение его массы на 2-3% путем испарения влаги – обезвоживание организма. Обезвоживание на 6% влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения, испарение влаги на 15-20% приводит к смертельному исходу.

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1%, в том числе 0,4-0,6 NaCl). При неблагоприятных условиях потеря жидкости может составить 8-10л за смену и в ней до 60 г поваренной соли (всего в организме 140 г NaCl). Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы.

Для восстановления водного баланса работающих в горячих цехах устанавливают пункты подпитки подсоленной питьевой водой из расчета 4-5 л на человека в смену.

Длительное воздействие высокой температуры, особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня –

гипертермии – состоянию, при котором температура тела повышается до 38-39 град., наблюдается головная боль, слабость, тошнота, рвота, пульс и дыхание учащаются, бледность, синюшность, судороги, потеря сознания.

. Пониженная температура, большая подвижность и влажность воздуха могут привести к переохлаждению организма – гипотермии. При продолжительном воздействии холода изменяется углеводный обмен. Прирост обменных процессов при понижении температуры на 1 °С составляет 10%, а при интенсивном охлаждении он может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена.

Появление мышечной дрожи, при которой внешняя работа не совершается, а вся энергия переходит в тепловую, может в течение некоторого времени задержать снижение температуры внутренних органов.

Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на производительности труда. Например, при повышении температуры с 26 до 29 град. производительность труда снижается на 13%, а при повышении до 33 град. – на 35%.

Кроме основных параметров микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха), не следует забывать об атмосферном давлении  $P$ , которое оказывает существенное влияние на процесс дыхания и самочувствие человека.

Жизнедеятельность человека может происходить в довольно широком диапазоне давлений 550-950 мм.рт.ст. Однако необходимо учитывать, что для здоровья человека опасна не сама величина, а быстрое изменение давления. Например, быстрое снижение давления всего на несколько гектопаскалей по отношению к нормальной величине 1013 гПа (760 мм рт.ст.) вызывает болезненные ощущения  $1\text{Па}=7,5\cdot 10^{-3}\text{ мм рт. ст.}$ )

Если человек может прожить без пищи и воды несколько дней, то без кислорода – всего несколько минут. Кислород поступает в кровь через стенки легочных пузырей (альвеол).

Наличие кислорода во вдыхаемом воздухе необходимое, но не достаточное условие для обеспечения жизнедеятельности организма. Интенсивность диффузии кислорода в кровь определяется парциальным давлением кислорода в альвеолярном воздухе, которое зависит от атмосферного давления

Наиболее успешно диффузия кислорода в кровь происходит при парциальном давлении кислорода в пределах 95 – 120 мм рт.ст. Изменение парциального давления вне этих пределов приводит к затруднению дыхания и увеличению нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Так, на высоте 2-3 км (=70 ммрт.ст) насыщение крови кислородом снижается, что приводит к усилению деятельности сердца и легких. Но даже длительное пребывание в этой зоне не оказывает отрицательного влияния на здоровье и она называется зоной достаточной компенсации. С высоты 4 км. (=60 мм рт.ст) диффузия кислорода в кровь снижается до такой степени, что даже при нормальном содержании кислорода (21%) может наступить кислородное голодание – гипоксия.

Как показали исследования, удовлетворительное самочувствие человека при дыхании воздухом сохраняется до высоты около 4 км, при дыхании чистым кислородом до 12 км.

В ряде случаев, например при производстве работ под водой, человек находится в условиях повышенного атмосферного давления. При выполнении глубоководных работ различают три периода: компрессию, нахождение в условиях повышенного давления и декомпрессию.

При работе в условиях избыточного давления снижаются показатели вентиляции легких, что приводит к токсическому действию некоторых газов, входящих в состав вдыхаемого воздуха (нарушение координации движений, возбуждение или угнетение, галлюцинации и др.)

Наиболее опасен период декомпрессии. Во время нахождения при повышенном давлении организм насыщается азотом. В процессе декомпрессии в результате падения парциального давления происходит сатурация азота из тканей. Выделение азота осуществляется через кровь и легкие. Если декомпрессия производится форсированно, в крови и других жидких средах образуются пузырьки азота, которые вызывают газовую эмболию и как ее проявление – декомпрессионную или кессонную болезнь.

Основными параметрами, обеспечивающими процесс теплообмена человека с окружающей средой, являются параметры микроклимата.

С изменением параметров микроклимата меняется тепловое самочувствие человека. Условия, нарушающие тепловой баланс, вызывают в организме реакции, способствующие его восстановлению.

Процесса регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека называют терморегуляцией.

Процессы регулирования тепловыделений осуществляются тремя способами: биохимическим путем, путем изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потовыделения.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются. При этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается.

При понижении температуры воздуха реакция человеческого организма обратная: сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и отдача теплоты конвекцией и излучением уменьшается.

Кровоснабжение при высокой температуре может быть в 20-30 раз больше, чем при низкой. В пальцах кровоснабжение может изменяться даже в 600 раз.

Терморегуляция путем изменения интенсивности потовыделения заключается в изменении процесса теплоотдачи за счет испарения. Испарительное охлаждение тела человека имеет очень большое значение.

Так, при  $t = 18^{\circ}\text{C}$ ,  $v = 0$ ,  $\varphi = 60\%$  - количество теплоты, отдаваемой человеком в окружающую среду при испарении влаги, составляет около 18% общей

теплоотдачи. При увеличении температуры до 27 град доля  $Q_{исп}$  возрастает до 30% и при 37 град. достигает 100%.

Терморегуляция организма осуществляется одновременно всеми способами. Так, при понижении температуры воздуха увеличению теплоотдачи за счет разности температур препятствуют такие процессы, как уменьшение влажности кожи, и следовательно, уменьшение теплоотдачи путем испарения, снижение температуры кожных покровов за счет уменьшения интенсивности кровотока, и вместе с этим уменьшение разности температур.

Экспериментально установлено, что оптимальный обмен веществ и соответственно максимальная производительность труда имеют место, если составляющие процесса теплоотдачи находятся в следующих пределах:  $Q_{к} + Q_{т} = 30\%$ ,  $Q_{в} = 45\%$ ,  $Q_{исп} = 20\%$ ,  $Q_{б} = 5\%$ . Такой баланс характеризует отсутствие напряженности системы терморегуляции.

#### **6.1.4. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата. Критерии комфортности.**

Для обеспечения благоприятных условий работы параметры микроклимата нормируются в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Параметры нормируются в зависимости от периода года и категории работ по тяжести.

Период года разделяется на холодный (среднесуточная температура ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ ) и теплый период с температурой  $+10^{\circ}\text{C}$  и выше.

Все работы по тяжести подразделяются на пять категорий:

Иа - легкие физические работы (выполняемые сидя).

Иб - легкие физические работы (сидя, стоя и связанные с ходьбой).

IIа - работы средней тяжести (постоянная ходьба, перемещение до 1 кг тяжестей),

IIб – работы средней тяжести (ходьба и перемещение до 10 кг)

III - тяжелые физические работы, связанные с систематическим физическим напряжением и переносом значительных (более 10 кг) тяжестей.

В рабочей зоне производственного помещения могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия - это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии могут вызвать напряжение реакций терморегуляции, но не выходят за пределы физиологических возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и понижение работоспособности.

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, допустимые устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

## 6.2.ПРОИЗВОДС ТВЕННЫЙ ШУМ

План лекции:

- 6.2.1.Физические характеристики шума.
- 6.2.2. Классификация шумов.
- 6.2.3. Нормирование шумов.
- 6.2.4.Акустический расчет.
- 6.2.5.Влияние шума на организм человека.

### 6.2.1.Физические характеристики шума.

В акустике под звуком понимают механические колебания в сплошной среде: твердой, жидкой или газообразной. Звуковые колебания охватывают диапазон частот от 0 до бесконечности. В

зависимости от частоты звуковые колебания подразделяются на инфразвуковые (частота ниже 16 Гц), акустические (слышимые), (частота от 16 Гц до 20 кГц), ультразвуковые (частота выше 20 кГц).

Шумом называют любой нежелательный звук или совокупность таких звуков. Звук это распространяющийся в упругой среде колебательный процесс в виде чередующихся волн сгущения и разрежения частиц этой среды. Источником звука может являться любое колеблющееся тело. Колеблющееся тело отклоняется от своего положения равновесия попеременно в противоположные стороны. При каждом отклонении оно сжимает одной своей стороной прилегающий к нему воздух, а другой стороной разрежает. С одной его стороны давление воздуха становится чуть больше атмосферного, и настолько же оно уменьшается с противоположной стороны. Разница между давлением в слое сжатия или разрежения и обычным атмосферным давлением называется акустическим или звуковым давлением  $P$ . Звуковое давление измеряется в Паскалях ( $1\text{Па} = 1\text{Н/м}^2$ ). Ухо человека ощущает звуковое давление от  $2 \cdot 10^{-5}$  до  $2 \cdot 10^2$  Н/м<sup>2</sup>. Чем больше давление звука, тем сильнее раздражение и ощущение громкости звука.

Скорость распространения звуковых волн зависит от упругих свойств среды, температуры и плотности среды.

$$c = \lambda * f$$

Скорость распространения звуковой волны по разным средам различна и для воздуха при  $t=20^\circ\text{C}$   $c=334$  м/с, для воды  $c=1485$  м/с, для льда  $c=3000$  м/с, для бетона  $c=4000$  м/с, для стали  $c=5000$  м/с.

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. Средний поток энергии в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется интенсивностью звука в данной точке  $I$ .(Вт/м<sup>2</sup>).

$$I = \overline{p^2} / \rho c ,$$

где  $\rho$  и  $c$  – плотность и скорость звука.

Величины звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут изменяться в широких пределах: по давлению до  $10^8$  раз, по интенсивности до  $10^{13}$ . Естественно, что

оперировать такими цифрами очень неудобно. Наиболее же важно то обстоятельство, что человеческое ухо способно реагировать на относительное изменение интенсивности звука, а не на абсолютное. Поэтому были введены логарифмические величины – уровни интенсивности и звукового давления

Единица измерения уровня интенсивности и звукового давления – Бел (Б). Однако для практических целей оказалось удобнее пользоваться десятой частью этой единицы – децибелом (дБ).

Уровень интенсивности звука определяется по формуле:

$$I = 10 \lg (I/I_0) \text{ (дБ)}$$

где  $I_0=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 Гц.

$$L = 20 \lg (p/p_0) \text{ (дБ)}$$

где  $p_0=2 \cdot 10^{-5}$  Па – пороговое звуковое давление, выбранное таким образом, чтобы при нормальных атмосферных условиях уровни звукового давления были равны уровням интенсивности,  $p$  - среднеквадратичное звуковое давление.

Величину уровня интенсивности используют в акустических расчетах, а уровни звукового давления - для измерения шума и оценки его воздействия на человека, поскольку орган слуха чувствителен не к интенсивности, а к среднеквадратичному давлению.

Благодаря звуковому давлению мы и можем слышать звук. Оно ничтожно. Мы легко улавливаем чуть слышный шорох, хотя его звуковое давление на барабанную перепонку уха равно всего лишь  $3 \cdot 10^{-5}$  Па, т.е. в  $3 \cdot 10^{10}$  раз меньше атмосферного давления. Такое давление соответствует нагрузке примерно трем десятиmillionным грамма на 1 см<sup>2</sup>. Наше ухо гораздо чувствительнее, чем самые точнейшие химические весы.

Такая чувствительность уха сама по себе загадочна. Физиологи рассчитали, что под воздействием самого слабого звука барабанная перепонка прогибается на расстояние меньше, чем размеры атома. Науке еще не вполне ясно, как осуществляется в нашем ухе передача столь слабых звуков.

Еще одно замечательное свойство нашего уха – способность воспринимать звуки, интенсивность которых различается в  $10^{13}$  раз. Измерительная техника не знает такого прибора, которым можно было бы определять величины, различающиеся в 10 триллионов раз. На весах с таким диапазоном чувствительности можно было бы взвесить и камень весом в 1 кг и небольшую планету.

Т.к., шум, как правило, является совокупностью звуков различной частоты, то для удобства нормирования осуществляют разложение шума на составляющие его тона (звуки примерно одной частоты). Такая операция называется спектральным анализом, а графическое изображение зависимости уровней звукового давления от частоты называется частотным спектром шума. Спектры получают, используя анализаторы шума – набор электрических фильтров, которые пропускают сигнал в определенной полосе частот.

Для оценки шума используют звуковой диапазон частот от 45 до 11000 Гц, включающий 8 октавных полос со среднегеометрическими частотами октавных полос  $f_{\text{ср}}$  63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Октавная полоса – полоса частот, между граничными значениями которых  $f_{\text{верх}}$  и  $f_{\text{нижн}}$  выполняется соотношение  $f_{\text{верх}}/f_{\text{нижн}}=2$ , среднегеометрическая

частота  $f_{\text{ср}} = \sqrt{f_{\text{нижн}} * f_{\text{верх}}}$  ( $63 = \sqrt{45 * 90}$ ).

## 6.2. 2.Классификация шумов.

Шумы принято классифицировать по их спектральным и временным характеристикам. В зависимости от спектрального состава шумы бывают низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 400 Гц), среднечастотные (400-1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц).

В зависимости от характера спектра шумы бывают тональными, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, и широкополосными – с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

По временным характеристикам шумы подразделяют на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более, чем на 5 дБА, и непостоянные, для которых это изменение более 5 дБА. В свою очередь, непостоянные шумы делят на колеблющиеся во времени (уровень звука непрерывно меняется), прерывистые (уровень звука ступенчато изменяется на 5 дБА и более не чаще, чем через 1 сек.) и импульсные (состоящие из нескольких звуковых сигналов, длительностью менее 1 сек.).

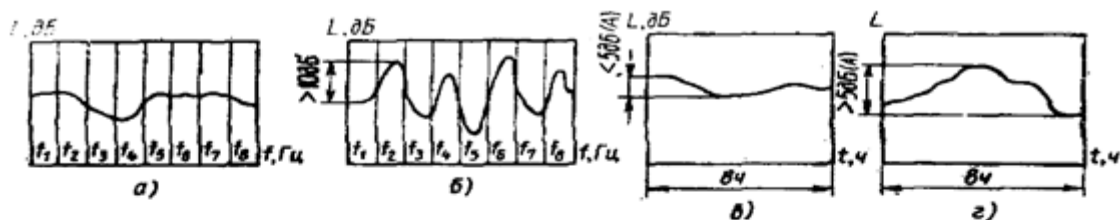


Рис1.1 Спектры шума

- а.) широкополосный
- б.) тональный
- в.) постоянный
- г.) непостоянный

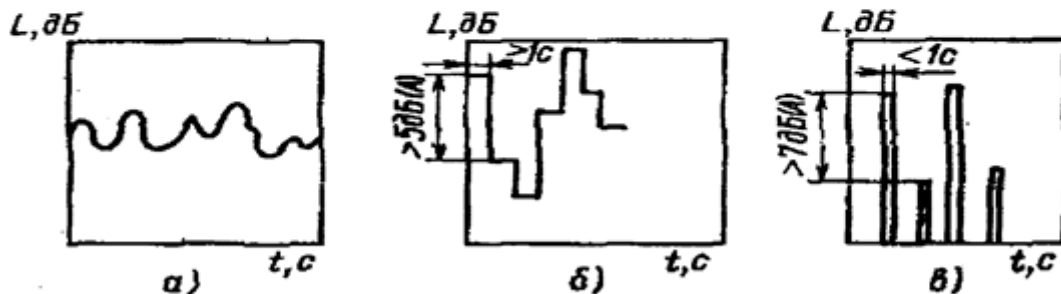


рис.1.2 Спектры непостоянного шума

- а.)колеблющийся
- б.)прерывистый
- в.)импульсный

Рис. 9.1. Спектры шума

### 6.2.3. Нормирование шумов.

Для защиты человека от неблагоприятного воздействия шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время воздействия. Эту цель преследует санитарно-гигиеническое нормирование.

Нормирование допустимых уровней шума производится для различных мест пребывания населения (производство, дом, места отдыха) и основывается на ряде документов:

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности,

ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.

Санитарные нормы допустимого уровня шума на промышленных предприятиях и в жилых зданиях существенно различны, т.к. в цехе рабочие подвергаются воздействию шума в течение одной смены - 8 часов, а население крупных городов - почти круглосуточно. Кроме этого, необходимо учитывать во втором случае присутствие наиболее ранимой части населения - детей, пожилых, больных. Допустимым считается уровень шума, который не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного действия, не снижает его работоспособность, не влияет на его самочувствие и настроение.

Санитарные нормы допустимого шума в жилых помещениях разработаны Московским НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана при участии НИИ строительной физики. Нормы устанавливают параметры шума для различных мест и условий пребывания людей (активный отдых, сон, учебный процесс, речевое общение, умственная работа, восстановление здоровья и т.д.).

В нормативные показатели исходя из характера шума и места расположения объектов можно вносить поправки, колеблющиеся от -5 до +10 дБА. Нормативные уровни с учетом соответствующих поправок называются допустимыми уровнями. С ними и сопоставляются фактические уровни звука в конкретной ситуации.

Нормируемыми параметрами для постоянных шумов являются допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот (L, дБ) и уровни звука (L<sub>a</sub>, дБА). Для непостоянных шумов - эквивалентные и максимальные уровни звука, а также дозы шума. Допустимые уровни постоянного шума на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 приводятся в виде предельных спектров (ПС) уровней звукового давления или допустимых уровней звука в зависимости от вида трудовой деятельности или рабочего места.

Для непостоянных шумов на производстве максимально допустимыми считаются эквивалентный уровень шума L<sub>а экв</sub> = 80 дБА или доза D = 1 Па<sup>2</sup> \* час.

### 6.2.4. Акустический расчет.

При проектировании новых предприятий и цехов необходимо знать ожидаемые уровни звукового давления, которые будут в расчетных точках на рабочих местах с тем, чтобы еще на стадии проектирования принять меры к тому, чтобы этот шум не превышал допустимого. Для этого проводится акустический расчет.

Задачами акустического расчета являются:

- определение уровня звукового давления в расчетной точке, когда известен источник шума и его шумовые характеристики,

- расчет необходимого снижения шума.

- разработка мероприятий по снижению шума до допустимых величин,

Уровень звукового давления в помещении определяется по формуле

$$L = L_p + 10 \lg(\Phi / S + 4 / B), \text{ дБ}$$

где  $L_p$  - уровень звуковой мощности источника в октавных полосах, дБ, указывается в паспорте любого оборудования;

$$\Phi = \frac{I}{I_{cp}}$$

— фактор направленности, показывающий отношение интенсивности звука, создаваемого направленным источником в данной точке I, к интенсивности I<sub>ср</sub>, которую развил бы в этой же точке ненаправленный источник, имеющий ту же звуковую мощность и излучающий звук в сферу (во все стороны одинаково);

$S = 2\pi r^2$  - площадь поверхности, на которую распределяется излучаемая энергия, м<sup>2</sup>;

$r$  - расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

$B$  - постоянная помещения, характеризующая звукопоглощающие качества помещения;

Расчет производится в каждой из восьми октавных полос.

Требуемое снижение шума определяется для каждой октавной полосы по формуле:

$$\Delta L = L - L_{\text{доп}}, \text{ дБ}$$

где  $L_{\text{доп}}$  - допустимые нормативные уровни звукового давления, дБ, определяются в соответствии с видом работ по ГОСТу.

Наиболее эффективное снижение шума можно достичь путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов и т.п. Сущность звукоизоляции ограждения состоит в том, что падающая на него звуковая энергия отражается в гораздо большей степени, чем проникает за ограждение.

Ограждения бывают однослойные и многослойные.

Звукоизоляция однородной перегородки определяется по формуле:

$$R = 20 \lg(Gf) - 47,5, \text{ дБ}$$

где  $G$  - поверхностная плотность материала кожуха, кг/м<sup>2</sup>,

$f$  - частота, Гц.

Из формулы следуют два важных вывода:

- звукоизоляция ограждений тем выше, чем они тяжелее, она меняется по так называемому закону массы; так, увеличение массы в 2 раза приводит к повышению звукоизоляции на 6 дБ;
- звукоизоляция одного и того же ограждения возрастает с увеличением частоты. Т.е., на высоких частотах эффект от установки ограждения будет выше, чем на низких частотах.

Для защиты от шума наиболее шумные машины и механизмы закрывают кожухами. Кожухи изготавливаются обычно из дерева, металла или пластмассы. Внутреннюю поверхность кожуха обязательно облицовывают звукопоглощающим материалом. С наружной стороны на кожух иногда наносят слой вибродемпфирующего материала.

Эффективность установки кожуха определяется по формуле:

$$\Delta L_x = R + 10 \lg \alpha, \text{ дБ}$$

где  $\alpha$  - коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха,

$R$  - звукоизоляция стенок кожуха, определяемая по предыдущей формуле.

### 6.2.5. Влияние шума на организм человека.

Биологическое действие шума зависит от следующих факторов:

- интенсивности,
- длительности воздействия,
- частотного спектра (наиболее опасны высокие частоты),
- временных характеристик (импульсные шумы наиболее опасны).

Шум, даже когда он невелик, создает значительную нагрузку на нервную систему человека, особенно это характерно для людей, занятых умственной деятельностью. Слабый шум различно влияет на людей. Причинами этого могут быть возраст, состояние здоровья, вид трудовой деятельности, состояние человека в данный момент. Степень вредности шума также зависит от того, насколько он отличается от привычного шума. Неприятное воздействие шума зависит и от индивидуальной реакции к нему. Например, шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой посторонний шум может вызвать сильный раздражающий эффект.

Известно, что такие серьезные заболевания, как гипертоническая и язвенная болезни, неврозы, в ряде случаев желудочно-кишечные и кожные заболевания, связаны с перенапряжением нервной системы в процессе труда и отдыха. Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости, а часто и к заболеваниям.

Длительное воздействие интенсивного шума вызывает общее утомление, что может способствовать возникновению травматизма, может привести к частичной или полной потере слуха, оказывает неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма, вызывает патологии сердечно-сосудистой и нервной систем.

Частичная или полная потеря слуха - не редкое профессиональное заболевание во многих промышленно развитых странах. Неблагоприятное воздействие акустических колебаний приводит не только к ухудшению слуха. От избыточного шума в организме снижается иммунный барьер и частота заболеваний, причем самых различных - от простудных до гинекологических - увеличивается. Исследования показывают, что шумных предприятиях уровень заболеваемости выше среднего на 20%. Под влиянием шума повышается внутричерепное и кровяное давление, сердце начинает хуже сокращаться, нарушаются ритм дыхания и сон, нарушается работа эндокринной системы. Шум является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, чувствительности к предупредительным сигналам. По мнению австрийского ученого Гриффита шум является причиной преждевременного старения в 30 случаях из 100, он сокращает жизнь человека в шумных городах на 8-12 лет. Под действием систематического шума производительность труда в ряде случаев снижается до 66%, а число ошибок в расчетных работах увеличивается более чем на 50%.

**Инфразвук.** Мощным источником инфразвука в природе являются ураганы, штормы, землетрясения, грозы и т.п. Магнитные бури сопровождаются акустической инфразвуковой бурей. В производственной сфере инфразвук испускают крупногабаритные машины и механизмы, он возникает при перемещении поверхностей больших размеров, мощных потоков жидкостей и газов, вращательном движении больших масс. Люди хуже всего себя чувствуют при воздействии инфразвука частотой 6-9 Гц, т.к. возникает явление резонанса органов грудной клетки и брюшной полости.

Инфразвук оказывает неблагоприятное воздействие на психоэмоциональную сферу, сердечно-сосудистую, эндокринную системы, вестибулярный аппарат.

**Ультразвук.** Источники ультразвука - ультразвуковые приборы и аппараты промышленного, медицинского и бытового назначения, и, кроме того, оборудование, при эксплуатации которого, возникают ультразвуковые колебания как сопутствующий фактор.

При систематическом воздействии интенсивного низкочастотного ультразвука отмечаются функциональные изменения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Высокочастотный ультразвук вследствие малой длины волны практически не распространяется в воздухе и оказывает воздействие на работающих только при

контакте источника ультразвука с поверхностью тела. Изменения, вызванные им, более выражены в зоне контакта, и проявляются в вегетативно-сосудистых нарушениях и изменениях опорно-двигательного аппарата верхних конечностей.

## 6.3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ

План лекции:

- 6.3.1. Классификация производственных вибраций.
- 6.3.2. Воздействие вибрации на здоровье человека.
- 6.3.3. Нормирование производственных вибраций.
- 6.3.4. Способы снижения производственной вибрации.

### 6.3.1. Классификация производственных вибраций

Вибрация – это малые механические колебания, возникающие в упругих телах под воздействием переменных сил. Все виды техники, имеющие движущиеся узлы, транспорт –

# создают механические колебания. Увеличение быстродействия и мощности техники привело к резкому повышению уровня вибрации.

Человек ощущает вибрацию в диапазоне от долей до 1000 Гц. Вибрация более высокой частоты воспринимается как тепловое ощущение

Воздействие вибрации на человека классифицируется:

- по способу передачи вибрации на человека,
- по направлению действия вибрации.
- по временной характеристике вибрации.

По способу передачи колебаний на человека различают общую, передающуюся через опорные поверхности на все тело, и локальную, передающуюся на руки или ноги человека.

По направлению действия вибрации подразделяют в соответствии с направлением ортогональных осей координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  для общей вибрации и  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  для локальной вибрации.

По временной характеристике различают постоянную вибрацию (контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза) и непостоянную вибрацию.

Основные параметры вибрации: амплитуда колебания (м) – величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия, период колебания (с) – время между двумя последовательно одинаковыми состояниями системы, частота (Гц), связанная с периодом известным соотношением, виброскорость (м/с), виброускорение ( $\text{м}^2/\text{с}$ )

## 6.3.2. Воздействие вибрации на здоровье человека.

Общая вибрация более опасна, чем локальная, так как она вызывает сотрясение всего организма. Вначале появляются головные боли, нарушения сна, утомляемость. При длительном воздействии вибрации развивается вибрационная болезнь: нарушается деятельность нервной системы, сосудов, органов зрения, слуха, вестибулярного аппарата, возникают головокружение, сонливость, заболевания желудка (т.к. под действием вибрации усиливается выделение желудочного сока), идет разрушающее поражение суставов.

Особенно опасна общая вибрация при совпадении частот внешних воздействий с собственными частотами колебаний органов человека (явление резонанса), т.к. амплитуды колебаний резко возрастают и может быть механическое повреждение

этих органов. Для органов брюшной полости и грудной клетки собственные частоты лежат в пределах 6-9 Гц, для головы – 25-30 Гц, для глаз – 60-90 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата.

Общей вибрации подвергаются машинисты электропоездов, водители землеройной и сельскохозяйственной техники, операторы насосных и компрессорных станций, энергетических установок.

Локальная вибрация вызывает ухудшение кровоснабжения рук и, как следствие, отложение солей, деформацию и снижение подвижности суставов. Более всего страдают кистевой, локтевой и плечевой суставы, но, кроме того, воздействие идет на весь организм: появляются боли в области сердца и пояснице. Локальной вибрации подвергаются работающие с ручным механизированным инструментом. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8-10 лет, при воздействии высокочастотной вибрации (выше 125 Гц) – через 5 и менее лет.

### **6.3.3. Нормирование производственных вибраций**

Различают гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Гигиенические нормативы – ограничивают параметры вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих, исходя из физиологических требований, исключающих возможность возникновения вибрационной болезни. Технические – ограничивают параметры вибрации не только с учетом указанных требований, но и исходя из достижимого на сегодняшний день для данного типа оборудования уровня вибрации.

Гигиенические нормативы вибрационной нагрузки на рабочих местах устанавливаются в ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». Документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости или виброускорения. Но, поскольку абсолютные значения виброскорости изменяются в очень широких пределах, на практике используется логарифмический уровень виброскорости:

$$L_v = 20 \lg V/V_0 \text{ (дБ)}$$

где  $V$  - измеренное значение виброскорости, м/с,

$V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с – наименьшее значение виброскорости, которое начинает ощущать человек.

Спектр частот вибрации разбивается на октавные полосы со среднегеометрическими частотами:

- для общей вибрации 1,2,4,8,16, 31,5,63.
- для локальной 1,2,4,8,16, 31,5, 63,125,250,500,1000.

Вибрация, воздействующая на человека, нормируется отдельно в каждой октавной полосе отдельно для общей и локальной вибрации.

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и делится на категории:

Категория 1 —транспортная вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофону и дорогам, в том числе при их строительстве;

Категория 2 —транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека-оператора на рабочих местах машин с ограниченной подвижностью при перемещении их по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок;

Категория 3а—технологическая вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. (108,99,93,92,92,92)

Категория 3б — вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом.

Нормируемыми параметрами вибрационной нагрузки являются средние квадратичные значения виброскорости и их логарифмические уровни для локальных вибраций в октавных полосах частот, для общей вибрации в октавных или треть октавных полосах

#### Гигиенические нормы вибраций по ГОСТ 10.1.012-90

Таблица 10.1.

| Вид вибрации                                                        | Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
|                                                                     | 1                                                                                               | 2   | 4   | 8   | 16  | 31,5 | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Общая транспортная:                                                 |                                                                                                 |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |
| вертикальная                                                        | 132                                                                                             | 123 | 114 | 108 | 107 | 107  | 107 | -   | -   | -   | -    |
| горизонтальная                                                      | 122                                                                                             | 117 | 116 | 116 | 116 | 116  | 116 | -   | -   | -   | -    |
| Транспортно-технологическая                                         |                                                                                                 | 117 | 108 | 102 | 101 | 101  | 101 | -   | -   | -   | -    |
| Технологическая                                                     |                                                                                                 | 108 | 99  | 93  | 92  | 92   | 92  | -   | -   | -   | -    |
| В производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию |                                                                                                 | 100 | 91  | 85  | 84  | 84   | 84  | -   | -   | -   | -    |

|                                                                          |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| В служебных помещениях, здравпунктах, конструкторских бюро, лабораториях | 91 | 82 | 76  | 75  | 75  | 75  | -   | -   | -   | -   |
| Локальная вибрация                                                       |    |    | 115 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 |

#### 6.3.4. Способы снижения производственных вибраций.

Существует несколько основных направлений борьбы с вибрацией:

1. снижение вибраций воздействием на источник возбуждения,
2. отстройка от режима резонанса,
3. вибродемпфирование,
4. динамическое гашение колебаний
5. виброизоляция.

Борьба с вибрацией в источнике ее возникновения предполагает конструирование и проектирование таких машин и технологических процессов, в которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями были бы исключены или снижены. Так, замена кулачковых и кривошипных механизмов равномерно вращающимися, а также механизмами с гидроприводами в значительной мере способствует снижению вибрации. Применение специальных видов зацепления и чистоты поверхности шестерен позволяют снизить уровень вибрации на 3—4 дБ. К снижению вибрации приводит заменаковки и штамповки прессованием, клепки – сваркой.

Отстройка от режима резонанса достигается либо изменением характеристик системы (массы и жесткости), либо изменением угловой скорости.

Вибродемпфирование — это снижение вибрации объекта путем превращения энергии механических колебаний в тепловую энергию. Увеличения потерь энергии возможно достичь разными приемами: использованием материалов с большим внутренним трением; использованием пластмасс, дерева, резины; нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруго-вязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение (рубероид, фольга, мастики, пластические материалы и др.).

Виброгашение — это способ снижения вибрации путем введения в систему дополнительных реактивных импедансов (сопротивлений). Чаще всего для этого вибрирующие агрегаты устанавливают на массивные фундаменты. Одним из способов увеличения реактивного сопротивления является установка виброгасителей. Наибольшее распространение получили динамические гасители.

$$f_0 = 1/2\pi\sqrt{q/m} = f$$

В этом случае подбираются гасители с массой  $m$  и жесткостью  $q$ , собственная частота которых  $f_0$  настроена на основную частоту  $f$  агрегата, имеющего массу  $M$  и жесткость  $Q$ .

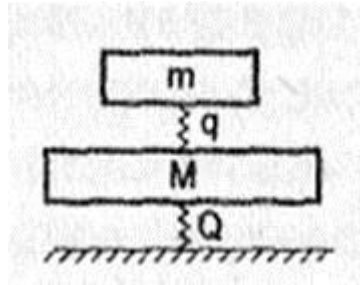


Рис.10.1. Схема динамического гасителя

Колебания виброгасителя в каждый момент времени находятся в противофазе с колебаниями агрегата.

Виброизоляция — это способ уменьшения вибрации путем установки упругих элементов(амортизаторов) между источником вибрации и защищаемым объектом. Применяются резиновые, пружинные, пневматические, гидравлические, полимерные амортизаторы.

Эффективность виброизоляции оценивается коэффициентом передачи, который показывает, какая часть динамической силы, возбужденной в источнике, передается основанию, и определяется по формуле:

$$KP = \frac{1}{(f/f_0)^2 - 1}$$

где  $f$  - частота вынужденных колебаний источника вибрации, Гц,

$f_0$  - частота собственных колебаний виброизолированной системы. Гц.

Из формулы видно, что чем ниже собственная частота по сравнению с вынужденной, тем выше эффективность виброизоляции.

При  $f \ll f_0$  вынуждающая сила полностью передается основанию.

При  $f = f_0$  наступает резонанс, сопровождающийся резким усилением вибрации.

При  $f > \sqrt{2}f_0$  режим резонанса не осуществляется и при дальнейшем увеличении частоты вынужденных колебаний передача вибрации снижается.

Частота собственных колебаний системы, установленной на амортизаторы, рассчитывается по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{q}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\lambda_{ст}}}$$

где  $q$  - жесткость амортизаторов, Н/м,

$m$  – масса виброизолированной машины, кг,

$g$  - ускорение свободного падения,

$\lambda_{ст}$  - статическая осадка амортизаторов, определяемая экспериментально.

Из формулы видно, что чем больше статическая осадка амортизаторов, тем ниже собственная частота и эффективнее виброизоляция. Однако это обстоятельство противоречит экономическим и в ряде случаев техническим требованиям, т.к. приводит к сложным и дорогостоящим конструкциям виброизоляторов с большими габаритами, а система на таких виброизоляторах приобретает слишком большую подвижность. Поэтому необходим разумный компромисс между гигиеническими, техническими и экономическими требованиями. Т.о., существует оптимальное соотношение между собственной и вынужденной частотой колебаний системы. Оно составляет  $f/f_0 = 3 \div 4$ , что соответствует КП=1/8 –1/15.

Эффективность виброизоляции определяется по формуле:

$$\Delta L_r = 20 \lg \frac{1}{\text{КП}}$$

Для защиты от локальной вибрации применяются специальные средства индивидуальной защиты (рукавицы, перчатки, виброзащитные прокладки).

В целях профилактики вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. Так, суммарное время работы в контакте с вибрацией не должно превышать 2/3 рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации не должна превышать для ручных машин 15-20 мин.

И, наконец, бороться с вибрацией можно исключением контакта с вибрирующим объектом, что обеспечивается использованием ограждений, сигнализации.

## 6.4.ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

План лекции:

6.4.1.Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы

6.4.2. Системы и виды производственного освещения

### 6.4.3. Основные требования к производственному освещению

6.4.4. Нормирование производственного освещения

6.4.5. Электрические источники света

6.4.6.Светильники

6.4.7. Расчет производственного освещения

Правильно спроектированное и выполненное освещение производственных помещений обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности.

От условий освещения в значительной степени зависят сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве, а также производительность труда и качество продукции.

Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Так, при выполнении операции точной сборки увеличение освещенности с 50 до 1000 лк позволяет получить повышение производительности труда на 25% и даже при выполнении работ малой точности, не требующих большого зрительного напряжения, увеличение освещенности рабочего места повышает производительность труда примерно на 5 %.

#### **6.4.1. Основные световые величины и параметры, определяющие зрительные условия работы.**

Освещение характеризуется различными качественными и количественными показателями. К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость.

Световой поток  $\Phi$  – часть лучистого потока, воспринимаемого человеком как свет, характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм).

Сила света  $J$  – пространственная плотность светового потока, отношение светового потока  $d\Phi$ , исходящего из источника и равномерно распределяющегося внутри элементарного телесного угла  $d\Omega$ , к величине этого угла  $J=d\Phi/d\Omega$ , измеряется в канделах (кд).

Освещенность  $E$  – поверхностная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока, падающего на поверхность, к ее площади,  $E=d\Phi/dS$ , измеряется в люксах (лк).

Яркость  $L$  поверхности в данном направлении – отношение силы света, излучаемой поверхностью в этом направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению,  $L= dI/dS \cos \alpha$ , измеряется в кд на м<sup>2</sup>.

Коэффициент отражения  $\rho$  характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток и определяется как отношение

отраженного от поверхности светового потока к падающему на нее световому потоку.

К основным качественным показателям относятся коэффициент пульсации, показатель ослепленности и дискомфорта, спектральный состав света. Для оценки условий зрительной работы существуют такие характеристики как фон, контраст объекта с фоном, видимость объекта.

Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими параметрами:

- объект различения – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, которые необходимо различить в процессе работы (например, при чертежных работах – толщина самой тонкой линии).
- фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на котором он рассматривается, характеризуется коэффициентом отражения, зависящим от цвета и фактуры поверхности. При коэффициенте отражения более 0,4 фон считается светлым, 0,2-0,4 – средним и менее 0,2 – темным.
- контраст объекта с фоном – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта и фона.

$$K = (L_o - L_f) / L_f$$

Контраст объекта с фоном считается большим при значениях  $K$  более 0,5, средним при  $K=0,2-0,5$ , малым при значениях  $K$  менее 0,2.

#### **6.4.2. Система и виды производственного освещения.**

При освещении производственных помещений используют:

- естественное освещение, создаваемое светом неба,
- искусственное освещение, осуществляемое электрическими лампами,
- совмещенное, при котором в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

В спектре естественного света в отличие от искусственного гораздо больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей, для естественного освещения характерна высокая рассеянность света, весьма благоприятная для зрительных условий работы.

Естественное освещение подразделяют на:

- боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах,
- верхнее, осуществляемое через аэрационное и зенитные фонари,
- комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляется местное.

Систему комбинированного освещения рекомендуется применять при выполнении точных зрительных работ.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие виды: рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормально обслуживания оборудования могут вызвать пожар, взрыв или другую чрезвычайную ситуацию.

Эвакуационное освещение предусматривается для эвакуации людей при аварийном отключении рабочего освещения в местах, опасных для прохода людей.

В нерабочее время, совпадающее с темным временем суток, во многих случаях необходимо обеспечить минимальное искусственное освещение для несения дежурств охраны. Для охранного освещения площадок и дежурного освещения помещений выделяется часть светильников рабочего или аварийного освещения.

#### 6.4.3. Основные требования к производственному освещению

Каждое производственное помещение имеет определенное назначение, поэтому устраиваемое в нем освещение должно учитывать характер возникающих зрительных задач.

1. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительному характеру работ. Согласно нормам (СНиП 23-05-95), все виды работ условно разбиты на 8 зрительных разрядов в зависимости от размера наименьшего различимого объекта:

Увеличение освещенности повышает яркость объектов, что улучшает их видимость и сказывается на росте производительности труда. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности не дает эффекта, поэтому необходимо улучшать качественные характеристики освещения.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочем месте и в пределах окружающего пространства.

Предпочтительнее использовать комбинированную систему естественного освещения или общее искусственное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует выполнению данного требования.

3. На рабочем месте должны отсутствовать резкие тени. Особенно недопустимы движущиеся тени, способствующие увеличению травматизма.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость (приводящая к ослеплению зрения).

Показатель ослепленности (Р) - критерий оценки слепящего действия осветительной установки, характеризующий снижение видимости при наличии ярких источников света в поле зрения

$$P = \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \cdot 1000$$

где V1 и V2 - видимость соответственно при экранированных и открытых источниках света в поле зрения работающих.

Видимость (V)- определяется числом пороговых контрастов в действительном контрасте объекта с фоном Кдейств, характеризует способность глаза воспринимать объект

$$V = \frac{K_{\text{действ}}}{K_{\text{порог}}}$$

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени и равномерна по площади (E(T) = const, E(S) = const). Коэффициент пульсации освещенности (Кп) - критерий оценки глубины колебаний светового потока газоразрядных ламп при питании с переменным током 50 Гц.

6. Следует выбрать оптимальную направленность светового потока, что позволяет, в одних случаях, рассмотреть внутренние поверхности

деталей, в других - различить рельефность элементов рабочей поверхности. Оптимальный угол падения лучей  $\alpha = 60^\circ$  к нормали поверхности, при этом видимый контраст объекта, с фоном максимален.

7. Следует рационально выбрать тип источника света (ламп) по спектральному составу для обеспечения правильной цветопередачи.

8. Все элементы осветительных установок - светильники, электропроводники, групповые щитки, трансформаторы и т.п. должны быть электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара и взрыва.

9. Осветительная установка должна быть проста, надежна и удобна в эксплуатации.

#### 6.4.4. Нормирование производственного освещения.

Искусственное освещение регламентируется нормами СНиП 23-05-95. В действующих нормах проектирования производственного освещения задаются как количественные, так и качественные характеристики искусственного освещения.

Нормируемый показатель для искусственного освещения — величина минимальной освещенности  $E_{\text{н}}(\text{лк})$ .

Освещенность нормируется в зависимости от системы освещения и характеристики зрительной работы по точности, которая, определяется

наименьшим размером объекта различения, соотношением контраста и фона и характеристиками фона. Различают восемь разрядов и четыре подразряда работ в зависимости от степени зрительной напряженности (например, работа средней точности – разряд IV подразряд б – малый контраст, средний фон).

Система комбинированного освещения имеет нормы освещенности выше, чем для общего освещения. Для исключения частой переадаптации зрения из-за неравномерной освещенности в помещении при системе комбинированного освещения необходимо, чтобы светильники общего освещения создавали не менее 10 % нормированной освещенности, т.е. доля общего освещения в комбинированном должна быть не менее 10 %.

В некоторых случаях нормативные значения повышаются на одну ступень:

- при выполнении точных работ в течение всего рабочего дня.
- при повышенной опасности травматизма,
- при работе подростков.

Для оценки достаточности искусственного освещения необходимо провести измерение освещенности на рабочем месте и сравнить полученное значение с нормативным.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в чрезвычайно широких пределах. Эти изменения обуславливаются временем дня, года и метеорологическими факторами: характером облачности и отражающими свойствами земного покрова. Поэтому естественное освещение нельзя количественно задавать величиной освещенности. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности КЕО, который представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке внутри помещения  $E_v$  к одновременному значению наружной освещенности  $E_n$ , создаваемой светом полностью открытого небосвода.

$$e = 100E_v/E_n \%$$

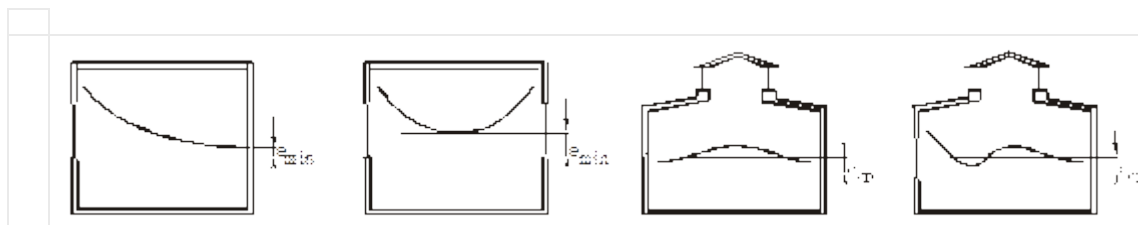
Т.о., КЕО оценивает размеры оконных проемов, вид остекления и переплетов, их загрязнение, т.е. способность системы естественного освещения пропускать свет. Естественное освещение регламентируется нормами СНиП 23-05-95. Нормируемое значение КЕО с учетом района расположения здания на территории РФ следует рассчитывать по формуле:

$$eN = e_n * m$$

где  $e_n$  – значение КЕО, определенное по СНиПу 23-05-95 с учетом характеристики зрительной работы и системы освещения,

$m$  – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории РФ и ориентации световых проемов относительно сторон света.

Для каждого производственного помещения строится кривая значений КЕО в характерном сечении (поперечный разрез посередине помещения перпендикулярно плоскости световых проемов), которая характеризует светотехнические качества помещения.



а) б) в) г)

Рис.11.1. Схема распределения КЕО по разрезу помещения

а) одностороннее боковое освещение, б) двустороннее боковое освещение, в) верхнее освещение, г) комбинированное освещение

При одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем освещении – в точке посередине помещения. При верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО на уровне рабочей поверхности.

#### 6.4.5. Электрические источники света.

В качестве источников света для освещения промышленных предприятий применяют газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения и пока еще являются распространенными источниками света. Это объясняется их преимуществами. Преимущества – удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть, просты в изготовлении.

Недостатки – низкая световая отдача, малый срок службы, в спектре преобладает желто-красная часть. Они искажают цветопередачу, поэтому их нельзя применять при работах, требующих различения цветов.

В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явлений люминесценции, которое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

Основные преимущества газоразрядных ламп – большая световая отдача, длительный срок службы. От газоразрядных ламп можно получить световой поток любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом пары металлов или инертные газы, в атмосфере которых происходит разряд.

Основные недостатки:

- пульсация светового потока, что может привести к стробоскопическому эффекту (вместо одного объекта видны изображения нескольких, искажается скорость и направление движения).

- применение сложных пусковых механизмов для включения ламп, т.к. напряжение при зажигании у них значительно выше напряжения сети.

- длительный период разгорания (10-15 мин).

- газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых требует специальных устройств.

#### 6.4.6. Светильники

Создание в производственных помещениях качественного и эффективного освещения невозможно без применения рациональных светильников. Светильник представляет собой источник света и осветительную арматуру, предназначенную для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз работающего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения.

Характеристики светильников:

- кривая силы света в полярной системе координат - характеризует светильник с точки зрения распределения световой энергии

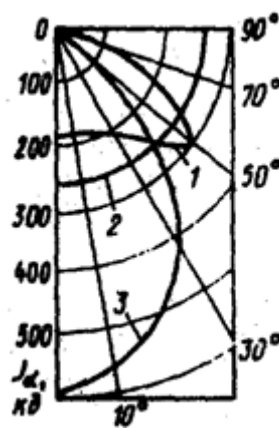
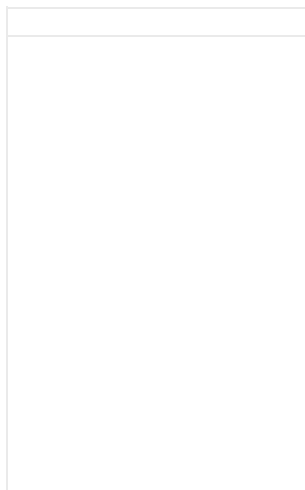


Рис.11.2. Кривые силы света светильника:

1 – широкая, 2 – равномерная, 3 – глубокая

- угол защиты - угол  $\alpha$  между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (или поверхность лампы) с противоположным краем отражателя.



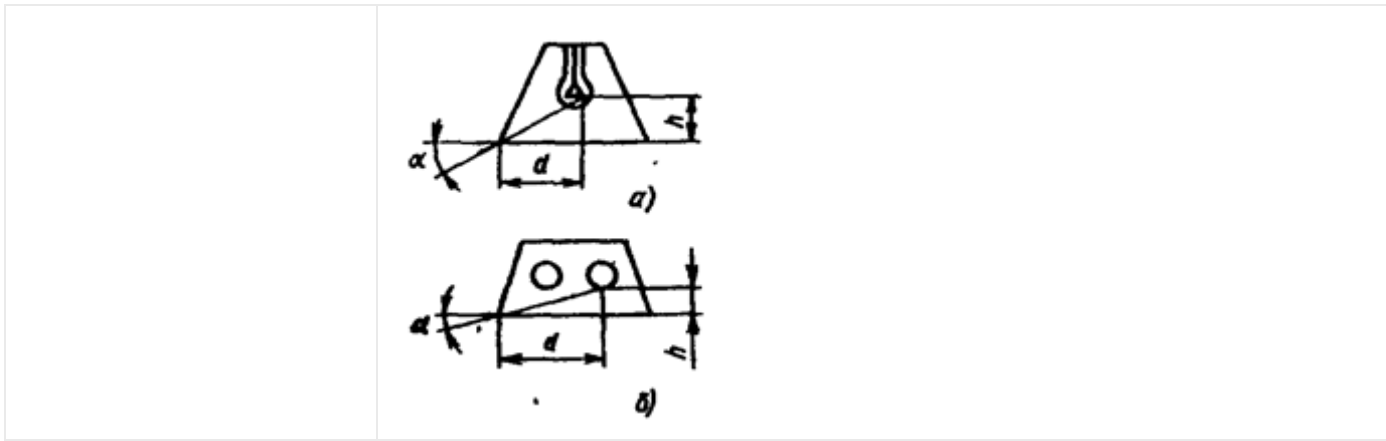


Рис. 11.3. Защитный угол светильника:  
а) – с лампой накаливания, б) – с люминесцентной лампой.

КПД - отношение фактического светового потока светильника к световому потоку лампы

$$КПД = \frac{\Phi_{\text{факт}}}{\Phi_{\text{лампы}}}$$

По распределению светового потока различают светильники прямого, рассеянного, отраженного света.

По конструктивному исполнению - открытые, закрытые, пыленепроницаемые, влаго- и взрывозащищенные.

По назначению - светильники общего и местного освещения.

## 6.4.7. Расчет производственного освещения

Основной задачей светотехнических расчетов является: для естественного освещения определение необходимой площади световых проемов, для искусственного освещения - потребной мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещенности.

При естественном боковом освещении требуемая площадь световых проемов (м<sup>2</sup>):

$$S_{\text{эф}}^{\text{н}} = S_{\text{н}} \cdot e_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{з}} \cdot k_{\text{з}} \cdot k_{\text{зд}} / 100 \cdot \tau_1 \cdot \tau_2$$

где:  $S_{\text{н}}$  - площадь пола помещения;

$e_{\text{н}}$  - нормированное значение КЕО;

$k_{\text{з}}$  - коэффициент запаса, определяется с учетом запыленности помещения, расположения стекол (наклонно, вертикально, горизонтально) и периодичности очистки;

$\eta_{\text{з}}$  - световая характеристика окон;

$k_{\text{зд}}$  - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями;

$\tau_{\text{о}}$  - общий коэффициент светопропускания, определяется в зависимости от коэффициента светопропускания стекол, потерь света в переплетах, слоя его загрязнения, наличия несущих и солнцезащитных конструкций перед окнами,

$\tau_1$  - коэффициент, учитывающий влияние отраженного света, определяется с учетом геометрических размеров помещения и коэффициентов отражения стен, потолка, пола.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать тип источника света, систему освещения, вид светильника, целесообразную высоту установки светильников и размещение их в помещении, определить число светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормированной освещенности.

Расчет искусственного освещения осуществляют следующими методами:

1. метод светового потока;
2. точечный метод;

Метод коэффициента использования светового потока применим для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности. Световой поток лампы (или группы ламп светильника) определяется выражением:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta}$$

где  $E_{\text{н}}$  - освещенность в соответствии с нормами,

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>,

$z$  - коэффициент минимальной освещенности, равный отношению  $E_{\text{сп}}/E_{\text{мин}}$ , значения которого для ламп накаливания и дуговых ртутных ламп -1,15, для люминесцентных ламп -1,1,

$k$  - коэффициент запаса (1,4...1,8),

$N$  - количество светильников,

$\eta$  - коэффициент использования светового потока - зависит от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения стен и потолка, высоты подвеса светильника и индекса помещения  $i$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}$$

где  $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения, м,

$H_p$  - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Определив световой поток одной лампы  $\Phi_{\text{л}}$ , подбирают по справочнику ближайшую стандартную лампу и определяют электрическую мощность всей осветительной системы.

Допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного на величину от -10% до +20%, в противном случае выбирают другую схему расположения светильников.

Точечный метод применяют для расчета любой системы освещения при произвольно-ориентированных рабочих поверхностях. В основу метода положено уравнение, связывающее освещенность и силу света (закон сохранения энергии для светотехники).

$$E = I_{\alpha} \cdot \cos \alpha / r^2$$

где  $I_{\alpha}$  - сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд,

$r$  - расстояние от светильника до расчетной точки, м,

$\alpha$  - угол между нормалью рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Для практического использования вводят коэффициент запаса и производят замену  $\eta$  на  $H_p / \cos(\alpha)$ , тогда

$$E = I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha / (k H_p^2)$$

Данные о распределении силы света приводятся в светотехнических справочниках.

Определив освещенность от условной лампы, подсчитывают необходимый поток лампы для создания освещенности в соответствии с нормами

$$\Phi_n = \frac{1000 \cdot E_n}{E} \quad [\text{лм}]$$

Подбирают ближайшую стандартную лампу, обеспечивающую рассчитанный световой поток и рассчитывают суммарную электрическую мощность всей системы освещения.

## 6.5. ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

План лекции:

6.5.1. Общие представления о процессе горения. Виды горения.

6.5.2. Пожарные свойства веществ и материалов.

6.5.3. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.

6.5.4. Огнетушащие вещества.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования" пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты. Нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной не более 10<sup>-6</sup> в год.

Пожар - это неконтролируемое горение вне специального очага, создающее угрозу жизни и здоровью людей, а также наносящее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара являются: - повышенная температура воздуха и предметов;

открытый огонь и искры;

токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода;

взрывы;

повреждение зданий и сооружений.

По среднестатистическим данным ежегодно на пожарах погибает от 0,6 до 10 чел. на каждые 100 тыс. населения и в 10-15 раз больше получают увечья и травмы.

Для успешной борьбы с пожарами и разработки целенаправленных противопожарных мероприятий необходимо знать структуру пожаров, причины и обстоятельства, способствующие их возникновению и развитию. Статистический учет пожаров позволяет накапливать и анализировать необходимую информацию о пожарах.

### 6.5.1. Общие представления о процессе горения. Виды горения

Горение - это химический процесс соединения горючего вещества с окислителем, сопровождающийся интенсивным выделением теплоты и излучением света.

Представление о механизме горения основывается на тепловой теории самовоспламенения и цепной теории окисления, разработанных советскими учеными Н. Н. Семеновым, Я. Б. Зельдовичем и др. Тепловая теория горения определяет условие возникновения процесса горения. Таким условием является превышение скорости выделения теплоты химической реакцией горения над скоростью отвода теплоты в окружающую среду. Если это условие обеспечивается, то происходит саморазогрев горючей смеси и скорость реакции увеличивается. И наоборот, превышение скорости отвода теплоты над скоростью ее выделения приводит к затуханию процесса горения.

Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя (обычно кислород воздуха) и источника зажигания (импульса). Окислителем может быть не только кислород, но хлор, фтор, бром, йод, окислы азота и т.п.

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении исходные вещества имеют одинаковое агрегатное состояние (горение газов). Горение твердых и жидких веществ является гетерогенным.

Горение дифференцируется по скорости распространения пламени:

- дефлаграционное (порядка 10 м/с)
- взрывное (порядка 100 м/с)
- детонационное (порядка 1000 м/с)

Пожарам свойственно дефлаграционное горение. Детонационное горение чаще возникает при горении газов в длинных трубопроводах и вызывает наиболее сильные разрушения производственного оборудования.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая - при объемном содержании кислорода в воздухе 14 %. При дальнейшем уменьшении содержания кислорода горение большинства веществ невозможно.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов.

*Вспышка* - быстрое сгорание горючей смеси без образования повышенного давления газов.

*Возгорание* - возникновения горения от источника зажигания.

*Воспламенение* - возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

*Самовозгорание* - горение, возникающее при отсутствии внешнего источника зажигания.

*Самовоспламенение* - самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

*Взрыв* - чрезвычайно быстрое горение, при котором происходит выделение энергии и образование сжатых газов, способных производить механические разрушения.

Горение различных веществ имеет особенности. Горение газов является гомогенным и может носить характер взрывного или детонационного горения. При горении жидкости происходит ее испарение и сгорание паровоздушной смеси над поверхностью жидкости. Определяющим является процесс испарения жидкости, который зависит от ее физико-химических свойств, теплового процесса в ней и т. п. Процесс горения паров не отличается от горения газов. Горение твердых веществ - гетерогенно-диффузионное. Как правило, оно сопровождается плавлением, разложением и испарением с выделением газо- и парообразных продуктов, которые образуют с воздухом горючую смесь.

Повышенную пожарную опасность имеет пыль. Причем с увеличением дисперсности пыли возрастает ее химическая активность, снижается температура самовоспламенения, что повышает ее пожарную опасность. Скорость горения высокодисперсной пыли приближается к скорости горения газа. Взрывоопасной является не только взвешенная, но и осевшая пыль, так как при воспламенении она переходит во взвешенное состояние, что приводит к вторичным взрывам.

## 6.5.2. Пожарные свойства веществ и материалов

ГОСТ 12.1.044-84 ССБТ "Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов, номенклатура показателей и методы их определения" устанавливает номенклатуру показателей пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов, их применяемость, а также методы их определения. Показатели пожаро- и взрывоопасности используют при категорировании помещений и зданий, при разработке систем для обеспечения пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Применяемость показателей пожаро- и взрывоопасности определяется агрегатным состоянием вещества. При этом различают: газы, жидкости, твердые вещества и материалы и пыли. Рассмотрим некоторые основные показатели, определяющие пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов.

*Горючесть* - способность вещества или материала к горению.

По горючести вещества материалы подразделяются на три группы:

*Негорючие* - вещества и материалы, не способные гореть на воздухе.

*Трудногорючие* - вещества и материалы, способные возгораться в воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления.

*Горючие* - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

На практике группу горючести используют при определении категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности оборудования и помещений.

*Температура вспышки* - самая низкая температура горючего вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения.

Температуру вспышки используют для оценки воспламеняемости жидкости, а также при разработке мероприятий для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности ведения процессов.

В зависимости от численного значения температуры вспышки жидкости относят к легковоспламеняющимся (ЛВЖ) и горючим (ГЖ).

К ЛВЖ относят жидкости с температурой вспышки не более 61°C.

Согласно ГОСТ 12.1.017-80 ЛВЖ подразделяются на 3 разряда.

*Особо опасные ЛВЖ* - это горючие жидкости с  $t_{всп} = \text{от } -18^\circ\text{C}$  и ниже (ацетон, диэтиловый эфир, изопентан).

*Постоянно опасные ЛВЖ* -  $t_{всп}$  от  $-18^\circ\text{C}$  до  $+23^\circ\text{C}$  (бензол, толуол, этиловый спирт, этилацетат и др.)

*Опасные при повышенной температуре ЛВЖ* -  $t_{всп}$  от  $23^\circ\text{C}$  до  $61^\circ\text{C}$  (хлорбензол, скипидар, уайтспирит и др.)

*Температура самовоспламенения* - самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Температура самовоспламенения горючих веществ очень разнообразна, например, для твердых веществ она находится в пределах 30-670°C. У большинства древесных пород эта температура равна 280-470°C.

Явление, когда вещество загорается только за счет выделения теплоты от химических, биологических или физических процессов, происходящих в нем самом, называется самовозгоранием. Вещества могут самовозгораться от воздействия на них воздуха, воды или смешения друг с другом.

*Температура самовозгорания* - самая низкая температура, при которой происходит воспламенение вещества за счет выделения теплоты от процессов, происходящих в нем самом без подвода тепла извне.

При соприкосновении с воздухом к самовозгоранию склонны каменный уголь, торф, сульфиды железа, желтый фосфор, порошки цинка, аммония, железа; при соприкосновении с водой - карбиды кальция и щелочных металлов, калий, натрий, рубидий, цезий; в группу веществ, самовозгорающихся при смешивании, входят газообразные, жидкие и твердые окислители: галоиды, азотная кислота, марганцовокислый калий, селитра и т.д.

На практике часто создаются условия, когда скорость горения достигает огромных величин, и горение превращается в тепловой взрыв.

*Взрыв* - это чрезвычайно быстрое, определяемое долями секунды горение, сопровождающееся выделением большого количества тепла, раскаленных газообразных продуктов и образованием большого давления.

Сила взрывной волны чрезвычайно велика, и взрывы вызывают большие разрушения. Взрыв сопровождается также звуковой волной.

Для возникновения взрыва какой-либо смеси необходимо три условия:

1. Определенная концентрация паро- или газовоздушной смеси.
2. Импульс, способный нагреть вещество до температуры самовоспламенения (пламя, удар, адиабатическое сжатие и т.д.).
3. Замкнутый объем.

Основными показателями пожаровзрывоопасности горючих газов (ГГ) и пыли являются нижний (НПВ) и верхний (ВПВ) концентрационные пределы воспламенения (взрываемости), выраженные в объемной доле компонента в смеси (%) или в массовых концентрациях (мг/м<sup>3</sup>).

*Нижний предел взрыва  $P_n$*  - выраженная в процентах минимальная концентрация пара, газов или пыли в воздухе, которая способна воспламениться и дать взрыв.

Верхний предел взрыва  $P_v$  - выраженная в процентах максимальная концентрация пара или газа, выше которой смесь перестает быть взрывчатой.

Промежуточные концентрации, лежащие между нижним и верхним пределами взрыва, являются взрывчатыми и определяют диапазон взрыва того или иного вещества. Пределы взрыва не являются неизменными и находятся в большой зависимости от давления смеси, температуры и запаса энергии начального импульса.

Пределы взрываемости некоторых газов при нормальном атмосферном давлении:

|          | $P_n, \%$ | $P_v, \%$ |
|----------|-----------|-----------|
| бензин   | 1,1       | 5,4       |
| ацетилен | 1,5       | 82,0      |
| $H_2$    | 4,1       | 75,0      |
| СО       | 12,8      | 75,0      |
| $CH_4$   | 5,0       | 16,0      |

Большую пожарную опасность на производстве представляет пыль. Взвешенная в воздухе (аэрозоль), она способна образовывать взрывчатые смеси, а пыль, осевшая из воздуха на оборудовании и конструкции здания (аэрогель), может тлеть и гореть. Пожаровзрывоопасность пылевых смесей характеризуется температурой самовоспламенения аэрогеля и нижним концентрационным пределом взрываемости  $P_n$ .

|                     | $P_n, \text{г/м}^3$ |
|---------------------|---------------------|
| Алюминиевый порошок | 58,0                |
| Канифоль            | 5,0                 |
| Цинковая пыль       | 800                 |
| Эбонитовая пыль     | 7,6                 |
| Сахарная пыль       | 15                  |

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин "верхний предел воспламенения" к пыли не применяется.

## 6.5.3. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности.

Пожарная опасность производственных зданий определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания. Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки строительные нормы и правила все производства и склады делят на пять категорий по взрыво- и пожароопасности (ОНТП-24-86).

Последовательной проверкой принадлежности помещения к категориям от высшей (А) к низшей (Д) определяют категорию помещения.

К *взрывопожарной категории А* отнесены помещения, связанные с применением горючих газов, ЛВЖ с  $t_{\text{всп}} \leq 28^\circ\text{C}$ , при условии, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % от объема помещения, помещения, в которых применяются вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

К *взрывопожарной категории Б* отнесены помещения, в которых обращаются горючие пыли или волокна, ЛВЖ с  $t_{\text{всп}} > 28^\circ\text{C}$ , горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % от объема помещения.

К *пожароопасной категории В* отнесены помещения, в которых обращаются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одним и другим только гореть.

К *категории Г* отнесены помещения, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К *категории Д* отнесены помещения, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Пожарная безопасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости основных конструктивных элементов здания. В свою очередь разрушения в значительной степени зависят от конструктивных материалов, использованных при строительстве зданий.

Строительные материалы по показателю возгораемости разделяются на три группы (СНиП 2.01.02 - 85):

- негорючие – материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются;
- трудногорючие - материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть при наличии источника огня;
- сгораемые - материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня.

Производственные здания цехов машиностроительных предприятий чаще выполняют из негорючих материалов, сохраняющих постоянную массу при действии огня: металла, бетона, кирпича, гипсовых и гипсоволокнистых плит. Для небольших производств могут использоваться здания из трудногорючих и сгораемых материалов. К трудногорючим материалам относят материалы, которые горят только в присутствии источника огня: древесина, пропитанная огнезащитными составами, гипсовые и бетонные материалы, содержащие органический наполнитель, и др.

Основной пожарной характеристики здания служит его огнестойкость, т.е. способность здания сохранять эксплуатационные свойства при воздействии огня. Огнестойкость здания оценивается пределом огнестойкости.

*Предел огнестойкости* - это время в часах от начала воздействия огня на конструкцию до момента появления признаков потери огнестойкости (потеря несущей способности, образование в конструкции сквозных трещин и т. п.). Сгораемые конструкции не имеют пределов огнестойкости.

В зависимости от величины предела огнестойкости основных строительных конструкций и пределов распространения огня по этим конструкциям здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней. Для зданий I степени огнестойкости необходимо, чтобы предел огнестойкости несущих стен, стен лестничных клеток, колонн был не менее 2,5 ч, лестничных площадок - не менее 1 ч, наружных стен из

навесных панелей, перегородок и покрытий - не менее 0,5 ч. Для зданий II степени огнестойкости соответственно 2; 1 и 0,25 ч, а для зданий V степени огнестойкости величина минимального предела огнестойкости всех конструкций не нормируется.

#### **6.5.4. Огнетушащие вещества.**

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

1. изоляция очага горения от воздуха или снижения путем разбавления воздуха негорючими газами концентрации кислорода до значения, при котором не может происходить горение,
2. охлаждение очага горения ниже определенных температур
3. интенсивное торможение скорости химических реакций в пламени,
4. механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа или воды
5. создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

На предприятиях широко применяют установки водяного, пенного, газового и порошкового пожаротушения. Тушение пожаров водой является наиболее распространенным и дешевым средством

Огнетушащая способность воды обуславливается охлаждающим действием, разбавлением горючей среды образующимися при испарении парами и механическим воздействием на горящее вещество, т.е. срывом пламени. Охлаждающее действие воды определяется значительными величинами ее теплоемкости и теплоты парообразования. Разбавляющее действие, приводящее к снижению содержания кислорода в окружающем воздухе, обуславливается тем, что объем пара в 1700 раз превышает объем испарившейся воды.

Наряду с этим вода обладает свойствами, ограничивающими область ее применения.

Так, при тушении водой нефтепродукты и многие другие горючие жидкости всплывают и продолжают гореть на поверхности, поэтому вода оказывается малоэффективной при их тушении. В таких случаях огнетушащий эффект воды может быть повышен путем подачи ее в распыленном состоянии.

Вода, содержащая различные соли и поданная компактной струей, обладает значительной электропроводностью, поэтому ее нельзя применять для тушения оборудования под напряжением.

Пена, применяемая для тушения пожара, представляет собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по горячей поверхности, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения и охлаждение верхнего слоя. По составу пена может быть химической или воздушно-механической. Химическая пена образуется при смешивании растворенной в воде щелочи с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Воздушно-механическая пена представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков воздуха, оболочки которых состоят из воды и специального пенообразующего вещества. Пожаротушающий эффект основан на охлаждении очага пожара и на изоляции зоны горения от доступа воздуха.

В установках газового пожаротушения используют инертные газы (углекислый, азот, аргон, фреоны и др). Огнетушащее действие основано на понижении концентрации кислорода и охлаждении очага пожара.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой и другими огнетушащими средствами, используют порошковые составы (хлориды щелочных металлов, углекислый натрий, поташ и т.п.). Огнетушащее действие порошков основано на том, что они, расплавляясь, образуют плотную пленку, изолируя зону горения.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: химические пенные (ОХП), углекислотные (ОУ), порошковые (ОПС) специальные углекислотно-бромэтиловые (ОУБ) . В углекислотных используется сжиженная двуокись углерода, при быстром испарении которой образуется снегообразная масса, снижающая концентрацию кислорода и охлаждающая зону горения. Газовые и порошковые огнетушители предназначены для тушения различных материалов и электроустановок, пенные - для тушения ЛВЖ, ГЖ, твердых материалов, кроме металлов и установок под напряжением, углекислотно-бромэтиловые - для тушения металлов и установок под напряжением.

## **6.6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ**

План лекции:

6.6.1. Источники и характеристики электромагнитных полей.

6.6.2. Воздействие электромагнитных полей на человека.

- 6.6.3. Нормирование электромагнитных полей.
- 6.6.4. Защита от электромагнитных излучений.
- 6.6.5. Виды и физическая природа ионизирующих излучений.
- 6.6.6. Физика радиоактивности.
- 6.6.7. Биологическое воздействие ионизирующих излучений.
- 6.6.8. Нормирование ионизирующих излучений.

#### **6.6.1. Источники и характеристики электромагнитных полей.**

В промышленности широко применяются электромагнитные поля, как постоянные так и переменные. Их применяют для термообработки материалов, для получения плазменного состояния вещества, для радиовещания и телевидения.

Применение новых технологических процессов значительно улучшает условия труда, однако устройства генерирующие электромагнитные поля, обусловили возникновение новых проблем по защите персонала от их воздействия. Опасность электромагнитных полей, постоянных магнитных и электростатических полей усугубляется тем, что они не обнаруживаются органами чувств.

К неионизирующим излучениям и полям относят электромагнитные излучения радиочастотного и оптического диапазонов, а также условно - статические электрические и постоянные магнитные поля.

К ЭМИ радиочастотного диапазона относят ЭМП с частотой от 3 до  $3 \cdot 10^{12}$  Гц. В соответствии с международным регламентом радиосвязи в этом диапазоне выделяют 12 частотных поддиапазонов. Отметим несколько основных: 2 диапазон – СНЧ (30-300 Гц), 8 диапазон – УВЧ (30-300 МГц), 10 диапазон – СВЧ (3-30 ГГц).

Электростатические и постоянные магнитные поля широко используются в народном хозяйстве. СЭП применяются для газоочистки, сепарации различным материалов, нанесения лакокрасочных и полимерных покрытий. Постоянные магниты используются в приборостроении, в фиксирующих устройствах подъемного оборудования, в медицинской практике.

Основными источниками излучения электромагнитной энергии радиочастот в окружающую среду служат антенные системы радиолокационных станций (РЛС), радио- и телерадиостанций, в том числе систем мобильной радиосвязи, воздушные линии электропередачи и другие.

Электромагнитные поля промышленной частоты (ЭМП ПЧ) являются частью сверхнизкочастотного диапазона, наиболее распространенной как в производственных условиях, так и в условиях быта. Диапазон промышленной частоты в нашей стране - 50 Гц. Основными источниками ЭМП ПЧ являются различные типы производственного и бытового электрооборудования переменного тока, в первую очередь, подстанции и воздушные линии электропередачи сверхвысокого напряжения.

Электромагнитные излучения (ЭМИ) распространяются в виде электромагнитных волн, основными характеристиками которых являются: длина волны  $\lambda$ , м; частота колебаний  $f$ , Гц; скорость распространения  $v$ , м/с. В

свободном пространстве скорость распространения ЭМИ равна скорости света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с, при этом указанные выше параметры связаны между собой соотношением:  $\lambda = c/f$ .

Область распространения электромагнитных волн от источника излучения условно подразделяют на три зоны: ближнюю (имеющую радиус менее  $1/6$  длины волны), промежуточную и дальнюю (расположенную на расстоянии более  $1/6$  длины волны от источника). В ближней и промежуточной зоне волна еще не сформирована, поэтому интенсивность ЭМП в этих зонах оценивается раздельно напряженностью электрической  $E$  (В/м) и магнитной  $H$  (А/м) составляющих поля.

В дальней зоне воздействие ЭМП оценивается плотностью потока энергии

$$P = E \cdot H \text{ (Вт/м}^2\text{)}$$

#### **6.6.2. Воздействие электромагнитных полей на человека.**

Электрическое поле воздействует на человека следующим образом: в электрическом поле атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются, полярные молекулы ориентируются по направлению распространения электромагнитного поля. В электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови и т.п., после воздействия внешнего поля появляются ионные токи.

Переменное электромагнитное поле вызывает нагрев тканей человека.

Избыточная теплота отводится до известного предела путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции. Однако начиная с величины  $P = 10$  мВт/см<sup>2</sup>, называемой тепловым порогом, организм не справляется с отводом образующейся теплоты, и температура тела повышается, что наносит вред здоровью.

Наиболее интенсивно электромагнитные поля воздействуют на органы с большим содержанием воды. Перегрев же особенно вреден для тканей со слабо развитой сосудистой системой или с недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок), так как кровеносная система выступает в роли системы водяного охлаждения.

Электромагнитные поля оказывают воздействие на ткани человека при интенсивности поля, значительно меньшей теплового порога. Они изменяют ориентацию клеток или цепей молекул в соответствии с направлением силовых линий электрического поля, ослабляют биохимическую активность белковых молекул, нарушают функции сердечно-сосудистой системы и обмена веществ.

Основным параметром, характеризующим биологическое действие электрического поля промышленной частоты, является электрическая напряженность. Магнитная составляющая заметного влияния на организм не оказывает, т.к. напряженность магнитного поля промышленной частоты не превышает 25 А/м, а вредное биологическое действие проявляется при напряженности 150-200 А/м.

Магнитное поле характеризуется двумя величинами – индукцией и напряженностью. Индукция – это сила, действующая в этом поле на проводник

единичной длины с единичным током. В системе СИ единица измерения индукции – Тесла (Тл). Напряженность – это величина, характеризующая поле независимо от свойств среды. Вектор напряженности совпадает с вектором индукции. Единица измерения напряженности в системе СИ - Ампер на метр (А/м). Результаты исследований свидетельствуют о чувствительности к биологическому действию ПМП практически всех физиологических систем человеческого организма. ПМП увеличивает латентные периоды реакций человека на свет и звук, снижает количество эритроцитов и гемоглобина в крови, вызывает различные сердечно-сосудистые, эндокринные и обменные нарушения в организме.

В нашей стране установлен предельно допустимый уровень ПМП для производственных условий – 8 кА/м, что соответствует 10 мТл. Для сравнения ПМП Земли имеет напряженность 10 А/м.

Воздействие электростатического поля на человека связано с протеканием через него слабого электрического тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается, однако возможны механические травмы вследствие рефлекторной реакции на прохождение тока. Основная опасность электростатического поля состоит в возможности искрового разряда. Ток, создаваемый при этом, имеет небольшие значения, однако он может привести к воспламенению горючих жидкостей.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. ПДУ напряженности ЭСП – 60 кВ/м в течение 1 часа. При напряженности менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется.

### **6.6.3. Нормирование электромагнитных полей.**

Для предупреждения заболеваний, связанных с воздействием радиочастот, установлены предельно допустимые значения напряженности и плотности потока энергии на рабочем месте персонала и для населения.

Согласно ГОСТ 12.1.006-84, напряженность ЭМП в диапазоне частот 60 кГц -300 МГц на рабочих местах персонала не должна превышать установленных предельно допустимых уровней:

по электрической составляющей, В/м:

50 - для частот от 60 кГц до 3 МГц.

20 - для частот свыше 3 МГц до 30 МГц,

10 - для частот свыше 30 МГц до 50 МГц,

5 - для частот свыше 50 МГц до 300 МГц,

по магнитной составляющей, А/м:

5 - для частот от 60 кГц до 1,5 МГц.

0,3 - для частот свыше 30 МГц до 50 МГц.

Предельно допустимая плотность потока энергии (ППЭ) определяется по формуле:

$$ППЭ=W/T,$$

Где  $W$  - нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм, равное  $2 \text{ Вт/м}^2$  для всех случаев облучения,  $T$  - время пребывания в зоне облучения.

Для электростатических полей согласно ГОСТ 12.1.045-84 устанавливается допустимая напряженность поля на рабочих местах по формуле:

$$E=60/t \text{ кВ/м,}$$

В течение рабочей смены разрешается работать без специальных мер защиты при напряженности  $20 \text{ кВ/м}$ .

Для электрического поля промышленной частоты в соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 предельно допустимый уровень напряженности электрического поля, пребывание в котором не допускается без применения специальных средств защиты, равен  $25 \text{ кВ/м}$ . При напряженности поля свыше  $20 \text{ кВ/м}$  до  $25 \text{ кВ/м}$  время пребывания персонала в поле не должно превышать  $10$  минут.

Согласно стандарту допускается пребывание персонала без специальных средств защиты в течение всего рабочего дня в электрическом поле напряженностью до  $5 \text{ кВ/м}$ . В интервале от  $5 \text{ кВ/м}$  до  $20 \text{ кВ/м}$  включительно допустимое время пребывания  $T(\text{ч})$  определяется по формуле:

$$T=50/E^{-2},$$

где  $E$  - напряженность воздействующего поля в контролируемой зоне,  $\text{кВ/м}$ .

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП приведенное время пребывания вычисляют по формуле:

$$T_{\text{пр}}= 8(tE_1/T_{E1} + tE_2/T_{E2} + \dots + tE_n/T_{En}),$$

где  $tE_1, tE_2, tE_n, T_{E1}, T_{E2}, T_{En}$  - фактическое и допустимое время пребывания в зонах с напряженностью  $E_1, E_2, E_n$ .

#### 6.6.4. Защита от электромагнитных излучений

При несоответствии интенсивности излучений требованиям норм применяются следующие способы и средства: защита временем и расстоянием, уменьшение параметров излучения в самом источнике, экранирование источника излучения или рабочего места, применение средств индивидуальной защиты.

*Защита временем* предусматривает ограничение времени пребывания человека в рабочей зоне, если интенсивность облучения превышает норму, установленные при условии облучения в течение смены, и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность облучения до допустимых пределов другими средствами.

*Защита расстоянием* применяется, когда нет возможности ослабить интенсивность облучения другими методами, в том числе и сокращением времени

пребывания человека в опасной зоне. Этот вид защиты основан на быстром уменьшении интенсивности поля с расстоянием, что хорошо видно из формул:

в ближней зоне ( $R \leq \lambda/2\pi$ )

$$E = \frac{I}{4\pi^2 f R^3} \quad H = \frac{I}{4\pi R^2},$$

где I - ток в проводнике, А, f – частота, Гц;

в дальней зоне

$$S = P * G / 4\pi R^2,$$

где S- плотность потока мощности, Р- мощность излучения, Вт, G- коэффициент усиления антенны.

Оценим мощность облучения мозга при пользовании мобильным телефоном. Приняв P=1 Вт, G=1, R=0,1м, получим

$$S = \frac{1 * 1}{4\pi R^2} = 8 \text{ Вт/м}^2$$

Допустимый уровень облучения пользователя сотового телефона не должен превышать 1 Вт/м².

Очевидно, что рассчитанная плотность потока энергии превышает предельно допустимый уровень. Для уменьшения последствий можно рекомендовать не прижимать телефон к уху, прикладывать во время беседы то к одному, то к другому уху, сократить время разговора до 2-3 минут.

Уменьшение излучения непосредственно в самом источнике достигается за счет применения специальных устройств – поглотителей мощности. Поглотители мощности представляют собой линии, частично заполненные поглощающими материалами, в которых энергия излучения преобразуется в тепловую. Заполнителями служат: чистый графит или графит в смеси с песком, цементом, резиной, пластмассы, порошковое железо, дерево, вода и т.п.

Экранирование источника или рабочего места является наиболее эффективным и распространенным методом. Экраны бывают отражающие и поглощающие. Защитное действие отражающих экранов обусловлено тем, что экранируемое поле создает в экране вихревые токи, наводящие в нем вторичное поле, по амплитуде почти равное, а по фазе противоположное экранируемому полю. Результирующее поле очень быстро убывает в экране, проникая в него на незначительную величину.

На расстоянии равном длине волны, ЭМП в проводящей среде почти полностью затухает, поэтому для эффективного экранирования толщина стенки экрана должна быть примерно равна длине волны в металле. Глубина проникновения ЭМП высоких и сверхвысоких частот очень мала (например, для меди – десятые и сотые доли миллиметра), поэтому толщину экрана выбирают по конструктивным соображениям. При частоте 50 Гц электромагнитная волна проникает в медь на глубину нескольких сантиметров, и даже экран из ферромагнитного материала должен иметь толщину не менее 4-5 мм.

Эффективность экранов оценивают в децибелах 
$$\Xi = 10 \lg \frac{I_0}{I}, \text{ дБ.}$$

В ряде случаев применяют сетчатые экраны, которые позволяют производить осмотр и наблюдение экранируемых установок, вентиляцию и освещение экранированного пространства. Сетчатые экраны обладают худшими экранирующими свойствами по сравнению со сплошными. Их применяют, когда необходимо ослабить плотность потока энергии на 20-30 дБ (в 100-1000 раз).

Все экраны должны заземляться.

Поглощающие экраны выполняют в виде тонких резиновых коврик, листов поролон или волокнистой древесины, пропитанной специальным составом, ферромагнитных пластин.

*Средства индивидуальной защиты* – комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, защитные очки с металлизированными стеклами, металлизированная каска, специальная обувь, перчатки, покрытые токопроводящей тканью.

#### **6.6.5. Виды и физическая природа ионизирующих излучений.**

К ионизирующим излучениям относятся корпускулярные (альфа, бета, нейтронные) и электромагнитные или фотонные (гамма, рентгеновские) излучения, способные при взаимодействии с веществом создавать в нем заряженные атомы и молекулы – ионы.

Энергию частиц ионизирующего излучения измеряют во внесистемных единицах – электрон-вольтах, эВ.  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, испускаемых веществом при радиоактивном распаде. Чем больше энергия частиц, тем больше полная ионизация, вызываемая ею в веществе. Энергия альфа-частиц, испускаемых различными радионуклидами, лежит в пределах 2-8 МэВ. Пробег альфа-частиц достигает 8-9 см в воздухе, а в живой ткани – несколько десятков микрометров. Обладая сравнительно большой массой, альфа-частицы быстро теряют свою энергию при взаимодействии с веществом, что обуславливает их низкую проникающую способность и высокую удельную ионизацию, составляющую в воздухе на 1 см пути 25-60 тыс. пар ионов.

Бета-излучение - поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. Энергия бета-частиц достигает 3-3,5 МэВ. Максимальный пробег в воздухе 1800 см, а в живых тканях 2,5 см. Ионизирующая способность бета-частиц ниже (100 пар ионов на 1 см пути), а проникающая способность выше, чем альфа-частиц, так как они обладают значительно меньшей массой.

Нейтронное излучение - поток нейтронов. Поскольку нейтроны не имеют электрического заряда, они взаимодействуют только с ядрами атомов. Энергия нейтронов в зависимости от вида (тепловые, промежуточные, быстрые, релятивистские) достигает 20 МэВ.

Гамма-излучение – электромагнитное излучение, испускаемое при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Энергия находится в пределах 0,01-3 МэВ.

Гамма-излучение обладает наибольшей проникающей способностью и наименьшим ионизирующим действием. Прохождение фотонного излучения через вещество вообще не может быть охарактеризовано понятием пробега. Ослабление потока электромагнитного излучения в веществе подчиняется экспоненциальному закону. Особенность экспоненциальных кривых состоит в том, что они никогда не пересекаются с осью абсцисс. Это значит, что какой бы ни была толщина слоя вещества, нельзя полностью поглотить поток фотонного излучения, а можно только ослабить его интенсивность в любое число раз.

Рентгеновское излучение возникает в среде, окружающей источник бета-излучения, в рентгеновских трубках, в ускорителях и т.п. Энергия фотонов не более 1 МэВ.

Так же как и гамма-излучение, рентгеновское излучение обладает большой проникающей способностью и малым ионизирующим действием.

#### **6.6.6. Физика радиоактивности**

Согласно планетарной модели атома, ядро атома состоит из положительных протонов и нейтральных нейтронов. Вокруг ядра вращаются по своим орбитам отрицательно заряженные электроны. Заряд ядра равен суммарному заряду электронов, т.е. атом электрически нейтрален.

Ядра атомов одного и того же элемента всегда содержат одинаковое число протонов, но количество нейтронов может быть разным.

Атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относятся к разновидностям одного и того же химического элемента и называются изотопами. Чтобы отличать их друг от друга, к символу элемента приписывают число, равное сумме всех частиц в ядре данного изотопа. Например, уран-238 содержит 92 протона и  $238 - 92 = 146$  нейтронов, а уран-235 – 92 протона и 143 нейтрона. Протоны и нейтроны имеют общее название нуклоны.

Полное число нуклонов называется массовым числом  $A$  и является мерой стабильности ядра. Чем ближе расположен элемент к концу таблицы Менделеева, тем больше  $A$ , тем больше нейтронов в ядре и тем менее устойчивы эти ядра.

Ядра всех изотопов образуют группу нуклидов. Некоторые нуклиды стабильны, т.е. при отсутствии внешних воздействий не претерпевают никаких превращений. Большинство же нуклидов нестабильно, они все время превращаются в другие нуклиды. Электроны располагаются на орбитах в строгой последовательности, на ближайшей к ядру может находиться не более 2 электронов, на следующей не более 8, на третьей – 16, далее – 32 и т.д.

Энергия атома дискретна. Переход из одного состояния в другое происходит скачкообразно с излучением или поглощением строго фиксированной порции энергии – кванта.

Электроны могут переходить с одной орбиты на другую и покидать атом.

Испускание ядром двух протонов и двух нейтронов – это альфа-излучение, испускание электрона – бета-излучение.

Если нестабильный нуклид оказывается перевозбужденным, он выбрасывает порцию чистой энергии, называемую гамма-излучением. Как и в случае с рентгеновским излучением, при этом не происходит испускание каких-либо частиц.

Процесс самопроизвольного распада нуклида называется радиоактивным распадом, а сам такой нуклид – радионуклидом.

Уровень нестабильности радионуклидов неодинаков: одни распадаются очень быстро, другие очень медленно. Время, в течение которого, распадается половина всех радионуклидов данного типа, называется периодом полураспада. Например, период полураспада урана-238 равен 4,5 млрд. лет, а протактиния-234 – чуть больше минуты.

Активность  $A$  радиоактивного вещества – число спонтанных ядерных превращений в этом веществе в единицу времени.

Единица измерения активности – Беккерель (Бк). 1 Бк равен одному ядерному превращению в 1 секунду. Кюри (Ки) – специальная единица активности  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Для оценки действия ИИ введены различные дозовые характеристики.

Для характеристики источника излучения по эффекту ионизации применяют экспозиционную дозу рентгеновского и гамма излучения. Экспозиционная доза  $X$  – полный

заряд ионов одного знака в единице массы воздуха. Единица измерения – Кулон на килограмм (Кл/кг). Специальная единица – Рентген  $1\text{Р}=2,6\cdot 10^{-4}\text{Кл/кг}$ .

Поглощенная доза  $D$  – средняя энергия, поглощенная в единице массы вещества.

Единица измерения в системе СИ Грей.  $1\text{Гр}=1\text{ Дж/кг}$ . Специальная единица – рад.  $1\text{Гр}=100\text{ рад}$ .

Величина поглощенной дозы зависит от свойств излучения и поглощающей среды. В условиях электронного равновесия экспозиционной дозе в  $1\text{ Р}$  соответствует поглощенная доза  $0,88\text{ рад}$ .

В связи с тем, что одинаковая доза различных видов излучения вызывает в живом организме различное биологическое действие, введено понятие эквивалентной дозы.

Эквивалентная доза  $H$  – величина, введенная для оценки радиационной опасности хронического облучения излучением произвольного состава, и определяемая как произведение поглощенной дозы  $D$  на средний коэффициент качества излучения  $k$ .

$$H=D\cdot k$$

Для гамма- и бета-излучения  $k=1$ , для альфа-излучения  $k=20$ , т.е. при одной и той же поглощенной дозе альфа-излучение гораздо опаснее, чем бета- и гамма-излучение.

Единица измерения эквивалентной дозы – Зиверт (Зв). Специальная единица – бэр.  $1\text{Зв}=100\text{ бэр}$ .

Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы, отнесенные к единице времени, носят название мощности соответствующих доз.

Следует учитывать, что чувствительность разных органов тела к излучениям неодинакова. Например, при одинаковой эквивалентной дозе возникновения рака легких более вероятно, чем щитовидной железы. Поэтому дозы облучений органов и тканей следует учитывать с разными взвешивающими коэффициентами. Умножив эквивалентные дозы на соответствующие коэффициенты и просуммировав по всем органам и тканям, получим эффективную эквивалентную дозу, отражающую суммарный эффект облучения для организма. Эта доза тоже измеряется в Зивертах.

#### **6.6.7. Биологическое воздействие ионизирующих излучений.**

Чем больше происходит в веществе актов ионизации под воздействием излучения, тем больше биологический эффект.

Ионизация живой ткани приводит к разрыву молекулярных связей и изменению химической структуры различных соединений. Изменения в химическом составе значительного числа молекул приводят к гибели клеток.

Кроме этого, под влиянием излучений в живой ткани происходит расщепление воды на атомарный водород  $\text{H}$  и гидроксильную группу  $\text{ОН}$ , которые, обладая высокой химической активностью, вступают в соединение с другими молекулами ткани и образуют новые химические соединения, не свойственные здоровой ткани. В результате нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ нарушаются.

Необходимо различать внешнее и внутреннее облучение. Под внешним облучением понимается такое воздействие излучения на человека, когда источник радиации расположен вне организма и исключена возможность попадания радиоактивных веществ внутрь организма. При внешнем облучении наиболее опасны гамма-, рентгеновское и нейтронное облучения. Внешнее облучение имеет место при работе на рентгеновских аппаратах и ускорителях, при работе с радиоактивными веществами, находящимися в герметичных капсулах.

При работе с радиоактивным веществом интенсивному облучению могут подвергаться руки, поражение которых может быть хроническим или острым. Первые признаки

хронического поражения обнаруживаются не сразу, они проявляются в сухости кожи, трещинах на ней, ее изъязвлении, ломкости ногтей, выпадении волос. При остром лучевом ожоге кистей рук наблюдаются отеки, пузыри и омертвление тканей, долго не заживающие лучевые язвы, на месте образования которых возможны раковые заболевания.

Жесткие рентгеновские и гамма-лучи могут привести к летальному исходу, не вызвав при внешнем облучении изменения кожных покровов.

Альфа- и бета-частицы, обладая незначительной проникающей способностью, вызывают при внешнем облучении только кожные поражения.

Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивного вещества внутрь организма при вдыхании загрязненного воздуха, через пищеварительный тракт (при приеме пищи, питье, курении) и в редких случаях через кожу.

При попадании радиоактивного вещества внутрь организма человек подвергается непрерывному облучению до тех пор, пока радиоактивное вещество не распадется или не выведется из организма в результате физиологического обмена. Это облучение очень опасно, т.к. вызывает долго не заживающие язвы, поражающие различные органы.

Человек постоянно подвергается облучению естественным фоном излучения, состоящим из космического излучения и излучения естественно распределенных природных радиоактивных веществ (на поверхности земли, в приземной атмосфере, в продуктах питания, в воде и т.д.). Естественный фон внешнего излучения на территории нашей страны создает мощность эквивалентной дозы 0,36-1,8 мЗв/год, что соответствует мощности экспозиционной дозы 40-200 мР/год. Кроме естественного облучения, человек облучается и другими источниками, например при производстве рентгеновских снимков черепа – 0,8 – 6 Р, позвоночника – 1,6 – 14,7 Р, флюорографии – 0,2-0,5 Р, грудной клетки при рентгеноскопии – 4,7 – 19,5 Р, желудочно-кишечного тракта при рентгеноскопии – 12 – 82 Р, зубов – 3 – 5 Р.

Однократное облучение в дозе 25-50 бэр приводит к незначительным скоропроходящим изменениям в крови, при дозах облучения 80-120 бэр появляются начальные признаки лучевой болезни, но смертельный исход отсутствует. Острая лучевая болезнь развивается при однократном облучении 270-300 бэр, смертельный исход возможен в 50% случаев. Смертельный исход в 100 % случаев наступает при дозах 550-700 бэр

### **6.6.8. Нормирование ионизирующих излучений**

Действие ионизирующих излучений вызывает неблагоприятные для здоровья человека эффекты, которые проявляются либо у облученного лица, либо у его потомства. В первом случае последствия облучения называются соматическими, а во втором — генетическими или наследственными.

Для обеспечения радиационной безопасности в нашей стране установлены ограничения облучения до пределов, считающихся приемлемыми.

Условия безопасной работы с радиоактивными веществами регламентированы Нормами радиационной безопасности НРБ-96, Гигиеническими нормативами ГН 2.6.1.054-96.

Для достижения целей защиты населения устанавливаются основные пределы допустимых доз (ПД), т.е. наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за год, которая при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала (категория А) неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами (для населения – 70 лет).

Дозовые пределы облучения

Таблица 13.1.

| Нормируемые величины | Дозовые пределы, МЗв                                                              |                                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Лица из персонала (группа А)                                                      | Лица из населения                                                               |
| 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. |

При авариях допускается доза облучения в 2 раза выше указанной, а в отдельных случаях в 5 раз за год на протяжении всей трудовой деятельности.

Помимо дозовых пределов облучения нормы устанавливают допустимые уровни мощности дозы при внешнем облучении всего тела от техногенных источников для помещений постоянного пребывания лиц из персонала 10 мкГр/ч, для жилых помещений - 0,1 мкГр/ч.

## 6.7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

План лекции:

6.7.1. Действие электрического тока на организм человека.

6.7.2. Факторы, влияющие на степень тяжести поражения электрическим током.

6.7.3. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током.

6.7.4. Основные причины поражения людей электрическим током.

### **6.7.1. Действие электрического тока на организм человека.**

Действие электрического тока на человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое, а также биологическое действие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагрева кровеносных сосудов, нервов, крови и т.п.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе легких и сердца. В результате могут возникать различные нарушения вплоть до полного прекращения деятельности органов кровообращения и дыхания.

Электрический ожог - самая распространенная электротравма. Ожоги бывают двух видов: токовый или контактный и дуговой. Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую.

Различают четыре степени ожогов: I - покраснение кожи; II - образование пузырей; III - омертвление всей толщи кожи; IV - обугливание тканей. Тяжесть поражения организма обуславливается площадью обожженной поверхности тела. Токовые ожоги возникают при напряжениях не выше 1-2 кВ и являются в большинстве случаев ожогами I и II степени. При более высоких напряжениях между токоведущей частью и телом человека образуется электрическая дуга (большая энергия и температура выше 3500 град.), которая причиняет дуговой ожог, как правило, 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 нагретым металлом.

Электроофтальмия - поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги, спектр которой содержит вредные для глаз ультрафиолетовые лучи. Кроме того, возможно попадание в глаза брызг расплавленного металла.

Защита от электроофтальмии достигается ношением защитных очков.

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. Механические повреждения являются, как правило, серьезными травмами, требующими длительного лечения.

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 электрические удары условно делятся на следующие четыре степени: I - судорожное сокращение мышц без потери сознания; II - судорожное сокращение мышц, потеря сознания, но сохранение дыхания и работы сердца; III - потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV - клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения. Причинами смерти в результате поражения электрическим током могут быть: прекращение работы сердца, прекращение дыхания и электрический шок.

Электрический шок - своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п. Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить полное выздоровление как результат своевременного лечебного вмешательства или гибель организма из-за полного угасания жизненно важных функций.

#### **6.7.2. Факторы, влияющие на степень тяжести поражения электрическим током.**

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- величины тока и напряжения;
- электрического сопротивления человека;
- продолжительности воздействия электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- рода и частоты электрического тока;
- условий внешней среды.

Основным фактором, обуславливающим исход поражения электрическим током, является *сила тока*, проходящего через тело человека. Напряжение, также влияет на исход поражения, но лишь постольку, поскольку оно определяет значение тока.

*Ощутимый ток* - электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения. Пороговый ощутимый ток - 0,6-1,5 мА.

*Неотпускающий ток* - электрический ток, вызывающий при прохождении через тело человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник. Пороговый неотпускающий ток составляет 10-15 мА.

*Фибрилляционный ток* – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца. Пороговый фибрилляционный ток составляет 100 мА. Фибрилляционный ток может достичь 5 А. При токе свыше 5 А происходит мгновенная остановка сердца.

Тело человека является проводником электрического тока, неоднородным по электрическому сопротивлению. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожа, поэтому сопротивление тела человека определяется, главным образом, сопротивлением кожи.

*Сопротивление тела человека* при сухой, чистой и неповрежденной коже (измеренное при напряжении 15-20 В) колеблется от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних систем и органов тела составляет всего 300-500 Ом. В качестве расчетной величины при переменном токе промышленной частоты принимают активное сопротивление тела человека равным 1000 Ом. В действительности сопротивление тела человека не является постоянной величиной. Оно зависит от ряда факторов, в том числе от состояния кожи, состояния окружающей среды, параметров электрической цепи и других. Повреждение рогового слоя (порезы, царапины, ссадины) снижают сопротивление тела до 500-700 Ом, что увеличивает опасность поражения человека током. Такое же влияние оказывает увлажнение кожи водой или потом.

С увеличением силы тока и времени его прохождения сопротивление тела человека падает, так как при этом усиливается местный нагрев кожи, что приводит к расширению ее сосудов, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потоотделения. С ростом напряжения, приложенного к телу человека, сопротивление кожи уменьшается в десятки раз, приближаясь к сопротивлению внутренних тканей (300-500 Ом).

На сопротивление тела человека влияют и другие факторы, хотя и в значительно меньшей степени. Так, у женщин, как правило, сопротивление кожи меньше, чем у мужчин, у детей меньше, чем у взрослых, у молодых меньше, чем у пожилых. Это объясняется тем, что у одних людей кожа тоньше, у других – грубее.

Уменьшение или увеличение парциального давления кислорода соответственно снижает или повышает сопротивление тела человека. Следовательно, в закрытых помещениях, где парциальное давление кислорода меньше, опасность поражения током выше при прочих равных условиях, чем на открытом воздухе.

Существенное влияние на исход поражения оказывает *длительность прохождения тока* через тело человека. Чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействия тока на живую ткань повышаются его значения, накапливаются последствия воздействия тока на организм и повышается вероятность возникновения фибрилляции сердца.

Рост тока с увеличением времени его действия объясняется уменьшением сопротивления тела человека.

Последствия воздействия тока на организм выражаются в нарушении функций центральной нервной системы, изменении состава крови, местном разрушении тканей

организма под влиянием выделяющейся теплоты, нарушении работы сердца и легких. Очевидно, что с увеличением времени воздействия тока эти отрицательные факторы накапливаются, а губительное воздействие их на состояние организма усиливается.

Опасность поражения током вследствие фибрилляции сердца зависит от того, с какой фазой сердечного цикла совпадает время прохождения тока через область сердца. Каждый цикл сердечной деятельности состоит из двух периодов: одного, называемого диастолой, когда желудочки сердца, находясь в расслабленном состоянии, заполняются кровью, и другого, называемого систолой, когда сердце, сокращаясь, выталкивает кровь в артериальные сосуды. Чувствительность сердца к электрическому току неодинакова в разные фазы его деятельности. Наиболее уязвимым сердцу оказывается в фазе Т кардиоцикла, продолжительность которой 0,2 секунды, когда заканчивается сокращение желудочков и они переходят в расслабленное состояние. Поэтому, если во время фазы Т через сердце проходит ток, то при некотором его значении возникает фибрилляция сердца. Если же время прохождения тока не совпадает с фазой Т, то вероятность возникновения фибрилляции резко уменьшается.

При длительности прохождения тока, равной времени кардиоцикла (0,75-1с) или превышающей его, ток встречается со всеми фазами, в том числе с наиболее уязвимой фазой Т. Это весьма опасно для организма. Если же время прохождения тока меньше длительности кардиоцикла на 0,2 с и более, то вероятность совпадения момента прохождения тока с фазой Т и, следовательно, опасность поражения резко уменьшаются. Это обстоятельство используется в быстродействующих установках защитного отключения, где время срабатывания менее 0,2 с.

*Путь прохождения тока* через тело человека играет существенную роль в исходе поражения, так как ток может пройти через жизненно важные органы: сердце, легкие, головной мозг и другие. Влияние пути тока на исход поражения определяется также сопротивлением кожи на различных участках тела. Возможных путей тока в теле человека, которые называются также петлями тока, достаточно много. Наиболее часто встречающиеся петли тока: рука - рука, рука - ноги, и нога - нога. Наиболее опасны петли голова - руки и голова - ноги, но эти петли возникают относительно редко.

Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного, т.к. пороговые значения возрастают в 4-5 раз. Это положение справедливо лишь для напряжений до 250-300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток более опасен, чем переменный (с частотой 50 Гц).

Для переменного тока играет роль также и его *частота*. С увеличением частоты переменного тока полное сопротивление тела уменьшается, что приводит к увеличению тока, проходящего через человека, а следовательно повышается опасность поражения. Наибольшую опасность представляет ток с частотой от 50 до 100 Гц.

Установлено, что физически здоровые и крепкие люди легче переносят электрические удары. Повышенной восприимчивостью к электрическому току отличаются лица, страдающие болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервными болезнями и т.п.

Состояние окружающей воздушной среды, а также окружающая обстановка могут существенным образом влиять на опасность поражения током. Сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы, разрушающие действующие на изоляцию электроустановок, а также высокая температура окружающего воздуха, понижают электрическое сопротивление тела человека, что еще больше увеличивает опасность поражения его током.

### 6.7.3. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током

В соответствии с действующими ПУЭ все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током делятся на три категории: помещения без повышенной опасности, повышенной опасности и особо опасные (табл.14.1).

## Таблица 14.1

| Класс помещения                    | Характеристика помещения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Помещение без повышенной опасности | Помещения, в которых отсутствуют условия, характеризующие помещения повышенной опасностью или особо опасные (см. ниже).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Помещения с повышенной опасностью  | Помещения, характеризующиеся наличием в них только одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: <ul style="list-style-type: none"> <li>- сырости (относительная влажность воздуха в помещении длительно превышает 75%);</li> <li>- токопроводящей пыли;</li> <li>- токопроводящих полов (металлических, кирпичных и т.п.);</li> <li>- высокой температуры - жаркие помещения, температура воздуха постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35°C;</li> <li>- возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий и т.п. с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.</li> </ul> |
| Помещения особо опасные            | Помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: <ul style="list-style-type: none"> <li>- особой сырости (относительная влажность воздуха в помещении превышает 100%);</li> <li>- химически активной или органической среды, действующей разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования;</li> <li>- одновременно двух и более условий, характеризующих помещения повышенной опасностью.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                 |

К помещениям без повышенной опасности могут быть отнесены обычные жилые комнаты, конторы, лаборатории, а также некоторые производственные помещения.

К помещениям повышенной опасности относят цехи по механической обработке металлов, лестничные клетки различных зданий с токопроводящими полами и т.п.

К особо опасным помещениям относится большая часть производственных помещений, в том числе цехи электростанций, машиностроительных и металлургических заводов, водонасосные станции, помещения аккумуляторных батарей, гальванические цехи и т.п. Сюда же относятся и участки работ на земле под открытым небом или под навесом.

#### **6.7.4. Основные причины поражения людей электрическим током**

Причины несчастных случаев от электрического тока многочисленны и разнообразны. Основными из них являются:

1) случайное прикосновение к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением. Это может происходить, например, при производстве каких-либо работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением: при неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасался к токоведущим частям; при переноске на плече длинномерных металлических предметов, которыми можно случайно прикоснуться к неизолированным электропроводам, расположенным на доступной в данном случае высоте;

2) появление напряжения на металлических частях электрооборудования (корпусах, кожухах, ограждениях и т.п.), которые в нормальных условиях не находятся под напряжением. Чаще всего это может происходить вследствие повреждения изоляции кабелей, проводов или обмоток электрических машин и аппаратов, приводящего, как правило, к замыканию на корпус;

3) появление напряжения на отключенных токоведущих частях в результате ошибочного включения отключенной установки; замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями; разряда молнии в электроустановку и других причин

4) электрическая дуга, которая может образоваться в электроустановках напряжением свыше 1000 В между токоведущей частью и человеком при

условии, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

5) возникновение шагового напряжения на поверхности земли при замыкании провода на землю или при стекании тока с заземлителя в землю (при пробое на корпус заземленного электрооборудования);

6) прочие причины, к которым можно отнести такие, как: несогласованные и ошибочные действия персонала, оставление электроустановок под напряжением без надзора, допуск к ремонтным работам на отключенном оборудовании без предварительной проверки отсутствия напряжения и неисправности заземляющего устройства и т.д.

Все случаи поражения человека током в результате электрического удара возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, называется напряжением прикосновения.

Напряжение прикосновения 20 В считается безопасным в сухих помещениях, т.к. ток, проходящий через тело человека будет ниже порогового неотпускающего и человек, получивший электрический удар, сразу оторвет руки от металлических частей оборудования.

В сырых помещениях безопасным считается напряжение 12 В.

Напряжением шага называется напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека. Наибольший электрический потенциал будет в месте соприкосновения проводника с землей. По мере удаления от этого места потенциал поверхности грунта уменьшается и на расстоянии, примерно равном 20 м, может быть принято равным нулю. Поражение при шаговом напряжении усугубляется тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног человек может упасть, после чего цепь тока замыкается на теле через жизненно важные органы.

## **7. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

### **7.1.КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

План лекции:

7.1.1. Понятие о чрезвычайных ситуациях и их классификация

7.1.2. Чрезвычайные ситуации военного времени

7.1.3. Устойчивость функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций

#### **7.1.1.Понятие о чрезвычайных ситуациях и их классификация**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - 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, а также значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности.

По характеру источника ЧС делятся на: природные, техногенные, биолого-социальные и военные.

Природная ЧС - это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ЧС, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источниками природных ЧС могут быть:

- опасные геологические процессы - землетрясение, вулканическое извержение, оползень, карст, просадка в грунтах, подработка берегов;
- опасные, гидрологические явления и процессы - подтопление, русловая эрозия, цунами, сель, наводнение, затор, снежная лавина;
- опасные метеорологические явления и процессы - ураган (сильный ветер), смерч, пыльная буря, сильные осадки;-туман, заморозок, засуха, суховей, гроза;
- природные пожары - ландшафтный, степной, лесной.

Ежегодно от природных опасностей в среднем погибает около 70 000 человек, в том числе от наводнений до 50 000 человек, землетрясений - порядка 15 000 человек, извержений вулканов - около 4 000 человек. Наиболее разрушительными в современной истории человечества явились землетрясения в

Китае 1956 года (г. Сиань, погибло 830 000 человек) и 1976 года (провинция Хэбей, погибло 650 000 человек, ранено 800 000 жителей).

Специалистами в качестве основных причин возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера в РФ указываются:

увеличение антропогенного воздействия на окружающую природную среду;  
аномальные изменения некоторых параметров биосферы, атмосферы, гидросферы и литосферы;

повышенная урбанизация территорий, размещение объектов хозяйственной деятельности и населенных пунктов в зонах потенциальной природной опасности;

отсутствие или неудовлетворительное состояние сооружений инженерной защиты территорий;

свертывание мероприятий, направленных на предупреждение и предотвращение опасных природных явлений.

Техногенная ЧС – это состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде. Применительно к техногенной ЧС часто используется термин авария. Авария - это опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде. Крупная авария с человеческими жертвами является катастрофой.

К ЧС техногенного характера относятся:

- транспортные аварии (согласно данным Международной организации труда (МОТ) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире на долю транспортного травматизма приходится 38% общего числа несчастных случаев с летальным исходом);
- пожары, взрывы (угроза взрывов);
- аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) химических опасных веществ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) биологических опасных веществ;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- аварии на энергетических системах;
- аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии.

Биолого-социальная ЧС — это состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной ЧС на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и произрастания растений, возникает угроза

жизни и здоровью людей, широкого распространения инфекционных болезней, потерь сельскохозяйственных животных и растений.

Различают:

эпидемии - массовое, прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционных болезней людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости;

эпизоотии - одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости;

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

По масштабу распространения ЧС классифицируются в зависимости от количества людей, пострадавших в этих ситуациях, людей, у которых оказались нарушены условия жизнедеятельности, размера материального ущерба, а также границы зон распространения поражающих факторов ЧС. По совокупности этих показателей чрезвычайные ситуации подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

В частности, 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 тыс. минимальных размеров оплаты труда и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К федеральной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1 000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн минимальных размеров оплаты труда и зона чрезвычайной ситуации выходит за пределы более чем двух субъектов Российской Федерации.

К трансграничной относится чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы Российской Федерации, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации. Ликвидация локальной ЧС осуществляется силами и средствами организации, местной ЧС - силами и средствами органов местного самоуправления, территориальной ЧС - силами и средствами органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации, региональной и федеральной ЧС - силами и средствами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации. Ликвидация трансграничной ЧС осуществляется по решению Правительства Российской Федерации в соответствии

с нормами международного права и международными договорами Российской Федерации. К ликвидации чрезвычайных ситуаций могут привлекаться Вооруженные Силы Российской Федерации, войска гражданской обороны Российской Федерации, другие войска и воинские формирования в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основными поражающими факторами ЧС являются:

механические (динамические) - взрывная волна, метательное действие, вторичные снаряды, придавливание разрушенными конструкциями зданий, шахт, обвалы, оползни, ураганы, смерчи, наводнения и т.п.;

химические: ядовитые вещества - аммиак, хлор, пропан, кислоты, щелочи и другие сильно действующие ядовитые продукты, попадающие в атмосферу, воду, продукты питания и воздействующие на человека через органы дыхания, кожные покровы, желудочно-кишечный тракт;

радиационные - излучения на объектах, использующих ядерное горючее и радиоактивные изотопы;

термические - высокие и низкие температуры;

биологические - бактериальные средства, токсины и т.п.

## 7.1.2. Чрезвычайные ситуации военного времени

Наша страна последовательно и настойчиво проводит миролюбивую политику, направленную на предотвращение войны, на развитие равноправного и взаимовыгодного сотрудничества между государствами.

Вместе с тем следует учитывать, что быстрые и глубокие изменения в развитии военной техники на основе последних достижений науки делают весьма трудным контроль за ограничением новейших средств вооруженной борьбы, радиус действия которых практически неограничен. Это представляет потенциальную угрозу безопасности России, особенно принимая во внимание рост международного терроризма. Поэтому рассмотрение ситуаций, которые могут сложиться в ходе вооруженной борьбы, представляет практический интерес с целью предотвращения и смягчения их последствий для отдельного человека, трудовых коллективов, объектов экономики, отдельной территории и государства в целом.

Наиболее опасная ситуация может сложиться при применении оружия массового поражения (ОМП), к которому можно отнести ядерное, химическое и бактериологическое (биологическое) оружие, а также оружие, основанное на новых принципах поражения (радиологическое, лучевое, инфразвуковое и др.).

*Ядерное оружие*— это совокупность ядерных боеприпасов, средств их доставки к цели и средств управления, являющаяся оружием массового поражения (ОМП).

Ядерные боеприпасы могут выполняться в виде боеголовок для ракет, авиабомб, артиллерийских снарядов, мин, торпед и т.д. Их действие основано на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при цепных реакциях деления некоторых изотопов урана и плутония или при термоядерных реакциях синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития) в более тяжелые, например, ядра изотопов гелия.

Поражающее действие ядерных боеприпасов зависит от мощности и вида взрыва, расстояния от центра взрыва, среды, в которой происходит взрыв, а также от времени года, погоды, высоты над уровнем моря и т.п.

Мощность ядерных боеприпасов измеряется **тротиловым** эквивалентом — массой тротила, энергия взрыва которого эквивалентна энергии взрыва данного ядерного **боеприпаса**. **Тротиловый** эквивалент выражается в тоннах, **килотоннах (кт)** и мегатоннах (**Мт**).

При ядерном взрыве в атмосфере возникают следующие поражающие факторы: воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, электромагнитный импульс и радиоактивное заражение местности — только при наземном взрыве.

Воздушная ударная волна — это область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью.

Источниками возникновения ударной волны являются высокое давление в области взрыва (миллиарды атмосфер) и температура, достигающая миллионов градусов.

Раскаленные газы, стремясь расшириться, сильно сжимают и нагревают окружающие слои воздуха, в результате чего от центра взрыва распространяется волна сжатия, т.е. ударная волна. Вблизи центра скорость распространения воздушной ударной волны в несколько раз **превышает** скорость звука в воздухе. С **увеличением** расстояния от центра взрыва скорость снижается, и ударная волна трансформируется в звуковую.

При встрече с преградой создается нагрузка торможения, которая усиливает разрушающее действие воздушной ударной волны.

Для характеристики разрушений зданий, сооружений приняты четыре степени разрушения:

1. полные **разрушения** — уничтожаются все основные элементы здания, в том числе и несущие конструкции. Подвальные помещения могут частично сохраняться;

2. сильные разрушения — уничтожаются несущие конструкции и перекрытия верхних этажей, деформируются перекрытия нижних этажей. Использование зданий невозможно, а восстановление нецелесообразно;

3. средние разрушения — разрушаются крыши, внутренние перегородки и частично перекрытия верхних этажей. После расчистки часть помещений нижних этажей и подвалы могут быть использованы. Восстановление зданий возможно при проведении капитального ремонта;

4. слабые разрушения — разрушаются оконные и дверные заполнения, кровля и легкие перегородки. Возможны трещины в стенах верхних этажей. Здание может эксплуатироваться после текущего ремонта.

При оценке воздействия воздушной ударной волны на людей и животных различают:

непосредственные поражения — **возникают** в результате действия избыточного давления и скоростного напора, приводящих к травмам;

косвенные поражения могут быть нанесены обломками зданий, камнями, осколками стекла и других предметов, летящих под воздействием скоростного напора.

Воздействие ударной волны на людей характеризуется легкими, средними, тяжелыми и крайне тяжелыми поражениями.

Защитой от ударной волны являются убежища. На открытой местности действие ударной волны снижается различными углублениями, препятствиями. Рекомендуется лечь на землю головой по направлению к взрыву, лучше в углубление или за складку местности.

Световое излучение представляет собой поток лучистой энергии, включающий ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра.

Источником является светящаяся область взрыва, состоящая из нагретых до высокой температуры паров конструкционных материалов боеприпаса и воздуха, а при наземных взрывах — и испарившегося грунта.

Размеры и формы светящейся области зависят от мощности и вида взрыва.

Поражающее действие светового излучения характеризуется световым импульсом.

Световой импульс — это количество световой энергии, падающей за все время излучения на единицу площади поверхности, перпендикулярной направлению распространения светового излучения.

Результатом действия светового излучения может быть оплавление, обугливание, большие температурные напряжения в материалах, а также воспламенение и возгорание.

Поражение людей световым импульсом выражается в появлении ожогов как открытых, так и защищенных одеждой участков тела, а также в поражении глаз.

Защитой от светового излучения может служить любая непрозрачная преграда.

Проникающая радиация представляет собой гамма-излучение и поток нейтронов, испускаемых из зоны ядерного взрыва.

Время действия проникающей радиации на материалы характеризуется поглощенной дозой, мощностью дозы и потоком нейтронов.

Радиус поражающего действия проникающей радиации при взрывах в атмосфере — меньше, чем радиусы поражения от светового излучения и воздушной ударной волны. Однако на больших высотах, в стратосфере и космосе — это основной фактор поражения.

Проникающая радиация может вызвать обратимые и необратимые изменения в материалах, элементах радиотехнической, оптической и другой аппаратуры за счет нарушения кристаллической решетки вещества, а также в результате различных физико-химических процессов, происходящих под воздействием ионизирующих излучений.

Поражающее действие на людей характеризуется эквивалентной дозой излучения.

Степень тяжести лучевого поражения зависит от поглощенной дозы, времени, за которое получена эта доза, а также от индивидуальных особенностей организма и его состояния в момент облучения.

При взрывах средних и больших мощностей не требуется специальный заслон от проникающей радиации, так как сооружения, предназначенные для укрытия от ударной волны, в полной мере защищают от нее.

Для взрывов сверхмалых и малых мощностей, а также для нейтронных боеприпасов, где дозы значительно выше, необходимо предусматривать данную защиту, для которой служат различные материалы, ослабляющие гамма-излучение и поток нейтронов.

Поток гамма-квантов в какой-то мере уменьшают материалы, имеющие высокие плотности электронов, которым гамма-кванты передают свою энергию (свинец, сталь и т.д.).

Ослабление потока нейтронов происходит за счет поглощения их ядрами атомов. Поток нейтронов сильнее ослабляется легкими элементами (водород из состава воды, полиэтилены и др.).

Защитные свойства зданий, сооружений и убежищ характеризуются коэффициентом ослабления — величиной, показывающей, во сколько раз доза облучения внутри здания, убежища меньше, чем на открытой местности.

Радиоактивное заражение местности. Его источником являются продукты деления ядерного горючего, радиоактивные изотопы, образующиеся в грунте и других материалах при воздействии нейтронов (наведенная активность), а также неразделившаяся часть ядерного заряда.

Основное место в образовании радиоактивного заражения принадлежит осколкам деления ядерного горючего. В процессе деления ядер боеприпаса образуется около 200 изотопов 35-ти химических элементов, расположенных в средней части Периодической системы Д.И. Менделеева. Почти все изотопы нестабильны и претерпевают бета-распад, который сопровождается гамма-излучением.

Первичные ядра осколков деления в последующем испытывают в среднем три-четыре распада и в итоге превращаются в стабильные элементы.

Радиоактивные вещества, образовавшиеся вследствие захвата нейтронов, также распадаются с испусканием бета-частиц и гамма-излучения.

Не вступившие в реакцию деления ядра урана или плутония испытывают естественный альфа-распад.

Таким образом, радиоактивные продукты взрыва испускают три вида излучений: альфа, бета, гамма. Время их воздействия на окружающую среду будет весьма продолжительным.

Поскольку при наземном взрыве в огненный шар вовлекается значительное количество грунта и других веществ, то при охлаждении эти частицы выпадают в виде радиоактивных осадков. По мере перемещения облака происходит выпадение радиоактивных осадков, и таким образом на земле остается радиоактивный след. Плотность заражения как в районе взрыва, так и по следу заражения радиоактивного облака убывает по мере удаления от центра взрыва.

В зависимости от конкретных условий форма следа может быть самой разнообразной, и его конфигурация может быть реально определена только после окончания выпадения радиоактивных частиц на землю.

В связи с естественным процессом распада радиоактивность уменьшается, особенно резко в первые часы после взрыва. Уровень радиации на 1 ч после взрыва является основной характеристикой при оценке радиоактивного заражения местности.

Радиационное поражение людей и животных на следе радиоактивного облака могут вызываться как внешним, так и внутренним облучением. При ограниченном времени пребывания на зараженной местности и использовании средств индивидуальной защиты основную роль в поражающем действии (96—98%) играет внешнее облучение, обусловленное гамма-излучением.

Вследствие малой длины свободного пробега в воздухе (18—20 см) альфа- и бета-излучение можно не учитывать, однако при попадании на кожу, а тем более вовнутрь человека возникает так называемый бета-ожог.

Последствием облучения может быть лучевая болезнь.

Внутреннее облучение людей и животных обуславливается радиоактивным распадом изотопов, попавших в организм с воздухом, водой или пищей.

Значительная часть изотопов (90%) выводится из организма в течение нескольких дней, а остальные всасываются в кровь и разносятся по органам и тканям.

Защитой от радиоактивных излучений на зараженной местности являются все средства, предотвращающие попадание радиоактивных изотопов внутрь организма, в том числе с продуктами питания, водой, воздухом.

Электромагнитный импульс. При ядерном взрыве образуется сильное электромагнитное излучение в широком диапазоне волн с максимумом плотности в области

15—30 кГц. Ввиду кратковременности действия (десятки микросекунд) это излучение называют электромагнитным импульсом (ЭМИ).

Причиной возникновения ЭМИ является асимметричное электромагнитное поле, возникающее в результате взаимодействия гамма-квантов с окружающей средой.

Основными параметрами ЭМИ, как поражающего фактора, являются напряженности электрического и магнитного полей. При воздушном и наземном взрывах плотная атмосфера ограничивает область распространения гамма-квантов, и размеры источника ЭМИ примерно совпадают с районом действия проникающей радиации. В космосе ЭМИ может приобретать качество одного из основных поражающих факторов.

На человека ЭМИ не оказывает непосредственного влияния. Действие ЭМИ проявляется прежде всего на проводящих электрический ток телах: воздушных и подземных линиях связи и электроснабжения, системах сигнализации и управления, металлических опорах, трубопроводах и т.п. В момент взрыва в них возникает импульс тока и наводится высокий электрический потенциал относительно земли.

В результате этого может произойти пробой изоляции кабелей, повреждение входных устройств радио- и электроаппаратуры, сгорание разрядников и плавких вставок, повреждение трансформаторов, выход из строя полупроводниковых приборов.

Сильные электромагнитные поля могут вывести из строя аппаратуру на пунктах управления, узлах связи и создать опасность поражения обслуживающего персонала.

Защита от ЭМИ достигается экранированием отдельных блоков и узлов радио- и электроаппаратуры.

*Химическое оружие.* Химическим оружием называют отравляющие вещества и средства их применения, к которым относятся авиационные бомбы, кассеты, боевые части ракет, артиллерийские снаряды, химические мины, выливные авиационные приборы, генераторы аэрозолей и т.п.

Основу химического оружия составляют отравляющие вещества (ОВ) — токсичные химические соединения, поражающие людей и животных, заражающие воздух, местность, водоемы, продовольствие и различные предметы на местности. Некоторые ОВ предназначены для поражения растений.

В химических боеприпасах и приборах ОВ находятся в жидком или твердом состоянии. В момент применения химического оружия ОВ переходят в боевое состояние: пар, аэрозоль (либо капли) и поражают людей через органы дыхания или при попадании на тело человека (через кожу).

По физиологическому воздействию на организм ОВ делятся на следующие группы:

1. ОВ нервно-паралитического действия — зарин, зоман, Vx (В-икс). Они вызывают расстройства функций нервной системы, мышечные судороги, паралич и смерть.

2. ОВ кожно-раздражающего действия — иприт. Поражает кожу, глаза, органы дыхания и пищеварения (при попадании вовнутрь).

3. ОВ общедовитого действия — синильная кислота и хлорпиан. При отравлении появляется тяжелая одышка, чувство страха, судороги, паралич.

4. ОВ удушающего действия — фосген. Поражает легкие, вызывает их отек, удушье.

5. ОВ психо-химического действия — ВЗ (Б-Зет). Поражает через органы дыхания. Нарушает координацию движений, вызывает галлюцинации и психические расстройства.

6. ОВ раздражающего действия — хлорацетофенон, адамсит, CS (Си-Эс) и CR (Си-Эр). Вызывают раздражение органов дыхания и зрения.

Первые четыре группы ОВ оказывают на человека смертельное воздействие, а две последние — приводят к временной нетрудоспособности.

По скорости наступления поражающего действия различают быстродействующие ОВ (зарин, **зоман**, синильная кислота, Си-Эс, Си-Эр) и медленнодействующие (**В-икс**, иприт, фосген, Б-Зет).

По длительности воздействия ОВ делятся на стойкие, сохраняющие поражающее действие несколько часов или суток, и нестойкие — всего несколько десятков минут. При этом значительную роль играет и токсическая доза (**токсодоза**) опасного вещества.

При применении химического **боеприпаса** образуется первичное облако ОВ. Под действием движущихся масс воздуха ОВ распространяется в некотором пространстве, образуя зону химического заражения.

Зоной химического заражения называют район, подвергшийся непосредственному воздействию химического оружия, и территорию, над которой распространилось облако, зараженное ОВ с поражающими концентрациями.

В зоне химического заражения могут возникать очаги химического поражения.

Очаг химического поражения — это территория, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Защита от отравляющих веществ достигается использованием индивидуальных средств защиты органов дыхания и кожи, а также коллективные средства.

К особым группам химического оружия можно отнести бинарные химические боеприпасы, представляющие собой две емкости с различными газами — неядовитыми в чистом виде, но при их смешении во время взрыва получается ядовитая смесь.

## ***Бактериологическое оружие.***

Бактериологическим оружием называют **болезнетворные** микробы и средства их применения. Основу поражающего действия бактериологического оружия составляют **болезнетворные** микроорганизмы — бактерии, вирусы, **риккетсии**, грибки и бактериальные яды (токсины).

Бактериологические средства применяются в виде биологических рецептур — смеси биологического агента и специальных препаратов, обеспечивающих благоприятные условия биологическому агенту в условиях хранения и применения. Возможные способы применения бактериологического оружия:

- аэрозольный способ — заражение приземного слоя воздуха частицами аэрозоля путем распыления биологических рецептур;

- **трансмиссивный** способ — рассеивание искусственно зараженных кровососущих переносчиков заболевания: клещей, блох, комаров и т.д.;
- диверсионный способ — преднамеренное скрытное заражение биологическими средствами замкнутых пространств воздуха, воды, а также продовольствия в заранее выбранных районах.

В качестве биологических агентов могут использоваться возбудители чумы, натуральной оспы, сибирской язвы, холеры, туляремии. К опасным заболеваниям животных относятся возбудители ящура, чумы, сапа и т.д.

Опасными заболеваниями растений являются **фитофтороз** картофеля, ржавчина злаковых культур и др.

В результате применения бактериологического оружия образуются зоны и очаги бактериологического поражения.

Зона бактериологического заражения — это район местности и воздушного пространства, зараженный биологическими возбудителями заболевания.

Очагом бактериального поражения называется территория, на которой в результате воздействия бактериологического оружия противника произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Очаг может образоваться как в зоне заражения, так и за ее пределами, за счет перемещения зараженных людей и животных. Для предотвращения распространения инфекционных заболеваний устанавливается карантин или обсервация.

Карантин — это **система** противоэпидемических и **режимно ограничительных** мероприятий, направленных на полную изоляцию очага бактериального поражения и ликвидацию в нем инфекционных заболеваний.

На внешней границе зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, запрещается въезд и выезд, вывоз животных, вывоз имущества. Вход на ее территорию может быть разрешен только специальным формированиям **ГО** и медицинскому персоналу для оказания помощи по ликвидации последствий применения бактериальных средств.

Предприятия, оказавшиеся в зоне карантина, переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических мероприятий, работа же всех учебных заведений, зрелищных учреждений и рынков прекращается.

В случае, если возбудитель заболевания не относится к группе особо опасных и нет угрозы массовых заболеваний, вводится режим обсервации.

Обсервация — это система режимно-ограничительных и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения инфекционных заболеваний. В данной зоне вводится ограничение на въезд и выезд, запрещается вывоз имущества без предварительного обеззараживания и разрешения медицинской службы, усиливается медицинский контроль за продуктами питания и водоснабжением.

В зонах карантина и обсервации проводятся медицинские профилактические мероприятия, организуются и проводятся дезинфекция, дезинсекция (уничтожение насекомых) и дератизация (истребление грызунов). Проводится профилактический прием антибиотиков и иных препаратов всем населением. Все заболевшие, а также подозреваемые в заболевании немедленно госпитализируются.

### 7.1.3. Устойчивость функционирования объектов экономики в ЧС.

Обеспечение устойчивой работы объектов экономики (ОЭ) в условиях ЧС мирного и военного времени является одной из основных задач российской системы предупреждения и действий в ЧС.

Под устойчивостью функционирования объекта экономики или другой структуры понимают способность их в чрезвычайных ситуациях противостоять воздействию поражающих факторов с целью поддержания выпуска продукции в запланированном объеме и номенклатуре; предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровья персонала, населения и материального ущерба, а также обеспечения восстановления нарушенного производства в минимально короткие сроки. На устойчивость работы ОЭ в ЧС влияют следующие факторы:

- надежность защиты персонала;
- способность противостоять поражающим факторам основных производственных фондов;
- технологического оборудования, систем энергообеспечения, материально-технического обеспечения и сбыта;
- подготовленность к ведению спасательных и других неотложных работ (СиДНР) и работ по восстановлению производства, а также надежность и непрерывность управления.

Перечисленные факторы определяют основные требования к устойчивому функционированию ОЭ и изложены в Нормах проектирования инженерно-технических мероприятий.

Оценка устойчивости ОЭ к воздействию поражающих факторов различных ЧС заключается в:

- в выявлении наиболее вероятных ЧС в данном районе;
- анализе и оценке поражающих факторов ЧС;
- определении характеристик объекта экономики и его элементов;
- определении максимальных значений поражающих параметров;
- определении основных мероприятий по повышению устойчивости работы ОЭ (целесообразное повышение предела устойчивости).

Все данные по производству и поражающим факторам ЧС должны быть занесены в «Декларацию по безопасности промышленного объекта».

Главным критерием устойчивости является предел устойчивости ОЭ к параметрам поражающих факторов ЧС, а именно:

- механическим поражающим параметрам (ударная волна, высота волны прорыва, интенсивность землетрясения);
- тепловому (световому) излучению (тепловой импульс, приводящий к воспламенению, ожогу);
- химическому заражению (поражающая токсическая доза);
- радиоактивному заражению (облучению)(допустимый уровень радиации, при котором можно работать, допустимая доза облучения);
- морально-психологической устойчивости общества (время адаптации и коэффициент психоэмоциональной устойчивости).

После определения предела устойчивости функционирования объекта намечаются и выполняются мероприятия по повышению его устойчивости, которые включают:

1. Предотвращение причин возникновения ЧС (отказ от потенциально опасного оборудования; совершенствование или перепрофилирование производства; внедрение новых технологий; разработка декларации безопасности; проверка персонала).

2. Предотвращение ЧС (внедрение блокирующих устройств в системы автоматики, обеспечение безопасности).

3. Смягчение последствий ЧС (повышение качественных характеристик оборудования: прочность, огнестойкость, рациональное размещение оборудования; резервирование; дублирование; создание запасов; аварийная остановка производства;

4. Обеспечение защиты от возможных поражающих факторов расстоянием, ограничением времени действия, использованием экранов, средств индивидуальной и коллективной защиты.

## **7.2. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.**

План лекции:

7.2.1. Единая система предупреждения и ликвидации последствий ЧС.

7.2.2. Защита населения в чрезвычайных ситуациях.

7.2.3. Ликвидация последствий ЧС.

7.2.4. Прогнозирование и оценка обстановки в ЧС.

### **7.2.1. Единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий ЧС**

Правовая защита населения страны от ЧС регулируется Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и **техногенного** характера», принятым Государственной Думой 11 ноября 1994 г.

Закон определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан РФ, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории РФ, всего земельного, водного, воздушного пространства, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и **техногенного** характера.

Действие закона распространяется на отношения, возникающие в процессе деятельности органов государственной власти РФ и ее субъектов; органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций, независимо от их организационно-правовой формы, а также населения в области защиты населения и территорий от ЧС.

Расходы, связанные с реализацией этого закона, покрываются за счет ежегодного выделения на эти цели материальных, финансовых и иных средств федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления, администрацией предприятия, учреждений и организаций.

Реализация требований закона осуществляется органами исполнительной власти всех уровней, администрациями всех предприятий, учреждений и организаций, созданными и действующими органами управления, специально уполномоченными на решение задач защиты населения и территорий. Законом определены три основных цели:

- предупреждение возникновения и развития ЧС;
- снижение размеров ущерба и жертв от ЧС;
- ликвидация последствий ЧС.

В соответствии с данным законом в РФ функционирует единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (**РСЧС**), которая располагает органами управления, силами, техническими средствами и другими материальными ресурсами для того, чтобы защитить население и национальное достояние от воздействия аварий, катастроф, экологических и стихийных бедствий или уменьшить их последствия.

Основной целью создания этой системы является объединение усилий центральных органов исполнительной власти, органов исполнительной и представительной власти республик в составе РФ, краев, областей, городов и районов, а также организаций, учреждений и предприятий, их сил и средств в деле предупреждения и ликвидации последствий ЧС.

Организационно РСЧС состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет пять уровней: федеральный, **охватывающий** всю территорию РФ; региональный, охватывающий территорию нескольких субъектов РФ; территориальный, охватывающий территорию местных субъектов РФ; местный, охватывающий территорию города, района, населенного пункта, и объектовый, охватывающий территорию объекта. Основными задачами РСЧС являются:

- разработка и реализация правовых и экономических норм, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от ЧС;
- осуществление целевых научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования предприятий, учреждений и организаций, независимо от организационно-правовых норм, а также подведомственных им объектов производственного и социального назначения в ЧС;
- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации последствий ЧС;
- подготовка населения к действиям при ЧС; » прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС;

- создание резервов финансирования и материальных средств для ликвидации последствий ЧС;
  - осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, в том числе непосредственно участвующих в их ликвидации;
  - международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от ЧС.
- Органами управления РСЧС являются:

- на федеральном уровне — Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС);
- на региональном уровне — региональные центры по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям;
- на территориальном и местном уровне — органы самоуправления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, создаваемые при органах исполнительной власти субъектов РФ и при органах местного самоуправления;
- на объектовом уровне — отделы (секторы, специально назначенные лица) по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

Органами повседневного управления РСЧС являются: стационарные и подвижные пункты управления; дежурно-диспетчерские службы, оснащенные соответствующими техническими средствами связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации и находящиеся в постоянной готовности к работе.

Силы и средства МЧС РФ подразделяются на силы и средства наблюдения и контроля и силы и средства ликвидации последствий ЧС.

Силы наблюдения и контроля включают органы, службы и учреждения, осуществляющие государственный надзор, инспектирование, мониторинг, контроль, анализ состояния природной среды, потенциально опасных объектов, веществ, материалов, здоровья людей и т.д.

Силы и средства ликвидации последствий ЧС состоят из:

- военизированных и невоенизированных поисково-спасательных и аварийно-восстановительных формирований федеральных органов исполнительной власти и организаций России;
- учреждений и формирований служб экстренной медицинской помощи;
- формирований службы защиты животных и растений;
- военизированных противопожарных и противолавинных служб;
- соединений и частей войск гражданской обороны РФ;
- подразделений поисково-спасательной службы МЧС РФ;
- соединений и частей радиационной, химической и биологической защиты и инженерных войск Минобороны России, предназначенных для ликвидации последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;
- военизированных горноспасательных, противодымных и газоспасательных частей;
- подразделений органов внутренних дел и муниципальной милиции;
- аварийно-технических центров, специализированных отрядов атомных электростанций;
- восстановительных и пожарных поездов МЧС РФ;

- территориальных и объектовых внештатных аварийно-спасательных формирований;
- центрального аэромобильного спасательного отряда МЧС РФ;
- отрядов и специалистов-добровольцев общественных объединений.

## 7.2.2. Защита населения в чрезвычайных ситуациях

Защита населения в чрезвычайных ситуациях — одна из главных задач гражданской обороны. Объем и характер защитных мероприятий определяются особенностями отдельных районов и объектов, а также вероятной обстановкой, которая может сложиться в результате применения различных средств поражения.

Однако во всех случаях планируются и проводятся три способа защиты:

- укрытие населения в защитных сооружениях;
- рассредоточение в загородной зоне рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций, продолжающих свою деятельность в городах, а также эвакуация из этих городов населения, не занятого на производстве;
- использование средств индивидуальной защиты.

## Укрытие населения в защитных сооружениях

Непрерывное совершенствование наступательных средств и неограниченная дальность их действия повысили возможности **противника** для внезапного нападения. Поэтому **сроки проведения защитных** мероприятий могут быть весьма ограниченными. В силу этого укрытие населения в защитных сооружениях по месту его **проживания**, на работе или на учебе должно иметь первостепенное **значение**.

Защитные сооружения — это сооружения, специально **предназначенные** для защиты населения от оружия массового поражения и обычных средств, а также от воздействия химических и сильнодействующих ядовитых веществ при авариях мирного времени.

Данные сооружения, в зависимости от защитных свойств, подразделяются на убежища и **противорадиационные** укрытия (ПРУ). Кроме того, могут применяться простейшие укрытия — щели.

В случае угрозы нападения противника могут строиться быстро-возводимые убежища и укрытия из готовых строительных элементов (конструкций), кирпича, бетона, дерева, приспособляться под ПРУ подвалы, а также простейшие укрытия из подручных материалов.

Убежища — это сооружения, обеспечивающие наиболее надежную защиту укрываемых в них людей от воздействия всех поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ и бактериальных средств, высоких температур и вредных газов в зонах пожаров, а также от обвалов и обломков разрушенных зданий (сооружений) при взрывах.

В убежищах люди могут находиться длительное время (несколько суток). Надежность защиты достигается за счет прочности ограждающих конструкций и перекрытий, а также за

счет создания санитарно-гигиенических условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность людей в убежище. Данное сооружение состоит из основных помещений — для укрываемых людей — с тамбурами и **шлюзами**, и вспомогательных — **фильтровентиляционных** камер, санитарных узлов, дизельных электростанций, медицинской комнаты, кладовой для продуктов.

Большое по площади помещение разбивается на отсеки вместимостью от 50 до 75 человек, где оборудуются двух- или трехъярусные **нары-скамейки** для сидения и полки для лежания.

Помещения убежища хорошо герметизируются, чтобы избежать проникновения в них зараженного радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами воздуха.

Каждое убежище имеет не менее двух входов, расположенных в противоположных сторонах с учетом направления движения основных потоков укрываемых, а встроенное убежище должно иметь аварийный выход.

Входы в убежище оборудуются в виде двух шлюзовых камер (тамбуров), отделенных от основного помещения и перегороденных между собой герметическими дверями. Снаружи входа устраивается прочная защитно-герметическая дверь, способная выдержать давление ударной волны ядерного взрыва.

В убежищах устраивают аварийный выход, который представляет подземную галерею с выходом на незаваливаемую территорию через вертикальную шахту, заканчивающуюся прочным оголовком. Незаваливаемой территорией считается территория вокруг зданий на удалении от их стен, равном половине высоты зданий плюс 3 м.

Аварийные выходы обязательно должны располагаться выше уровня грунтовых вод. В **фильтровентиляционной** камере размещается оборудование, обеспечивающее вентиляцию помещений убежища и очистку наружного воздуха от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. Может предусматриваться режим полной изоляции помещений убежища с регенерацией воздуха. Водоснабжение и канализация убежища осуществляются на базе общих водопроводных и канализационных сетей, но предусматривается создание аварийных запасов воды и приемников фекальных вод, которые работают независимо от внешних сетей. Минимальный запас воды в проточных емкостях создается из расчета 6 л для питья и 4 л для санитарно-гигиенических потребностей на каждого укрываемого на весь расчетный срок пребывания.

В помещении убежища размещаются дозиметрические приборы, приборы химической разведки, защитная одежда, средства тушения пожара, средства аварийного освещения, запас продовольствия, санитарное имущество.

**Противорадиационные** укрытия (ПРУ) возводятся для защиты населения от внешнего гамма-излучения и непосредственного попадания радиоактивной пыли в органы дыхания, на кожу, а также от воздействия светового излучения взрыва, химических веществ и частично — от воздействия ударной волны.

ПРУ оборудуются в подвальных этажах зданий и сооружений, а при наличии прочных сооружений — на первых этажах. В данных укрытиях оборудуются не менее двух выходов, расположенных в противоположных сторонах укрытия. В сельской местности под ПРУ приспособляют подвалы, погреба и т.д. Могут оборудоваться также щели и подсобные помещения.

## **. Рассредоточение и эвакуация**

Под рассредоточением понимают организованный вывоз из городов и других населенных пунктов и размещение в загородной зоне свободной от работы смены рабочих и служащих объектов, продолжающих работу в военное время.

К категории рассредоточиваемых относится также персонал объектов, обеспечивающих жизнедеятельность города.

Рабочие и служащие после рассредоточения посменно выезжают в город для работы на своих предприятиях, а по окончании работы возвращаются в загородную зону на отдых.

Эвакуация представляет собой организованный вывоз или вывод из городов и других населенных пунктов и размещение в загородной зоне населения, не занятого на производстве. Возвращение — после ликвидации угрозы нападения.

Загородная зона представляет собой территорию, расположенную за пределами зон возможных разрушений в городах. Каждому предприятию, учреждению, учебному заведению города в загородной зоне предназначается район размещения населения.

Рассредоточение и эвакуация организуются и проводятся по производственному принципу, т.е. по линии объектов, а эвакуация населения, не связанного с производством, — по территориальному принципу, т.е. по месту жительства, через жилищные органы. Дети эвакуируются вместе с родителями, но не исключается возможность их вывоза со школами и детскими садами.

Непосредственной организацией и проведением эвакуационных мероприятий занимаются начальники и штабы гражданской обороны объектов и эвакуационные комиссии, создаваемые в городах (районах города).

Для проведения рассредоточения и эвакуации используются все виды транспорта, не занятые военными и неотложными перевозками. Определенная часть населения, подлежащая эвакуации, может выводиться пешим порядком, особенно при реальной угрозе нападения противника.

Важно разместить население за пределами зон возможных разрушений, а затем, по мере возможности, использовать транспорт для продолжения эвакуации.

О начале эвакуации население оповещается через предприятия, учреждения, учебные заведения, ДЭЗы, милицию, а также радиотрансляционную сеть и местное телевидение.

Получив извещение, население должно немедленно подготовить и взять с собою документы, деньги, необходимые вещи, запас продуктов и прибыть на сборный пункт в установленное время.

На сборном эвакуационном пункте людей регистрируют, распределяют по вагонам, автомашинам или судам и в назначенное время выводят на посадку в назначенный транспорт. Вывод населения пешим порядком осуществляется по заранее установленным маршрутам.

Для организации приема и размещения эвакуируемых, а также снабжения всем необходимым создаются приемные эвакуационные комиссии и приемные эвакуационные пункты (ПЭП) сельских районов. На ПЭП возлагается: встреча прибывающего населения, распределение его по населенным пунктам, оказание первой медицинской помощи, организованная отправка людей к местам расквартирования.

Снабжение населения продуктами питания, а также коммунально-бытовые услуги оказываются службой торговли и местными службами коммунально-бытовых учреждений. Медицинское обеспечение возлагается на существующую сеть лечебных учреждений.

# Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты населения предназначены для предотвращения от попадания в организм, на кожные покровы и одежду, радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. Они подразделяются на средства защиты органов дыхания и средства защиты кожи. К первым относятся фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы, **противопыльные** тканевые маски (ПТМ-1) и ватно-марлевые повязки; ко вторым — изолирующая, защитно-фильтрующая (ЗФО) и приспособленная одежда.

Средства защиты органов дыхания — фильтрующие и изолирующие противогазы. Фильтрующие противогазы являются основными средствами индивидуальной защиты органов дыхания. Принцип действия основан на очищении (фильтрации) вдыхаемого воздуха от вредных примесей. В настоящее время используются противогазы ГП-5, ГП-5М и ГП-7, ГП-7В. Их устройство, в принципе, идентично:

- лицевая часть (маска, шлем-маска) изготавливается из эластичной резины на основе натурального каучука;
- **фильтрующе-поглощающая** коробка;
- очковый узел;
- клапанная коробка, служащая для размещения дыхательного и **одного-двух** выдыхательных клапанов;
- соединительная трубка;
- сумка для противогаза.

Для защиты самых маленьких детей (до полутора лет) созданы камеры КЗД-4 или КЗД-6, которые состоят из металлического каркаса, оболочки, поддона, зажима и плечевой тесьмы.

Оболочка изготавливается из прорезиненной ткани. В нее вмонтированы два **диффузионно-сорбирующих** элемента и окошко для наблюдения за ребенком. В верхней части оболочки предусмотрена рукавица, с помощью которой можно ухаживать за ребенком. В камеру кладут бутылку с детским питанием, игрушку, **одну-две** запасные пеленки. Переносить камеру можно на тесемке в руках или через плечо, можно устанавливать на санки или шасси детской коляски.

Изолирующие противогазы, в отличие от фильтрующих, полностью изолируют органы дыхания от окружающей среды.

Дыхание осуществляется за счет запаса кислорода, находящегося в самом противогазе. Противогазы ИП-4, ИП-5 обеспечивают **работу** при любых концентрациях и типах отравляющих веществ, а ИП-5 позволяет вести работы под водой на глубине до 7 м.

Промышленные противогазы предназначены для защиты органов дыхания от конкретных ядовитых веществ, используемых на данном предприятии.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли. В качестве фильтров используются тонковолокнистые полимерные фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили респираторы типа ШБ-1, "Лепесток", "Кама", УК-2К, Р-2.

Простейшие средства защиты органов дыхания — ватно-марлевая повязка или **противопыльная** тканевая маска (ПТМ).

Средства защиты кожи предназначены для предохранения людей от воздействия опасных химических, отравляющих, радиоактивных веществ и бактериальных средств. Они делятся на специальные и подручные.

Специальные воздухонепроницаемые средства подразделяются на изолирующие и фильтрующие.

Изолирующие средства защиты кожи изготавливаются из прорезиненной ткани. Используются только для защиты личного состава формирований. К ним относятся: легкий защитный костюм Л-1, защитный комбинезон и костюм, а также общевойсковой защитный комплект.

Фильтрующее средство защиты кожи — комплект защитной фильтрующей одежды (ЗФО). Основное назначение комплекта — защита кожных покровов человека от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств.

Простейшие средства защиты кожи — плащи и накидки из хлорвинила или прорезиненной ткани, кожаная одежда. Для защиты ног рекомендуется использовать резиновые сапоги, боты, валенки с галошами. Для защиты рук — резиновые, кожаные перчатки, брезентовые рукавицы. Обычная одежда, пропитанная мыльно-масляной эмульсией, также является хорошей защитой кожи человека от ОВ.

### **7.2.3. Ликвидация последствий ЧС.**

С целью ликвидации последствий чрезвычайной ситуации проводятся спасательные и другие неотложные работы (СиДНР), которые являются одной из основных задач системы ГО ЧС.

Целью проведения СиНДР является спасение людей и оказание медицинской помощи пораженным, локализация аварий и устранение повреждений, создание условий для проведения восстановительных работ на объектах экономики.

Технология выполнения СиДНР зависит от характера разрушений зданий и сооружений, коммунально-энергетических сетей и радиационно-химического заражения территории.

1) В первую очередь проводятся работы по устройству проходов и проездов к разрушенным зданиям, где находятся люди. Устройство проходов осуществляют формирования механизации работ, за ними двигаются пожарные машины для локализации и тушения пожаров.

2) Поиск и спасение людей начинаются сразу после ввода спасательных групп. Поиск людей осуществляется визуально, с привлечением кинологов, приборов, опросом очевидцев. Группы устанавливают связь с пострадавшими. Деблокирование производится разными способами: устройством лазов, разборкой завалов и др. Затем подаются воздух, вода, пища.

3) Вскрытие убежищ, подвалов производится путем вырезки стен, перекрытий, проходов к аварийным выходам. Нельзя сразу резко поднимать плиты, обломки зданий. Сначала приподнимается плита на 1-2 см, передается раствор глюкозы пострадавшему, а после этого начинается работа по извлечению людей.

4) Вынос пораженных людей осуществляется на руках, плащах, брезенте, одеялах, волоком и с помощью носилок. После оказания первой медицинской помощи людей эвакуируют. Эффективность спасательных работ зависит от времени спасения. Например, при землетрясении каждый час умирает 50 человек. Кроме того, необходимо продолжать работы до 2-х недель. В Спитаке находили живых людей на 11—12-е сутки. В шахтах спасение людей идет до тех пор, пока не найдут последнего погибшего. После чего, если пожар не ликвидирован, шахту затопляют.

5) К другим неотложным работам относят ремонт коммунально-энергетических и технологических сетей.

Одним из важнейших мероприятий по ликвидации последствий ЧС является специальная обработка местности, сооружений и технических средств, которая включает дезактивацию, дегазацию, дезинфекцию, демеркуризацию и т. д.

Дезактивация— удаление радиоактивных веществ с загрязненных поверхностей с целью исключения радиоактивного облучения людей. В зависимости от вида и характера поверхности применяют механические или физико-химические способы дезактивации.

Дегазация — процесс удаления или нейтрализации СДЯВ, ОВ с территории, объектов экономики, технических средств с целью недопущения поражения людей. Для нейтрализации опасных химических веществ, находящихся в газообразном состоянии (хлор, аммиак, сероводород, фосген), устанавливаются водяные завесы на пути движения облака СДЯВ.

Удаление СДЯВ и ОВ может производиться механическим способом (срезанием, засыпкой грунта) и физическим способом (обработкой поверхности раствором ПАВ). Нейтрализация (разрушение) СДЯВ и ОВ осуществляется химическим способом .

Дезинфекция — процесс уничтожения и удаления возбудителей инфекционных болезней человека и животных во внешней среде. Дезинфекция осуществляется физическим (очисткой, смывом водой с ПАВ), химическим (раствором хлорной извести, обработкой формалином, перекисью водорода и т. д.), физико-химическим (кипячением и обработкой паром) и биологическим (бактокумарином — смесью химических веществ с микроорганизмами, вызывающими болезни грызунов) способами.

Дезинсекция — процесс уничтожения насекомых, с/х вредителей, осуществляемый физическими, химическими и биологическими способами.

Дератизация — профилактические и истребительные мероприятия по уничтожению грызунов с целью предотвращения разноса инфекционных заболеваний.

Демеркуризация — удаление ртути и ее соединений физико-химическими или механическими способами с целью исключения отравления людей и животных.

## 7.2.4. Прогнозирование и оценка обстановки в чрезвычайных ситуациях

# *Прогнозирование возможной радиационной обстановки*

Радиационная обстановка— это масштабы и степень радиоактивного заражения местности, оказывающие влияние на деятельность человека.

Масштабы и степень радиоактивного заражения местности зависят в основном от количества, мощности и вида ядерных взрывов, времени, прошедшего после ядерного удара, и метеорологических условий. Большое влияние на масштабы, степень заражения и на положение радиоактивного следа оказывает направление и скорость ветра.

Выявление радиационной обстановки может производиться по данным непосредственного измерения уровней радиации или методом прогнозирования масштабов возможного радиоактивного заражения. Прогнозирование — это определение вероятностных количественных и качественных характеристик радиационной обстановки на основе установленных зависимостей с использованием исходных данных о параметрах ядерных взрывов и информации о среднем ветре.

Выявление радиационной обстановки методом прогнозирования включает сбор и обработку данных о ядерных взрывах (координаты, мощность, вид взрыва, время) и о параметрах среднего ветра (направление и скорость), а также нанесение района возможного заражения на карту, схему.

С целью обнаружения и регистрации, а также определения параметров ядерного взрыва используются светотехнический, электромагнитный, сейсмический, акустический, радиолокационный и иные методы.

Координаты ядерного взрыва устанавливаются путем засечки центра взрыва (эпицентра) с пунктов сопряженного наблюдения с помощью оптических приборов. Использование радиопеленгационной аппаратуры для регистрации электромагнитного импульса ядерного взрыва позволяет фиксировать его координаты с высокой точностью и на значительных расстояниях.

Мощность ядерного взрыва можно определить методом регистрации длительности свечения огненного шара, максимальной высоты подъема верхней кромки облака взрыва и его размеров.

Вид ядерного взрыва устанавливается путем измерения высоты взрыва с помощью приборов засечки и последующего расчета приведенной высоты взрыва.

Местоположение и размеры района возможного радиоактивного заражения местности и воздушного пространства определяются направлением, скоростью среднего ветра и временем, прошедшим после взрыва.

Средний ветер рассчитывается графическим способом по данным зондирования атмосферы с помощью радиозондов, шаров-пилотов, оптическими, акустическими, радиолокационными средствами. Показатели о нем регулярно, с определенной периодичностью, сообщаются метеостанциями.

Прогноз позволяет указать возможный район (зону) формирования радиоактивного следа на местности и определить границы района, в пределах которого с заданной вероятностью будет находиться реальный след облака ядерного взрыва.

Достоверные сведения о радиоактивном заражении, полученные органами разведки с помощью дозиметрических приборов, дают возможность объективно оценить (уточнить) радиационную обстановку.

Посты радиационного и химического наблюдения, звенья и группы радиационной и химической разведки устанавливают начало радиоактивного заражения и сообщают уровни заражения в штаб ГО объекта, где они заносятся в специальный журнал и наносятся на карту. По нанесенным на карту уровням радиации проводятся границы заражения.

## *Оценка химической обстановки*

Под оценкой химической обстановки понимают определение масштаба и характера заражения отравляющими и опасными химическими веществами, анализ их влияния на деятельность объектов, сил ГО и населения.

Исходными данными для оценки химической обстановки являются: тип ОВ (или ОХВ), район и время применения химического оружия (количество вылившегося вещества), метео- и топографические условия местности, степень защищенности людей, укрытия техники и имущества.

Метеорологические данные в штаб ГО регулярно поступают как с метеостанций, так и с постов радиационного и химического наблюдения.

С целью выявления химической обстановки, возникшей в результате применения противником ОВ, определяются средства поражения, границы очагов химического поражения, площадь заражения и тип ОВ. При этом уточняются: глубина распространения зараженного воздуха, стойкость ОВ, время пребывания людей в средствах защиты кожи, возможные поражения людей, заражения сооружений, техники и имущества.

Определение границ применения противником ОВ производится силами разведки или по данным информации вышестоящего штаба ГО.

Глубина распространения зараженного воздуха устанавливается расстоянием от наветренной границы района применения химического оружия до границы распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями.

Масштабы химического заражения определяются площадью облака химического поражения и зоны химического заражения, которая включает район (участок) местности, зараженный ОВ, а также зону распространения облака ОВ.

Длительность химического заражения зависит от масштаба применения химического оружия, типа ОВ, характера и степени заражения, метеорологических условий и местности.

Опасность химического заражения оценивается возможными потерями людей на площади очага химического поражения и зоны химического заражения.

В зависимости от времени года, метеоусловий, типа применяемого ОВ, результаты применения ОВ будут различными.

## **8. СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **План лекции**

8.1. Механизмы обеспечения безопасности

8.2. Управление безопасностью жизнедеятельности

8.3. Правовые и нормативно-технические основы безопасности жизнедеятельности.

8.3.1. Системы контроля требований безопасности и экологичности.

8.4. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД

8.5. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности

### **8.1. Механизмы обеспечения безопасности**

Для создания единой системы государственного обеспечения безопасности жизнедеятельности в мировой и отечественной практике используются следующие основные механизмы:

управление безопасностью;

правовое регулирование;

нормирование вредных и опасных факторов;

надзор и контроль за соблюдением правовой базы;

образование, обучение, подготовка кадров;

экономическое регулирование;

информационное обеспечение;

организационные, инженерно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия.

Системообразующим фактором является управление безопасностью, остальные механизмы можно рассматривать как ее элементы.

### **8.2. Управление безопасностью жизнедеятельности**

Под управлением безопасностью жизнедеятельности следует понимать организованное воздействие на систему "человек - социально-природно-техногенная среда" с целью достижения ее наименее опасного состояния при соблюдении экономической целесообразности и технической достижимости.

Другими словами, управлять безопасностью - это осознанно переводить систему "человек - социально-природно-техногенная среда" из одного состояния (опасного) в другое (менее опасное) с учетом результатов сравнения "затраты-выгоды". При

такой интерпретации управления безопасностью жизнедеятельности основными этапами управления являются:

- 1) постановка цели управления, то есть ответе на вопрос: какой конечный результат должен быть достигнут;
- 2) обоснование количественного показателя, по оценке значений которого будет осуществляться управление;
- 3) оценка фактического состояния системы и сравнение его с показателем, соответствующим достижению цели;
- 4) выбор способов и создание механизмов для перевода системы из фактического состояния в состояние, соответствующее конечной цели управления;
- 5) контроль за состоянием системы по мере ее перехода из одного состояния в другое.

Процесс управления начинается с выявления и четкого формулирования конечной цели. Цель должна удовлетворять требованиям реальности, предметности, количественной определенности, эффективности, контролируемости.

Формирование цели - наиболее сложная задача в управлении безопасностью. В качестве такой цели, например, может быть увеличение средней продолжительности жизни населения, или улучшение состояния здоровья населения. На сегодняшний день в РФ стратегическая цель политики в области безопасности жизнедеятельности пока не сформулирована.

Процесс управления осуществляется по параметрам управления, которые должны быть определяемы количественно. В настоящее время в мировой практике в качестве показателя опасности наиболее широко используется понятие риска. В широком смысле риск - это количественная мера опасности. В узком смысле под риском понимается совокупность вероятностей нежелательных событий и размеров их последствий (ущерб). Введение понятия риска теоретически позволяет установить шкалу с соответствующими единицами измерения, с помощью которой можно измерять различные виды опасности, например, опасности, обусловленные возможными авариями на объектах техносферы, опасности от природных катастроф или опасности в повседневной деятельности людей, и сравнивать степень этих опасностей друг с другом. Вместе с тем, приведенное определение скорее отражает качественное понятие риска и направление, в котором должна развиваться теория риска, поскольку в каждом конкретном случае необходимо уточнять, что понимается под нежелательным событием, что представляет собой ущерб и в каких единицах он выражается, как методически корректно оценивать количественные значения риска. Такие задачи решаются сейчас применительно к отдельным сферам безопасности.

Одним из этапов управления является выбор и реализация механизмов для достижения цели. Рассмотрим основные из них.

### 8.3. Правовые и нормативно-технические основы безопасности жизнедеятельности.

Правовое регулирование представляет собой совокупность установленных государством правовых норм и возникающих в результате их реализации правоотношений, направленных на выполнение мероприятий по обеспечению безопасности различных объектов и сфер деятельности.

В экономически развитых странах правовая система обеспечения безопасности жизнедеятельности складывалась в течение многих лет (некоторым законам более 100 лет) и достаточно хорошо отлажена. За годы ее практического применения многие правовые документы удалось скоординировать между собой и отладить механизмы их реализации. Особенность отечественной правовой базы в области безопасности жизнедеятельности в целом состоит в том, что она по многим вопросам находится в стадии формирования. Наиболее развита правовая база охраны труда. Однако и в этой сфере безопасности, с переходом к новым экономическим отношениям в обществе, ее законодательную составляющую приходится практически всю создавать заново. Правовая база экологической безопасности активно формируется в мире с 70-х годов как реакция на неудовлетворительное состояние окружающей среды и внимание общественности к этой проблеме, в России этот процесс развивается последние 10-15 лет. Правовая база в области безопасности в чрезвычайных ситуациях сформировалась в РФ течении последних 5-10 лет, закон о промышленной безопасности впервые принят в России только в 1997 году.



**Нормы международного права  
(Конвенции, Меморандумы и т.п.)**

Конституция

**РФ**

Совокупность  
федеральных законов по  
различным сферам безопасности  
жизнедеятельности

|  |
|--|
|  |
|  |

**Указы Президента РФ,  
Постановления Правительства РФ**

|  |
|--|
|  |
|  |

**Общегосударственные нормативные документы  
(РД, СанПиНы, СНиПы, ГОСТы, ГН, СП, СН и т.п.)**

|  |
|--|
|  |
|  |

**Ведомственные акты (нормы, правила, положения и т.п.)**

|  |
|--|
|  |
|  |

**Локальные нормы (техническая документация предприятий,  
инструкции по охране труда для работников,  
том ПДВ, том ПДС, экологический паспорт и т.п.)**

|  |
|--|
|  |
|  |

Рис.17.1. Структура правовой базы в области БЖД.

Основу законодательной базы РФ в различных сферах безопасности жизнедеятельности составляют федеральные законы (в скобках указан год принятия закона):

*в области охраны труда:*

ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» (1999); Кодекс законов о труде РФ (находится на рассмотрении в Государственной Думе); ФЗ «Об

обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (1999);

*в области охраны окружающей среды:*

ФЗ «Об охране окружающей природной среды» (1991);

ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999);

ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (1999);

Водный Кодекс; Земельный Кодекс; О недрах и т.п.;

*в области безопасности в чрезвычайных ситуациях:*

ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994);

*в области промышленной безопасности:*

ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1997);

*общесоциальные законы, касающиеся вопросов безопасности:*

ФЗ «О безопасности» (1992);

ФЗ «О сертификации продукции и услуг» (1993);

ФЗ «О защите прав потребителей» (1992);

ФЗ «Об основах обязательного социального страхования» (1999);

ФЗ «Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан» (1993).

На основе законов разрабатываются нормативные правовые документы. Они содержат конкретные требования безопасности и способы их обеспечения. Эти документы предназначены для руководителей предприятий и инженерно-технических служб, которые обеспечивают и организуют их исполнение. К числу основных нормативных документов относятся:

система ГОСТов по безопасности труда ССБТ,

система ГОСТов по охране природы,

система ГОСТов по безопасности в ЧС,

строительные нормы и правила (СНиП),

санитарные нормы, санитарные правила и нормы (СН, СанПиН),

руководства, руководящие документы, общегосударственные нормативы документы.

Одним из элементов правового регулирования является ответственность за нарушение законов, некорректные, действия или наоборот бездействие соответствующих органов, руководителей, служб и т.п. по обеспечению безопасности. Действующее российское законодательство предусматривает четыре вида юридической ответственности. Это уголовная ответственность за совершение преступления на основе норм уголовного права; дисциплинарная ответственность за дисциплинарный проступок (нарушение трудовой дисциплины) на основе норм трудового права; материальная (имущественная) ответственность, за причинение имущественного вреда на основе норм трудового и гражданского права и административная ответственность за совершение административного проступка на основе норм административного права.

### **8.3.1. Нормирование в области безопасности жизнедеятельности.**

Принцип нормирования является одним из основополагающих в безопасности жизнедеятельности. Его суть состоит в установлении таких значений параметров системы, соблюдение которых должно обеспечить ее безопасность.

На сегодняшний день существуют следующие критерии безопасности, то есть аспекты, по которым устанавливаются ограничения для обеспечения безопасности. Индивидуальные (медицинские или санитарно-гигиенические) - предусматривают ограничение воздействия на любого отдельно взятого человека.

Социальные — предусматривают ограничение действия вредного или опасного фактора на группы индивидуумов или сообщество в целом.

Социально-психологические - предусматривают учет степени притяжения обществом или отдельными индивидами уровня техногенного, экологического, природного, социального и других видов риска.

Биологические - устанавливают ограничение на скорость исчезновения видов живых организмов в природе. Дополнительно выделяются генетические критерии, предусматривающие охрану генофонда, а применительно к человеку - ограничение увеличения частоты генетических болезней в первом и последующих поколениях потомства.

Экологические - ограничивают воздействие на экологические системы с целью сохранения их структурной устойчивости.

Ресурсные - предусматривают ограничение и регулирование интенсивности использования возобновляемых и не возобновляемых природных ресурсов.

На сегодняшний день в мировой и отечественной практике основными видами нормирования являются санитарно-гигиеническое и нормативно-техническое. В последнее время все активнее решаются задачи экологического нормирования.

История развития нормирования наглядно демонстрирует господство принципа антропоцентризма в мировоззрении современного человека: значительно ранее прочих были установлены нормативы приемлемых для человека условий среды (прежде всего, производственной). Тем самым было положено начало работам в области санитарно-гигиенического нормирования. Гигиенический норматив - установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и/или качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды с позиций его безопасности для человека. Однако человек - не самый чувствительный из биологических видов, и принцип «защищен человек - защищена природа» оказался неверен. Экологическое нормирование предполагает учет так называемой предельно допустимой нагрузки (ПДН) на экосистему. Предельно допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния экосистемы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды. К настоящему времени известны лишь некоторые попытки учета нагрузки для растений суши и для сообществ водоемов рыбохозяйственного назначения.

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции пороговости воздействия. Порог вредного действия - это минимальная доза вещества или фактора физической природы, при воздействии которых в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая патология. Пороговость всех типов действия - ведущий принцип отечественной гигиены. Вместе с тем, для ряда загрязнителей, обладающих специфическим действием (канцерогенным, иммунотоксическим, эмбриотропным и т.д.) практически невозможно определить порог воздействия, так как даже незначительные его количества уже способны вызвать этот эффект. В этом случае речь идет о так называемом беспороговом воздействии. Исследования самого последнего времени привели к выводу об отсутствии безопасных нижних порогов (а, следовательно, ПДК) при воздействиях канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычных природных фонов опасно для живых организмов хотя бы генетически, в цепи поколений.

Основными гигиеническими нормативами являются предельно допустимая концентрация ПДК (для аэрозолей, химических и биологических загрязнителей) и предельно допустимый уровень ПДУ (для факторов физической природы - шума, вибрации, ионизирующих и неионизирующих излучений).

Предельно допустимые концентрации - нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства. В качестве предельно допустимого уровня принимаются такие значения, которые при ежедневном воздействии источника излучения физической природы не вызывает у населения без ограничения пола и возраста заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в период воздействия или в отдаленные сроки после его прекращения.

Для веществ, о действии которых не накоплено достаточной информации, могут устанавливаться временно допустимые концентрации (ВДК), ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ). Это полученные расчетным путем нормативы, рекомендованные для использования сроком на 2-3 года.

В последние годы в санитарно-гигиеническом нормировании развивается новая тенденция - так называемый дозовый подход к нормированию вредных факторов среды обитания человека. Пока он нашел применение для некоторых факторов физической природы (шум, вибрация, ЭМИ радиочастотного диапазона), а также аэрозолей фиброгенного действия. Его суть состоит в том, что нормируется не собственно интенсивность фактора (ПДК/ПДУ), а доза (экспозиция) воздействия. Экспозиция - это количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора. Такой подход позволяет активно использовать принцип защиты временем для предотвращения негативных воздействий на организм человека.

Санитарно-гигиенические и экологические нормативы определяют качество окружающей среды по отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, но не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность.

Требования, предъявляемые собственно к источникам воздействия, отражают научно-технические нормативы. К научно-техническим нормативам относятся нормативы выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, конструктивные, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране здоровья человека и окружающей природной среды. В основу установления научно-технических нормативов положен следующий принцип: при условии соблюдения этих нормативов параметры среды обитания человека должны удовлетворять требованиям гигиенических норм.

Научно-техническое нормирование предполагает введение ограничений деятельности хозяйственных объектов в отношении загрязнения окружающей среды, иными словами, определяет предельно допустимые потоки вредных веществ, которые могут поступать от источников воздействия в воздух, воду, почву. Таким образом, от предприятий требуется не собственно обеспечение тех или иных ПДК, а соблюдение пределов выбросов и сбросов вредных веществ, установленных для объекта. Зафиксированное превышение величин ПДК в окружающей среде само по себе не является нарушением со стороны предприятия, хотя, как правило, служит сигналом невыполнения установленных научно-технических нормативов (или свидетельством необходимости их пересмотра).

Научно-технические (иногда их называют еще производственно-хозяйственные) нормативы воздействия на окружающую среду разрабатываются для хозяйственных объектов в форме томов предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС).

К категории научно-технических (производственно-хозяйственных) нормативов относятся такие понятия как санитарно-защитная зона промышленного предприятия и водоохранная зона водоема.

Санитарно-защитная зона - зона, окружающая предприятие в качестве буфера, на границе которого уровень загрязнения окружающей среды должен соответствовать нормативам.

Водоохранная зона - полоса вдоль берега водоема или водотока с ограниченным режимом природопользования, создаваемая с целью охраны водного объекта от негативного антропогенного воздействия. Размер устанавливается органами исполнительной власти в зависимости от размера водотока и его народнохозяйственного значения.

#### **8.5. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности.**

В связи с растущим уровнем урбанизации, современным состоянием общеэкологической ситуации, ростом глобальных проблем актуальной становится

проблема оценки экономических последствий и материальных затрат общества, обусловленных увеличением риска во всех сферах жизни.

Большинство современных технологий предъявляют чрезвычайно высокие требования к качеству труда. Возрастает цена ошибок с возрастанием сложности технологических процессов, потому даже незначительные отклонения самочувствия работника от требуемой нормы могут привести к значительному экономическому и социальному ущербу. Общие размеры ущерба увеличиваются из-за роста стоимости оборудования, роста квалификации и, соответственно, роста ценности рабочего времени. При этом повышенная заболеваемость и сокращение периода полноценной трудовой активности, вызываемые отрицательным воздействием загрязнений окружающей среды на здоровье человека, могут приводить к существенному увеличению прямого и косвенного ущерба.

Огромные экономические потери общества связаны с заболеваемостью, травматизмом на производстве и в быту, с временной утратой трудоспособности и инвалидностью. Эти экономические потери складываются из ряда компонентов:

- потери трудовых человеко-дней и, следовательно, стоимости невыработанной на производстве продукции;
- расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности и пенсий по инвалидности;
- затраты на стационарную и амбулаторную лечебно-профилактическую помощь.

Производство страны теряет в течение года из-за заболеваемости 650 млн. человеко-дней, а это равнозначно тому, что 2,3 млн. условных рабочих не трудятся в течение всего года, при этом наносится ущерб, теоретически равнозначный экономическим потерям при остановке всей промышленности более чем на 13 дней.

Финансирование охраны труда осуществляется за счет ассигнований, выделяемых отдельной строкой в республиканском бюджете РФ, в областных, городских, районных бюджетах, за счет прибыли (доходов) предприятий, а также фондов охраны труда. Работники предприятий не несут каких-либо дополнительных расходов на эти цели.

Фонды охраны труда формируются на трех уровнях:

- федеральный фонд охраны труда формируется за счет целевых ассигнований Правительства, суммы штрафов, налагаемых на должностных лиц за нарушение законодательства об охране труда, отчислений из фонда государственного (обязательного) социального страхования РФ, добровольных отчислений и поступлений;
- территориальные фонды охраны труда формируются за счет ассигнований из бюджетов административно-территориальных образований РФ, части средств фондов охраны труда предприятий, расположенных на соответствующей территории, добровольных отчислений предприятий;

- фонды охраны труда предприятий формируются за счет ежегодного выделения на охрану труда необходимых средств в объемах, определенных коллективным договором или соглашениями.

Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды – это сумма нормативных объективно неизбежных на данном этапе развития и сверхнормативных потерь общественно полезных результатов труда, выраженных в стоимостной форме, либо приведенных затрат на их компенсацию, обусловленных нарушением экологического равновесия в социальных, производственных и природных системах.

Нормативы плат за выбросы и сбросы предприятий в пределах лимита определяются на базе суммы капитальных вложений, необходимых для выполнения природоохранных мероприятий в соответствии с планами экономического и социального развития.

В соответствии с Порядком определения платы за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредной деятельности, введенным постановлением Правительства РФ с августа 1992 года устанавливаются два вида базовых нормативов платы:

- а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;
- б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы платы устанавливаются по каждому ингредиенту загрязняющего вещества (отхода), ввиду вредного воздействия с учетом степени опасности их для окружающей природной среды и здоровья населения.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов, уровни вредного воздействия, определяются путем умножения соответствующих ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами, сбросами загрязняющих веществ, объемами размещения отходов, уровнями вредного воздействия и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемов размещения отходов, уровней вредного воздействия над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязнения и умножение этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

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

Платежи за предельно допустимые выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, уровни вредного воздействия осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а платежи за превышение их — за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя.

Предельные размеры платы за загрязнение окружающей природной среды сверх предельно допустимых нормативов устанавливаются в процентах от прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, дифференцированно по отдельным отраслям народного хозяйства с учетом их экономических особенностей.

Внесение платы за загрязнение окружающей природной среды не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также от возмещения в полном объеме вреда, причиненного окружающей природной среде, здоровью и имуществу граждан, народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды, в соответствии с действующим законодательством.

Плата за нормативные и сверхнормативные (лимитные и сверхлимитные) выбросы, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, другие виды загрязнений и размещение отходов перечисляются плательщиками на счета экологических фондов и в доход Республиканского бюджета РФ в бесспорном порядке, предусмотренном Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды».

За экологические правонарушения налагаются штрафы органами в области охраны природы, санэпиднадзора и другими специально уполномоченными государственными органами. Расчет сумм по возмещению вреда производится в соответствии с утвержденными таксами и методиками исчисления размера ущерба, а при их отсутствии — по фактическим затратам на восстановление нарушенного состояния природного объекта с учетом понесенных убытков, в том числе упущенной выгоды.

Поступающие средства аккумулируются на счетах экологических фондов и распределяются в следующем порядке:

- 60% средств направляется на реализацию природоохранных мероприятий местного (городского, районного) значения с зачислением соответствующих сумм на счета городских, районных экологических фондов;
- 30% средств остается в распоряжении областного и краевых экологических фондов для финансирования мероприятий соответствующего значения;
- 10% средств перечисляется в Федеральный экологический фонд РФ на реализацию природоохранных мероприятий федерального значения.

## **8.5. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.**

Россия участвует в международном сотрудничестве, проводимом по линии ООН, ЮНЕСКО и других организаций. С 1973г. действует специализированное учреждение «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЭП).

Ученые и специалисты России принимают участие в осуществлении специальной международной программы «Человек и биосфера», Международном совете охраны птиц (СПО), Международной федерации молодежи по исследованию и охране окружающей среды Научного комитета по проблемам окружающей среды, Международного совета научных союзов (СКОПЕ). Примером плодотворного межгосударственного сотрудничества в области охраны природы служит деятельность Международного союза охраны природы (МСОП).

Большое значение в решении проблемы охраны природы имело подписание в 1975г. тридцатью тремя европейскими государствами, США и Канады Заключительного акта Сопровождающего по безопасности и сотрудничеству в Европе. По инициативе СССР разработана и действует «Конвенция о запрещении военного и любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду», к которой присоединились многие государства мира. Конвенция ратифицирована нашей страной по Указу Верховного Совета СССР от 16.05.78 г.

По инициативе СССР принята также резолюция «Об исторической ответственности государств за сохранение природы Земли для нынешнего и будущих поколений» (1981 г. XXXV Сессия Генеральной Ассамблеи ООН), в 1982 г. при активном участии СССР принята Генеральной Ассамблеей ООН «Всемирная хартия природы», которая возлагает на все государства ответственность за сохранение планеты и ее богатств.

В области охраны окружающей среды двустороннее сотрудничество осуществляется между нашей страной и США и включает 11 научно-исследовательских программ и 30 проектов. Оно ведется по следующим направлениям: предотвращение загрязнения воздуха, охрана вод и морской среды от загрязнения; предотвращение загрязнения окружающей среды, связанного с сельскохозяйственным производством; организация заповедников, изучение биологических и генетических последствий загрязнения окружающей среды и др. Сотрудничество с США ведется путем обмена учеными и специалистами, научно-технической информацией, результатами исследований, проведения двусторонних конференций, симпозиумов и совещаний, совместной разработки проектов, программ и др. Аналогичная работа ведется Германией, Англией, Францией, Финляндией, Канадой, Швецией и некоторыми другими странами.

Международное сотрудничество по охране труда осуществляется в рамках Международной организации труда (МОТ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Федерации специалистов по охране труда и промышленной гигиене (ИФАС), а также международной организации по безопасности и охране труда (МОРБОТ). МОТ в частности разрабатывает рекомендации по нормализации условий труда, ВОЗ - нормативов качества производственной среды. ИФАС координирует разработки по всему комплексу

вопросов, связанных с безопасностью труда, МОРЕБОТ - по вопросам прогнозирования риска и создания средств защиты.

В последние годы успешно развивается сотрудничество и взаимодействие сил гражданской обороны (ГО) стран-членов НАТО и особенно стран-членов Европейского экономического сообщества. В НАТО для координации этой деятельности создан специальный Главный комитет. Комиссией европейских сообществ принята совместная программа стран-участниц по взаимодействию в области гражданской защиты.

В соответствии с достигнутым рядом европейских стран «Открытым частичным соглашением по предотвращению стихийных и технологических бедствий, защите от них и оказанию помощи пострадавшим» в Греции создан Европейский центр предотвращения бедствий и прогнозирования землетрясений (ЕЦПЗ).

Международной организацией ГО (МОГО) постоянно повсеместно проводится всесторонняя и целенаправленная подготовка руководящего состава организаций, сил ГО и населения к ведению спасательных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арустумов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. Учебник / Под ред. проф. Э.А.Арустумова. / – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2004 – 496 с.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В.Белов и др/ 5-е изд., перераб. и доп., М: Высшая школа, 2005. – 606 с.
3. Еремин В.Г. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении. Учебное пособие для вузов/ В.Г.Еремин, В.В.Сафронов, А.Г.Схиртладзе и др./ - М.: Машиностроение, 2000. - 392 с.
4. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для вузов. /Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов/ 2-е изд., перераб. и доп., М: Колосс, 2006 – 432 с.
5. Кукин П.П. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда Учебное пособие для вузов/ П.П. Кукин, В.Л.Лапин, Е.А.Подгорных и др./ - М.: Высш.шк., 1999. - 318 с.
6. Охрана труда в Российской Федерации. Сборник нормативных документов. М.: Вершина, 2004. - 464 с.
7. Папаев С.Т. Охрана труда./ С.Т.Папаев/ - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 400 с.
8. Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов. /О.Н. Русак, К.Р.Малаян, Н.Г.Занько/ Спб.: Изд-во «Лань»: Омега – Л, 2005. – 448 с.
9. Русак О.Н. Охрана труда: организация и управление. Учебное пособие/МАНЭБ; Под ред.О.Н.Русака./ – СПб.: Профессия, 2002. - 240 с.

10. Соколов Э.М. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для студентов университетов/ Э.М.Соколов, Е.И.Захаров, И.В.Панферова и др/. -Тула: Гриф и К, 2001. -279 с.

11. Стандарты безопасности в чрезвычайных ситуациях Р 22.Х.ХХ-ХХ

12. Стандарты безопасности труда (ССБТ) ГОСТы 12.Х.ХХХ-ХХ

13. Стандарты охраны природы ГОСТы 17.Х.Х.ХХ-ХХ

14. Сычев Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие для вузов/ Ю.Н.Сычев/ М.: Финансы и статистика, 2007. - 224 с.

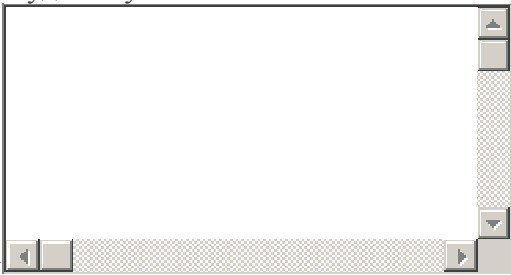
15. Шлендер П.Э. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов /П.Э.Шлендер,В.М.Маслова, С.И.Подгаецкий, под ред. П.Э Шлендера./ М.: Вуз.учебники, ВЗФЭИ, 2007. - 308 с.

Щуко Л.П. Справочник по охране труда в Российской Федерации. / Л.П.Щуко/ - 11-е изд.; перераб. и доп. - СПб.: Изд-во Герда, 2008. - 432 с.

- [← Лабораторная работа по БЖД №4 — 1](#)
- [Контрольная работа по дисциплине «Макроэкономика» →](#)

## Добавить комментарий

Ваш e-mail не будет опубликован. Обязательные поля помечены \*

Комментарий 

Имя \*

E-mail \*