

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**сборник учебно-методических материалов**

для направлений подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, 03.03.02 – Физика, 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 – Информационные системы и технологии, 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств, 18.03.01 – Химическая технология, 20.03.01 – Техносферная безопасность, 24.03.01 – Ракетные комплексы и космонавтика, 29.03.05 – Конструирование изделий легкой промышленности, 37.03.01 – Психология, 38.03.01 – Экономика, 38.03.02 – Менеджмент, 38.03.04 – Государственное и муниципальное управление, 38.03.05 – Бизнес-информатика, 38.03.06 – Торговое дело, 39.03.01 – Социология, 39.03.02 – Социальная работа, 40.03.01 – Юриспруденция, 41.03.01 – Зарубежное регионоведение, 42.03.01 – Реклама и связи с общественностью, 42.03.02 – Журналистика, 43.02.02 – Туризм, 44.03.02 – Психолого-педагогическое образование, 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 45.03.01 – Лингвистика, 45.03.03 – Фундаментальная и прикладная лингвистика, 47.03.03 – Религиоведение, 54.03.01 Дизайн, 21.05.02 – Прикладная геология, 21.02.04 – Горное дело, 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, 37.05.01 – Клиническая психология, 38.05.01 – Экономическая безопасность, 38.05.02 – Таможенное дело, 54.05.01 – Монументально-декоративное искусство

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
инженерно-физического факультета  
Амурского государственного  
университета*

*Составители: Булгаков А.Б., Аверьянов В.Н., Гриценко М.В.*

Безопасность жизнедеятельности: сборник учебно-методических материалов для всех направлений подготовки бакалавров и специалистов / АмГУ, ИФФ; - Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2017. – 176 с.

© Амурский государственный университет, 2017  
©Кафедра безопасности жизнедеятельности, 2017  
©Булгаков А.Б., Аверьянов В.Н., Гриценко М.В., составление

## СОДЕРЖАНИЕ:

1	Краткое изложение лекционного материала	4
2	Методические рекомендации (указания) к практическим занятиям	109
3	Методические рекомендации (указания) к лабораторным занятиям	143
4	Методические указания для самостоятельной работы студентов	171

# 1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности

### Тема 1. Введение в безопасность жизнедеятельности

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов во всех сферах человеческой жизнедеятельности, сохранения безопасности и здоровья в среде обитания.

БЖД – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой.

Основная цель БЖД как науки – защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Дисциплина решает следующие задачи:

- идентификация (распознавание и количественная оценка) негативных воздействий среды обитания;
- защита от опасностей или предупреждение воздействия тех или иных негативных факторов на человека;
- ликвидация отрицательных последствий воздействия опасных и вредных факторов;
- создание нормального, т.е. комфортного состояния среды обитания человека;
- разработка мер по обеспечению национальной и международной безопасности.

БЖД рассматривает опасности, с которыми может столкнуться человек в процессе своей жизни и деятельности. Их можно разделить по происхождению на 6 групп:

- 1) природные
- 2) антропогенные
- 3) биологические
- 4) техногенные
- 5) социальные
- 6) экологические.

В соответствии с задачами БЖД рассматривает:

безопасность человека в бытовой среде;

безопасность человека в производственной сфере;

безопасность жизнедеятельности человека в среде населенных мест (селитебной зоне);

безопасность человека в окружающей природной среде;

защиту окружающей среды от негативного воздействия антропогенной деятельности;

чрезвычайные ситуации мирного и военного времени.

*Окружающая среда* – это все то, что находится вокруг человека и может взаимодействовать с ним тем или иным способом, это среда обитания человека, включающая природные и искусственно созданные объекты с их свойствами и зависимостями между собой. Среда обитания неразрывно связана с понятием *биосфера*.

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

Системы, в которых определенные функции выполняет человек, называются *эргатическими* (от греч. *ergon* – работа; деятельность как специфическое свойство, присущее только человеку). Примеры таких систем: «человек – окружающая среда», «человек – машина», «человек – рабочее место», «человек – производственная среда» и т.п. В эргатических системах человеку принадлежит приоритетное, центральное место. Известный психолог Б.Ф. Ломов назвал это принципом антропоцентризма.

*Фактор* – это любое воздействие, оказывающее влияние на организм человека. Как правило, одновременно на человека влияет не один, а несколько факторов. Суммарное действие их может усиливаться или ослабляться. Совокупность факторов, воздействующих на человека, будем называть условиями, в которых осуществляется деятельность, или просто условиями деятельности.

Фактор может быть различным по величине – незаметным, слабым, сильным и т. д. При достижении некоторого значения фактор может оказать отрицательное воздействие на здоровье человека. Такой фактор называется *опасностью*.

Не всякий фактор является опасностью, то есть понятие фактора шире, чем понятие опасности. Фактор – это любое воздействие, а опасность – это фактор, приносящий ущерб здоровью человека.

Существуют три *механизма превращения фактора в опасность*:

- 1) рост величины (например, электрическое напряжение);
- 2) малые воздействия в течение длительного времени, то есть кумулятивный эффект (например, ионизирующее излучение);
- 3) совместное действие факторов.

*Классификация* (лат. *classis* – разряд, класс) – это деление некоторой совокупности объектов по определенным признакам на группы или таксоны. *Таксономия* (греч. *taxis* – порядок и *nomos* – закон) – строение, систематизация. Термин предложен швейцарским ботаником О. Деканолом в 1813 году.

Все опасности по генезису можно разделить на 2 группы: естественные и искусственные. Многие факторы при этом могут относиться к обеим группам. По структуре факторы и опасности условно делятся на простые и сложные. Простой фактор (опасность) оказывает одно воздействие (вибрация, шум). Сложные факторы оказывают несколько различных по своей природе воздействий.

*Простые факторы*: температура воздуха; атмосферное давление; влажность воздуха; скорость (подвижность) воздуха; температура воды; температура нагретых поверхностей; инфракрасное излучение; ультрафиолетовое излучение; ионный состав воздуха; лазерное излучение; магнитное поле; геомагнитное поле; электрическое поле; ЭМИ, ЭМП; электрический ток; статическое электричество; пыль (аэрозоль); газы, пары; вибрация; освещение естественное; освещение искусственное; радиация; шум; инфразвук; ультразвук; невесомость; ускорение; высота; клаустрофобия; агорафобия; напряженность деятельности; тяжесть деятельности; наркотики; алкоголь; молнии; обезвоживание; микроорганизмы; макроорганизмы; звук; свет; падения (гравитация); ксенобиотики; давление (кессонная болезнь); падающие предметы; колющие, режущие предметы; кинетическая энергия; психические свойства; психические процессы; психические состояния; страх; курение и др.

*Сложные факторы или явления*: взрыв; пожар; горение; паника; суициды; землетрясения; наводнения; вулканы; сели; снежные лавины; туман; осадки; гололед; гололедица; магнитные бури; оползни; цунами; ураганы; смерчи и др.

Иногда факторы и опасности классифицируют по средам или сферам. Среда представляет собой совокупность компонентов, с которыми взаимодействует человек в процессе деятельности. Условно можно выделить 3 сферы: биосферу, техносферу, социум.

Понятие *биосфера* в 1875 году в научный обиход ввел австрийский геолог Э. Зюсс (1831–1914), понимая под ним все то пространство атмосферы, гидросферы и литосферы, где встречаются живые организмы. Биосфера – это арена жизни и деятельности человека. Здесь совершаются все процессы, от которых зависит жизнь человека. Верхней границей биосферы является озоновый экран, или слой. Выше озонового слоя существование живых организмов невозможно из-за жесткого ультрафиолетового излучения солнца. Нижней границей биосферы считаются донные отложения океана и верхние горизонты литосферы. В биосфере образуются факторы, которые принято называть природными, или биосферными, – ветер, снег, дождь, молнии и множество других.

*Техносфера* – это совокупность всех созданных человечеством объектов (орудий труда, машин, зданий, сооружений, веществ, материалов и т. п.). Этот термин ввел в 1920-е годы академик А. Е. Ферсман. В техносфере образуются факторы искусственного происхождения, например шум, вибрация, инфразвук, ультразвук и др.

*Социум* – это сообщество людей. В нем формируются специфичные факторы (психологические, организационные, социальные), например, войны, болезни, страх, эмоции, наркотики, голод, алкоголь, обман, шантаж, разбой, убийства и др.

Более детальная классификация опасностей приведена в таблице 1. Эта таблица может быть расширена за счет увеличения признаков классификации.

Таблица 1 – Классификация опасностей

Признак классификации	Таксоны	Примеры
Генезис	Естественные	Извержение вулкана
	Искусственные	Электрический ток
Природа объекта, порождающая опасности	Антропогенные	Клаустрофобия
	Биогенные	Микроорганизмы
	Природные	Землетрясение
	Социогенные	Наркомания
	Техногенные	Вибрация
	Экологические	Кислотный дождь
Характер воздействия на человека	Биологические	Макроорганизмы
	Механические	Вращающиеся детали
	Психофизиологические	Утомление
	Физические	Лазерное излучение
	Химические	Вещества различной природы
Время реализации	Импульсивные	Взрыв
	Кумулятивные	Шум
Реализуемая энергия	Активные	Ультразвук
	Пассивные	Неподвижные колющие предметы
Носитель опасности	Вещество	Оксид углерода
	Информация	Трагическое сообщение
	Энергия	Ультрафиолетовое излучение
Локализация	Атмосфера	Молния
	Гидросфера	Шторм
	Литосфера	Оползень
	Космос	Астероид
Структура	Простые	Звук
	Сложные	Пожар
Среда	Биосфера	Флора
	Техносфера	Инфразвук
	Социум	Голод
Характер происхождения	Непреднамеренные	Производственные опасности
	Преднамеренные	Диверсии, террор
Уровень воздействия на человека	Непосредственные	Производственные опасности
	Опосредованные (косвенные)	Экологические опасности
Относительность	Внешние	Все, что воздействует извне организма
	Внутренние	Ощущения, идущие изнутри организма

#### Свойства опасностей

1. Опасности имеют потенциальный характер. Понятие «потенциальный» (от лат. *potentia* – сила) означает возможность, которая может реализоваться при определенных условиях. Эти

условия называются *причинами* реализации опасностей. Так как причины потенциальных опасностей до их реализации неизвестны, то слово «потенциальный» в данном контексте имеет еще значение «скрытый», «возможный».

2. Потенциальные опасности реализуются стохастически, то есть случайно, с некоторой вероятностью.

3. Опасности могут находиться в любой точке пространства. Это свойство называется тотальностью.

4. Опасности перманентны, то есть постоянны, непрерывны.

5. Опасности переменны, то есть изменяются по величине, что и является объективной предпосылкой управления безопасностью.

6. По определению опасности причиняют ущерб здоровью человека.

Одним из главных понятий безопасности жизнедеятельности является Аксиома о потенциальной опасности. Анализ общественной практической деятельности дает основание для утверждения о том, что любая деятельность потенциально опасна.

Потенциальная опасность заключается в скрытом, неявном характере проявления опасностей. По степени и характеру действия на организм все факторы условно делят на вредные и опасные.

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

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

Это деление условно, т. к. вредные факторы в определенных условиях могут стать опасными.

*Промышленная экология*, одна из отраслей экологии, занимается вопросами защиты окружающей природной среды. Экология изучает закономерности взаимодействия организмов с окружающей средой.

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

*Реактивность* – свойство организма как целого отвечать изменениями жизнедеятельности на воздействия окружающей среды.

Безопасность – это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на здоровье человека.

Безопасность следует понимать как комплексную систему мер по защите человека и среды обитания от опасностей, формируемых конкретной деятельностью (рисунок 1). Чем сложнее вид деятельности, тем более комплексна система защиты (безопасность этой деятельности). Комплексную систему в условиях производства составляют следующие меры защиты: правовые, организационные, экономические, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические.

Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие три условия (задачи):

- первое – осуществляется детальный анализ (идентификация) опасностей, формируемых в изучаемой деятельности. Анализ должен проводиться в следующей последовательности: устанавливаются элементы среды обитания (производственной среды) как источники опасности. Затем проводится оценка имеющихся в рассматриваемой деятельности опасностей по качественным, количественным, пространственным и временным показателям.

- второе – разрабатываются эффективные меры защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей. Под эффективными понимаются такие меры защиты человека на производстве, которые при минимуме материальных затрат дают наибольший эффект: снижают

заболеваемость, травматизм и смертность.

- третье – разрабатываются эффективные меры защиты от остаточного риска данной деятельности (технологического процесса). Они необходимы, так как обеспечить абсолютную безопасность деятельности невозможно. Эти меры применяются в случае, когда необходимо заниматься спасением человека или среды обитания. В условиях производства такую работу выполняют службы здравоохранения, противопожарной безопасности, службы ликвидации аварий и др.

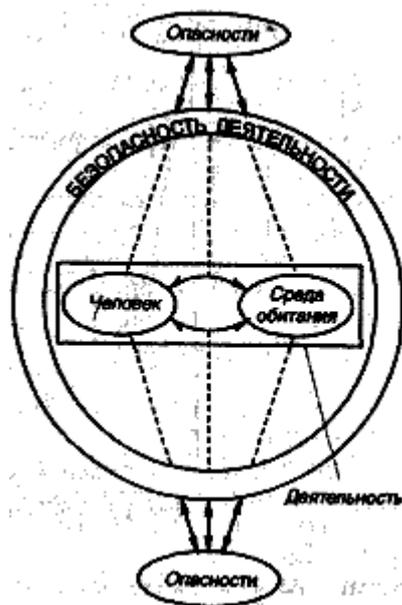


Рисунок 1 – Схема безопасности жизнедеятельности

Для выполнения условий (задач) обеспечения безопасности деятельности необходимо выбрать принципы обеспечения безопасности, определить методы обеспечения безопасности деятельности и использовать средства обеспечения безопасности человека и производственной среды.

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

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

*Экстремальные ситуации* – (в процессе трудовой деятельности и жизни человек может оказаться в такой ситуации), когда физические и психологические нагрузки достигают таких пределов, при которых индивидуум теряет способность к рациональным поступкам и действиям, адекватным сложившейся ситуации.

*Безопасность труда* – это такое состояние его условий, при котором исключено негативное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

*Опасность* – это негативное свойство системы «человек – среда обитания», способное причинить ущерб и обусловленная энергетическим состоянием среды и действиями человека.

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

Всегда существует *индивидуальная опасность* – вероятность гибели от несчастного случая. Ежегодно 300-400 тысяч человек в нашей стране получают травмы на производстве, из них 7-10 тысяч – смертельные, еще 12-15 тысяч человек становятся инвалидами труда. Десятки тысяч человек погибают ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях. Каждый третий пожар возникает из-за неисправности бытовых приборов.

Потенциальную опасность можно оценить с помощью риска.

*Риск* – количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, т.е. число смертных случаев, число случаев заболевания, число случаев временной и стойкой нетрудоспособности (инвалидности), вызванных действием на человека конкретной опасности (электрический ток, вредное вещество, движущийся предмет, криминальные элементы общества и др.), отнесенных на определенное количество жителей (работников) за конкретный период времени.

Состояние безопасности предполагает отсутствие риска. На практике полная безопасность недостижима пока существует источник опасности. Обеспечение безопасности осуществляется снижением риска опасности до некоторого условленного приемлемого уровня. Риск может оставаться длительное время нереализованным или проявиться в форме несчастного случая.

Основной характеристикой уровня безопасности является величина допустимого *остаточного риска* для человека. На практике допустимый риск часто устанавливается в соответствии с достигнутым в наиболее благополучных аналогичных системах «человек – техническая система».

К группе «человеческого фактора» относятся:

- недостатки в профессиональной подготовке и слабые навыки действий в сложных ситуациях;
- отклонения от нормативных требований в организации и технологии производства;
- технологическая недисциплинированность исполнителей;
- слабый контроль или неисполнительность в проведении регламентных испытаний оборудования и поверки контрольно-измерительной аппаратуры;
- наличие факторов дискомфорта в работе, вызывающих процессы торможения, утомления, перенапряжения организма человека и т. п.;
- неиспользование необходимых средств индивидуальной защиты и безопасности.

Опасности технического характера обусловлены:

- неисправностью технических средств;
- недостаточной надежностью сложных технических систем;
- несовершенством конструктивного исполнения и недостаточной эргономичностью рабочих мест;
- отсутствием или неисправностью контрольно-измерительной аппаратуры и средств сигнализации.

Значение риска от конкретной опасности можно получить из статистики несчастных случаев, случаев заболевания, случаев насильственных действий на членов общества за различные промежутки времени: смена, сутки, неделя, квартал, год. «Риск» в настоящее время все чаще используется для оценки воздействия негативных факторов производства. Это связано с тем, что риск как количественную характеристику реализации опасностей можно использовать для оценки состояний условий труда, экономического ущерба, определяемого несчастным случаем и заболеваниями на производстве, формировать систему социальной политики на производстве (обеспечение компенсаций, льгот).

Опасности могут быть реализованы в форме травм или заболеваний только в том случае, если зона формирования опасностей (ноксосфера) пересекается с зоной деятельности человека (гомосфера). В производственных условиях – это рабочая зона и источник опасности (один из элементов производственной среды) (рисунок 2).

В производственных условиях различают индивидуальный и коллективный риск. *Индивидуальный риск* характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума. Используемые в нашей стране показатели производственного

травматизма и профессиональной заболеваемости, такие как частота несчастных случаев и профессиональных заболеваний, являются выражением индивидуального производственного риска.

*Риск* – это количественная мера опасности, понимаемая как сочетание двух элементов: 1) частоты или вероятности опасного или неблагоприятного события и 2) тяжести (серьезности) его последствий.

Рассчитываются риски с помощью методов теории надежности. Эти методы основываются на объединении блок-схем сложных технических устройств и теории вероятностей, при этом учитывается человеческий фактор.

Риск  $R$  можно описать как обычное произведение частоты опасного события  $P_{\text{опас.соб}}$  на тяжесть последствия  $S_{\text{послед}}$ :  $R = P_{\text{опас.соб}} \cdot S_{\text{послед}}$ .

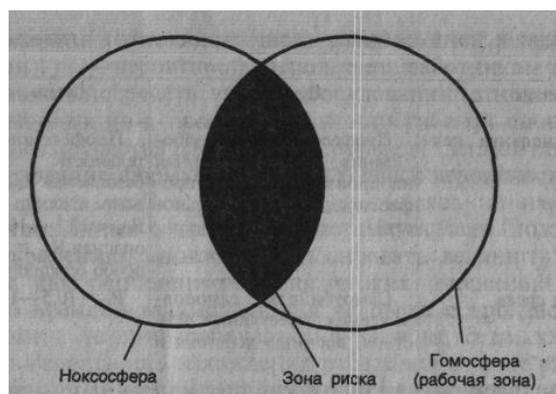


Рисунок 2 – Формирование области действия опасности на человека в производственных условиях (для физических (энергетических) травмоопасных (опасных) и вредных производственных факторов)

*Индивидуальный риск* – это частота поражения отдельного человека в результате воздействия опасного фактора за определенный период времени. Как и всякий вид риска, индивидуальный риск дифференцируется по характеру или тяжести поражения. Различают индивидуальный риск общего травматизма и риск травматизма с летальным исходом, причем каждый из этих видов риска дополнительно дифференцируется по отраслям экономики и т. д.

*Коллективный риск* – это травмирование или гибель двух и более человек от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

*Коллективный, или групповой, риск* – это ожидаемое количество пораженных в результате воздействия опасного фактора за определённый промежуток времени. В данном случае «риск» не означает «вероятность». Этот показатель характеризует возможный ущерб.

Коллективный риск связан с индивидуальным риском:

$K_{\text{кол}} = N \cdot R_{\text{инд}}$ , то есть коллективный риск для группы людей равен индивидуальному риску (для одного человека), умноженному на число  $N$  людей в группе.

Классификация источников опасности и уровни риска смерти человека, взятые из литературных источников, представлены в таблице 2.

Для характеристики условий труда (факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса), не отвечающих нормативным требованиям, целесообразно ввести понятие *производственного риска*.

*Производственный риск* – выполнение работ в условиях повышенной вероятности воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников (пособие по охране труда дорожному мастеру, утв. распоряжением Минтранса РФ от 29.01.2003 № ОС-37-р).

*Профессиональный риск* – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами. Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений (Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ).

*Профессиональный риск* – вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного, связанная с исполнением им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях (Федеральный закон от 07.03.2018 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»).

Таблица 2 –Классификация источников и уровней риска смерти человека в промышленно развитых странах ( $R$ – число смертельных случаев чел<sup>-1</sup> · год<sup>-1</sup>)

Источник	Причины	Среднее значение риска
Внутренняя среда организма человека	Генетические и соматические заболевания, старение	$R_{cp} = (0,6-1) \cdot 10^{-2}$
Естественная среда обитания	Несчастные случаи от стихийных бедствий (землетрясения, ураганы, наводнения и др.)	$R_{cp} = 10^{-6}$ – наводнения $R_{cp} = 4 \cdot 10^{-5}$ – землетрясение $R_{cp} = 3 \cdot 10^{-7}$ – грозы $R_{cp} = 3 \cdot 10^{-8}$ – ураганы
Техносфера	Несчастные случаи в быту, на транспорте, заболевания от загрязнения окружающей среды	$R_{cp} = 10^{-3}$
Профессиональная деятельность	Профессиональные заболевания, несчастные случаи на производстве (при профессиональной деятельности)	<i>Безопасная деятельность</i> $R_{cp} < 10^{-4}$ . <i>Относительно безопасная деятельность</i> $R_{cp} = (10^{-4} - 10^{-3})$ . <i>Опасная деятельность</i> $R_{cp} = (10^{-3} - 10^{-2})$ . <i>Особо опасная деятельность</i> $R_{cp} > 10^{-2}$ .
Социальная среда	Самоубийства, самоповреждения, преступные действия, военные действия и т.п.	$R_{cp} = (0,5-1,5) \cdot 10^{-4}$

*Потенциальный территориальный риск* – это частота реализации поражающих факторов аварии, катастрофы, экологического бедствия в рассматриваемой точке территории.

*Социальный риск* характеризует тяжесть или катастрофичность последствий реализации опасного события.

«Социальный риск – зависимость риска (частоты возникновения) событий, состоящих в поражении определенного числа людей, подвергаемых поражающим воздействиям определенного вида при реализации определенных опасностей, от этого числа людей; социальный риск характеризует масштаб катастрофичности опасности» (Б. Маршалл). Использование риска в качестве единого индекса вреда при оценке действия различных негативных факторов на человека

начинает в настоящее время применяться для обоснованного сравнения безопасности различных отраслей экономики и типов работ, аргументации социальных преимуществ и льгот для определенной категории лиц.

Достижение некоторого приемлемого индекса вреда риска является, по мнению специалистов в области безопасности труда, не только оценкой безопасности в какой-то одной отрасли промышленности, но и для оценки изменения этого уровня безопасности со временем и при различных условиях труда. Это также важно для количественного установления диапазона риска по всей промышленности в целом так, чтобы безопасность пределов воздействия различных производственных факторов могла быть должным образом оценена в части перспективы профессионального риска вообще, его изменения и сокращения. Ожидаемый (прогнозируемый) риск  $R$  – это произведение частоты реализации конкретной опасности  $f$  на произведение вероятностей нахождения человека в «зоне риска» ( $Pr_i$ ) при различном регламенте технологического процесса. Эту величину полезно использовать в практической работе предприятия.

$$R = f \prod p_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n),$$

где  $f$  – число несчастных случаев (смертельных исходов) от данной опасности, чел<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>, (для отечественной практики  $f = K_{\text{ч}} \cdot 10^{-3}$ , т. е. соответствует значению коэффициента частоты несчастного случая деленного на 1000);

$Pr_i$ , – произведение вероятностей нахождения работника в «зоне риска» ( $p_1$  – вероятность нахождения работника в цехе в течение года (отношение числа рабочих дней в году к общему числу дней в году);  $p_2$  – вероятность работы человека на производстве в течение недели (отношение числа рабочих дней в недели к числу дней недели);  $p_3$  – вероятность выполнения работником технологического задания непосредственно на оборудовании (отношение времени выполнения задания к продолжительности рабочей смены) и т.п. – т.е. вероятности участия работника в производственной деятельности).

Использование формулы (\*) для оценки вероятности производственного риска удобно тем, что основываясь на имеющихся на производстве данных о частоте несчастных случаев (подлежат обязательному хранению), можно прогнозировать величину возможного риска, так как регламент технологических процессов дает четкие сведения о времени взаимодействия человека с производственными опасностями в течение рабочего дня, недели, года, т.е. позволяет определить вероятность нахождения работника в «зоне риска». Такой прогноз очень полезен при формировании мероприятий по улучшению условий труда на производстве, так как использование формулы (\*) позволяет определять величины рисков воздействия различных негативных факторов для конкретного технологического процесса производства, проводить оценку значимости каждого фактора с позиции безопасности, что и является основой формирования мероприятий по улучшению условий труда.

*Экологический риск* – отношение численности разрушенных природных объектов к общей численности объектов на рассматриваемой территории в течение года.

Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции *приемлемого (допустимого) риска*, суть которой в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени.

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

Прежде всего нужно иметь в виду, что экономические возможности повышения безопасности технических систем неограничены.

Затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности, можно нанести ущерб социальной сфере, например, ухудшить медицинскую помощь.

При увеличении затрат технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и

социальную сферы. Это обстоятельство и нужно учитывать при выборе риска, с которым общество пока вынуждено мириться.

Максимально приемлемым риском для экосистем считается тот, при котором может пострадать 5% видов биогеоценоза.

На самом деле приемлемые риски на 2–3 порядка «строже» фактических. Следовательно, введение приемлемых рисков является акцией, прямо направленной на защиту человека.

*Безопасность – это опасность, риск, которые являются приемлемыми (допустимыми).* Проще говоря, под безопасностью следует понимать незначительную опасность, которой можно пренебречь. Таким образом, безопасность – понятие условное, относительное. *Обеспечить безопасность – это значит достичь допустимого риска.*

Нулевой риск недостижим. Всегда остается остаточный или допустимый риск.

Для обеспечения заданного уровня безопасности необходимо решить три задачи: 1) идентифицировать опасности; 2) разработать защитные меры; 3) предусмотреть действия на случай реализации остаточного риска, то есть в условиях чрезвычайных ситуаций.

Полностью идентифицировать опасности невозможно.

#### Приемлемый риск

Это такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства.

Необходимость формирования концепции приемлемого (допустимого) риска обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасной деятельности (технологического процесса). Приемлемый риск сочетает в себе:

- технические,
- экономические,
- социальные и
- политические аспекты

и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны. Так, на производстве, затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере производства (сокращение затрат на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание и др.). Пример определения приемлемого риска представлен на рисунке 3. При увеличении затрат на совершенствование оборудования технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферу. Это обстоятельство надо учитывать при выборе приемлемого риска. Подход к оценке приемлемого риска очень широк. Так график, представленный на рисунке 3, в одинаковой мере приемлем как для государства, так и для конкретного предприятия. Главным остается в первом случае выбор приемлемого риска для общества, во втором – для коллектива предприятия экономики. В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от  $10^{-7}$ - $10^{-6}$  (смертельных случаев чел<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>), а величина  $10^{-6}$  является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности и радиационной безопасности.

#### *Мотивированный (обоснованный) и немотивированный (необоснованный) риск*

В случае производственных аварий, пожаров, в целях спасения людей, пострадавших от аварий и пожаров, человеку приходится идти на риск. Обоснованность такого риска определяется необходимостью оказания помощи пострадавшим людям, желанием спасти от разрушения дорогостоящее оборудование или сооружения предприятий.

Нежелание работников на производстве руководствоваться действующими требованиями безопасности технологических процессов, не использование средств индивидуальной защиты и т.п. может сформировать необоснованный риск, как правило, приводящий к травмам и формирующий предпосылки аварий на производстве.

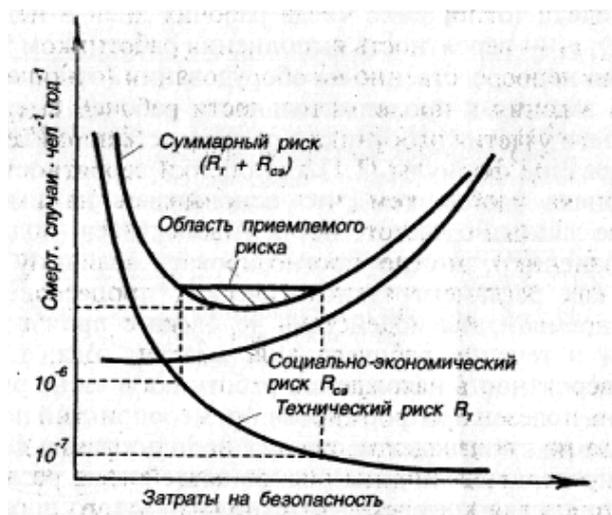


Рисунок 3 – Определение приемлемого риска

Способы уменьшения риска, в порядке приоритетности:

- разработка безопасного в своей основе проекта;
- применение защитных устройств;
- информирование потребления по установке и применению;
- обучение.

Методы оценки опасных ситуаций:

- накопление статистических данных об аварийности и травматизме (см. таблицу 3);
- теория надежности;
- моделирование опасных ситуаций;
- экспертная оценка;
- экспертиза проектируемых технических средств.

Риск смерти в различных отраслях промышленности:

- производство горчичного газа –  $10^{-2}$  на человека в год;
- швейная и обувная промышленности –  $10^{-6}$ - $10^{-5}$ .

Средний риск смерти от профессиональной деятельности около  $6 \cdot 10^{-4}$ .

Таблица 3 – Вероятность индивидуального смертельного риска в различных сферах деятельности

Вид деятельности (опасность)	Риск
Автомобильные катастрофы	0,001
Преступления	0,0004
Добыча угля	0,00088
Строительство	0,000092
Сельское хозяйство	0,00087
Молния	0,0000001

Как повысить уровень безопасности?

Очевидно, что для этой цели можно расходовать средства по трем направлениям: 1) совершенствование технических систем и объектов; 2) подготовка персонала; 3) ликвидация последствий.

Априорно трудно определить соотношение инвестиций по каждому из этих направлений. Необходим специальный анализ с использованием конкретных данных и условий.

Для расчета риска необходимы обоснованные данные. Острая потребность в данных в настоящее время признана во всем мире на национальном и международном уровне.

Необходима тщательно аргументированная разработка базы и банков данных и их реализация в условиях предприятия, региона.

В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

## **Раздел 2. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания, нормирование**

Тема 1. Классификация негативных факторов среды обитания

Негативные факторы, воздействующие на людей, подразделяются на *естественные* (природные) и *антропогенные* (вызваны деятельностью человека).

Естественные опасности возникают при стихийных явлениях в биосфере. Характерной особенностью естественных опасностей является неожиданность их возникновения, но некоторые из них человек научился предсказывать, например ураганы, цунами и другие. Возникновение антропогенных опасностей связано, прежде всего, с активной техногенной деятельностью человека.

По характеру воздействия на человека все опасности разделяются на *навредные* и *травмирующие (опасные)*.

*Опасным производственным фактором* (ОПФ) называется фактор, воздействие которого приводит к травме или иному варианту ухудшения здоровья.

*Травма* – повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием в результате несчастного случая на производстве.

*Техника безопасности* – раздел охраны труда, в котором изучаются опасные производственные факторы и рассматриваются методы защиты от них.

Поражающие производственные факторы:

- электрический ток определенной силы;
- раскаленные тела;
- возможность падения с высоты человека или различных предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

*Вредный производственный фактор* – фактор трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических или инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Раздел охраны труда, изучающий вредные производственные факторы с целью защиты от них работающих, называется *производственной санитарией (ПС)*.

ГОСТ 12.0.002-80 определяет ПС как систему организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих производственных факторов.

Вредные производственные факторы:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений.

Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*.

Вредные факторы при длительном их воздействии приводят к ухудшению самочувствия или заболеванию человека. К ним относят воздействия токсичных веществ, содержащихся в атмосфере, воде, продуктах питания, недостаточную освещенность, повышенные или пониженные температуры воздуха, снижение содержания кислорода в воздухе помещения, шум, вибрацию, электромагнитные поля, ионизирующие излучения.

*Классификация опасных и вредных факторов среды обитания*

Опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические (рисунок 4).



Рисунок 4 – Классификация опасных и вредных производственных факторов

*Физические* факторы – электрический ток, кинетическая энергия движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточная освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

*Биологически* опасными и вредными факторами являются:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;
- растения и животные.

Биологические загрязнения окружающей среды возникают в результате аварий на биотехнических предприятиях и очистных сооружениях.

*Химические* факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях. К *химически* опасным и вредным факторам относятся:

- вредные вещества, используемые в технологических процессах;
- промышленные яды;
- лекарственные средства, применяемые не по назначению.

*Психофизиологические* производственные факторы – это факторы, обусловленные особенностями характера и организации труда, параметров рабочего места и оборудования. По характеру действия психофизиологические негативные факторы делятся на физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, различные эмоциональные перегрузки. Эти факторы могут оказывать неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферы, приводить к снижению работоспособности и нарушению состояния здоровья.

Один и тот же опасный и вредный фактор среды обитания по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Информацию о внешней и внутренней среде организма человек получает с помощью сенсорных систем (анализаторов). Основной характеристикой анализатора является чувствительность рецептора, то есть способность воспринимать раздражитель.

Поскольку в обычных условиях человек чрезвычайно редко сталкивается с прекращением воздействия раздражителей, он не сознает этих воздействий и не отдает себе отчета, насколько важным условием для его нормального функционирования является «загруженность» анализаторов. Следует учитывать, что отсутствие раздражителей или низкий уровень их интенсивности может приводить к снижению резистентности и адаптационных возможностей организма. Так, отсутствие светового раздражителя может привести к атрофии зрительного анализатора, звукового – к атрофии слухового анализатора, отсутствие речевого воздействия (врожденная глухота) делает человека немым. В связи с урбанизацией, автоматизацией большинства технологических процессов в настоящее время значительная часть населения находится в состоянии гиподинамии, испытывает мышечный голод, что приводит к детренированности организма, отрицательно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы и т. д.

Зрительная система. Важнейшей предпосылкой правильной ориентации человека в

окружающей среде является зрение. Зрительный анализатор позволяет получить представление о предмете, его цвете, форме, величине, о том, находится ли предмет в движении или покое, о расстоянии его от нас, потенциальной опасности, которую он несет. Таким образом, около 80% всей информации человек получает в результате реакции на визуальное раздражение.

Восприятие визуальной информации ограничено пределами так называемого поля зрения. *Поле зрения* – это пространство, обозреваемое человеком при неподвижном состоянии глаз и головы, это та сфера, электромагнитные волны в которой возбуждают визуальные ощущения. В пределах угла зрения в 30...40° условия для видения оптимальны. В этом секторе целесообразно помещать основные носители информации, так как в нем воспринимаются и движения, и резкие контрасты.

Для переработки световых сигналов любого вида важно, чтобы зрительный анализатор обладал способностью приспосабливаться к внешним условиям. Поэтому главной особенностью человеческого глаза является способность к аккомодации (способность зрения приспосабливаться к расстоянию до обозреваемого предмета) и адаптации (способность зрения приспосабливаться к световым условиям окружающей среды). Способность зрительного аппарата к приспособлению обеспечивает остроту зрения (способность глаза различать наименьшие детали предмета), контрастную чувствительность (способность глаза различать минимальную разность яркостей рассматриваемого предмета и фона), скорость узнавания (наименьшее время, необходимое для различения деталей предмета).

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

Инерция зрения обуславливает стробоскопический эффект. Если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то наблюдение субъективно ощущается как непрерывное. При этом эффекте возможна иллюзия движения при прерывистом наблюдении отдельных объектов, иллюзия неподвижности (замедления движения), возникающая, когда движущийся предмет периодически занимает прежнее положение, иллюзия вращения в противоположную от реального направления сторону, когда частота вспышек света больше числа оборотов вращающегося предмета.

В диапазоне воспринимаемого зрением спектра (длина волн 380-760 нм) происходит качественная оценка зрительного ощущения, обусловленного цветом. Цвет – это результат аналитической оценки зрением светового потока. Ощущение цвета возникает, когда спектр отклоняется от нейтрального или бесцветного (дневного) света и в нем возникают участки различного спектрального состава (с определенной длиной волн) или доминируют волны определенной длины. У людей наблюдаются отклонения от нормального восприятия цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота (человек воспринимает все цвета как серые), дальтонизм (человек не различает отдельные цвета, обычно красный и зеленый), «куриная слепота» (человек с наступлением темноты теряет зрение).

Глаз, обеспечивая безопасность человека, и сам снабжен естественной защитой. Рефлекторно закрывающиеся веки защищают сетчатку глаза от сильного света, а роговицу от механических воздействий. Слезная жидкость смывает с поверхности глаз и век пылинки, убивает микробы благодаря наличию в ней лизоцима. Защитную функцию выполняют и ресницы. Однако, несмотря на совершенство, естественная защита для глаз оказывается недостаточной. Поэтому при опасных для глаз условиях следует обязательно применять искусственные средства защиты.

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

Слуховая система. Мир наполнен звуками. Они доставляют человеку многочисленную информацию. Одни звуки приятны, другие отрицательно влияют на здоровье человека. Некоторые

звуки выполняют роль сигналов, предупреждая об опасности. Оценить мир звуков человек может с помощью органа слуха.

Ухо человека состоит из трех «основных» частей: наружного уха, среднего уха и внутреннего уха. Звуковые волны направляются в слуховую систему через наружное ухо к барабанной перепонке, колебания которой механическим путем через среднее ухо передаются внутреннему уху, где колебания барабанной перепонки преобразуются в колебания со значительно меньшей амплитудой, но более высокого давления. Возбуждение нервных окончаний слухового нерва доходит до коры головного мозга и вызывает восприятие звука. Механические колебания создают слуховое восприятие, когда их частота лежит в области 16-20000 Гц. Слуховое восприятие изображается на диаграмме кривой порога слышимости с помощью нанесения величин звукового давления, при которых на каждой частоте возникает ощущение звука. Кривая зависит от индивидуальных особенностей, возраста людей.

Слуховой анализатор обладает высокой чувствительностью, позволяет человеку воспринимать широкий диапазон звуков окружающей среды и анализировать их по силе, высоте тона, окраске, отмечать изменения по интенсивности и частотному составу, определять направление прихода звука.

Рассмотрим лишь одну из замечательных особенностей слуховой сенсорной системы, имеющей прямое отношение к безопасности – ее способность распознавать местонахождение источника звука. Это явление называется бинауральным эффектом. Физическая основа такой способности в том, что распространяясь с конечной скоростью, звук достигает более удаленного уха позже и с меньшей силой, а слуховая система способна выявить ее разницу в двух ушах уже при уровне 1 дБ и при запаздывании 0,0006 с. Бинауральный слух имеет и иную, более важную, чем ориентация в пространстве, функцию: он помогает анализировать акустическую информацию в присутствии посторонних шумов. «Межушные» различия в интенсивности и направленности поступления сигналов используются центральной нервной системой для подавления фонового шума и выделения полезных звуков (например, позволяют сосредоточиться на нужном разговоре в многолюдном собрании).

Вестибулярная система. Данная система обеспечивает поддержание нужного положения тела и соответствующие глагодвигательные реакции. Равновесие поддерживается рефлекторно, без принципиального участия в этом сознания.

Выделяют статические и статокINETические рефлексы. *Статические* рефлексы обеспечивают адекватное взаиморасположение конечностей, а также устойчивую ориентацию тела в пространстве, то есть позные рефлексы. *СтатокINETические* рефлексы – это реакции на двигательные стимулы, самовыражающиеся в движениях, например, движения человека, восстанавливающего равновесие после того, как он споткнулся.

Сильные раздражения вестибулярного аппарата часто вызывают неприятные ощущения: головокружение, рвоту, усиленное потоотделение, тахикардию и т. д. Скорее всего, это результат воздействия необычных для организма раздражений: вращательного ускорения или расхождения между зрительными и вестибулярными сигналами. Возникающие вследствие этого сенсорные иллюзии часто приводят к авариям. Например, пилот перестает замечать вращение или его остановку, неправильно воспринимает его направление и соответственно неадекватно реагирует.

У современных людей статокINETическая устойчивость снижается вследствие изменения структуры их труда. Труд современного человека становится все более умственным, а физическая его доля неудержимо уменьшается. Человек стал значительно меньше активно передвигаться в пространстве. В этих условиях статокINETическая устойчивость у современных людей снижается и актуальными становятся такие явления, как гиподинамия и гипокИнезия.

При нарушении функций вестибулярного аппарата в той или иной мере снижается работоспособность человека, а, следовательно, снижается и безопасность движения, если речь идет о водителем составе (пилоты, водители, моряки, космонавты). Если речь идет о пассажирах, то это состояние лишает их комфорта, а при наличии у них заболеваний, особенно сердечно-сосудистой системы, может привести к тяжелым осложнениям.

Тактильная, температурная, болевая системы. Кожа является тем органом, который отделяет

внутреннюю среду человека от внешней, надежно охраняя ее постоянство. Ощущения, обеспечиваемые кожей, создают связь с внешним миром. Посредством *осязания* (тактильных ощущений) мы узнаем о трехмерных особенностях нашего окружения; с помощью *терморцепции* воспринимаем тепло и холод; с помощью *ноцицепции* (процесс восприятия повреждения) ощущаем боль, распознаем потенциально опасные стимулы.

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

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

Вторая функция кожи связана с процессами терморегуляции, благодаря которым сохраняется постоянная температура тела. В коже человека находятся два вида анализаторов: одни реагируют только на холод (около 250 тысяч), другие – только на тепло (около 30 тысяч). Температура кожи несколько ниже температуры тела и различна для отдельных участков. Продолжительное ощущение тепла при температуре кожи выше 36°C тем сильнее, чем выше эта температура. При температуре около 45°C чувство тепла сменяется болью от горячего. Когда обширные области тела охлаждаются до температуры ниже 30°C, возникает ощущение холода. Боль от холода возникает при температуре кожи 17°C и ниже. Если охлаждение идет очень медленно, человек может не заметить, как обширные участки кожи стали совсем холодными (при одновременной потере тепла телом), особенно, если его внимание отвлечено чем-то другим. Предположительно этот фактор действует, когда человек простужается.

Под тактильной чувствительностью понимают ощущение прикосновения и давления. В среднем на 1 см<sup>2</sup> кожи находится около 25 рецепторов. Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется по тому минимальному давлению предмета на кожную поверхность, при котором наблюдается едва заметное ощущение прикосновения. Наиболее развита чувствительность на дистальных частях тела (наиболее удаленных от оси тела).

Характерной особенностью тактильного анализатора является быстрое развитие адаптации, то есть исчезновение чувства прикосновения или давления. Благодаря адаптации мы не чувствуем прикосновения одежды к телу.

Ощущение боли воспринимается специальными рецепторами. Они рассеяны по всему нашему телу, на 1 см<sup>2</sup> кожи находится около 100 таких рецепторов. Чувство боли возникает в результате раздражения не только кожи, но и ряда внутренних органов. Часто единственным сигналом, предупреждающим о неблагополучии в состоянии того или другого внутреннего органа, является боль.

В отличие от других сенсорных систем боль дает мало сведений об окружающем нас мире, а скорее сообщает о внешних или внутренних опасностях, грозящих нашему телу. Тем самым она защищает нас от долговременного вреда и поэтому необходима для нормальной жизнедеятельности. Если бы боль не предостерегала, уже при самых обыденных действиях мы часто наносили бы себе повреждения.

Биологический смысл боли в том, что являясь сигналом опасности, она мобилизует организм на борьбу за самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

#### Принципы нормирования опасных и вредных факторов.

*Нормирование* – это определение количественных показателей факторов ОС, характеризующих безопасные уровни их влияния на состояние здоровья и условия жизни населения.

В зависимости от нормируемого фактора окружающей среды различают:

- предельно допустимые концентрации (ПДК);
- допустимые остаточные количества (ДОК);
- предельно допустимые уровни (ПДУ);

- ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ);
- предельно допустимые выбросы (ПДВ);
- предельно допустимые сбросы (ПДС) и др.

*Предельно допустимый уровень фактора (ПДУ)*– это тот максимальный уровень воздействия, который при постоянном действии в течение всего рабочего времени и трудового стажа не вызывает биологических изменений адаптационно-компенсаторных возможностей, психологических нарушений у человека и его потомства.

Тема 2. Источники и характеристики основных негативных факторов и особенность их действия на человека

### ***Химические негативные факторы (вредные вещества)***

*Вредным* называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

В промышленности, сельском хозяйстве и быту используется множество разнообразных химических веществ. Некоторые из этих соединений токсичны и вредны: при проливе или выбросе в окружающую среду они способны вызвать массовые поражения людей, животных, приводят к заражению воздуха, почвы, воды, растений. Их называют *химически опасными веществами* (ХОВ).

Определенные виды ХОВ находятся в больших количествах на предприятиях, их производящих или использующих в производстве. Крупными запасами ядовитых веществ располагают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии, промышленности минеральных удобрений. Значительные количества ХОВ сосредоточены на объектах пищевой, мясо-молочной промышленности, в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Наиболее распространенными ХОВ являются хлор, аммиак, сероводород, сероуглерод, сернистый ангидрид, азотная и серная кислоты и др.

*По химическому строению вредные вещества разделяются на группы:*

- органические соединения (альдегиды, спирты, кетоны);
- элементарно-органические соединения (фосфорорганические, хлорорганические);
- неорганические (свинец, ртуть).

*Яды*– вещества, попадая в организм в небольших количествах, вступают в нем в химическое или физико-химическое взаимодействие с тканями и при определенных условиях вызывают нарушение здоровья.

В организм *промышленные химические вещества* могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу.

*Бытовые отравления* чаще всего возникают при попадании яда в желудочно-кишечный тракт (ядохимикатов, бытовых химикатов, лекарственных веществ).

*По избирательной токсичности выделяют яды:*

- сердечные с преимущественным кардиотоксическим действием; к этой группе относят многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);

- нервные, вызывающие нарушение психической активности или нервно-паралитическое действие (угарный газ, фосфорорганические соединения, алкоголь и его суррогаты, наркотики, снотворные лекарственные препараты и др.);

- печеночные, среди которых особо следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;

- почечные – соединения тяжелых металлов этиленгликоль, щавелевая кислота;

- кровяные – анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;

- легочные – оксиды азота, озон, фосген и др.

*Пыли*– это тонкодисперсионные частицы, которые образуются при различных

производственных процессах – дроблении, размалывании и обработке твердых тел, при просеивании и транспортировке сыпучих материалов и т.д.

*Аэрозоли* – пыли, взвешенные в воздухе.

*Классификация химически опасных веществ*

Химические вещества (органические и неорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются на шесть групп:

- *промышленные яды*: например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (аналин);
- *ядохимикаты*: пестициды (гексахлорэтан), инсектициды (карбофос);
- *лекарственные средства*;
- *бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок* (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
- *биологические растительные и животные яды*;
- *отравляющие вещества (ОВ)*: зарин, иприт, фосген и др.

Ядовитые свойства могут проявить даже такие вещества, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

По виду воздействия химически опасные вещества условно делят на следующие группы:

- вещества с преимущественно удушающим действием с выраженным и слабым прижигающим эффектом (хлор, фосген, хлорпикрин и др.);
- вещества, преимущественно общеядовитого действия (окись углерода, цианистый водород и др.);
- вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (амил, акрилонитрил, азотная кислота и окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород и др.);
- вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервных импульсов - нейротропные яды (сероуглерод, тетраэтилсвинец, фосфорорганические соединения и др.);
- вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак, гептил, гидразин и др.);
- метаболические яды, нарушающие обмен веществ в живых организмах (окись этилена, дихлорэтан, диоксин и др.).

По скорости воздействия на организм различают *быстродействующие* и *медленнодействующие* ХОВ. При поражении быстродействующими ХОВ картина отравления развивается быстро, при поражении медленнодействующими имеет место латентный, или скрытый, период (до проявления картины отравления проходит несколько часов).

По своей стойкости химические вещества подразделяются *настойкие* и *нестойкие*. Стойкость и способность заражать поверхности зависит от температуры кипения вещества. Нестойкие ХОВ с температурой кипения ниже 130 °С заражают местность на минуты или десятки минут. Стойкие ХОВ с температурой кипения выше 130 °С сохраняют свойства, а следовательно, и поражающее действие, от нескольких часов до нескольких месяцев.

По продолжительности поражающего эффекта условно выделяют 4 группы химически опасных веществ:

- *нестойкие быстродействующие* (синильная кислота, аммиак, оксид углерода);
- *нестойкие замедленного действия* (фосген, азотная кислота);
- *стойкие быстродействующие* (фосфорорганические соединения, анилин);
- *стойкие замедленного действия* (серная кислота, диоксин и др.).

С учетом путей поступления вещества в организм различают:

- *ХОВ ингаляционного действия* (поступают через органы дыхания);
- *ХОВ перорального действия* (поступают через рот, желудочно-кишечный тракт);
- *ХОВ кожно-резорбтивного действия* (воздействуют через кожу, рану).

По характеру воздействия вредные вещества делятся на шесть групп:

- *токсические* – отравление всего организма (окись углерода, циан, свинец, ртуть, мышьяк,

бензол и др., а также их соединения);

- *раздражающие*– раздражение дыхательного центра и слизистых оболочек (хлор, аммиак, ацетон, фтористый водород, циан, окислы азота и др.);
- *сенсibiliзирующие*– аллергические реакции (формальдегид, растворители и лаки на основе нитросоединений и т.п.);
- *канцерогенные* – развитие раковых заболеваний (никель и его соединения, хром и его соединения, амины, асбест, бензойная кислота и т.п.);
- *мутагенные*– изменение наследственных признаков (свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и т.п.);
- *влияющие на репродуктивную функцию человека* (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и т.п.).

Три последних вида воздействия вредных веществ, а также ускорение процесса старения сердечно-сосудистой системы относят к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое проявляется в отдаленные периоды спустя годы, и даже десятилетия. Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на чрезвычайно-, высоко-, умеренно- и малотоксичные.

Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентрации ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих концентраций и доз, а во втором – в виде смертельных концентраций.

Основным параметром зараженного воздуха является *концентрация ХОВ* – количество вещества (в единицах веса), отнесенное к единице объема воздуха; измеряется в мг/м<sup>3</sup> или мг/л.

По показателям токсичности и опасности химические вещества делят на 4 класса:

- *чрезвычайно опасные* (LC<sub>50</sub>\* менее 0,5 г/м<sup>3</sup> (500 мг/м<sup>3</sup>));
- *высокоопасные* (LC<sub>50</sub> до 5 г/м<sup>3</sup>);
- *умеренно опасные* (LC<sub>50</sub> до 50 г/м<sup>3</sup>);
- *малоопасные* (LC<sub>50</sub> более 50 г/м<sup>3</sup>).

\* LC<sub>50</sub>– концентрация, вызывающая гибель 50 % животных, подвергнутых воздействию.

Первая буква в обозначении происходит от лат. *Letalis*– летальный, смертельный исход.

*Предельно допустимая концентрация вредных веществ* – это такая концентрация вредных веществ, которая при каждодневной (кроме выходных дней) работе в течение определенной продолжительности часов, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболеваний или отклонений состояния здоровья, которые можно обнаружить современными методиками исследования в настоящие или отдаленные жизненные сроки нынешнего и будущих поколений.

Предельно допустимые концентрации ВВ предельно допустимой концентрации (ПДК) устанавливают ориентировочно безопасный (с вероятностью 0,95) уровень воздействия вредных веществ.

В соответствии с ГН 2.2.5 1212-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» по степени воздействия на организм человека вредные вещества делятся на:

- *чрезвычайно опасные* (ПДК в воздухе рабочей зоны до (0,1 мг/м<sup>3</sup>), например: бериллий, свинец, марганец и т.д.);
- *высоко опасные* (ПДК от 0,1 до 1 мг/м<sup>3</sup>, например: хлор, фосген, фтористый водород);
- *умеренно опасные* (ПДК от 1,1 до 10 мг/м<sup>3</sup>, например: табак, стекло, пластик, метиловый спирт и т.д.);
- *малоопасные* (ПДК более 10 мг/м<sup>3</sup>, например: аммиак, бензин, ацетон, этиловый спирт и т.д.).

Раньше ПДК химических веществ оценивали как максимально разовые ПДК, превышение их даже в течение короткого промежутка времени запрещалось. В настоящее время для веществ, обладающих кумулятивными свойствами (меди, ртути, свинца и др.), для гигиенического контроля введена вторая величина – среднесменная концентрация ПДК.

Содержание веществ в атмосферном воздухе населенных мест также регламентируется ПДК, при этом нормируется среднесуточная концентрация вещества. Кроме того, для населенных пунктов устанавливают максимальную разовую величину.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе населенных пунктов – это максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес., 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособность человека и не ухудшающие его самочувствие.

Как при контакте с руками из жидкой среды, так и в случае высокой концентрации токсических газов и паров на рабочих местах, вредные вещества могут попадать в человеческий организм. Вещества могут легко поступать в кровь, растворяясь в секрете половых желез и кожном жире. К таким веществам относятся углеводороды, ароматические амины, бензол и другие вещества, легко растворимые в воде и жирах.

Значительную роль в здоровье человека играет комбинированное действие вредных веществ. *Комбинированное* – это последовательное или одновременное действие нескольких ядов на организм при одном и том же пути поступления.

Данные о воздействии некоторых ХОВ на организм человека приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Характер воздействия на организм человека некоторых ХОВ

ХОВ	Краткая характеристика	Признаки поражения
Аммиак	Бесцветный газ с резким запахом нашатырного спирта	Раздражение слизистых и кожи, насморк, кашель, удушье, учащенное сердцебиение, покраснение и зуд кожи, резь в глазах
Сернистый ангидрид	Бесцветный газ со сладковатым привкусом	Сильное раздражение слизистых, кожи, затрудненное дыхание и глотание, кашель, жжение, покраснение кожи
Сероводород	Бесцветный газ с запахом тухлого яйца	Головная боль. Раздражение слизистых, тошнота, понос, боль в груди, обморок, удушье, светобоязнь, конъюнктивит
Соляная кислота (концентрированная)	Бесцветная жидкость, дымит на воздухе	Затрудненное дыхание, ожоги кожи и слизистых, кашель, одышка, рвота кровью, боли за грудиной и в области желудка
Фосген	Бесцветный газ с запахом прелого сена и гнилых фруктов	Слезотечение, боль в груди, затрудненное дыхание, кашель, тошнота, удушье (скрытый период 2-12 ч)
Хлор	Зеленовато-желтый газ с резким, раздражающим запахом хлорки	Раздражение слизистых и кожи, ожоги, резкая боль в груди, сухой кашель, рвота, одышка, резь в глазах, нарушение координации движений

Важной характеристикой ХОВ является *токсодоза*. Она определяется как произведение концентрации химического вещества и времени пребывания в зараженном воздухе.

В таблице 5 приведены данные о токсодозах для некоторых химически опасных веществ.

Типы действия комбинированных ядов (в зависимости от эффектов токсичности):

- *аддитивный* – суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов;

- *потенцированный*– компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого;

- *антагонистический*– компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого;

- *независимый*– преобладают эффекты более токсичного вещества.

Существуют разные формы протекания отравления: острая, подострая и хроническая.

Острые отравления происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений правил безопасности. Они чаще всего бывают групповыми.

Характеристика острых отравлений:

- кратковременность действия;
- поступают в организм в больших количествах;
- ошибочный приём внутрь;
- сильное загрязнение кожных покровов.

К примеру, быстрое отравление может наступить при воздействии паров бензина, высококонцентрированного сероводорода, что может привести к гибели от паралича дыхательного центра. Этого можно избежать, при условии, что пострадавшего сразу же вынесут на свежий воздух. При длительном поступлении яда в организм в сравнительно небольших количествах постепенно возникают хронические отравления. Такие отравления развиваются вследствие накопления массы вредного вещества или вызываемых ими нарушений в организме. При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития привыкания к постоянному воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции, но не преувеличенной, приводящей к серьезному повреждению организма. При оценке развития привыкания к токсическому воздействию учитывается возможное развитие повышенной устойчивости к одним видам вещества после воздействия других. Такое явление называют *толерантностью*.

### **Биологические негативные факторы**

Окружающий человека мир делится на *живой и неживой*. Отличительной особенностью живых объектов является их способность расти и размножаться.

*Биологическими* (от греч. bios – жизнь) называются *опасности, происходящие от живых объектов*.

Все объекты живого мира можно условно разделить на несколько царств, а именно: микроорганизмы (Protista), грибы (Fungi, Mycetes), растения (Plantae), животные (Animalia). Люди (Homo sapiens) относятся к отдельному виду живого мира. Наука, изучающая закономерности, присущие жизни во всех ее проявлениях и свойствах, называется *биологией*.

Носителями, или субстратами, биологических опасностей являются все среды обитания (воздух, вода, почва), растительность и животный мир, сами люди, искусственный мир, созданный человеком, и другие объекты. Биологические опасности могут оказывать на человека различное действие – механическое, химическое, биологическое и др. Следствием биологических опасностей являются различные болезни, травмы разной тяжести, в том числе смертельные.

Исходя из принципа целесообразности, господствующего в природе, можно утверждать, что все живые существа выполняют определенную предназначенную им роль. Но по отношению к человеку некоторые из них являются опасностями.

Таблица 5 – Токсодозы для некоторых ХОВ

Наименование ХОВ	Смертельная токсодоза, мг/л·мин	Токсодоза, вызывающая поражение средней тяжести, мг/л·мин	Токсодоза, вызывающая начальные симптомы, мг/л·мин
Хлор	6,0	0,6	0,01
Аммиак	150	15	0,25
Фосген	6,0	0,6	0,01
Сернистый ангидрид	70	20	0,4-0,5
Фтористый водород	7,5	4,0	0,4
Цианистый водород	1,5	0,75	0,02-0,04
Сероводород	30	5,0	0,3
Сероуглерод	900	135	1,5-1,6
Нитрил акриловой кислоты	7,0	0,7	0,03

*Микроорганизмы* – это мельчайшие, преимущественно одноклеточные существа, видимые только в микроскоп, характеризуются огромным разнообразием видов, способных существовать в различных условиях.

Микроорганизмы выполняют полезную роль в круговороте веществ в природе, используются в пищевой и микробиологической промышленности, при производстве пива, вин, лекарств.

Некоторые виды микроорганизмов являются *болезнетворными*, или *патогенными*. Они вызывают болезни растений, животных и человека. Широкое распространение заразных болезней животных называется *эпизоотией*, растений – *эпифитотией*, а человека – *эпидемией*.

Среди патогенных микроорганизмов различают *простейшие*, *бактерии*, *вирусы*, *риккетсии*, *спирохеты*, *актиномицеты*. Простейшие состоят из одной клетки. Чаще всего они обитают в водоемах. Примеры простейших животных: амеба, радиолярия, грегарина, эвглена, трипаносома.

Грибы – обособленная группа низших растений, лишенных хлорофилла и питающихся готовыми органическими веществами. Грибы выделяют в особое царство органического мира. Существует свыше 100 тысяч видов грибов.

*Микозы* (от греч. *mykes* – гриб) – болезни человека и животных, вызываемые паразитическими грибами. Токсические грибы вызывают пищевые отравления человека и животных, называемые микотоксикозами.

Самый ядовитый гриб на свете – бледная поганка. Яд этого гриба не разрушается ни при кипячении, ни при жаренье. Бледная поганка представляет собой смертельную опасность для человека. Также человек может отравиться красным мухомором, но смертельные исходы редки.

Опасен гриб-паразит спорынья. Он растет на колосьях ржи, содержит знаменитый и очень опасный наркотик ЛСД. У человека вызывает тяжелое заболевание – «антонов огонь».

Еще в древности люди подмечали, что некоторые растения обладают лечебными и ядовитыми свойствами. Растения, являющиеся опасными для человека, как правило, содержат алкалоиды (чилибиха, анчар, белена, табак, конопля, крапива, дурман, олеандр, белладонна).

Примерами животных, которые представляют потенциальную опасность для человека являются медузы, скорпионы, ядовитые пауки, клещи, саранча, акулы и скаты, ядовитые ящерицы и змеи, крокодилы. (звери). Единственными ядоносными млекопитающими на нашей планете считают ехидн и утконосов. При определенных условиях опасность для человека могут представлять хищники – львы, гиены, тигры, леопарды и др.

#### ***Физические негативные факторы***

Виброакустические колебания. К виброакустическим колебаниям относятся *вибрация*, *шум*, *инфразвук*, *ультразвук*.

*Вибрацией* называются механические колебания, испытываемые каким-то телом. Причиной вибрации являются неуравновешенные силовые воздействия. Основными источниками вибрации являются рельсовый транспорт, различные технологические устройства, строительная техника, системы отопления и водопровода, насосные станции. Все источники вибраций требуют соответствующей защиты.

Вредные вибрации создают шумовые загрязнения окружающей среды, отрицательно воздействуют на человеческий организм, представляют определенную угрозу для различных инженерных сооружений, вызывая в них разрушения.

Зона действия вибраций определяется их затуханием в упругой среде (грунте); в среднем она составляет 1 дБ/м. В частности, действие вибрации в 70 дБ, создаваемой рельсовым транспортом, на расстоянии около 70 м практически затухает. Для прессового оборудования зона действия достигает 200 м.

Одной из основных причин появления низкочастотных вибраций при работе различных механизмов является дисбаланс вращающихся узлов механизма, или обрабатываемых деталей. Как правило, вибрация сопровождается инфразвуковыми колебаниями. В свою очередь инфразвуковые колебания нередко служат источником вибраций.

Вибрация находит полезное применение в медицине (вибромассаж), в строительстве (виброуплотнение бетона) и в других областях науки и техники. Однако длительное воздействие вибрации на человека является опасным.

Вибрация нарушает деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, вызывает *вибрационную болезнь*, которая проявляется болями в суставах, повышенной чувствительностью к охлаждению, судорогах. Особенно опасна вибрация на резонансных или околорезонансных частотах, соответствующих  $\alpha$ -ритмам головного мозга.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда смещения, то есть величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия; амплитуда колебательной скорости и колебательного ускорения; период колебаний – время между двумя последовательными одинаковыми состояниями системы; частота, связанная с периодом известным соотношением.

В таблице 6 представлено влияние вибрации на организм человека, в зависимости от амплитуды и частоты колебаний.

Таблица 6 – Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний, мм	Частота, Гц	Воздействие
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение и депрессия
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможно заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на:

- *общую*, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

- *локальную (местную)*, передающуюся через руки человека.

Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, местная воздействует на отдельные части тела. Иногда работающий может одновременно подвергаться общей и местной вибрации (комбинированная вибрация).

Вибрации общие разделяются по возможности регулирования их интенсивности:

- *транспортные* – появляются в результате движения машин по агрофонам, безрельсовым дорогам, по местности и промышленным площадкам, и их интенсивность может меняться за счет изменения скорости движения;

- *транспортно-технологические* – получаются при работе машин в стационарном положении, и их интенсивность и воздействие на человека может ослабляться оператором в ограниченных пределах лишь на транспортном режиме;

- *технологические* – получаются при движении узлов, механизмов и систем стационарных машин, и их интенсивность воздействия на человека жестко регулируется технологическими предписаниями и не может ослабляться по желанию оператора;

- *внешние* – вызываются машиной, располагающейся вне помещения, в котором находятся рабочие места, вибрация не связана с выполняемой работой, но она вызывает раздражающее действие при выполнении умственных и точных работ.

Звук представляет собой упругие волны, распространяющиеся в газах, жидкостях и твердых телах, которые воспринимаются ухом человека и животных (16 Гц–20 кГц). В воздухе при нормальных условиях звук распространяется со скоростью около 335 м/с, в воде – около 1400 м/с. Высота звука определяется частотой колебаний: чем больше частота колебаний, тем выше звук.

Как физическое явление *шум* – это механические колебания, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде. Шумы бывают природного, антропогенного, техногенного и иного происхождения. Шум оказывает вредное воздействие на весь организм и, в первую очередь, на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы человека, снижает уровень безопасности, уменьшает работоспособность. Звук – это фактор среды обитания, а шум – опасность.

Шум создается источником, который имеет определенную мощность. Мощность, приходящаяся на единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения звука, называется *интенсивностью*, или *силой звука*. Слуховой аппарат человека наиболее чувствителен к звукам высокой частоты.

*Порог слышимости*– минимальная интенсивность звуковой волны, вызывающая ощущение звука.

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

При постоянном воздействии шума на организм человека могут возникнуть патологические изменения, называемые шумовой болезнью, которая является профессиональным заболеванием.

*Внутренние источники шума можно подразделить на несколько групп:*

- техническое оснащение зданий (лифты, прачечные, трансформаторные подстанции, и т.);
- технологическое оснащение зданий (морозильные камеры магазинов, машинное оборудование небольших мастерских и т. п.);
- санитарное оснащение зданий (водопроводные сети, водопроводные краны, смывные краны туалетов, душевые и т. п.);
- бытовые приборы (холодильники, пылесосы, стиральные машины)
- аппаратура для воспроизведения музыки, радиоприемники и телевизоры, музыкальные инструменты.

*Биологическое воздействие шума на организм человека:*

- шумы с интенсивностью 50-60 дБ негативно воздействуют на нервную систему человека, вызывают бессонницу, неспособность сосредоточиться, что ведет к снижению производительности труда и повышает вероятность возникновения несчастных случаев;

- воздействие шума с давлением 186 дБ вызывает разрыв барабанных перепонок;

- воздействие шума с давлением 196 дБ приводит к повреждению легочной ткани (порог легочного повреждения);

Наиболее общая реакция населения на шумовое воздействие – чувство раздражения. Длительное шумовое воздействие ведет к функциональному расстройству нейрогуморальной регуляции.

Человек воспринимает звуки в определенном диапазоне давления и интенсивности звука. В пределах 125-135 дБ (в зависимости от частоты) человек испытывает болевые ощущения.

При уровне 150 дБ (это равнозначно поглощению организмом звуковой мощности в  $1000 \text{ Вт/м}^2$ ) может пойти кровь из ушей, а при уровне 160 дБ, что равнозначно поглощению мощности  $10\,000 \text{ Вт/м}^2$ , человек погибает.

Эквивалентный уровень шума на рабочем месте по отечественным нормативам не должен превышать 80 дБ. Непрерывный шум на уровне 85-90 дБ и выше опасен для слуха.

В таблице 7 представлено влияние шума от различных источников на человека.

Таблица 7 – Влияние шума от различных источников на человека

Влияние на человека	Уровень звука, дБ	Источники звука
Потеря слуха	150	Взлет ракеты (на расстоянии 100 м)
Сильное поражение слуха	140	Реактивный двигатель
Болевые ощущения	130	Заклепочный молот, артобстрел
Поражение слуха	120	Концерт рок-оркестра. Взлет винтового самолета
	110	Отбойный молоток. Цепная пила
	100	Листопрокатный цех
Опасность	90	Тяжелые грузовики (на расстоянии 7 м)
	80	Оживленные улицы
Не слышна речь	70	Легковой автомобиль (в салоне)
Раздражение	65	Машинописное бюро
Отсутствует	60	Обычный разговор
	50	Негромкий разговор
	40	Тихая музыка по радио
	30	Шепот, тиканье будильника
	20	Тихая городская квартира
Благоприятное	10	Шорох листьев
Граница слуховых ощущений	0	Зимний лес в безветренную погоду

*Инфразвук* – звуковые колебания с частотами, лежащими ниже полосы слышимых частот – 16 Гц, которые не воспринимаются человеком. Нижняя граница инфразвука не определена.

Источником инфразвука является гром, взрывы, орудийные выстрелы, землетрясения. Источниками инфразвука могут быть средства транспорта, компрессорные установки, мощные вентиляционные системы, системы кондиционирования и др. Часто инфразвук сопутствует шуму.

Низкая частота обуславливает ряд особенностей распространения инфразвука в окружающей среде. Вследствие большой длины волны инфразвуковые колебания меньше поглощаются и легче огибают препятствия, что объясняет их способность распространяться на значительные расстояния с небольшими потерями энергии.

Для инфразвука характерно малое поглощение. Поэтому инфразвуковые волны в воздухе, воде и в земной коре могут распространяться на очень большие расстояния. Этим свойством инфразвука пользуются для раннего обнаружения стихийных бедствий, исследований свойств атмосферы и водной среды.

Инфразвук вреден во всех случаях – слабый действует на внутреннее ухо и вызывает симптомы морской болезни, сильный заставляет внутренние органы вибрировать, вызывая их повреждение. Особенно опасен инфразвук с частотой около 8 Гц из-за его возможного резонансного совпадения с ритмом биотоков. На территориях жилой застройки в случае постоянного инфразвукового воздействия уровни звукового давления не должны превышать 80-90 дБ.

Инфразвук оказывает негативное влияние на органы слуха, вызывая утомление, чувство страха, головные боли и головокружения, а также снижает остроту зрения. Особенно неблагоприятно воздействие на организм человека инфразвуковых колебаний с частотой 4-12 Гц.

Инфразвук оказывает неблагоприятное влияние на работоспособность человека, вызывает изменения со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной систем организма. Отмечаются жалобы на раздражительность, рассеянность, головокружение.

Под воздействием инфразвука возникает вибрация крупных предметов строительных конструкций, из-за резонансных эффектов в звуковом диапазоне усиливается инфразвук в отдельных помещениях.

*Ультразвук* – колебания с частотой более 16000 Гц. Ультразвук находит широкое применение в металлообрабатывающей промышленности, машиностроении, металлургии и т. д. Частота применяемого ультразвука от 20 кГц до 1 МГц, мощности – до нескольких киловатт. Мощные ультразвуковые колебания низкой частоты 18-30 Гц и высокой интенсивности используются в производстве для технологических целей: очистка деталей, сварка, пайка металлов, сверление. Более слабые ультразвуковые колебания используются в дефектоскопии, в диагностике, для исследовательских целей.

Ультразвук оказывает вредное воздействие на организм человека. У работающих с ультразвуковыми установками нередко наблюдаются функциональные нарушения нервной системы, изменения давления, состава и свойства крови. Часты жалобы на головные боли, быструю утомляемость, потерю слуховой чувствительности.

Под влиянием ультразвуковых колебаний в тканях организма происходят сложные процессы - колебания частиц ткани с большой частотой, которые при небольших интенсивностях ультразвука можно рассматривать как микромассаж.

Ультразвук может действовать на человека как через воздушную среду, так и через жидкую или твердую (контактное действие на руки).

#### Электромагнитные поля и излучения

Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами.

Биологический эффект на протяжении жизни людей накапливается и в итоге могут произойти отдалённые последствия, не исключая дегенеративный процесс центральной нервной системы, а также рак крови, опухоль мозга, гормональные заболевания и другие негативные для организма последствия. Считается, что особо опасны ЭМИ для детей, беременных женщин, людей с заболеваниями нервной, гормональной, сердечно-сосудистой систем, людей с аллергией и ослабленным иммунитетом.

С помощью большого количества исследований в России и монографических обобщений можно смело отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМИ. На уровне нервной клетки, структурных образований по передаче нервных импульсов, на уровне изолированных нервных структур возникают серьёзные отклонения при слабом воздействии ЭМИ.

У людей, контактирующих с ЭМИ, изменяются высшая нервная деятельность и память, а также развиваются склонности к стрессовым реакциям. Есть отдельные структуры головного мозга, которые имеют повышенную чувствительность к ЭМИ. Изменение проницаемости гематоэнцефалического барьера может привести к неожиданным негативным эффектам. Особую высокую чувствительность к ЭМИ проявляет нервная система эмбриона.

*Естественными источниками* электромагнитных полей и излучений являются, прежде всего, атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик, электрическое и магнитное поля Земли.

Все промышленные и бытовые электро- и радиоустановки являются *источниками искусственных полей и излучений*, но разной интенсивности.

Спектр электромагнитных излучений составляют:

- ЭМП промышленной частоты, ЛЭП (промышленные частоты, статическое электричество);
- радиоволны (60 кГц-300 ГГц);
- телевизионные станции (30 МГц-3 ГГц)
- технологические установки (ИК, УФ, видимое, рентгеновский, СВЧ – длина волны от 2м-2см);
- термические установки (ИК, видимый диапазон – 400 нМ).
- радиоизлучение Солнца.

*Распространяющееся в пространстве ЭМП условно делят на две зоны:*

- зона индукции (находится вблизи антенных устройств);
- волновую зону (дальнюю), лежащую за пределами антенного поля.

Поэтому в условиях населенных мест люди чаще всего могут подвергаться облучению в волновой зоне электромагнитного излучения.

*Биологическое воздействие*

Организм человека, находящегося в ЭМП, поглощает его энергию, в тканях возникают высокочастотные токи с образованием теплового эффекта. Биологическое действие электромагнитного излучения зависит при этом от длины волны, напряженности поля, длительности и режима воздействия (постоянный или импульсный). Чем выше мощность поля, короче длина волны и продолжительнее время облучения, тем сильнее негативное влияние ЭМП.

*Электростатические поля (ЭСП)*

Процесс возникновения и накопления электрических зарядов в веществах называют *электризацией*.

*Явление статической электризации наблюдается в следующих случаях:*

- в потоке и при разбрызгивании жидкостей;
- в струе газа или пара;
- при соприкосновении и последующем удалении двух твердых разнородных тел (контактная электризация).

Воздействие ЭСП – статического электричества – на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю ЦНС, сердечно-сосудистая система, анализаторы.

*Магнитные поля* могут быть постоянными (ПМП) от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), переменными (ПеМП).

Степень воздействия магнитного поля (МП) на работающих зависит от максимальной напряженности его в рабочем пространстве. Доза, полученная человеком, зависит от расположения рабочего места по отношению к МП и режима труда. Каких-либо субъективных воздействий ПМП не вызывают.

*Биологическое действие*

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, развиваются нарушения функций нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Напряженность МП на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м.

*ЭМП при использовании ЭВМ*

*Основные факторы неблагоприятного воздействия работы с ЭВМ:*

- электромагнитное поле сложного спектрального состава в широком диапазоне частот (от 10 Гц до 1000 МГц);
- электростатический заряд на ЭЛТ монитора;
- ультрафиолетовое, инфракрасное и рентгеновское излучения;
- эргономические параметры экрана (блики, мерцание, контрастность).

Во всех случаях для защиты от излучений глаза должны располагаться на расстоянии вытянутой руки до монитора (не ближе 70 см).

*Инфракрасное излучение* (ИК-излучение) представляет собой часть электромагнитного спектра с длинами волн 0,76-420 мкм, характеризующуюся такой энергией, которая при поглощении в веществе вызывает тепловой эффект, поэтому это излучение еще называют тепловым.

*ИК-излучение* (или инфракрасные лучи) – это электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света (с длиной волны 0,74 мкм) и коротковолновым радиоизлучением (1-2 мм). Инфракрасную область спектра обычно условно разделяют на ближнюю (от 0,74 до 2,5 мкм), среднюю (2,5-50 мкм) и дальнюю (50-2000 мкм).

ИК-излучение – основной компонент микроклимата для металлургических, стекольных и других «горячих» производств.

Спектр инфракрасного излучения, так же как и спектр видимого и ультрафиолетового излучений, может состоять из отдельных линий, полос или быть непрерывным в зависимости от природы источника инфракрасного излучения. Возбуждённые атомы или ионы испускают линейчатые инфракрасные спектры. Например, при электрическом разряде пары ртути испускают ряд узких линий в интервале 1,014-2,326 мкм, атомы водорода – ряд линий в интервале 0,95-7,40 мкм. Возбуждённые молекулы испускают полосатые инфракрасные спектры, обусловленные их колебаниями и вращениями. Колебательные и колебательно-вращательные спектры расположены главным образом в средней, а чисто вращательные – в далёкой инфракрасной области. Так, например, в спектре излучения газового пламени наблюдается полоса около 2,7 мкм, испускаемая молекулами воды, и полосы с длиной волн 2,7 мкм и 4,2 мкм, испускаемые молекулами углекислого газа.

Нагретые твёрдые и жидкие тела испускают непрерывный инфракрасный спектр. Нагретое твёрдое тело излучает в очень широком интервале длин волн. При температурах ниже 800 К излучение нагретого твёрдого тела почти целиком расположено в инфракрасной области, и такое тело кажется тёмным. При повышении температуры доля излучения в видимой области увеличивается, и тело вначале кажется тёмно-красным, затем красным, жёлтым и, наконец, при высоких температурах (выше 5000 К) – белым; при этом возрастает как полная энергия излучения, так и энергия инфракрасного излучения.

*Ультрафиолетовое излучение* (УФ-излучение) представляет собой часть электромагнитного спектра с длиной волны 200-400 нм.

Ультрафиолетовое излучение от производственных источников (электрические дуги, ртутно-кварцевые горелки, автогенное пламя) может стать причиной острых и хронических поражений. Наиболее подвержен действию ультрафиолетового излучения зрительный анализатор. Острые поражения глаз называются электроофтальмиями. Проявляется заболевание ощущением постоянного постороннего тела или песка в глазах, светобоязнью, слезотечением. Заболевание длится до 2-3 суток. Профилактические мероприятия по предупреждению электроофтальмий сводятся к применению светозащитных очков или щитков при электросварочных и других работах.

Кожные поражения протекают в виде острых дерматитов, иногда отеком, вплоть до образования пузырей. Наряду с местной реакцией могут отмечаться общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями. Классическим примером поражения кожи, вызванного ультрафиолетовым излучением, служит солнечный ожог.

*Лазерное излучение* является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн  $\lambda = 0,2-1000$  мкм. Лазеры широко применяются в микроэлектронике, биологии, медицине, геодезии, связи, спектроскопии, голографии, вычислительной технике и прочих областях науки и техники.

Лазеры бывают *импульсного* и *непрерывного* излучения. Импульсное излучение – это излучение с длительностью импульса не более 0,25 с, непрерывное излучение – с длительностью 0,25 с или более.

Лазерное излучение характеризуется монохроматичностью, высокой когерентностью, чрезвычайно малой энергетической расходимостью луча и высокой энергетической освещённостью.

Таким образом, лазерное излучение, безусловно, представляет опасность для человека. Наиболее опасно оно для органов зрения. Практически на всех длинах волн лазерное излучение проникает свободно внутрь глаза. Энергия лазерного излучения, поглощённая внутри глаза, преобразуется в тепловую энергию. Нагревание может вызвать различные повреждения и разрушения глаза.

При больших интенсивностях лазерного облучения возможны повреждения внутренних тканей и органов. Эти повреждения имеют характер отеков, кровоизлияний, омертвления тканей, а также свертывания или распада крови. Рассмотренные возможные вредные последствия от воздействия лазерного излучения относятся к случаям прямого облучения вследствие грубых нарушений правил безопасного обслуживания лазерных установок.

*Электрическим током* называется упорядоченное движение электрических частиц.

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 некоторых отдельных участков тела, нагреве 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 произвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе легких и сердца. В результате могут возникнуть различные нарушения и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Это многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

*Электрические травмы* представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги.

Различают следующие электрические травмы: электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, электроофтальмию и механические повреждения.

*Электрический ожог* – самая распространенная электротравма. Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую.

Различают четыре степени ожогов: I – покраснение кожи; II – образование пузырей; III – омертвление всей толщи кожи; IV – обугливание тканей. Тяжесть поражения организма обуславливается не степенью ожога, а площадью обожженной поверхности тела.

Токовые ожоги возникают при напряжениях не выше 1-2 кВ и являются в большинстве случаев ожогами I и II степени; иногда бывают и тяжелые ожоги.

Дуговой ожог вызывает электрическая дуга, образующаяся при более высоких напряжениях между токоведущей частью и телом человека (температура дуги выше 3500 °С, и у нее весьма большая энергия). Дуговые ожоги, как правило, тяжелые – III или IV степени.

*Электрические знаки* – это пятна серого или бледно-желтого цвета, ушибы, царапины на коже человека, подвергшегося действию тока. Сила знака соответствует силе токоведущей части, которой коснулся человек. Иногда появляются спустя некоторое время после прохождения электрического тока. Знаки безболезненны, вокруг них не наблюдается воспалительных процессов. В месте поражения появляется припухлость. Небольшие знаки заживают благополучно, при больших размерах знаков часто происходит омертвление тела (чаще рук).

*Металлизация (электрометаллизация) кожи* – это пропитывание кожи мельчайшими частицами металла вследствие его разбрызгивания и испарения под действием тока, например при горении дуги. Поврежденный участок кожи приобретает жесткую шероховатую поверхность, а пострадавший испытывает ощущение присутствия инородного тела в месте поражения. Исход поражения зависит от площади пораженного тела, как и при ожоге. В большинстве случаев металлизированная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид и следов не остается. Электрометаллизация может произойти при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой. Работу, связанную с вероятностью возникновения электрической дуги, следует делать в очках, а одежда работника должна быть застегнута на все пуговицы.

*Электроофтальмия* – это воспаление наружных оболочек глаз, возникающее под воздействием мощного потока ультрафиолетовых лучей. Такое облучение возможно при образовании электрической дуги (короткое замыкание), которая интенсивно излучает не только видимый свет, но и ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Обнаруживается спустя 2-6 ч. При этом наблюдаются покраснение и воспаление слизистых оболочек век, слезотечение, гнойные выделения из глаз, спазмы век и частичное ослепление. Пострадавший испытывает сильную головную боль и резкую боль в глазах, усиливающуюся на свету, у него возникает так называемая

светобоязнь. В результате электроофтальмии наступает воспалительный процесс, и если приняты необходимые меры лечения, то боль проходит.

*Механические повреждения* возникают под действием электрического тока, когда непроизвольно судорожно сокращаются мышцы. Механические повреждения (переломы костей, разрывы кровеносных сосудов, кожи) требуют долгого 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 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.

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- 1) значения тока, проходящего через тело человека;
- 2) электрического сопротивления человека;
- 3) уровня приложенного к человеку напряжения;
- 4) продолжительности воздействия тока;
- 5) пути тока через тело человека;
- 6) рода и частоты тока;
- 7) условий внешней среды и других факторов.

Вероятность поражения человека электрическим током зависит от климатических условий в помещении (температуры, влажности), а также токопроводящей пыли, металлических конструкций, соединенных с землей, токопроводящего пола и т.д.

Установлено, что ток силой более 0,05 А может смертельно травмировать человека в течение 0,1 с. Самое большое число поражений от электрического тока (около 85%) приходится на установки напряжением до 1000 В. Для человеческого организма опасны переменный и постоянный ток. Опасность поражения постоянным и переменным током изменяется с увеличением напряжения. При напряжении до 220 В более опасным является переменный ток, а при напряжении выше 500 – постоянный. Практически безопасным для человека в сырых помещениях можно считать напряжение до 12 В, в сухих помещениях – до 36 В.

Возможные значения токов и напряжений соприкосновения в зависимости от времени срабатывания защиты указаны в ГОСТ 12.1.038-88.

Сопротивление человека при сухой, чистой и неповрежденной коже (измеренное при напряжении 15-20 В) колеблется от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних слоев тела составляет всего 300-500 Ом.

В качестве расчетного значения при переменном токе промышленной частоты сопротивление принимают равным 1000 Ом (при напряжении прикосновения более 50 В).

Сопротивления тела человека зависит и от частоты тока: при частотах тока 6-15 кГц оно бывает наименьшим.

В таблице 8 представлено воздействие электрического тока на человека.

Таблица 8 – Воздействие электрического тока на человека

Сила тока, мА	Переменный ток	Постоянный ток
0,6-1,5	Ощущение протекания тока. Пальцы рук дрожат (легко)	Не ощущается
2-3	Пальцы рук дрожат (сильно)	Не ощущается
10-15	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагрева

20-25	Руки парализуются немедленно, оторвать их от электродов невозможно, очень сильные боли, Дыхание затруднено	Еще больше усиливается нагревание, незначительное сокращение мышц рук
50-80	Паралич дыхания. Начинаются трепетать желудочки сердца	Сильное ощущение нагревания. Сокращение мышц рук. Судороги. Затруднение дыхания
100	Фибрилляция сердца	Паралич дыхания

Основные причины поражения электрическим током:

1. Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей и др., а также приближение на опасное расстояние к высоковольтным частям, из-за чего может произойти пробой.

2. Появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции токоведущих частей; падение провода (находящегося под напряжением) на конструктивные части электрооборудования и др.

3. Появление напряжения на отключенных токоведущих частях в результате ошибочного включения установки, замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями, разряда молнии в электроустановку и др.

4. Возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате замыкания фазы на землю, выноса потенциала протяженным токопроводящим предметом (трубопроводом, железнодорожными рельсами), неисправностей в устройстве защитного заземления и др.

Для характеристики воздействия электрического тока на человека установлены три критерия (таблица 9):

- пороговый осязаемый ток – наименьшее значение тока, вызывающего осязаемые раздражения;

- пороговый неотпускающий ток – значение тока, вызывающее судорожные сокращения мышц, не позволяющие пораженному освободиться от источника поражения;

- пороговый фибрилляционный ток – значение тока, вызывающее фибрилляцию сердца.

*Фибрилляцией* называются хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, полностью нарушающие ее работу.

Пороговым является ток около 1 мА. При токе 12-20 мА человек уже не в состоянии управлять своей мышечной системой, при токе 50 мА – остановка дыхания.

Таблица 9 – Средние значения пороговых токов

Ток	Значение тока		
	порогового осязаемого, мА	порогового неотпускающего, мА	порогового фибрилляционного, мА
Переменный частотой 50 Гц	0,5-1,5	6-10	50-100
Постоянный	5-20	50-80	300

*Напряжение прикосновения* – напряжение, действующее при соприкосновении человека с одним полюсом или фазой источника тока. Это самый характерный случай попадания человека под напряжение. Безопасным для жизни считается напряжение не выше 42 В для сухих и безопасных помещений, 36 В для опасных помещений, и 12 В для помещений с повышенной опасностью.

При падении на землю электрического провода, при расположении заземления или грозозащитного устройства, поверхность земли может быть подвержена электрическому напряжению. Образуется зона растекания токов в радиусе 20 м от заземления.

*Напряжение шага* – это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага (0,8 м), на которых одновременно стоит человек. Оказавшись в зоне растекания тока, человек должен соединить ноги вместе, и не спеша выходить из опасной зоны так, чтобы при передвижении ступня одной ноги не выходила полностью за ступню другой.

Шаговое напряжение безопасно, если оно не превышает 40 В. По мере удаления от заземлителя шаговое напряжение уменьшается, а на расстоянии 20 метров равно 0.

#### Основные причины бытового электротравматизма:

- пользование неисправными электросетями и электроприборами;
- самостоятельный ремонт, монтаж, демонтаж и прочие электротехнические работы;
- дефекты конструкции, монтажа, эксплуатации;
- пользование самодельными электроустановками, светильниками.

#### Наиболее распространенные причины поражения электрическим током в быту:

- повреждения изоляции электроустановок с замыканием на корпус (30,8%),
- отсутствие изоляции и повреждение изоляции на дворовой проводке (20,1%),
- повреждение изоляции на питающем проводе, кабеле (14,8%),
- повреждение изоляции осветительной арматуры (7,7%),
- дефект монтажа (7,3%) и др.

#### Ионизирующее излучение

*Ионизирующее излучение* – это поток заряженных или нейтральных частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению атомов и молекул среды.

Человек не обладает органами чувств, реагирующими на ионизирующее излучение. Реакция на его воздействие, в зависимости от дозы облучения, возникает в интервале от нескольких десятков минут до нескольких десятков лет и может проявляться даже через несколько поколений.

*Радиоактивные излучения* обладают различной проникающей и ионизирующей способностью (рисунок 5) и подразделяются на:

- альфа-частицы;
- бета-частицы;
- нейтроны;
- гамма-излучение;
- рентгеновское излучение.

*α-излучение* – поток положительно заряженных частиц (ядра гелия), движущихся со скоростью 20.000 м/с. Они обладают наименьшей проникающей способностью, длина пробега которых в ткани человека составляет 0,05 мм и в воздухе – 4-8 см. Они не могут даже пройти через лист бумаги, но обладают наибольшей ионизирующей способностью.

*β-излучение* – поток отрицательно заряженных частиц, движущихся со скоростью 200.000 м/с. Они обладают большей проникающей способностью (длина пробега в воздухе составляет 20 м) и уже задерживаются не бумагой, а более твердыми материалами (алюминий, оргстекло и др.). В ткани человека 2,5 см, могут вызвать бета-ожог. Однако ионизирующая способность бета-частиц (электроны, позитроны) в 1000 раз меньше альфа-частиц. Люди защищаются или в помещении или индивидуальными средствами.

*γ-излучение* по своей природе относится к электромагнитным (фотонное) излучениям и обладают большой проникающей способностью (в воздухе до нескольких километров); их ионизирующая способность существенно меньше, чем у альфа – и бета-частиц. Распространяются со скоростью света. За единицу дозы облучения принят рентген.

Рентген – это такая доза гамма-облучения, при которой в 1 см<sup>3</sup> образуется 2,08 · 10<sup>9</sup> пар ионов.

*Рентгеновское излучение* возникает в среде, окружающей источник бета-излучения (в рентгеновских трубках, в ускорителях электронов), и представляет собой совокупность тормозного и характеристического излучения.

Нейтроны (частицы ядра атома) обладают также значительной проникающей способностью, что объясняется отсутствием у них заряда. Их ионизирующая способность связана с так называемой «наведенной радиоактивностью», которая образуется в результате «попадания»

нейтрона в ядро атома химического элемента, входящего в грунт, сооружения и т.д. и тем самым нарушает его стабильность, образует радиоактивный изотоп железа, алюминия, кремния и т.д. Они обладают бета и гамма радиоактивностью.

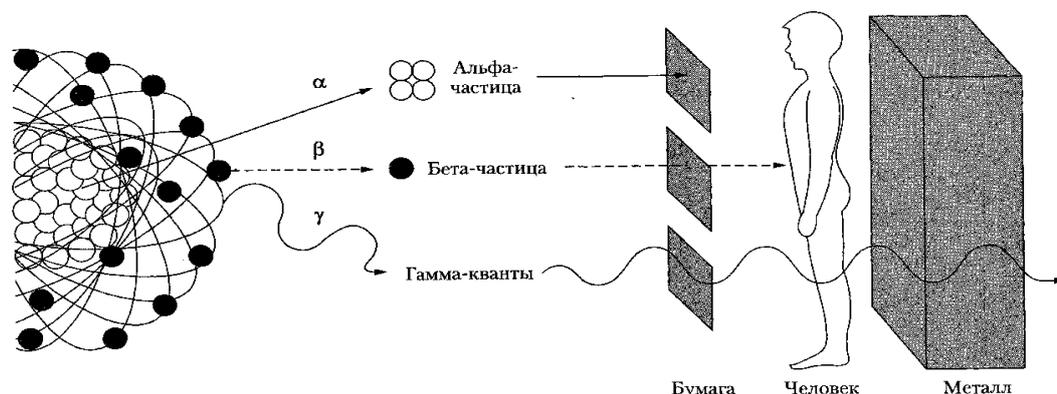


Рисунок 5 – Три вида ионизирующих излучений и их проникающая способность

*Экспозиционная доза* – отношение полного заряда ионов одного знака, возникающих в малом объеме воздуха, к массе воздуха в этом объеме, Кл/кг или Р (рентген).

*Поглощенная доза* – количество энергии излучения, поглощенное единицей массы облучаемого тела (тканями организма), измеряется в Грэях (Гр).

*Грэй* – доза излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж.

Эта доза не учитывает, какой вид излучения воздействовал на организм человека. Если принять во внимание этот факт, то дозу следует умножить на коэффициент, отражающий способность излучения данного вида повреждать ткани организма. Пересчитанную таким образом дозу называют *эквивалентной дозой*; измеряется в *зивертах (Зв)*.

*Бэр* – специальная единица эквивалентной дозы, поглощенная доза любого вида излучения, которая вызывает равный биологический эффект с дозой в 1 рад рентгеновского излучения.

*Рад* – специальная единица поглощенной дозы, зависящая от свойств излучения и поглощающей среды.

*Эффективная эквивалентная доза* – эквивалентная доза, умноженная на коэффициент, учитывающий разную чувствительность различных тканей к облучению.

*Коллективная эффективная эквивалентная доза* – эффективная эквивалентная доза, полученная группой людей от какого-либо источника радиации.

*Полная коллективная эффективная эквивалентная доза* – коллективная эффективная эквивалентная доза, которую получают поколения людей от какого-либо источника за время его дальнейшего существования.

В таблице 10 приведены основные дозиметрические величины и единицы их измерения.

Таблица 10 – Основные дозиметрические величины и единицы измерения

Величины и их характеристики	Единицы измерения		Соотношение между единицами
	в СИ	внесистемные	
Активность – мера радиоактивности. Характеризует скорость ядерных превращений (распада) радионуклидов	Бк – беккерель	Ки – кюри	1 Бк = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Ки; 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк
Экспозиционная доза – мера ионизации воздуха. Характеризует потенциальную возможность поля ИИ к облучению тел (вещества)	Кл/кг – кулон на килограмм	Р – рентген	1 Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р; 1 Р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг = $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха; 1 Р = 0,88 рад – в

			воздухе; $1 \text{ Р} = 0,93$ – в ткани
Поглощенная доза – мера радиационного эффекта облучения. Характеризует энергию излучения, переданную телу определенной массы. Фундаментальная дозиметрическая величина	Гр – грей	Рад – радиационная адсорбированная доза	$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$ ; $1 \text{ Рад} = 100 \text{ эрг/г} = 10^{-2} \text{ Гр}$
Эквивалентная доза – мера биологического эффекта облучения в зависимости от вида ИИ. Произведение поглощенной дозы данного вида излучения на соответствующий взвешивающий коэффициент	Зв – зиверт	Бэр – биологически эквивалент рада	$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \cdot W$
Эффективная эквивалентная доза – мера риска возникновения отдаленных последствий облучения с учетом радиочувствительности различных органов. Сумма произведений эквивалентной дозы в органе на соответствующий взвешивающий коэффициент для органа (ткани)	Зв	Бэр	$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$

По источникам различают *естественное* и *искусственное* излучение.

Человек всегда подвержен действию *естественной радиации*. На него воздействуют космические излучения, которые появляются из Вселенной, а некоторые рождаются на Солнце во время вспышек. Проникая в атмосферу Земли, появляется вторичное излучение, которое приводит к образованию радионуклидов, то есть атомов с определенным числом протонов и нейтронов в ядрах, которые радиоактивны.

В горных породах Земли есть радиоактивные изотопы (такие как калий-40, рубидий-87 и изотопы, которые присутствуют на Земле почти с самого её рождения). Поглощенная в организме энергия ионизирующего излучения, с учетом биологического воздействия различных видов излучения и неодинаковой чувствительности к ним органов и тканей, называется средней эффективной эквивалентной дозой облучения. Измеряется она в зивертах.

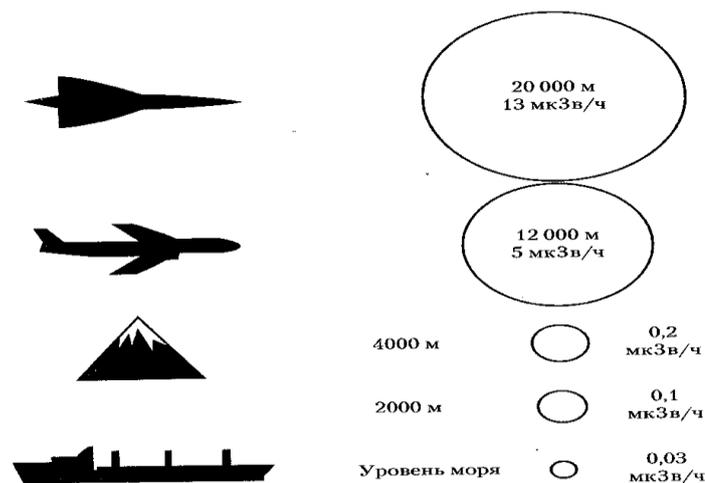


Рисунок 6 – Уровни космического излучения на различных высотах

Естественный фон внешнего излучения на территории нашей страны создает мощность эквивалентной дозы  $0,36-1,8 \text{ мЗв}$  в год, что соответствует мощности экспозиционной дозы  $40-200 \text{ мР/год}$ .

*Искусственное излучение.* Рентгеноскопия, компьютерная томография, радиотерапевтические установки для лечения рака, радиоизотопы, используемые для исследования различных процессов в организме, – это источники, созданные для медицинских целей. Пользуясь вышеперечисленными аппаратами, человек получает излучение в 400 микрозивертов в год.

Проникающая радиация вызывает у людей и животных лучевую болезнь. Степень поражения зависит от полученной дозы излучения, времени, в течение которого эта доза была получена, площади облучения тела и общего состояния тела. Облучение бывает двух видов: однократное и многократное. Облучение, полученное за первые четверо суток, называется однократным; а полученное за время, превышающее четверо суток, – многократным.

Эквивалентная доза – от космического облучения – 300 мкЗв/год. В биосфере Земли находится примерно 60 радиоактивных нуклидов. Эффективность дозы облучения ТЭС в 5-10 раз выше, чем АЭС в увеличении фона. При полете в самолете на высоте 8 км дополнительное облучение составляет 1,35 мкЗв/час. Средняя эквивалентная доза облучения при медицинских исследованиях 25-40 мкЗв/год.

Таблица 11 - Средние значения годовой дозы облучения от некоторых техногенных источников излучения

Техногенный источник излучения	Доза, мкЗв/год
Медицинские процедуры	400-700 (для России – 1500)
ТЭС (в радиусе 20 км)	5,3
АЭС (в радиусе 10 км)	1,36
Радиоактивные осадки (главным образом последствия испытаний атомного оружия в атмосфере)	75–200
Телевизоры, дисплеи	4–5 при $L^* = 2$ м
Керамика, стекло	10

Вклад различных источников излучения в эквивалентную дозу (%)

- Медицинское облучение	51,5
- Природный радиационный фон	43,4
- Ядерные испытания	2,5
- Стройматериалы	2,0
- Полеты в авиалайнерах	0,3
- Телевизоры	0,28
- Атомная энергетика	0,08

#### *Биологическое действие*

Ионизирующее излучение вызывает в организме цепочку обратимых и необратимых изменений. Пусковым механизмом воздействия являются процессы ионизации и возбуждения атомов и молекул в тканях. Диссоциация сложных молекул в результате разрыва химических связей – прямое действие радиации. В результате нарушаются обменные процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму. Химические реакции развиваются с большим выходом, вовлекая в процесс сотни и тысячи молекул, не задействованных излучением. В этом состоит специфика действия ионизирующего излучения на биологические объекты.

Эффекты развиваются в течение разных промежутков времени: от нескольких секунд до многих часов, дней, лет и приводят к нарушению деятельности отдельных функций и систем организма.

При дозе 1-2 Гр (100-200 Р) наблюдается легкая форма лучевой болезни, которая проявляется через 2-3 недели – рвотой, слабостью и головной болью, повышение температуры. В

крови уменьшается содержание белых кровяных шариков. Тяжелая форма лучевой болезни развивается при однократном равномерном гамма-облучении всего тела и поглощенной дозе 4-5 Гр (400-500 Р). Уже через несколько часов все клинические признаки, но в усиленной форме.

Хроническая лучевая болезнь может развиваться при непрерывном или повторяющемся облучении в дозах, существенно ниже тех, которые вызывают острую форму. Наиболее характерными признаками хронической лучевой болезни являются изменения в крови, ряд симптомов со стороны нервной системы, локальные поражения кожи, поражения хрусталика, пневмосклероз (при ингаляции плутония-239), снижение иммунореактивности организма.

#### *Механические опасности*

Под *механическими опасностями* понимаются такие нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами гравитации или кинетической энергией тел.

Механические опасности создаются падающими, движущимися, вращающимися объектами природного и искусственного происхождения. Например, механическими опасностями естественного свойства являются обвалы и камнепады в горах, снежные лавины, сели, град и др. Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения и многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами.

Объекты, представляющие механическую опасность, можно разделить по наличию энергии на два класса: *энергетические и потенциальные*. Энергетические объекты воздействуют на человека, так как имеют тот или иной энергетический потенциал. Потенциальные механические опасности лишены энергии. Травмирование в этом случае может произойти за счет энергии самого человека. Например, колющие, режущие предметы (торчащие гвозди, лезвия и т. п.) представляют опасность при случайном контакте человека с ними. К потенциальным опасностям относятся и такие опасности, как неровные и скользкие поверхности, по которым передвигается человек, высота возможного падения, открытые люки и др. Перечисленные безэнергетические опасности являются причиной многочисленных травм (переломов, вывихов, сотрясений головного мозга, ушибов).

Механические опасности на предприятиях представляют собой движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, разрушающиеся конструкции, острые кромки, стружка, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, а также падение предметов с высоты.

Пространство, в котором возможно воздействие на человека опасности (в том числе механической), называется *опасной зоной*. Определение границ опасных зон производится на основе соответствующих расчетов и допущений.

*К опасным грузам* относятся вещества и предметы, которые при транспортировании, выполнении погрузочно-разгрузочных работ и хранении могут послужить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, складов, устройств, зданий и сооружений, а также гибели, увечья, ожогов, облучения или заболевания людей.

#### Опасные грузы делятся на 9 классов:

*класс 1* – взрывчатые вещества, которые по своим свойствам могут взрываться, вызывать пожар с взрывчатым действием, а также устройства, содержащие взрывчатые вещества и средства взрывания, предназначенные для получения пиротехнического эффекта;

*класс 2* – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;

*класс 3* – легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей, а также жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии, которые выделяют легковоспламеняющиеся пары;

*класс 4* – легковоспламеняющиеся вещества и материалы, (кроме классифицированных как взрывчатые), способные во время перевозки легко загораться от внешних источников

воспламенения, в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений, а также при нагревании;

*класс 5* – окисляющие вещества и органические пероксиды, которые способны выделять кислород, поддерживать горение, а также могут в соответствующих условиях или в смеси с другими веществами вызвать самовоспламенение и взрыв;

*класс 6* – ядовитые и инфекционные вещества, способные вызывать смерть, отравление или заболевание при попадании внутрь организма или при соприкосновении с кожей и слизистой оболочкой;

*класс 7* – радиоактивные вещества;

*класс 8* – едкие и коррозионно-активные вещества, которые вызывают повреждение кожи, поражение слизистых оболочек глаза и дыхательных путей, коррозию металлов и повреждение транспортных средств, сооружений и грузов, а также могут вызвать пожар при взаимодействии с органическими материалами или некоторыми химическими веществами;

*класс 9* – вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни одному из предыдущих классов, но требующие применения к ним определенных правил перевозки и хранения.

На рисунке 7 представлены цветографические изображения знаков опасности грузов соответствующих классов.

Цвето-графическое изображение	Смысловое значение	Цвето-графическое изображение	Смысловое значение	Цвето-графическое изображение	Смысловое значение
	Знак опасности класс 1		Знак опасности класс 2		Знак опасности класс 3
	Знак опасности класс 4		Знак опасности класс 5		Знак опасности класс 6
	Знак опасности класс 7		Знак опасности класс 8		Знак опасности класс 9
	Знак ООН		Знак ООН		Знак ООН

Рисунок 7 – Цветографические изображения знаков опасности грузов

### Раздел 3. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека

#### Тема 1. Воздушная среда помещений

*Микроклимат* – это искусственно создаваемые в закрытых помещениях условия для защиты от неблагоприятных внешних воздействий и создания комфорта.

Метеорологические условия представляют собой комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен организма с окружающей средой и его тепловое состояние. На формирование производственного микроклимата существенно влияют технологический процесс и климат местности.

*Показателями микроклимата* являются:

- 1) температура, °С;
- 2) относительная влажность, %;
- 3) скорость движения воздуха, м/с;
- 4) интенсивность теплового облучения, Вт/м<sup>2</sup>;
- 5) температура ограждающих конструкций (стен, полов, потолков), а также технологического логического оборудования или ограждающих его устройств, °С.

Способность человеческого организма поддерживать постоянной температуру тела при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы называется *терморегуляцией*. Она обеспечивает установление определенного соотношения между

теплообразованием в результате изменения обмена веществ (химическая терморегуляция) и теплоотдачей (физическая терморегуляция).

Микроклимат, оказывая непосредственное воздействие на терморегуляцию, имеет огромное значение для поддержания комфортного состояния организма. Нормальная жизнедеятельность осуществляется в том случае, если тепловое равновесие, т.е. соответствие между теплопродукцией вместе с теплотой, получаемой из окружающей среды, и теплоотдачей достигается без напряжения процессов терморегуляции. Дискомфортный микроклимат вызывает напряжение процессов терморегуляции, ухудшается функция анализаторов, понижается работоспособность и качество труда.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.24.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

Нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше, холодный – ниже  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя изобличия энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. Характеристику производственных помещений по категории выполняемых в них работ устанавливают по категории работ, выполняемых 50% и более работающих в соответствующем помещении.

По интенсивности тепловыделений производственные помещения делят на группы в зависимости от удельных избытков явной теплоты. Явной называется теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха помещения, а избытком явной теплоты – разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями в помещении.

Явная теплота, которая образовалась в пределах помещения, но была удалена из него без передачи теплоты воздуху помещения (например, с газами от дымоходов или с воздухом местных отсосов от оборудования), при расчете избытков теплоты не учитывается. Незначительные избытки явной теплоты – это избытки теплоты, не превышающие или равные  $23\text{ Вт}$  на  $1\text{ м}^3$  внутреннего объема помещения. Помещения со значительными избытками явной теплоты характеризуются избытками теплоты более  $23\text{ Вт/м}^3$ .

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать  $35\text{ Вт/м}^2$  при облучении 50% поверхности человека и более,  $70\text{ Вт/м}^2$  – при облучении 25-50% поверхности и  $100\text{ Вт/м}^2$  – при облучении не более 25% поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени и др.) не должна превышать  $140\text{ Вт/м}^2$ , при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательно использование средств индивидуальной защиты.

*Аэроионный состав воздуха* оказывает существенное влияние на самочувствие работника, а при отклонении от допустимых значений концентрации ионов во вдыхаемом воздухе может создаваться даже угроза здоровью работающих. Как повышенная, так и пониженная ионизация относятся к вредным физическим факторам и поэтому регламентируются санитарно-гигиеническими нормами. Важное значение имеет также соотношение отрицательных и положительных ионов, которое может быть охарактеризовано показателем полярности П:

$$P = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-},$$

где  $n_+$  и  $n_-$  – количество положительных и отрицательных аэроионов в единице объема воздуха.

Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений (СанПиН 2.2.4.1294-03) регламентируют количество легких ионов обоих полярностей. В предыдущей редакции норм устанавливалось оптимальное количество ионов: положительных – 1500-3000, отрицательных – 3000-5000 в 1 см<sup>3</sup> воздуха. Поскольку на практике трудно добиться оптимума, в новых нормах оставили лишь минимальное ( $n_+ = 400$ ,  $n_- = 600$ ) и максимальное количество ионов ( $\pm 50\ 000$ ).

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности количество отрицательных аэроионов должно превышать количество положительных. В естественных условиях наиболее благоприятным является воздух около движущейся воды (водопада, на берегу моря), в хвойном лесу.

Для нормализации ионного режима воздушной среды на производстве используются приточно-вытяжная вентиляция, групповые и индивидуальные ионизаторы, устройства автоматического регулирования ионного режима

В рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТ 12.1.005-88 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 теплого комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

*Допустимые микроклиматические условия* – это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать напряжение реакций терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и понижение работоспособности.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

#### Отопление

В холодное время года необходимая температура воздуха в помещении поддерживается за счет отопления. Существуют различные системы отопления: водяные, паровые, воздушные и комбинированные. В системах водяного отопления, нашедших широкое применение благодаря удобству и эффективности, используются радиаторы и трубы. В воздушной системе подается нагретый калорифером воздух. Необходимое условие для нормальной жизнедеятельности организма – наличие в воздухе достаточного количества кислорода. Снижение его количества ведет к гипоксии – кислородному голоданию, сопровождающейся головной болью, замедлением реакции организма, нарушением нормального обмена веществ и работы органов слуха и зрения.

#### Вентиляция

Вентиляция – совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах в соответствии со СНиП.

Система вентиляции – это комплекс архитектурных и специальных инженерных решений, который при правильной эксплуатации обеспечивает необходимый воздухообмен в помещении.

Вентиляционная система – это инженерная конструкция, которая имеет определенное функциональное назначение (приток, вытяжка, местный отвод воздуха) и является элементом вентиляции. Система вентиляции называется технологической, если она создает условия для технологического процесса, и комфортной – если она поддерживает в помещении заданные климатические условия для высокопродуктивной работы человека.

Различают несколько видов вентиляции.

#### По зонам действия:

- общеобменная – воздухообмен охватывает все помещения;

- местная – воздухообмен происходит на ограниченном участке.

По способу перемещения воздуха:

- *естественная вентиляция* – это вентиляция, в которой воздушные массы перемещаются за счет образования разности давлений внутри и снаружи данного здания. Для требуемого по условиям поддержания чистоты воздуха в помещении постоянного воздухообмена необходима организованная вентиляция (или аэрация).

*Аэрация* – организованная естественная, имеющая общий обмен вентиляция различных помещений, за счет поступающего и удаляющегося воздуха через открывающиеся фрамуги, форточки, окна (окон и дверей). В зависимости от температуры, скорости и направления ветра воздухообмен в помещении регулируется различной степенью открытия фрамуг.

*Инфильтрация* – неорганизованная естественная вентиляция (естественное проветривание) осуществляется сменой воздуха в помещениях через не плотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давлений снаружи и внутри помещения.

Основным достоинством естественной вентиляции является отсутствие затрат механической энергии при осуществлении больших воздухообменов. Естественная вентиляция как средство поддержания микроклимата и оздоровления воздуха в помещении применяется больше в бытовых помещениях, где не выделяется вредных веществ, избыточной влаги или тепла;

- *механическая (принудительная) вентиляция* – вентиляция, с помощью которой воздух подается или отводится с помощью специальных устройств – компрессоров, вентиляторов и др. По принципу действия вентиляция делится на *приточную* (подача воздуха) и *вытяжную* (удаление воздуха). В обеих системах воздух обычно подвергается обработке – нагреву или охлаждению, увлажнению, очистке от загрязнений: пыли или других вредных веществ, при помощи специально встроенных очистных сооружений. Приточная вентиляция может быть *общей*, когда подаваемый воздух распространяется по всему помещению, и *местной*, когда подаваемый воздух поступает к рабочим местам. Преимущества механической вентиляции перед естественной заключаются в следующем: большой радиус действия (вентилятор создает большое давление); сохранение нужного климата в помещении независимо от внешних условий; возможность воздействия на подаваемый воздух – очистка, сушка или увлажнение; возможность подачи воздуха к рабочим местам; очищение воздуха непосредственно в местах выделения вредных веществ и предотвращение их распространения по всему объему помещения, а также очистка воздуха перед выбросом его в атмосферу.

*Кондиционирование* – искусственная автоматическая обработка воздуха с целью поддержания оптимальных микроклиматических условий независимо от характера технологического процесса и условий внешней среды.

## Тема 2. Световая среда помещений

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Ощущение зрения происходит под воздействием видимого излучения (света), которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны (0,38-0,76) мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0,555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

- *световой поток  $\Phi$*  – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

- *сила света  $J$*  – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока  $d\Phi$ , исходящего от источника и равномерно распространяющегося 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  $d\Phi$ , равномерно падающего на освещаемую поверхность  $dS$  ( $m^2$ ), к ее площади:  $E = d\Phi/dS$ , измеряется в люксах (лк);

- *яркость*  $L$  поверхности под углом  $\alpha$  к нормали – это отношение силы света  $dJ_\alpha$ , излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади  $dS$  проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению;  $L = dJ_\alpha/(dS \cos \alpha)$ , измеряется в  $кд \cdot м^{-2}$ .

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели как фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации освещенности, показатель освещенности, спектральный состав света.

*Фон* – это поверхность, на которой происходит различие объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения  $\rho$ ) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока  $\Phi_{отр}$  к падающему на нее световому потоку  $\Phi_{пад}$ ;  $\rho = \Phi_{отр}/\Phi_{пад}$ . В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02- 0,95; при  $\rho > 0,4$  фон считается светлым; при  $\rho = 0,2-0,4$  – средним и при  $\rho < 0,2$  – темным.

*Контраст объекта с фоном*  $k$  – степень различия объекта и фона, характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знака, пятна, трещины, риски или других элементов) и фона;  $k = (L_{об} - L_0)/L_0$  считается большим, если  $k > 0,5$  (объект резко выделяется на фоне), средним при  $k = 0,2-0,5$  (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при  $k < 0,2$  (объект слабо заметен на фоне).

*Коэффициент пульсации освещенности*  $k_E$  – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока

$$k_E = 100(E_{max} - E_{min}) / (2E_{cp}),$$

где  $E_{min}$ ,  $E_{max}$ ,  $E_{cp}$  – минимальное, максимальное и среднее значения освещенности за период колебаний; для газоразрядных ламп  $k_E = (25-65) \%$ , для обычных ламп накаливания  $k_E = 7 \%$ , для галогенных ламп накаливания  $k_E = 1 \%$ .

*Видимость*  $V$  характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном, т.е.  $V = k/k_{пор}$ , где  $k_{пор}$  – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне.

*Показатель ослепленности*  $P_o$  – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой,

$$P_o = 1000(V_1/V_2 - 1),$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т.п.

#### Системы и виды освещения

При освещении производственных помещений используют *естественное освещение*, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющемся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы; *искусственное освещение*, создаваемое электрическими источниками света, и *совмещенное освещение*, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно *естественное освещение* подразделяют на боковое (одно- и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через аэрационные и

зенитные фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

*Искусственное освещение* по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное. Систему общего освещения применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях. Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ (например, слесарных, токарных, контрольных) в местах, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют *местное*. Совокупность местного и общего освещения называют *комбинированным освещением*. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным и др.

*Рабочее освещение* предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

*Аварийное освещение* устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т.д. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении должна составлять 5% нормируемой освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк.

*Эвакуационное освещение* предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 чел. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

*Охранное освещение* устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

*Сигнальное освещение* применяют для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации.

Условно к производственному освещению относят бактерицидное и эритемное облучение помещений.

*Бактерицидное облучение* («освещение») создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с  $\lambda = 0,254-0,257$  мкм.

*Эритемное облучение* создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с  $\lambda = 0,297$  мкм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

*Требования к освещению:*

- освещение должно быть оптимально по величине;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости;
- спектр должен быть приближен к солнечному;
- освещение должно быть равномерно распределено по площади;
- нежелательна пульсация величины освещения во времени.

*Факторы, учитываемые при нормировании искусственного освещения:*

- характеристика зрительной работы;
- минимальный размер объекта различения с фоном;
- разряд зрительной работы;
- контраст объекта с фоном;
- светлость фона;
- система освещения;
- тип источника света.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения (например, при работе с приборами – толщиной линии градуировки шкалы, при чертежных работах – толщиной самой тонкой линии). В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на восемь разрядов, которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подразряда.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью  $E_{\min}$ ) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности  $K_E$ ).

Принято раздельное нормирование искусственного освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп при прочих равных условиях из-за их большей светоотдачи выше, чем для ламп накаливания. При комбинированном освещении доля общего освещения должна быть не менее 10% нормируемой освещенности. Эта величина должна быть не менее 150 лк для газоразрядных ламп и 50 лк для ламп накаливания.

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатель ослепленности не должен превышать 20-80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсации не должна превышать 10-20% в зависимости от характера выполняемой работы.

При определении нормы освещенности следует учитывать также ряд условий, вызывающих необходимость повышения уровня освещенности, выбранного по характеристике зрительной работы. Увеличение освещенности следует предусматривать, например, при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы I-IV разрядов в течение всего рабочего дня. В некоторых случаях следует снижать норму освещенности, например, при кратковременном пребывании людей в помещении.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности КЕО, не зависящий от вышеуказанных параметров.

*КЕО* – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения  $E_{\text{вн}}$  к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности  $E_{\text{н}}$ , создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах, т.е.  $KEO = 100 E_{\text{вн}}/E_{\text{н}}$ .

Принято раздельное нормирование КЕО для бокового и верхнего естественного освещения. При боковом освещении нормируют минимальное значение КЕО в пределах рабочей зоны, которое должно быть обеспечено в точках, наиболее удаленных от окна; в помещениях с верхним и комбинированным освещением – по усредненному КЕО в пределах рабочей зоны.

Нормированное значение КЕО с учетом характеристики зрительной работы, системы освещения, района расположения зданий на территории страны

$$e_n = KEO \cdot T \cdot c,$$

где КЕО – коэффициент естественной освещенности.

КЕО определяется по СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95\* . Естественное и искусственное освещение» (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*);

$t$  – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны;

$c$  – коэффициент солнечности климата, определяемый в зависимости от ориентации здания относительно сторон света;

Коэффициенты  $t$  и  $c$  определяют по таблицам СП 52.13330.2011.

Совмещенное освещение допускается для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I и II разрядов; для производственных помещений, строящихся в северной климатической зоне страны; для помещений, в которых по условиям технологии требуется выдерживать стабильными параметры воздушной среды (участки прецизионных металлообрабатывающих станков, электропрецизионного оборудования). При этом общее искусственное освещение помещений должно обеспечиваться газоразрядными лампами, а нормы освещенности повышаются на одну ступень.

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания. Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явлений люминесценции, которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

При выборе и сравнении источников света друг с другом пользуются следующими параметрами: номинальное напряжение питания  $U$  (В), электрическая мощность лампы  $P$  (Вт); световой поток, излучаемый лампой  $\Phi$  (лм), или максимальная сила света  $J$  (кд); световая отдача  $\psi = \Phi/P$  (лм/Вт), т.е. отношение светового потока лампы к ее электрической мощности; срок службы лампы и спектральный состав света.

Благодаря удобству в эксплуатации, простоте в изготовлении, низкой инерционности при включении, отсутствию дополнительных пусковых устройств, надежности работы при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях окружающей среды лампы накаливания находят широкое применение в промышленности. Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (для ламп общего назначения  $\psi = (7-20)$  лм/Вт), сравнительно малый срок службы (до 2,5 тыс. ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В последние годы все большее распространение получают галогеновые лампы – лампы накаливания с йодным циклом. Наличие в колбе паров йода позволяет повысить температуру накала нити, т.е. световую отдачу лампы (до 40 лм/Вт). Пары вольфрама, испаряющиеся с нити накаливания, соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити и увеличивая срок службы лампы до 3 тыс. ч. Спектр излучения галогеновой лампы более близок к естественному.

Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача (40-110) лм/Вт. Они имеют значительно больший срок службы, который у некоторых типов ламп достигает (8-12) тыс. ч. От газоразрядных ламп можно получить световой поток любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы, пары металлов, люминоформ. По спектральному составу видимого света различают лампы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛЛД), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ).

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия. При кратности или совпадении частоты пульсации источника света и обрабатываемых изделий вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажается направление и

скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведет к увеличению опасности травматизма.

К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, облегчающих зажигание ламп; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды. Газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых требует специальных устройств.

При выборе источников света для производственных помещений необходимо руководствоваться общими рекомендациями: отдавать предпочтение газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большим сроком службы; для уменьшения первоначальных затрат на осветительные установки и расходов на их эксплуатацию необходимо по возможности использовать лампы наименьшей мощности, но без ухудшения при этом качества освещения.

Создание в производственных помещениях качественного и эффективного освещения невозможно без рациональных светильников.

*Электрический светильник* – это совокупность источника света и осветительной арматуры, предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения. Степень предохранения глаз работников от слепящего действия источника света определяют защитным углом светильника. Защитный угол – это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя (рисунок 8).

Важной характеристикой светильника является его коэффициент полезного действия – отношение фактического светового потока светильника  $\Phi_{\phi}$  к световому потоку помещенной в него лампы  $\Phi_{\pi}$ , т.е.  $\eta_{\text{св}} = \Phi_{\phi} / \Phi_{\pi}$ .

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света.

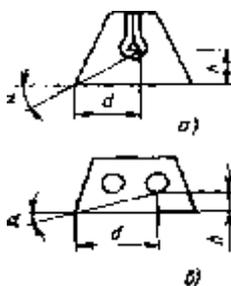
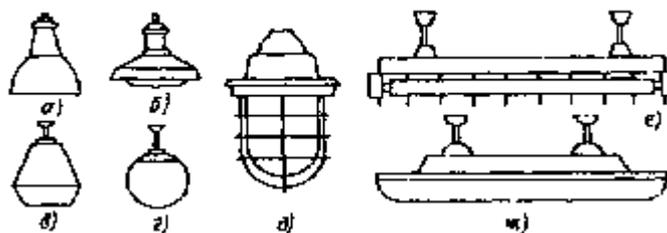


Рисунок 8 – Защитный угол светильника:  
а – с лампой накаливания; б – с люминесцентными

Конструкция светильника должна надежно защищать источник света от пыли, воды и других внешних факторов, обеспечивать электро-, пожаро- и взрывобезопасность, стабильность светотехнических характеристик в данных условиях среды, удобство монтажа и обслуживания, соответствовать эстетическим требованиям. В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащищенные, взрывобезопасные.

Основные типы светильников приведены на рисунке 9 («а-д» – для ламп накаливания, "е-ж" – для газоразрядных ламп).



а – «Универсал»; б – «Глубокоизлучатель»; в – «Люцета»; г – «Молочный шарик»;  
д – взрывобезопасный типа ВЗГ; е – типа ОД; ж – типа ПВЛП

Рисунок 9 – Основные типы светильников

### Тема 3. Эргономические основы безопасности

Под системой понимается такая совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно целям, стоящим перед системой. Бинарная система «человек – среда» – многоцелевая. Одна из главных целей, стоящих перед данной системой – безопасность, то есть нанесение ущерба здоровью человека. Достижение безопасности системы «человек – среда» возможно только в том случае, если будут системно учтены особенности каждого элемента, входящего в эту систему. Чтобы система «человек – среда» функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо обеспечить совместимость характеристик среды и человека.

*Антропометрическая* совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора, расстояние от оператора до приборного пульта и др. Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для низкого или очень высокого человека.

Обстоятельно вопросы антропометрии рассматриваются в эргономике, изучающей законы оптимизации рабочих условий.

*Биофизическая* совместимость подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние человека. Эта задача стыкуется с требованиями безопасности.

Особое значение имеет терморегулирование организма человека, которое зависит от параметров микроклимата.

Биофизическая совместимость учитывает требования организма к виброакустическим характеристикам среды, освещенности и другим физическим параметрам.

*Энергетическая* совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений.

Силовые и энергетические параметры человека имеют определенные границы. Для приведения в действие сенсомоторных устройств (рычагов, кнопок, переключателей и т.п.) могут потребоваться очень большие или чрезвычайно малые усилия. И то, и другое плохо. В первом случае человек будет уставать, что может привести к нежелательным последствиям в управляемой системе. Во втором случае возможно снижение точности работы системы, так как человек не почувствует сопротивления рычагов.

*Информационная* совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности. Чтобы обеспечить информационную совместимость, необходимо знать характеристики сенсорных систем организма человека.

*Социальная* совместимость предопределена тем, что человек – существо биосоциальное. Решая вопросы социальной совместимости, учитывают отношения человека к конкретной социальной группе и социальной группы к конкретному человеку.

*Технико-экономическая* совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с техникой, цветового климата, от процесса труда.

*Психологическая* совместимость связана с учетом психических особенностей человека. В настоящее время уже сформировалась особая область знаний, именуемая психологией деятельности. Это один из разделов безопасности жизнедеятельности.

Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма лежат не только инженерно-конструкторские дефекты, но и организационно-психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизации, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста.

Вредные производственные факторы *при работе с компьютером*:

- электромагнитные поля;
- инфракрасное и ионизирующее излучения;
- шум и вибрация;
- статическое электричество и др.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы. В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха, в противном случае может возникнуть значительное напряжение зрительного аппарата с появлением головных болей, раздражительности, нарушений сна, усталости и болезненных ощущений в глазах, пояснице, в области шеи и в руках.

С 30 июня 2003 года введены в действие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 мая 2003 года, которые определяют санитарно-эпидемиологические требования к:

- проектированию, изготовлению и эксплуатации отечественных ПЭВМ, используемых на производстве, в обучении, в быту, в игровых автоматах на базе ПЭВМ;
- эксплуатации импортных ПЭВМ, используемых на производстве, в обучении, в быту и в игровых комплексах (автоматах) на базе ПЭВМ;
- проектированию, строительству и реконструкции помещений, предназначенных для эксплуатации всех типов ПЭВМ, производственного оборудования и игровых комплексов (автоматов) на базе ПЭВМ;
- организации рабочих мест с ПЭВМ, производственным оборудованием и игровыми комплексами (автоматами) на базе ПЭВМ.

В качестве общих требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ в разделе IX СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 указаны следующие:

1. При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

2. Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

3. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м.

4. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

5. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5-0,7.

6. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

7. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

#### **Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения**

Тема 1. Основные принципы, методы и средства защиты

##### ***Принципы обеспечения безопасности***

*Принцип* (лат. *principium* – основополагающее первоначало) – основное положение, идея, предпосылка какого-либо предложения, решения. Принципы выполняют эвристическую функцию при решении творческих задач.

Условно принципы безопасности можно разделить на четыре группы: ориентирующие, технические, организационные, управленческие.

Ориентирующие принципы представляют собой основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой.

*Ориентирующие принципы:* 1) активности оператора; 2) гуманизации деятельности; 3) деструкции; 4) замены оператора; 5) классификации; 6) ликвидации опасности; 7) относительности; 8) системности; 9) снижения опасности.

Технические принципы направлены на непосредственное предотвращение действия опасностей. Технические принципы основаны на использовании физических законов.

*Технические принципы:* 1) блокировки; 2) вакуумирования; 3) герметизации; 4) защиты расстоянием; 5) компрессии; 6) прочности; 7) слабого звена; 8) флегматизации; 9) экранирования.

К организационным относятся принципы, реализующие в целях безопасности положения научной организации деятельности.

*Организационные принципы:* 1) защиты временем; 2) информации; 3) многопричинности; 4) несовместимости; 5) нормирования; 6) подбора кадров; 7) последовательности; 8) резервирования; 9) эргономичности.

Управленческими называются принципы, определяющие взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности.

*Управленческие принципы:* 1) адекватности; 2) контроля; 3) минимизации ущерба; 4) обратной связи; 5) ответственности; 6) плановости; 7) стимулирования; 8) управления; 9) эффективности.

### **Методы обеспечения безопасности**

*Методы* (от греч. *methodos* – путь исследования) *обеспечения безопасности* – это условные методические приемы, облегчающие поиск решений. Метод представляет собой способ достижения цели.

*Гомосфера* (ГС) – пространство, в котором находится человек (оператор) в процессе рассматриваемой деятельности.

*Ноксосфера* (НС) – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Обеспечение безопасности достигается тремя основными методами.

Метод А состоит в пространственном или временном разделении гомосферы и ноксосферы (рисунок 10). Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизацией, применением роботов и др.

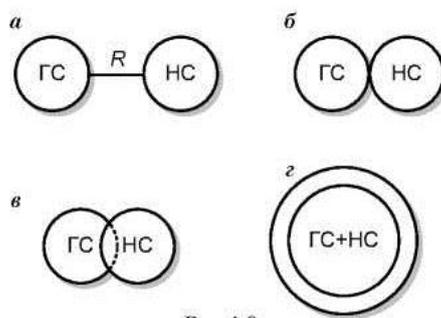


Рисунок 10 – Пояснения к методу А

На рисунке 10а показан наиболее благоприятный случай, когда между ГС и НС существуют некоторые защитные средства *R* в форме расстояния, экрана, времени.

На рисунке 10б показан предельный случай использования данного метода, при котором еще достигается с определенной вероятностью безопасность.

Случай на рисунке 10в представляет частичное совмещение сфер, при этом безопасность уже не обеспечивается.

Наихудший случай представлен на рисунке 10г, когда имеет место полное совмещение указанных сфер, что недопустимо по условиям безопасности.

В последних двух случаях прибегают к методу Б или В, или их комбинации.

Метод Б состоит в нормализации ноксосферы, снижении или полном устранении опасностей.

На практике этот метод является основным. Уменьшение или исключение опасности достигается созданием техники с максимальным уровнем безопасности, комплексом мероприятий по защите человека от вредных и опасных факторов, применением средств коллективной защиты.

Метод В включает множество приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышение его защищенности.

Данный метод реализует возможности медицинского и профессионального отбора, обучения, профессиональной ориентации, психологической подготовки, применения в необходимых случаях средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Как правило, в конкретных условиях реализуются сочетания указанных выше методов.

### **Средства обеспечения безопасности**

*Средства обеспечения безопасности* – это конструктивное, организационное, материальное воплощение принципов и методов обеспечения безопасности, то есть их конкретная реализация. Они делятся на средства коллективной защиты (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ).

СКЗ предназначены для защиты всех работающих в данном цехе или участке от конкретных опасных и вредных факторов. Примерами СКЗ могут служить ограждения, тормозные и предохранительные устройства, сигнализация, вентиляция, отопление, освещение, заземление.

СИЗ предназначены для защиты определенных органов (дыхания, зрения и т.п.) отдельного работника от опасных и вредных факторов. Примерами СИЗ являются респираторы, маски, противогазы, спецодежда и спецобувь, рукавицы, каски, шлемы, защитные очки, вкладыши для ушей, предохранительные пояса для работы на высоте и др.

СКЗ и СИЗ делятся на группы в зависимости от характера опасностей, конструктивного исполнения, области применения и т.п.

В широком понимании к средствам безопасности следует относить все то, что способствует защищенности человека от опасности, а именно: воспитание. Образование, укрепление здоровья, дисциплинированность, здравоохранение, государственные органы управления и т.п.

Принципы, методы, средства безопасности – это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности, уровня опасности, стоимости и других критериев.

## Тема 2. Защита от химических и биологических негативных факторов

**Основными профилактическими мероприятиями, позволяющими защитить человека на рабочем месте от воздействия вредных веществ, являются:**

*технические мероприятия:*

1) совершенствование источника опасности (герметизация оборудования и коммуникаций; замена токсичных продуктов менее токсичными, пылевидных – гранулированными и др.);

2) автоматизация и механизация технологических процессов, дистанционное управление;

3) эколобиозащитная техника (местная вытяжная вентиляция: вытяжные зонты, вытяжные шкафы и т.д.; местные газо-, пылеуловители, туманоуловители и т.д.);

4) систематический контроль за состоянием воздушной среды в зоне пребывания человека (для веществ 1-го класса опасности контроль должен быть непрерывным; для веществ 2-4 классов опасности – периодический контроль в плановом порядке или в некоторых экстренных случаях);

5) средства индивидуальной защиты органов дыхания (респираторы и противогазы) и спецодежда;

*санитарные и лечебно-профилактические мероприятия:*

6) ограничение рабочего дня, увеличение длительности отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию;

7) предварительные и периодические медицинские осмотры;

8) учет и регистрация профессиональных отравлений, расследование причин всех случаев производственных отравлений;

9) дополнительное и специальное питание; дополнительная витаминизация рабочих;

10) использование антидотов в профилактике профессиональных заболеваний.

**Нормирование водопользования. Защита воды.** Для решения проблемы обеспечения населения и отраслей экономики водой требуемого качества необходимо решить вопросы оптимального нормирования водопользования. При этом понимается, что нормирование включает лимиты на изъятие воды из источника, лимиты на сброс сточных вод и предельных масс загрязнений по каждому ингредиенту (ПДС – предельно допустимый сброс), режим их поступления в водный объект и т. д. Нормирование служит административным рычагом воздействия на водопользователей и вместе с тем плановой мерой потребления свежей и отвода сточной воды с учетом их качества.

Характерная особенность нормирования водопотребления – его отраслевая направленность. Отраслевые нормативы – это предельно допустимые для данной отрасли показатели, рассчитываемые в настоящее время на средние условия производства, а в перспективе – на прогрессивные технологии передовых предприятий.

Под качеством понимается характеристика состава и свойств воды, определяющих ее пригодность для конкретных видов водопользования. Формирование качества происходит при загрязнении поверхностных вод либо сосредоточенными сбросами сточных вод различного вида, образующимися в результате деятельности человека, либо рассредоточенным потоком с

водосборных пространств: селитебных территорий, сельскохозяйственных угодий, просто хозяйственно освоенных площадей водосбора.

Допустимая степень снижения качества поверхностных вод определяется требованиями к составу и свойствам воды и предельно допустимыми концентрациями (ПДК) веществ в воде водных объектов в соответствии с видом водопользования. Водные объекты следует считать загрязненными, если в расчетном пункте (створе) не соблюдаются установленные для данного вида водопользования требования к составу и свойствам воды и нормативы ПДК, приведенные в «Санитарных правилах и нормах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

При несоответствии воды ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» возникает необходимость улучшения ее качества. Способы и методы обработки воды на водопроводной станции так же, как и состав сооружений по водоочистке, зависят от свойств воды источника. Под улучшением качества воды понимают комплекс мероприятий, направленных на *осветление* (устранение мутности воды), *обесцвечивание* (устранение цветности воды) и *обеззараживание* (освобождение воды от патогенных микроорганизмов). В отдельных случаях прибегают к использованию специальных методов обработки воды: опреснению, умягчению, обезжелезиванию, фторированию и т. д.

Осветление достигается методами *отстаивания, коагулирования и фильтрования*.

Обеззараживание воды является заключительным, наиболее важным процессом улучшения качества воды и может осуществляться химическими и физическими безреагентными методами. К физическим методам относятся: кипячение, облучение УФ-лучами, воздействие ультразвуковыми волнами, токами высокой частоты или гамма-лучами. Химические методы обеззараживания воды основаны на применении различных химических соединений, обладающих бактерицидным действием. В качестве обеззараживающих агентов наиболее часто применяется газообразный хлор или его различные соединения, содержащий так называемый активный хлор, также применяется озон, соединения серебра и др. В настоящее время наибольшее распространение получили хлорирование, озонирование и облучение воды УФ-лучами.

Понятие очистки неразрывно связано с качеством. При рациональном использовании среда загрязняется слабо, и происходящие в ней природные процессы саморегуляции и самоочищения восстанавливают ее качество почти до первоначального состояния. При нерациональном использовании загрязнение достигает такой степени, что сама среда не в состоянии с ним справиться и, следовательно, будет деградировать. Предотвратить это возможно путем искусственного восстановления качества среды.

Очистка в широком экологическом понимании – это удаление из какой-либо среды появившихся в ней новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических или биологических агентов либо снижение их концентрации или интенсивности до естественного среднегодовоего уровня. Другими словами, очистка – это процесс, направленный на восстановление качества среды, сохранение естественного равновесия происходящих в ней процессов, ее биологической ценности.

Существует и другое, практическое понимание очистки: удаление из среды тех или иных физических, химических или биологических агентов до уровня, позволяющего использовать ее для нужд хозяйственной деятельности. Очистка в практическом понимании не всегда направлена на сохранение естественного равновесия в развитии среды, так как в процессе очистки могут извлекаться и характерные для среды компоненты.

Классификация примесей сточных вод по фазово-дисперсной характеристике, предложенная Л. А. Кульским, позволяет произвести систематизацию примесей для последующего выбора эффективной схемы очистки. Сущность этой классификации состоит в том, что все примеси по их отношению к дисперсионной среде разделены на четыре группы:

I – взвеси с размером частиц более  $10^1$  мкм, суспензии и эмульсии, обуславливающие мутность воды, микроорганизмы и планктон;

II – коллоидно-растворенные вещества с размером частиц  $10^2$ - $10^1$  мкм, коллоиды и высокомолекулярные соединения, обуславливающие окисляемость и цветность воды, вирусы;

III – молекулярно-растворенные вещества с размером частиц  $10^{-3}$ - $10^{-2}$  мкм, газы, растворимые в воде, органические вещества, придающие ей запахи и привкусы;

IV – вещества, диссоциирующие на ионы (электролиты), с размером частиц менее  $10^3$  мкм, соли, кислоты, основания, придающие воде жесткость, щелочность и минерализованность.

На рисунке 11 приведена классификация основных методов очистки сточных вод, разработанная с учетом фазово-дисперсной характеристики.

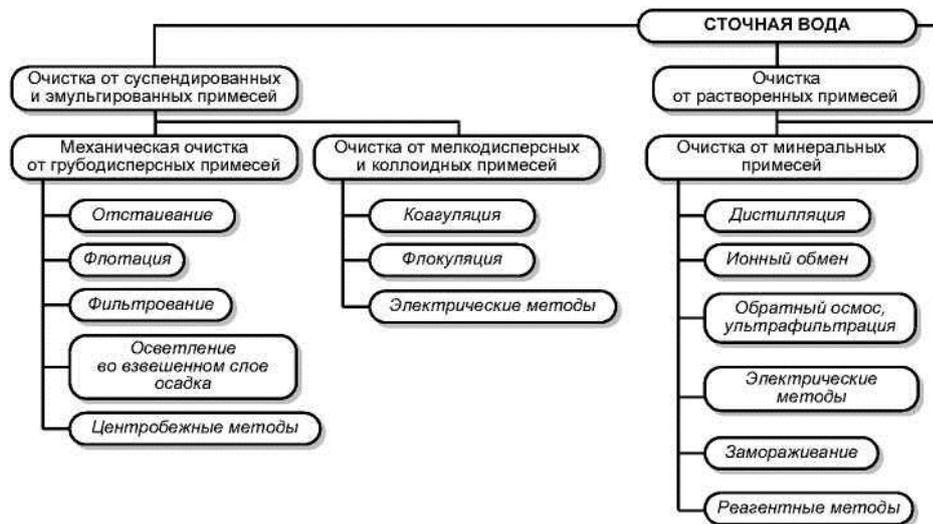


Рисунок 11 – Классификация основных методов очистки сточных вод

Методы механической очистки (отстаивание, флотация, фильтрование, осаждение в центробежном поле и др.) позволяют обычно выделить частицы крупнее 10-50 мкм.

Для очистки сточных вод от мелкодисперсных и коллоидных частиц используют физико-химические методы (коагуляцию, флокуляцию, электрокоагуляцию).

Биологическая очистка дает возможность удалять из сточных вод разнообразные органические соединения, в том числе токсичные.

Кроме того, используют термические методы, приводящие к ликвидации сточных вод, а также методы закачки сточных вод в подземные горизонты и их захоронение.

Имея данные по расходам сточных вод, их подробную характеристику, а также требования к очищенной воде, выбирают оптимальный метод очистки с учетом технико-экономических показателей. В настоящее время наращиваются объемы оборотно-повторного водопользования в промышленности и коммунальном хозяйстве.

**Защита почвы от загрязнения.** Она достигается за счет снижения процессов седиментации веществ из атмосферы и рационального использования удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве.

В последние годы многие страны стремились к сокращению применения пестицидов. Статистические данные показывают, что за последние десятилетия использование сократилось более чем на 70%.

Внесение удобрений компенсирует изъятие растениями из почвы фосфора, калия и других веществ. Однако вместе с удобрениями, содержащими эти вещества, в почву вносятся тяжелые металлы и соединения, которые содержатся в удобрениях как примеси. К ним относятся такие химические элементы, как кадмий, медь, никель, свинец, хром и др. Выведение этих примесей из удобрений – трудоемкий и дорогой процесс. Особую опасность представляет использование в качестве удобрений осадков промышленных сточных вод, как правило, насыщенных отходами гальванического и других производств.

Радикальное решение проблемы защиты земель от избыточного потребления природных ресурсов и отходов возможно при разработке новых технологий и малоотходных производств.

Однако в настоящее время для защиты земель используют сбор отходов с их последующей утилизацией или захоронением.

Уже сейчас технически возможно использовать 2/3 образующихся отходов, причем капитальные вложения при переработке вторичного сырья примерно в четыре раза меньше, чем первичного.

Большая доля в общем объеме твердых отходов принадлежит металлическим отходам. Вторичные ресурсы металлов складываются из лома (43%) и отходов (57%). Ломом называются изношенные и вышедшие из употребления детали и изделия из металлов. Отходы – металлы, получаемые при механической обработке, литье и других операциях механической обработки заготовок, а также не поддающийся исправлению брак в процессе производства.

Эффективность использования лома и отходов металла зависит от их качества. Загрязнение и засорение приводит к большим потерям при переработке, поэтому сбор, хранение и сдача их регламентируется ГОСТ 2787-75 «Лом и отходы черных металлов. Классификация и технические требования», ГОСТ 1639-78 «Лом и отходы цветных металлов. Общие требования».

Основные операции первичной переработки металлоотходов – сортировка, разделка и механическая обработка. Сортировка заключается в разделении лома и отходов по видам металлов. Разделка лома состоит в удалении неметаллических включений. Механическая обработка включает рубку, резку, пакетирование и брикетирование на прессах. Брикетированию подвергается сухая неокисленная стружка одного вида, не содержащая посторонних примесей. Каждая партия металлоотходов должна сопровождаться удостоверением о взрывобезопасности и безвредности.

Отходы древесины широко используются для изготовления древесно-стружечных плит.

На большинстве предприятий пластмассы и древесные отходы входят в состав промышленного мусора, при этом разделение мусора на отдельные его компоненты оказывается экономически нецелесообразным. В настоящее время создаются новые технологии обработки, утилизации и ликвидации промышленного мусора. Качественный и количественный состав промышленного мусора любого предприятия примерно стабилен в течение года, поэтому технология переработки мусора разрабатывается применительно к конкретному предприятию.

В нашей стране за счет использования вторичного сырья производится 30% стали, 25% бумаги, 20% цветных металлов. Однако существуют пределы в утилизации отходов. По мере увеличения доли вторичного сырья в материальных циклах идет накопление примесного вещества. Например, в стали, выплавленной из металлолома, накапливается медь, цинк, кобальт. При увеличении степени утилизации отходов требуются большие затраты энергии на очистку и сепарацию данного вида отходов. Из этой закономерности следует вывод о принципиальной недостижимости 100% утилизации отходов, создания абсолютно безотходного производства.

Правовые основы обращения с отходами определяет Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», который преследует две цели:

- предотвращение вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду;
- вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

*Твердые промышленные отходы.* В соответствии с Санитарными правилами «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов» (1985) промышленные отходы подразделяются на четыре класса: I класс – чрезвычайно опасные (наличие в отходах ртути, хромовокислого калия, оксида мышьяка и других токсичных веществ); II класс – высоко опасные (наличие хлористой меди и никеля, азотистого свинца, сурьмы и др.); III класс – умеренно опасные (наличие, например, серноокислой меди, оксида свинца, четыреххлористого углерода); IV класс – малоопасные.

Руководитель объекта экономики обязан организовать сбор, временное хранение отходов на территории предприятия, рассчитать норматив образования отходов, согласовать лимит на размещение отходов с территориальными органами Госсанэпиднадзора и составить паспорт опасных отходов. Обработку твердых отходов целесообразно проводить в местах их образования,

что сокращает затраты на погрузочно-разгрузочные работы, снижает безвозвратные потери при перевалке и транспортировке.

Нетоксичные отходы используются для засыпки оврагов, в качестве изолирующего материала на свалках бытовых отходов, при строительстве дорог и дамб. Часть токсичных слаборастворимых в воде отходов III и IV классов опасности допускается для совместного складирования и сжигания с твердыми бытовыми отходами при условии соблюдения санитарно-гигиенических требований. Токсичные ПО должны подвергаться обработке на специальном региональном полигоне.

*Полигон ПО* является природоохранным объектом, включающим:

- завод по обезвреживанию и утилизации токсичных ПО;
- гараж специализированного автотранспорта;
- участок захоронения не утилизируемых токсичных отходов;
- сооружения очистки поверхностных вод, хозяйственно-бытовой канализации и дренажа.

На полигоне осуществляют прием, учет и сбор токсичных ПО, их транспортировку, обезвреживание и захоронение.

Статистика промышленных стран Европы показала, что подавляющее количество токсичных ПО (до 80%) органического происхождения.

Наиболее распространенными методами обезвреживания отходов в настоящее время являются:

1) для отходов органического происхождения сжигание при высоких температурах 900-1100 °С (при наличии галогеносодержащих соединений до 1200-1400 °С), при этом методе большая часть всех токсичных отходов обезвреживается, а объем несгоревших остатков может быть доведен до 10% их первоначального объема;

2) для неорганических веществ – *физико-химическая обработка* в несколько стадий, которая приводит к образованию безвредных, нерастворимых в воде соединений.

Технологии переработки неорганических отходов основываются на механических, биохимических процессах. В реальной технологии обезвреживание и утилизация токсичных отходов сочетается с различными методами воздействия на них.

Наиболее распространенные методы подготовки твердых отходов к переработке, лежащие в основе большинства технологических схем, представлены на рисунке 12.

*Твердые бытовые отходы.* Морфологический состав (% масс.) городских ТБО приведен ниже:

бумага, картон	– 38,2
пищевые отходы	– 36,5
дерево, листья	– 1,8
текстиль	– 4,9
кожа, резина	– 0,6
прочие полимерные материалы	– 7,0
кости	– 1,0
металл черный и цветной	– 3,7
стекло	– 4,4
камни, керамика	– 0,7
прочие	– 0,2.

Влажность ТБО – 42-48%, плотность 0,2 т/м<sup>3</sup>.

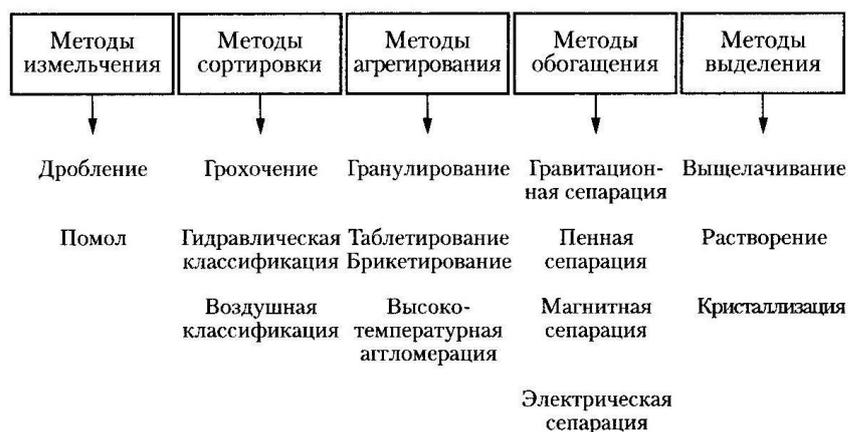


Рисунок 12 – Методы подготовки твердых отходов к переработке

В мировой практике известно более 20 методов переработки ТБО.

Наибольшее практическое распространение получили следующие методы переработки ТБО:

- складирование на полигоне (свалке);
- сжигание;
- аэробное биотермическое компостирование;
- комплекс компостирования и сжигания.

*Полигон ТБО* – наиболее простое и дешевое сооружение, которое устраивают там, где основанием могут служить глины и тяжелые суглинки. Основная масса ТБО вывозится на такие свалки, которые являются источниками загрязнения почвы, грунтовых вод и атмосферы, служат рассадником мух и крыс.

В государствах с жестким законодательством по охране окружающей среды ТБО либо сжигают, либо перерабатывают. В ближайшее время страны ЕЭС предлагают запретить 100%-ное захоронение ТБО на полигонах.

Самая серьезная проблема свалок – это загрязнение грунтовых вод. Вода с растворенными в ней загрязнителями называется фильтратом, в котором наряду с остатками разлагающейся органики, красителей и другими химикатами присутствует железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавеющих консервных банок, разряженных батареек и других электроприборов.

Вторая проблема – это образование метана. У захороненного мусора нет доступа к кислороду. Поэтому его разложение идет анаэробно, с образованием биогаза, на  $\frac{2}{3}$  состоящего из легковоспламеняющегося метана. Образуюсь в толще захоронения отходов, он может распространяться в земле горизонтально, проникать в подвалы зданий, тоннели коммуникаций, накапливаться там и взрываться. Метан отравляет корни, губит растительность в местах захоронения отходов.

Реальная плата населения за захоронение ТБО на полигонах составляет от 30 до 50 руб. на человека в год, и около 60% этих средств расходуется на транспортировку.

*Мусоросжигательные заводы* получили значительное распространение в странах с высокой плотностью населения и дефицитом свободных площадей (ФРГ, Японии, Швейцария и др.).

Теплота сгорания ТБО линейно зависит от массовой доли углерода и водорода в них и сопоставима с торфом и бурными углями. Так, например, ТБО города Москвы (0-7,23 МДж/кг) даже превосходят некоторые сорта бурого угля. Таким образом, использование ТБО можно рассматривать и с точки зрения энергосбережения, так как эти заводы оснащены оборудованием для утилизации тепла. На мусоросжигательные заводы возможен прием инфицированных отходов медицинских учреждений.

На существующих мусоросжигающих заводах в печах с колосниковыми решетками при относительно низких температурах (600-800 °С) сгорает всего 75% составляющих ТБО. Несгоревшие остатки требуют специального захоронения или обезвреживания.

Главный недостаток мусоросжигательных заводов трудность очистки отходящих в атмосферу газов от примесей, особенно от диоксинов. Для снижения экологической опасности приходится предусматривать многоступенчатую *газоочистку*, что еще увеличивает капитальные затраты. Следует отметить, что на всех заводах производится извлечение в качестве вторичного сырья черного металлолома.

Высокая степень очистки дымовых газов полностью достигается за счет установки реактора, в котором активированный уголь улавливает диоксины, фураны и соединения тяжелых металлов; известковое молоко нейтрализует  $SO_2$ , HF, HCl; концентрация  $NO_x$  существенно снижается за счет системы впрыска карбамида; рукавный фильтр улавливает летучую золу.

Образующиеся при сжигании ТБО шлак, зола и нерастворимые соли кальция перерабатываются в строительные материалы. Утилизация вырабатываемой теплоты (30 т пара в час) позволяет полностью обеспечить потребности завода в тепловой и электрической энергии.

*Мусороперерабатывающие заводы*, работающие по технологии аэробного биотермического компостирования, эксплуатируются во многих европейских странах, а также в крупных городах РФ (Санкт-Петербурге, Москве, Нижнем Новгороде, Тольятти). При этой технологии ТБО обезвреживаются и превращаются в компост – органическое удобрение, используемое, например, для городского озеленения или в качестве биотоплива для теплиц.

*Комплексные заводы* включают в себя технологические линии по компостированию около 50% влагосодержащих органических фракций, сжиганию 20% сухих фракций и вторичному использованию около 30% ТБО. Такая технология может быть осуществлена только при активном участии всего населения, когда первичная сортировка ТБО ведется отдельно в специальные контейнеры для пищевых отходов, стекла, полимеров, макулатуры и т.г.

Одним из перспективных способов переработки ТБО считается технология гидросепарирования отходов, нашедшая применение в Австралии и Израиле. По данной технологии разделение ТБО на отдельные компоненты осуществляется в водной среде, что дает как экономический (в 3 раза дешевле, чем сжигание), так и экологический (в 10 раз меньше загрязнений) эффект.

За рубежом (США, Япония) на крупных заводах в настоящее время строятся установки для переработки ТБО, основанные на применении плазменных технологий, превращающих твердые отходы в синтез-газ без вредных примесей (аналогичные исследования производятся и в России под руководством академика РАН Ф. Г. Рудберга). Получаемые синтез-газы в дальнейшем используются для производства теплоты и электричества. Преобразованные 10 кг ТБО позволяют отапливать и освещать в течение суток одну квартиру средней площади.

### Тема 3. Защита человека от физических факторов

#### ***Методы и средства защиты от вибрации***

##### Нормирование

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность» устанавливает общие требования к обеспечению вибрационной безопасности труда в отраслях народного хозяйства.

Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий нормируется санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Нормы устанавливают классификацию вибрации, нормируемые параметры, предельно допустимые значения производственных вибраций, допустимые значения вибраций в жилых и общественных зданиях.

Методы уменьшения вредных вибраций можно разделить на две группы:

- 1) уменьшение интенсивности возбуждающих сил в источнике их возникновения;
- 2) ослабление вибрации на путях распространения.

Для защиты от вибрации в зависимости от характера их применения используют *средства коллективной защиты* (представлены на рисунке 13) и *средства индивидуальной защиты*.

СИЗ располагаются между источником вибрации и оператором, а СИЗ используются непосредственно оператором.

В качестве СИЗ используют: для рук – виброизолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки; для ног – виброизолирующая обувь.



Рисунок 13 – Средства коллективной защиты от вибрации

### ***Методы и средства защиты от шума***

#### **Нормирование**

Уровни звукового давления на рабочих местах, а также в жилых и общественных зданиях не должны превышать значений, указанных в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

#### **Предупреждение**

Средства защиты от шума подразделяются на коллективные (рисунок 14) и индивидуальные. К коллективным относятся *снижение шума в источнике, звукоизоляция, звукопоглощение и глушители шума*. К СИЗ относятся *вкладыши, наушники, шлемы и костюмы*.



Рисунок 14 – Средства коллективной защиты от шума

### ***Защита от шума***

Мероприятия по коллективной защите:

- устранение причины шума или его ослабление при проектировании оборудования;
- изоляция источника шума от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, звуко- и вибропоглощения;
- рациональная планировка помещений;

- рационализация режима труда в условиях шума;

*Средства индивидуальной защиты.*

- антифоны, выполненные в виде наушников или вкладышей;

- шлемы с наушниками, рассчитанные на изоляцию слухового прохода от шумов различного спектрального состава;

- вкладыши из смеси волокон органической бактерицидной ваты, позволяющие снизить уровень громкости шума на различных частотах от 15 до 31 дБ.

### ***Защита от инфразвука:***

1. Звукоизоляция источника. На частотах менее 10 Гц звукоизоляция неэффективна. Для повышения эффективности защиты от колебаний на частотах ниже 10 Гц требуется создавать мощные, жесткие конструкции из материалов с поверхностной плотностью  $10^5 - 10^6$  кг/м<sup>2</sup>;

2. Поглощение инфразвуковых колебаний. Звукопоглощение применяется совместно с использованием резонансных явлений. Конструктивно это может быть в виде резонирующей панели Бекеша (рисунок 15).

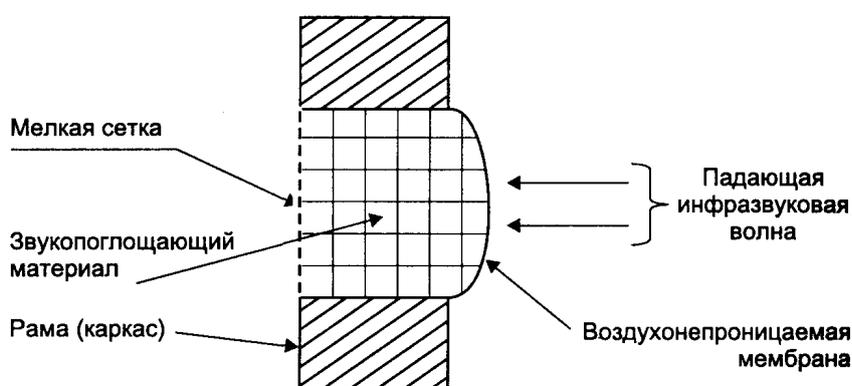


Рисунок 15 – Резонирующие панели Бекеша

### ***Защита от ультразвука***

При непосредственном контакте человека со средами, по которым распространяется ультразвук, возникает контактное его действие на организм человека. При этом поражается периферическая нервная система и суставы в местах контакта, нарушается капиллярное кровообращение в кистях рук, снижается болевая чувствительность.

Защита от действия ультразвука при воздушном облучении может быть обеспечена:

1. Использованием в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше.

2. Выполнением оборудования, излучающего ультразвук, в звукоизолирующем исполнении типа кожухов.

3. Устройством экранов, в том числе прозрачных, между оборудованием и работающим.

4. Размещением ультразвуковых установок в специальных помещениях, выгородках или кабинах, если перечисленными выше мероприятиями невозможно получить необходимый эффект.

Защита от действия ультразвука при контактном облучении состоит в полном исключении непосредственного соприкосновения работающих с инструментом, жидкостью и изделиями, поскольку такое воздействие наиболее вредно.

### ***Защита от ЭМП***

Для предотвращения неблагоприятного влияния ЭМП на население установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности электромагнитного поля, Е, кВ/м:

- внутри жилых зданий – 0,5;

- на территории зоны жилой застройки – 1,0;

- в населенной местности вне зоны жилой застройки – 10;

- в ненаселенной местности (часто посещаемой людьми) – 15;
- в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) – 20.

На предприятиях для защиты персонала от электрического поля являются экранирующие устройства, которые должны быть заземлены и быть антикоррозионными:

- экранирующие навесы коллективные и индивидуальные;
- экранирующие костюмы;
- перегородки из металлических канатов и прутков;

*Основные меры защиты от электростатических полей:*

- заземлением оборудования, на котором могут появиться заряды (аппараты, резервуары, трубопроводы, транспортеры, эстакады и т.п.);
- уменьшение электрического сопротивления перерабатываемых веществ;
- применение нейтрализаторов статического электричества, создающих вблизи наэлектризованных поверхностей положительные и отрицательные ионы. Ионы, несущие заряд, противоположный заряду поверхности, притягиваются к ней и нейтрализуют заряд;
- снижение интенсивности зарядов статического электричества. Достигается соответствующим подбором скорости движения веществ, исключением разбрызгивания, дробления и распыления веществ;
- отвод зарядов статического электричества, накапливающихся на людях. Достигается обеспечением работающих токопроводящей обувью и антистатическими халатами, устройством заземленных зон, помостов и рабочих площадок, заземлением ручек дверей, поручней лестниц, рукояток приборов.

Допустимые уровни напряженности ЭСП устанавливаются в зависимости от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч.

При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

*Защита от ЭМП при использовании ЭВМ*

Используют защитные фильтры, представляющие собой оптически прозрачную панель, которая жестко закрепляется на корпусе монитора. На панель нанесен тонкий проводящий слой, который заземляется. Это позволяет подавить электромагнитное излучение, исходящее от экрана в осевом направлении. Кроме того, защитные фильтры устраняют блики на экранах.

***Защита от ЭМИ***

Нормирование

Нормативные требования, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов и проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных средств, являющихся источниками ЭМП, определены СанПиН 2.2.4.1191-03.

Обеспечение защиты персонала, профессионально не связанного с эксплуатацией и обслуживанием источников ЭМП, осуществляется в соответствии с требованиями гигиенических нормативов ЭМП, установленных для населения.

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается СН 2971-84. «Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты».

Уровни ЭМП, вызываемых объектами сотовой связи, нормируются ГН 2.1.8/2.2.4.019-94, согласно которым облучение пользователей сотовых телефонов не должно превышать 100 мкВт/см<sup>2</sup>, а облучение населения, проживающего на служебной территории, от антенн базовых станций – 10 мкВт/см<sup>2</sup> (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96).

Средства защиты от неионизирующих электромагнитных полей и излучений

*Организационные мероприятия* при проектировании и эксплуатации оборудования, являющегося источником ЭМП, или объектов, оснащенных источниками ЭМП, включают:

1) выделение зон воздействия ЭМП (зоны с уровнями ЭМП, превышающими предельно допустимые, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала, должны ограждаться и обозначаться соответствующими предупредительными знаками);

2) расположение рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ (защита расстоянием);

3) выбор рациональных режимов работы оборудования;

4) ограничение времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМП (защита временем);

5) соблюдение правил безопасной эксплуатации и ремонта источников.

*Инженерно-технические мероприятия:*

1) рациональное размещение оборудования;

2) использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала и в окружающую среду (поглотители мощности, экранирование и т.д.).

3) использование средств индивидуальной защиты (комбинезон или полукombineзон, куртка с капюшоном, халат с капюшоном, жилет, фартук, средство для защиты лица, рукавицы (или перчатки), обувь). Средства защиты изготавливают из металлизированной (или любой другой ткани с высокой электропроводностью), обеспечивающей защиту организма человека по принципу сетчатого экрана.

*Лечебно-профилактические мероприятия* – предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры.

*Защита от УФИ*

Нормирование

СН 4557-88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях»

По биологическому эффекту выделяют три области УФИ:

- УФА – с длиной волны 400-280 нм, отличается сравнительно слабым биологическим действием;

- УФБ – с длиной волны 315-280 нм, обладает выраженным загарным и антирахитическим действием;

- УФС – с длиной волны 280-200 нм, активно действует на тканевые белки и липиды, обладая выраженным бактерицидным действием.

Допустимая интенсивность УФ-облучения на рабочем месте на незащищенные участки кожи человека составляет не более 0,2 м<sup>2</sup>.

Основными мерами защиты от УФ-излучений являются:

- экранирование источников излучения и рабочих мест;

- применение СИЗ кожи и глаз (спецодежды, защитных очков и щитков, снабженных светофильтрами, а также покровных кремов, которые служат светофильтрами)

Меры безопасности при работе *с лазерным излучением* подразделяются на:

- санитарно-гигиенические;
- организационно-технические меры;
- планировочные.

Лазерно опасные зоны (размеры зависят от лазерной установки) ограждаются специальными знаками или экранируются (наиболее эффективный способ). Также применяется индивидуальная защита – очки со специальными светофильтрами.

*Защита от инфракрасного излучения*

Нормирование:

- ГОСТ 12.1.005-88;

- СанПиН 2.2.4.548-96;

- СанПиН 2.2.4.3359-16.

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Интенсивность облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должны превышать  $35 \text{ Вт/м}^2$  при облучении 50% поверхности человека, не должны быть выше  $70 \text{ Вт/м}^2$  при облучении 25-50% поверхности и выше  $100 \text{ Вт/м}^2$  при облучении не более 25% поверхности тела. Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени и др.) не должна превышать  $140 \text{ Вт/м}^2$  при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным требованием при этом является использование средств индивидуальной защиты.

Температура поверхности оборудования, до которой может дотронуться человек не должна быть более  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  и более  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  при температуре внутри источника теплоты соответственно до и более  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Если это обеспечить нельзя, источник ограждают.

#### Средства защиты

Для защиты от ИК-излучения применяют:

- теплоизоляцию поверхностей;
- теплоизоляционные экраны;
- воздушное охлаждение (душирование) – подача воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место;
- средства индивидуальной защиты (теплозащитная одежда из хлопчатобумажных, льняных тканей, грубодисперсного сукна).

#### ***Основные принципы обеспечения радиационной безопасности***

1. Защита количеством (уменьшение мощности источника излучения);
2. Защита временем;
3. Защита расстоянием;
4. Защита экранами:

- защитные экраны-контейнеры,
- защитные экраны для оборудования,
- передвижные защитные экраны,
- защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций,
- экраны индивидуальных средств защиты.

#### *Используемые материалы для защиты от ионизирующих излучений:*

- альфа-частицы – одежда, резиновые перчатки являются достаточной защитой.
- бета-излучение – материалы с небольшим атомным весом (плексиглас, алюминий). Для защиты от бета-излучений высоких энергий этими материалами облицовывают экраны из свинца, так как при прохождении бета-частиц через вещество возникает тормозное излучение в виде рентгеновского излучения.

- гамма-излучение и рентгеновское лучше всего поглощается материалами с большим атомным номером и высокой плотностью (свинец, вольфрам). Применяют и другие материалы: сталь, железо, бетон, чугун, кирпич и т.д. При этом чем меньше атомная масса вещества экрана и чем меньше плотность защитного материала, тем больше требуется толщина экрана.

#### *Организационные меры защиты:*

- выбор радионуклидов с меньшим периодом полураспада;
- применение измерительных приборов большей точности;
- инструктажи с указанием порядка и правил проведения работ, обеспечивающих безопасность;
- применение специальных хранилищ для радиоактивных веществ;
- медицинский контроль за состоянием здоровья работников.

При работе с фиксированными радиоактивными веществами используют различные защитные средства из хлопчатобумажной ткани: комбинезоны, полукombineзоны, халаты, шапочки. При значительном загрязнении х/б одежды надевают пленочные брюки, халаты,

нарукавники, костюмы, фартуки, сапоги поверх загрязненной одежды; также используют виды пластика и резины как материал для специальной одежды. При работе с препаратами активностью свыше 108 Бк на руки надевают перчатки с нарукавниками из просвинцованной резины.

#### Тема 4. Способы и средства обеспечения электробезопасности

##### *Классификация электроустановок и помещений по электробезопасности*

Основные требования к устройству электроустановок изложены в действующих «Правилах устройства электроустановок». Под электроустановками понимается совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, передачи, распределения и преобразования электрической энергии. Они делятся на электроустановки до 1000 В и свыше 1000 В, причем и те и другие могут эксплуатироваться в сетях с изолированной и заземленной нейтралью.

Изолированной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, защиты, контроля и т.п.

Если нейтраль присоединена к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление, то она называется заземленной.

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения человека электрическим током, все помещения делятся на *помещения с повышенной опасностью, особо опасные и без повышенной опасности*.

К помещениям с повышенной опасностью относятся помещения с повышенной влажностью (более 75%) или высокой температурой (выше 35°C). При наличии токопроводящих пыли и полов, а также при наличии возможности одновременного прикосновения к элементам, соединенным с землей, и металлическим корпусам электрооборудования, помещение относится к классу повышенной опасности.

Помещения с высокой относительной влажностью (близкой к 100%), химически активной средой или одновременным наличием двух и более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью, называют особо опасными.

В помещениях без повышенной опасности отсутствуют все вышеуказанные условия.

Однако опасность поражения электрическим током существует всюду, где используются электроустановки, поэтому помещения без повышенной опасности нельзя назвать безопасными.

К особо опасным относятся механические, литейные, кузнечные, сборочные, гальванические, термические и т. п. цехи, компрессорные и водонасосные станции, помещения для зарядки аккумуляторов и т. п. По степени опасности электроустановки вне помещений приравнивают к электроустановкам, эксплуатирующимся в особо опасных помещениях.

Для обеспечения электробезопасности применяют отдельно или в сочетании следующие технические способы и средства защиты:

- 1) недоступность токоведущих частей, находящихся под напряжением;
- 2) электрическое разделение сети;
- 3) малые напряжения;
- 4) двойную изоляцию;
- 5) выравнивание потенциалов;
- 6) защитное заземление;
- 7) зануление;
- 8) защитное отключение и др.

К техническим способам и средствам также относятся предупредительная сигнализация, знаки безопасности, средства индивидуальной и коллективной защиты, предохранительные приспособления и др.

В процессе эксплуатации электроустановок нередко возникают условия, при которых даже самое совершенное их выполнение не обеспечивает безопасности работающего и требуется применение специальных средств защиты.

Таковыми средствами защиты, дополняющими стационарные конструктивные защитные устройства, являются переносные приборы и приспособления, служащие для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения током, от воздействия электрической дуги, продуктов горения, падения с высоты и т.п.

Для защиты от поражения электрическим током при работе с электрооборудованием, включённым в сеть, необходимо использовать общие и индивидуальные электротехнические средства.

К общим средствам защиты относятся: защитные ограждения; заземление, зануление и отключение корпусов электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением; применение безопасного напряжения 12-36 В; предупредительные плакаты, вывешиваемые у опасных мест (в зависимости от назначения подразделяются на предупреждающие, запрещающие, напоминающие); автоматические воздушные выключатели. Ограждению подлежат все токоведущие неизолированные части электрических устройств (провода, шины, предохранителей и т. п.).

Защитное заземление, зануление и автоматическое отключение предназначены для снижения напряжения или полного отключения электроустановок, металлические корпуса которых оказались под напряжением. Заземлению подлежат корпуса электрических машин, каркасы распределительных щитов и др. Обычно применяют искусственные заземлители: специально забиваемые в землю металлические стержни, трубы диаметром 25-50 мм и длиной 2-3 м, металлические полосы, горизонтально прокладываемые в земле. При наличии заземления вследствие стекания тока на землю напряжение прикосновения уменьшается и, следовательно, ток, проходящий через человека, оказывается меньше, чем в незаземленной установке.

Средства защиты, используемые в электроустановках, по своему назначению подразделяются на две категории: *основные* и *дополнительные* (рисунок 16).

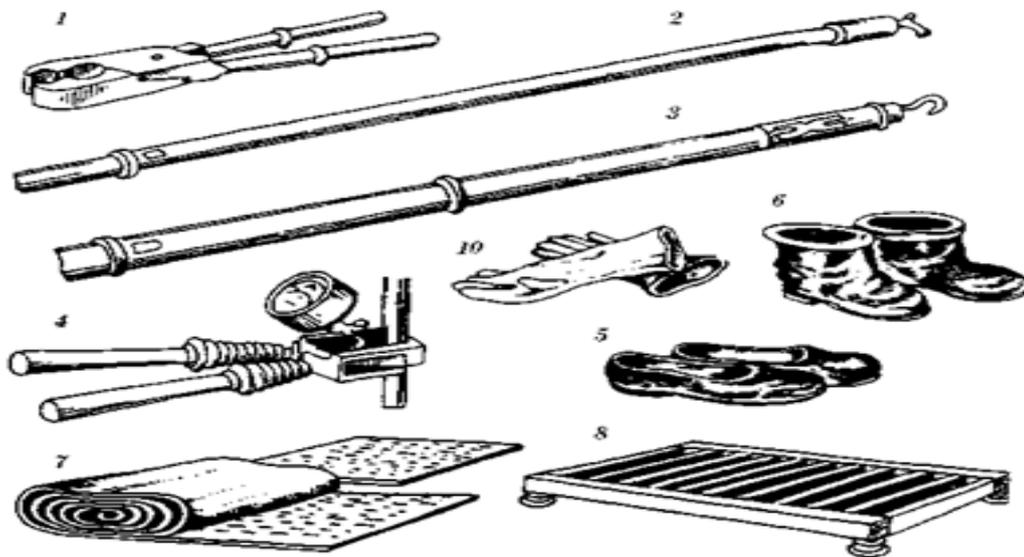


Рисунок 16 – Основные и дополнительные защитные средства, применяемые в электроустановках:

1 – изолирующие клещи; 2 – изолирующая штанга; 3 – указатель напряжения; 4 – токоизмерительные клещи; 5 – галоши диэлектрические; 6 – боты диэлектрические; 7 – коврики диэлектрические; 8 – изолирующая подставка; 9- слесарно-контактный инструмент; 10 – перчатки диэлектрические.

Изоляция основных защитных изолирующих средств в установках до 1000 В длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок, что позволяет прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Дополнительными изолирующими защитными средствами называются средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током. Они дополняют основные средства защиты, а также могут служить для защиты от напряжения прикосновения и шагового напряжения.

Классификация электрозщитных средств, применяемых в электроустановках напряжением до 1000 В и выше приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Классификация средств защиты, используемых в электроустановках

Средства защиты при различном напряжении электроустановки	
до 1000 В	свыше 1000 В
Основные	
Изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими ручками	Изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, изолирующие устройства и приспособления для работ на воздушных линиях с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям
Дополнительные	
Диэлектрические галоши, диэлектрические коврики, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности	Диэлектрические перчатки и боты, диэлектрические коврики, изолирующие подставки и накладки, индивидуальные изолирующие комплекты, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности

#### Тема 5. Защита от механического травмирования

Общие требования и классификация средств защиты работающих приведены в ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация, а классификация средств защиты *от механических опасностей* – в ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.

Средства защиты от механических опасностей делятся на СИЗ и СКЗ (в зависимости от характера их применения).

К СИЗ относятся: изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, специальная одежда, специальная обувь, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства, защитные дерматологические средства.

Средства коллективной защиты от механических опасностей представлены на рисунке 17.



Рисунок 17 – Средства коллективной защиты от механических опасностей

## Тема 6. Обеспечение безопасности систем под давлением

К сосудам, работающим под давлением, условно относится оборудование, в котором давление значительно превышает атмосферное. К такому оборудованию относятся баллоны, паровые и водогрейные котлы, трубопроводы, компрессоры, цистерны, технологические емкости. Все это оборудование должно быть герметичным.

Несмотря на различие перечисленных объектов их объединяет присущая им основная опасность – возможность разрушения и взрыва. Поэтому их относят к объектам повышенной опасности и к ним предъявляются особые требования безопасности. Такие требования зафиксированы в соответствующих правилах и сводятся к следующим положениям:

1) материалы, применяемые для изготовления сосудов, должны соответствовать особым техническим условиям;

2) конструкция сосудов и процесс их изготовления должны соответствовать требованиям безопасности;

3) сосуды после изготовления и периодически в процессе эксплуатации подлежат освидетельствованию и гидравлическим испытаниям;

4) сосуды снабжаются приборами для измерения уровня жидкости, давления и температуры, предохранительными и запорными приспособлениями;

5) определенная категория сосудов до пуска в работу должна быть зарегистрирована в органах Ростехнадзора и контролироваться инспекторами;

6) на предприятии приказом назначаются лица, ответственные за эксплуатацию сосудов;

7) для каждой группы сосудов (объектов) разрабатываются правила безопасной эксплуатации и др.

Теперь рассмотрим некоторые особенности отдельных объектов.

**Баллоны** предназначены для хранения, использования и перевозки сжатых (кислород, водород, азот, воздух и др.), сжиженных (хлор, аммиак, бутан, сероводород, углекислота) и растворенных (ацетилен) газов.

Основная опасность – разрушение и взрыв баллона.

Для ацетилена применяются баллоны, заполненные пористой массой (активированным углем) и растворителем (ацетоном). Ацетилен растворяется в ацетоне и распределяется в пористой массе. В таких условиях способность ацетилена к распаду и взрыву снижается.

Причины взрывов баллонов:

1) удары, падения, нагрев;

2) переполнение при заправке;

3) старение пористой массы (активированного угля) в ацетиленовых баллонах;

4) попадание в вентиль масел (особенно опасно для кислородных баллонов);

5) загрязнение кислородом (водородных баллонов);

6) появление окалины;

7) неправильная перевозка и переноска;

8) ошибочное заполнение баллона несоответствующим газом и др.

Рассмотрим некоторые меры безопасности, вытекающие из названных причин.

Чтобы избежать заполнения баллона несоответствующим газом, разработан комплекс мер. Баллоны окрашиваются и надписываются в соответствии с требованиями, то есть маркируются. Пример маркировки некоторых баллонов приведен в таблице 13.

Сигнальная окраска баллонов позволяет исключить образование смеси «горючее-окислитель» вследствие заполнения емкостей рабочим телом, для которого они не предназначены.

Заводы-наполнители должны принимать опорожненные баллоны с остаточным давлением не менее 0,05 МПа, а баллоны для растворенного ацетилена – не менее 0,05 и не более 0,1 МПа. Это необходимо для контроля остатка газа и предотвращения заполнения баллона другим газом.

Недопустимо устанавливать баллоны под прямыми солнечными лучами и вблизи отопительных устройств. Коэффициент объемного расширения сжиженных газов на порядок больше коэффициента сжатия.

Таблица 13 – Маркировка баллонов

Газ (надпись на баллоне)	Цвет баллона	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	черный	желтый	коричневый
Аммиак	желтый	черный	коричневый
Аргон чистый	серый	зеленый	зеленый
Ацетилен	белый	красный	красный
Водород	темно-зеленый	красный	красный
Сжатый воздух	черный	белый	белый
Гелий	коричневый	белый	белый
Кислород	голубой	черный	черный
Диоксид углерода	черный	желтый	желтый

В баллонах, заполняемых сжиженным газом, необходимо оставлять пустым 10% – компенсационный объем (на случай теплового расширения газа). Для защиты от соударений при перевозке баллоны снабжаются резиновыми амортизационными кольцами. Баллоны необходимо переносить на специальных носилках или перевозить на тележках.

**Компрессорные установки** служат для сжатия газов. Они бывают низкого давления (до 1 МПа), среднего (до 10 МПа) и высокого (до 100 МПа).

Основная опасность – воспламенение компрессорного масла при работе компрессора. Температура вспышки масла уменьшается с ростом давления, а температура сжимаемого воздуха возрастает по следующей зависимости:

Давление, МПа	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Температура, °С	20	86	131	166	195	221	300	418	563

Чтобы исключить химический взрыв, необходимо выбрать нужный температурный режим сжатия газов.

Температура сжимаемого газа не должна превышать температуру вспышки компрессорного масла (« 200°С). Для обеспечения безопасной работы компрессорных установок необходимо предотвратить образование взрывоопасной смеси «масло-кислород». Это может быть достигнуто:

- 1) смазкой цилиндров компрессора термически стойкими маслами;
- 2) правильной работой охлаждающих установок и влагомаслоотделителей;
- 3) регулированием расхода масла и снижением его подачи.

Для защиты от физических взрывов на компрессорах устанавливаются предохранительные клапаны. Компримируемый воздух необходимо очищать от пыли во избежание образования статического электричества. С этой целью на воздухозаборных устройствах устанавливаются воздушные фильтры. Компрессор должен быть немедленно остановлен, если непрерывно увеличивается нагрев какой-либо части; если манометр на нагнетательной линии показывает давление выше допустимого; если прекратилась подача охлаждающей воды; если температура сжатого воздуха выше допустимой нормы; если неисправна система смазки; если замечена (по электроприборам) перегрузка двигателя.

**Паровые и водогрейные котлы, бойлеры и экономайзеры.** Основные причины взрывов паровых и водогрейных котлов:

- 1) недостаток (упуск) воды, ведущий к перегреву стенок котла;
- 2) превышение допустимого давления в котле;
- 3) отложение накипи, вызывающее прогар стенок;
- 4) коррозия металла стенок и швов;
- 5) неисправность устройств, питающих котел водой, перегрев стенок котла.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации котлы, пароперегреватели и экономайзеры снабжают приборами безопасности, арматурой, приборами автоматики, предохранительными клапанами, указателями уровня воды, манометрами, термометрами.

По давлению котлы делятся на 2 группы: больше 0,07 МПа (0,7 атм) и меньше 0,07 МПа; по температуре воды: выше и не выше 115°C. Эти параметры учитываются при определении требований безопасности.

Безопасная эксплуатация котлов требует соблюдения правил их устройства и эксплуатации.

Вот некоторые из этих требований:

1) соблюдение правил проектирования, изготовления, монтажа, наладки, ремонта и эксплуатации;

2) оснащение котлов соответствующими устройствами и приборами (предохранительные клапаны, указатели уровня воды, манометры, запорная и регулирующая арматура, звуковые и световые сигнализаторы верхнего и нижнего предельных уровней воды, автоматические регуляторы питания и др.);

3) обеспечение регламентированного водно-химического режима для избежания накипи;

4) наличие квалифицированного обслуживающего персонала, прошедшего обучение и проверку знаний;

5) проведение освидетельствования и диагностики котлов в установленные сроки;

6) выполнение требований ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

### **Приборы безопасности и контрольно-измерительные приборы.**

*Предохранительные клапаны.* Каждый котел паропроизводительностью более 100 кг/ч снабжают не менее чем двумя предохранительными клапанами, один из которых должен быть контрольным. На котлах паропроизводительностью 100 кг/ч и менее допускается установка одного предохранительного клапана.

Допускается применение предохранительных клапанов рычажногрузовых, или пружинных (прямого действия), или импульсных (непрямого действия).

В конструкции предохранительных клапанов должна быть предусмотрена возможность проверки их исправного действия в рабочем состоянии путем принудительного открытия клапана.

Предохранительные клапаны должны иметь защитные устройства (отводные трубы), предохраняющие обслуживающий персонал от ожогов при срабатывании, а контрольные клапаны должны иметь сигнальные устройства.

*Указатели уровня воды.* На каждом вновь изготовленном паровом котле для постоянного наблюдения за положением уровня воды в барабане должно быть установлено не менее двух водоуказательных приборов прямого действия. Эти приборы должны устанавливаться в вертикальной плоскости или с наклоном вперед под углом 30° и должны быть расположены и освещены так, чтобы уровень воды был хорошо виден с рабочего места оператора.

*Манометры.* На каждом паровом котле должен быть установлен манометр, показывающий давление пара. Манометр устанавливают на барабан котла, а при наличии у котла пароперегревателя — и за пароперегревателем (до главной задвижки). Манометр должен быть с такой шкалой, чтобы при рабочем давлении стрелка находилась в средней трети шкалы. На шкале манометра должна быть красная черта на делении, соответствующем высшему рабочему давлению в котле.

*Приборы для измерения температуры пара, воды, уходящих газов.* На паропроводах перегретого пара, находящихся на участке от котлов до главной паровой задвижки, должны быть установлены приборы для измерения температуры перегретого пара. Для котлов с естественной циркуляцией паропроизводительностью свыше 20 т/ч, для прямоточных котлов паропроизводительностью более 1 т/ч обязательна установка прибора, регистрирующего температуру пара.

У водогрейных котлов приборы для измерения температуры устанавливают на выходе из них.

*Приборы автоматики (безопасности).* Котлы паропроизводительностью 0,7 т/ч и выше с камерным сжиганием топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически прекращающими подачу топлива к горелкам при снижении воды ниже допустимого предела.

Паровые и водогрейные котлы, работающие на газообразном топливе, при подаче воздуха в горелки от дутьевых вентиляторов должны быть оборудованы устройствами, автоматически прекращающими подачу газа в горелки при падении давления воздуха ниже допустимого.

**Регистрация и техническое освидетельствование.** Котлы и самостоятельные пароперегреватели до пуска в работу должны быть зарегистрированы в местных органах Ростехнадзора. Регистрации не подлежат котлы, у которых  $(t - 100) \cdot V \leq 5$ , где  $t$  – температура насыщенного пара при рабочем давлении, °С;  $V$  – водяной объем котла, м<sup>3</sup>.

Регистрация котла производится на основании письменного заявления администрации предприятия-владельца котла.

Первое техническое освидетельствование вновь установленных котлов производит инспектор котлонадзора после их монтажа и регистрации.

Периодическое техническое освидетельствование зарегистрированных в местных органах надзора котлов, находящихся в эксплуатации, проводит инспектор котлонадзора в следующие сроки: внутренний осмотр – не реже 1 раза в 4 года; гидравлическое испытание – не реже 1 раза в 8 лет.

Если при техническом освидетельствовании котла не обнаружены дефекты, снижающие их прочность, они допускаются к эксплуатации при номинальных параметрах до очередного освидетельствования.

К средствам защиты котлов от образования накипи относятся: 1) ограничение жесткости воды в котлах; 2) оборудование установок водоочистителями, в которых происходит умягчение воды.

## **Раздел 5. Психофизиологические основы безопасности**

Роль человеческого фактора в безопасности деятельности очень велика, особенно важны психофизиологические особенности виновников и жертв несчастных случаев.

### **Тема 1. Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность**

В настоящее время в структуре психики, связанной с сознанием и поведением, выделяют три компоненты:

- *психические процессы* (восприятие, внимание, мышление, память и др.);
- *свойства* (темперамент, характер и др.);
- *состояние* (утомление, психическая напряженность, стресс, пароксизмальное состояние, лекарственная, наркотическая или алкогольная астения и др.)

Психические процессы составляют основу психической деятельности и являются динамическим отражением действительности. Без них невозможно формирование знаний и приобретение жизненного опыта. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы (ощущения, восприятия, память и др.).

*Память* – это свойство запоминания, сохранения и последующего воспроизведения индивидуумом информации, непосредственно связанной с безопасностью, особенно оперативного характера.

*Внимание* – это направленность сознания на определенные объекты, имеющие для личности устойчивую или ситуативную значимость, а также сосредоточение сознания, предполагающее повышенный уровень сенсорной, умственной или двигательной активности.

Для привлечения внимания к опасностям используются различные средства – звуковые, зрительные и т.д. Визуальная информация по безопасности представлена в виде плакатов, надписей, знаков, световых сигналов, различных видов окраски опасных объектов и др. Сенсорная информация, в основном зрительная, слуховая и тактильная, организуется при помощи восприятия.

*Восприятие (перцепция)* – это полисенсорное отражение в сознании человека предметов и явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств. Перцептивные образы имеют в основном полисенсорный характер, так как используется информация от нескольких видов анализаторов (зрительного, слухового, тактильного).

На основе перцептивного образа осуществляется выбор решения, непосредственно связанный с *мышлением*, под которым понимается процесс познавательной активности, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности.

*Чувства* – это оперативное отражение в сознании человека его реальных отношений, то есть потребностей субъекта, к значимым для него объектам. Чувства выполняют сигнальную и регулятивную функцию во взаимоотношениях субъекта с окружающей средой. Основными чувствами, способствующими травматогенным ситуациям, служат чувство утраты реальности (аутистичность), ложный страх (фобии) и т.д. Формой протекания чувств являются чувственный тон, эмоции.

*Эмоции* – это непосредственное переживание какого-либо чувства. Основными видами эмоций являются *стенические* и *астенические*. Стенические эмоции (решимость, воодушевление, азарт) побуждают к активным действиям, преодолению препятствий и устранению причин угрозы для человека. Астенические эмоции (боязнь, опасение, страх, испуг, ужас) характеризуются уходом от борьбы, замыканием в себе, излишними переживаниями.

*Настроение* – это общее эмоциональное состояние, окрашивающее в течение длительного времени протекание отдельных психических процессов и поведение человека.

*Воля* – это форма психической активности человека, которая предполагает регулирование человеком своего поведения, торможение ряда других стремлений и побуждений: предусматривает организацию различных действий в соответствии с сознательно поставленными целями.

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

Важную роль в обеспечении безопасности человека играет его *характер*, под которым понимается совокупность индивидуально-психологических свойств, проявляющихся в типичных для данной личности способах действия при определенных обстоятельствах, а также своеобразным отношением личности к этим обстоятельствам. Характер учитывается при профориентации и профотборе.

Определенное отношение к безопасной деятельности имеет *темперамент*. В психологии под темпераментом понимают сочетание таких характеристик человека, как интенсивность, скорость, темп, ритм психических процессов и состояний, зависящих от свойств нервной системы этого человека – силы, подвижности и возбудимости. Согласно общепринятой дифференциации по темпераменту выделяются холерики, меланхолики, флегматики и сангвиники.

В отличие от социально приобретенного характера, темперамент обусловлен генетически. Темперамент может иметь определенное значение для возникновения травматогенных ситуаций в более длительных отрезках времени в отличие от характера.

Психическое состояние человека– это относительно устойчивая структурная организация всех компонентов психики, выполняющая функцию активного взаимодействия человека (как обладателя психики) с внешней средой, представленной в данный момент конкретной ситуацией.

Психические состояния отличаются разнообразием и временным характером, определяют особенности психической деятельности в конкретный момент и могут положительно или отрицательно сказываться на течении всех психических процессов.

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

*Стресс* проявляется во всеобщем адаптационном синдроме как необходимая и полезная реакция организма на резкое увеличение его общей внешней нагрузки. Он состоит в целом ряде физиологических сдвигов в организме, способствующих повышению его энергетических возможностей и успешности выполнения сложных и опасных действий. Поэтому сам по себе стресс является не только целесообразной защитной реакцией человеческого организма, но и механизмом, содействующим успеху трудовой деятельности в условиях помех, трудностей и опасностей.

Стресс оказывает положительное влияние на результаты труда (мобилизует организм и способствует преодолению возникших в труде препятствий) лишь до тех пор, пока он не превысил определенного критического уровня. При превышении же этого уровня в организме развивается так называемый процесс гипермобилизации, который влечет за собой нарушение механизмов саморегуляции и ухудшение результатов деятельности, вплоть до ее срыва.

Поэтому стресс, превышающий критический уровень, иногда называют *дистрессом*. Пока стресс, вызванный усложнением условий труда, не превышает определенного уровня, он способствует преодолению трудностей. Однако все это достигается за счет мобилизации ресурсов организма, и те виды трудовой деятельности, где необходимость в подобной мобилизации возникает довольно часто, отрицательно сказываются на здоровье занятых в них людей.

Основные группы стрессов:

- 1) интенсивность работы;
- 2) давление фактора времени (штурмовщина, срочная аккордная работа и т.п.);
- 3) изолированность рабочих мест и недостаточные межличностные контакты между рабочими (операторы современного предприятия часто удалены один от другого, находятся в изолированных помещениях);
- 4) однообразная и монотонная работа (на конвейере, у приборных пультов);
- 5) недостаточная двигательная активность (многие часы оператор находится в состоянии готовности к действию, тогда как необходимость действия возникает редко);
- 6) различные внешние воздействия (шумы, вибрации, высокие температуры ит. п.).

Можно выделить два типа запредельного психического напряжения – *тормозной и возбудимый*.

*Тормозной тип* характеризуется скованностью и замедленностью движений. Специалист не способен с прежней ловкостью производить профессиональные действия. Снижается скорость ответных реакций. Замедляется мыслительный процесс, ухудшается воспоминание, проявляется рассеянность и другие отрицательные признаки, не свойственные данному человеку в спокойном состоянии.

*Возбудимый тип* проявляется гиперактивностью, многословностью, дрожанием рук и голоса. Операторы совершают многочисленные, не диктуемые конкретной потребностью действия. Они проверяют состояния приборов, поправляют одежду, растирают руки, в общении с окружающими они обнаруживают раздражительность, вспыльчивость, не свойственную им резкость, грубость, обидчивость.

Запредельные формы психического напряжения лежат нередко в основе ошибочных действий и неправильного поведения операторов в сложной обстановке. Длительные психические напряжения и особенно их запредельные формы ведут к выраженным состояниям утомления.

К психическим состояниям человека относят, главным образом, *утомление, психическую напряженность, стресс, дистресс и особые состояния*.

Особые состояния человека

*Утомление* – это временное состояние органов или целого организма, характеризующееся снижением работоспособности в результате длительной или чрезмерной нагрузки. Различают физическое и психическое утомление.

*Повышенное напряжение* сопровождает деятельность, протекающую в экстремальных условиях. *Экстремальные условия* – условия, требующие от работающего максимального напряжения физиологических и психических функций, резко выходящего за пределы физиологической нормы.

*Экстремальный режим* – это работа в условиях, выходящих за пределы оптимума. Отклонения от оптимальных условий деятельности требуют повышенного волевого усилия или, иначе говоря, вызывают напряжение. К неблагоприятным факторам, повышающим напряжение, относятся:

- 1) физиологический дискомфорт, то есть несоответствие условий обитания нормативным требованиям;
- 2) биологический страх;

- 3) дефицит времени на обслуживание;
- 4) повышенная трудность задачи;
- 5) повышенная значимость ошибочных действий;
- 6) наличие релевантных помех;
- 7) неуспех вследствие объективных обстоятельств;
- 8) дефицит информации для принятия решения;
- 9) недогрузка информацией (сенсорная депривация);
- 10) перегрузка информацией;

11) конфликтные условия, то есть условия, при которых выполнение одного из них требует осуществления действий, противоречащих выполнению другого условия.

Напряжения могут быть классифицированы в соответствии с теми психическими функциями, которые преимущественно вовлечены в профессиональную деятельность и изменения которых наиболее выражены в неблагоприятных условиях.

*Интеллектуальное напряжение* – напряжение, вызванное частым обращением к интеллектуальным процессам при формировании плана обслуживания и обусловленное высокой плотностью потока проблемных ситуаций обслуживания.

*Сенсорное напряжение* – напряжение, вызванное неоптимальными условиями деятельности сенсорных и перцептивных систем и возникающее в случае больших затруднений в восприятии необходимой информации.

*Монотония* – напряжение, вызванное однообразием выполняемых действий, невозможностью переключения внимания, повышенными требованиями как к концентрации, так и к устойчивости внимания.

*Политония* – напряжение, вызванное необходимостью частых переключений внимания и в неожиданных направлениях.

*Физическое напряжение* – напряжение организма, вызванное повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека.

*Эмоциональное напряжение* – напряжение, вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью либо длительным напряжением прочих видов.

*Напряжение ожидания* – напряжение, вызванное необходимостью поддержания готовности рабочих функций в условиях отсутствия деятельности.

*Мотивационное напряжение* связано с борьбой мотивов, с выбором критериев для принятия решения.

*Утомление* – напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванным длительной работой.

Наряду с утомлением и стрессом, ученые выделяют особые психические состояния, включая пароксизмальные расстройства сознания, изменения настроения; состояния, связанные с приемом психотропных средств (стимуляторов, транквилизаторов, алкогольных напитков и т.д.).

*Пароксизмальные состояния* характеризуются утратой сознания от нескольких секунд до нескольких минут, например, абсанс. Причиной таких состояний служат заболевания, монотонный труд, работа в ночное время. Из-за таких состояний происходит много аварий на транспорте.

*Психогенные изменения настроения* возникают под влиянием стрессовых состояний и трагических событий. Ухудшение настроения выражается в безразличии, вялости, скованности, заторможенности, затруднении переключения внимания, замедлении темпа мышления. Снижение настроения сопровождается также ухудшением самоконтроля и может быть причиной производственного травматизма.

К числу постоянных факторов, повышающих индивидуальную подверженность опасности и совершению ошибок, относится употребление *спиртных напитков*. Даже незначительное употребление алкоголя увеличивает вероятность несчастных случаев в силу того, что алкоголь влияет на деятельность нервной системы и на поведение человека: нарушается управление движениями; человек при этом реагирует на внешние воздействия с меньшей быстротой и точностью или же, наоборот, поспешно; колебания внимания становятся беспорядочными и менее

управляемыми; нарушается также широта и критичность мышления, человек делает поспешные выводы или принимает необдуманные решения. Какова бы ни была степень опьянения, любое, даже незначительное употребление алкоголя повышает подверженность опасности.

Очень негативное влияние на психологическую безопасность деятельности оказывают *активные стимуляторы* (первитин, фенамин), которые способствуют первоначально повышению активности, но позднее вызывают отрицательные эффекты (ухудшение самочувствия, уменьшение подвижности и скорости реакций), что зачастую приводит к ошибкам в поведении и несчастным случаям.

Для устранения психологических причин несчастных случаев применяются технико-организационные способы, а также воспитание и обучение безопасному поведению.

#### Психологические методы повышения безопасности

В действиях человека психологи выделяют три функциональные части: мотивационную, ориентировочную, исполнительную. Нарушение в любой из этих частей влечет за собой нарушение действий в целом.

Человек нарушает требования безопасности по следующим причинам:

- 1) по незнанию этих требований;
- 2) по нежеланию выполнять известные ему требования безопасности;
- 3) в связи с неумением выполнить требования;
- 4) в связи с невозможностью выполнить требования (по причинам, не зависящим от человека).

В психологической классификации причин возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев выделяют три класса в соответствии с функциональными частями действий человека.

Нарушение *мотивационной* части действий проявляется в нежелании выполнять определенные действия (операции). Нарушение может быть относительно постоянным (человек недооценивает опасность, склонен к риску, отрицательно относится к трудовым или техническим регламентациям, безопасный труд не стимулируется и т.д.) и временным (человек в состоянии депрессии, алкогольного опьянения).

Нарушение *ориентировочной* части действий проявляется в незнании правил эксплуатации технических систем и норм по безопасности труда и способов их выполнения.

Нарушение *исполнительной* части действий. Проявляется в невыполнении правил (инструкций, предписаний, норм и т.д.), вследствие несоответствия психических и физических возможностей человека требованиям работы. Такое несоответствие, как и в случае мотивационной части действий, может быть постоянным (недостаточная координация, плохая концентрация внимания, несоответствие роста габаритам обслуживаемого оборудования и т.д.) и временным (переутомление, понижение трудоспособности, ухудшение состояния здоровья, стресс, алкогольное опьянение).

Эта классификация предоставляет реальную возможность в соответствии с каждой группой причин возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев назначить группу профилактических мероприятий в каждой части: пропаганду и воспитание – для мотивационной части; обучение, отработка навыков – для ориентировочной; профотбор, медицинское обследование – для исполнительской.

## Тема 2. Виды и условия трудовой деятельности

Труд в зависимости от характера деятельности человека можно условно разделить на *физический*, связанный в основном со статической или динамической нагрузкой на мышцы, и *умственный*, связанный в основном с нагрузкой на определенные группы анализаторов (зрительные, слуховые, тактильные). Если тяжесть физического труда может быть оценена по нагрузке, приходящейся на мышцы человека в течение определенного времени, то тяжесть умственного труда может быть оценена только по его напряженности.

По степени физической тяжести работы делятся на *легкие, средней тяжести и тяжелые*.

К категории *Ia* относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд

профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т. п.).

К категории *Иб* относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

К категории *Иа* относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механо-сборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).

К категории *Иб* относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (232-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

К категории *III* относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса – оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда (ст. 14 Федерального закона от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»).

*Оптимальными условиями труда (1 класс)* являются условия труда, при которых воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности работника.

*Допустимыми условиями труда (2 класс)* являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

*Вредными условиями труда (3 класс)* являются условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, в том числе:

1) подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья;

2) подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет);

3) подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и

средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности;

4) подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности.

*Опасными условиями труда (4 класс)* являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обуславливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности.

## **Раздел 6. Безопасность деятельности на производстве**

### **Тема 1. Правовое обеспечение охраны труда**

В процессе труда человека подстерегает множество опасностей, связанных с производственным циклом, условиями производственной среды, состоянием самого работника и со множеством других факторов, сопутствующих трудовой деятельности. Практика показывает, что потенциальные опасности не всегда реализуются, так как на производстве действует система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, носящая название охрана труда.

Понятие «охрана труда» основательно вошло в законодательные нормативные акты всех уровней. Охрана труда – это раздел, органическая часть более общей и обширной области знаний об опасностях современного мира и методах защиты от них, которая называется безопасностью деятельности. Можно сказать, что охрана труда – это безопасность деятельности в условиях производства.

Принципиальная особенность охраны труда состоит в том, что она связана с технологией, техникой и организацией конкретного производства. Очевидно, что охрана труда в металлургии существенно отличается от охраны труда в кондитерском или лесозаготовительном производстве. *Условия труда* – совокупность факторов, влияющих на человека в процессе труда. При определенных значениях некоторые факторы могут представлять опасность. Синонимом опасности в охране труда являются опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ).

К опасным относятся факторы, которые могут быть причиной травмы или другого внезапного ухудшения здоровья.

К вредным относятся факторы, которые могут приводить к заболеванию. Иными словами, ОВПФ – это потенциальные опасности. Вредный фактор может при определенных условиях стать опасным. ОВПФ по природе действия на человека делятся на механические, физические, химические, биологические, психофизиологические.

Безопасность труда – это такое состояние условий труда, при котором значения ОВПФ не превышают нормативных величин.

Безопасность труда – понятие не абсолютное, а относительное, ибо, как отмечалось в первом разделе, всегда существует остаточный риск.

Обеспечение безопасных условий на рабочих местах является обязанностью администрации.

Охрана труда – это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности, сохранение жизни и здоровья людей.

Таким образом, безопасность – это цель, а охрана труда – средство ее достижения.

*Право* – это система общеобязательных социальных норм, охраняемых государством. Право дифференцировано по отраслям (конституционное, трудовое, гражданское и др.).

*Законодательство* – это система нормативных актов, издаваемых органами законодательной и исполнительной власти всех уровней. Законодательство подразделяется на законы и подзаконные нормативные акты.

Закон обладает высшей юридической силой по отношению к иным нормативным актам. Закон всегда содержит нормы права. Законы бывают основные, конституционные, кодификационные, текущие (федеральные и региональные) и др. *Верховенство закона* – один из основных принципов законности.

Подзаконные нормативные акты в зависимости от принявшего его органа делятся на *общие, ведомственные, местные и локальные (внутриорганизационные)*.

Главное место в системе *общих подзаконных нормативных актов* занимают акты президента страны (указы и постановления).

Следующая ступень – акты правительства и те акты ведомств, которые распространяются на неподчиненные им объекты. Такие полномочия предоставлены Роспотребнадзору, Ростехнадзору и др.

*Ведомственные нормативные акты* регулируют отношения внутри ведомств. Эти акты издаются в форме приказов, инструкций, постановлений, положений, писем, указаний, уставов и т. д.

*Местные нормативные акты* принимаются органами местного самоуправления и действуют на определенной территории.

*Локальные (внутриорганизационные)* нормативные акты принимаются в пределах своей компетенции администрацией предприятий, учреждений, организаций. Они регулируют внутреннюю деятельность организации (например, Правила внутреннего трудового распорядка).

В области безопасности действуют международные источники – конвенции, рекомендации, протоколы и др.

Законы по различным аспектам безопасности

Конституция РФ – основной закон (принята 12.12.1993)

Федеральные законы (ФЗ):

1. Об охране окружающей среды (10.01.2002 № 7-ФЗ).
2. Об охране атмосферного воздуха (04.05.1999 № 96-ФЗ).
3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (30.12.2001 № 196-ФЗ).
4. Трудовой кодекс РФ (30.12.2001 № 196-ФЗ).
5. О пожарной безопасности (21.12.1994 № 69-ФЗ).
6. О техническом регулировании (27.12.2002 № 184-ФЗ).
7. О борьбе с терроризмом (25.07.1998 № 130-ФЗ).
8. О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (21.12.1994 № 68-ФЗ).
9. О гражданской обороне (12.02.1998 № 28-ФЗ).
10. О безопасности (05.03.1992 № 2446-1).
11. Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан (22.07.1993 № 5487-1).
12. О радиационной безопасности населения (09.01.1996 № 3-ФЗ).
13. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (24.07.1998 № 125-ФЗ).
14. О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (02.01.2000 № 10-ФЗ).
15. О специальной оценке условий труда (28.12.2013 № 426-ФЗ)

*Инструкции по охране труда:*

Межотраслевые типовые – ТИ РМ

Типовые – ТИ РО

Инструкции по безопасности – ИБ.

Некоторые подзаконные акты в области безопасности труда

СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий»

СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».

ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты».

ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации».

ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой».

Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794).

Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии».

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

СНиП 11-11-77 «Защитные сооружения гражданской обороны».

СНиП 11-12-77 «Защита от шума».

СНиП 11-М.1-71 «Генеральные планы промышленных предприятий».

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)».

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях (утв. Минтруда России 24.10.2002 №73).

Порядок проведения государственной экспертизы условий труда в РФ (утв. Минтруда и соц. защиты РФ 12.08.2014 № 549н).

Правила отнесения отраслей (подотраслей) экономики к классу профессионального риска (Постановление Правительства РФ от 31.08.1999 № 975 с изменениями и дополнениями от 21.12.2000 № 996).

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы».

СанПиН 2.2.4.1191-03 «ЭМП в производственных условиях».

СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «ЭМП радиочастотного диапазона».

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работе с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».

Государственные стандарты (ГОСТ) обозначаются специальным образом. Например, государственные стандарты Системы стандартов безопасности труда (ССБТ):

ГОСТ 12.a.bcd-ef ССБТ. *Название*

В этом схематическом обозначении:

12 – шифр системы ССБТ в государственной системе стандартизации (ГСС);

a – шифр подсистемы;

bcd – порядковый номер стандарта в подсистеме;

ef – последние две цифры года утверждения или пересмотра.

Пример обозначения: ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда.

Пример обозначения: ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Техногенные чрезвычайные ситуации, термины и определения

***Управление безопасностью и охраной труда***

Под управлением в широком смысле слова понимается элементарная функция организованных систем различной природы (биологических, социальных, технических), обеспечивающая сохранение их структуры, поддержание режима деятельности, достижение целей.

Различают *стихийное* и *сознательное* управление, первое существовало всегда, второе появилось на определенной стадии развития общества.

*Сознательное управление* – это организованный процесс, направленный на достижение определенного результата с помощью совокупности средств и методических приемов, образующих систему управления. Системы управления создаются в различных сферах деятельности.

Элементы системы управления безопасностью в организации:

1. Анализ и оценка состояния безопасности и систем управления безопасностью
2. Цели и задачи управления.
3. Планирование
4. Организация. Методы управления безопасностью труда подразделяются на такие основные группы: экономические, организационно-распорядительные (административные), социально-психологические и идеологические, инженерно-технические и др.
5. Стимулирование
6. Оперативные корректирующие действия (мониторинг)
7. Контроль, аудит
8. Оценка эффективности

*Определение эффективности* является заключительной функцией управления. Оценка эффективности является необходимым элементом в любой деятельности. В вопросах безопасности она имеет особое значение, так как непосредственно связана со здоровьем человека.

Неблагоприятные условия труда могут иметь своим результатом:

- 1) снижение работоспособности вследствие повышенного утомления;
- 2) увеличение внутрисменных потерь в связи с увеличением времени на отдых;
- 3) временную потерю трудоспособности вследствие общих заболеваний (исследованиями установлено, что от 20 до 50% случаев временной потери трудоспособности непосредственно связаны с условиями труда на производстве);
- 4) несчастные случаи и профессиональные заболевания.

В конечном итоге эти последствия могут быть сведены к экономическим показателям.

Эффективность управления безопасностью труда определяется по следующим показателям:

1) показатель частоты травматизма  $P_{\text{ч}} = \frac{A}{B} \cdot 1000$ ;

2) показатель нетрудоспособности по травматизму  $P_{\text{н}} = \frac{Д_{\text{т}}}{B} \cdot 1000$ ;

3) показатель нетрудоспособности по болезням  $P_{\text{б}} = \frac{Д_{\text{б}}}{B} \cdot 1000$ ;

4) показатель тяжести травмы  $P_{\text{н}} = \frac{Д_{\text{т}}}{B} \cdot 1000$ ,

где А – количество несчастных случаев;

В – число работающих;

Д<sub>т</sub>, Д<sub>б</sub> – дни нетрудоспособности по травматизму и болезням;

5) показатель условий труда  $P_{\text{ут}}$ , он определяется числом опасных и вредных производственных факторов;

6) показатель эффективности использования средств на охрану труда

$$P_{\text{э}} = \frac{З_{\text{у}}}{З_{\text{у}} + З_{\text{б}} + З_{\text{м}}}$$

где  $Z_y$  – затраты на улучшение условий труда;

$Z_6$  – выплаты по больничным листам;

$Z_m$  – материальные последствия аварий и травм (кроме  $Z_6$ ).

Показатель  $P_3$  при повышении эффективности работ по охране труда растёт и стремится к единице. Темпы улучшения показателей определяются общепринятым путем в процентах по отношению к базовым данным.

Весьма представительным является показатель  $K_{УТ}$ , равный отношению количества людей  $n$ , работающих в условиях, соответствующих требованиям безопасности, и общего числа работающих  $N$ , то есть

$$K_{УТ} = \frac{n}{N}.$$

Нетрудно заметить, что  $K_{УТ}$  может изменяться в пределах от 0 до 1.

Для оценки эффективности могут быть предложены и другие показатели, которые адекватно отражают происходящие изменения.

## Тема 2. Организация работы по охране труда в организации

Законодательные акты, которые имеют особо важное значение при организации службы охраны труда:

Федеральный закон «Трудовой кодекс РФ» № 197-ФЗ от 30.12.2001

Федеральный закон «Об основах охраны труда в РФ» № 181-ФЗ от 17.07.1999

Закон РФ «О коллективных договорах и соглашениях» № 2490-1 от 11.03.1992.

Постановление Министерства труда и социального развития РФ от 8.02.2000 № 4 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации».

ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации».

В соответствии с этими документами на каждом предприятии с численностью более 50 работников создается *служба охраны труда* или вводится *специалист по охране труда*. При отсутствии службы работодатель заключает договор со специалистами или организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

### Направления работы по охране труда на предприятии:

1. Организация работы по обеспечению выполнения работниками требований охраны труда.
2. Контроль за соблюдением работниками законодательства по охране труда.
3. Организация профилактической работы по предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний. Работодатель должен организовать проведение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров.

4. Перспективное, годовое и текущее планирование по улучшению условий и охраны труда.

5. Организация кабинета по охране труда.

6. Организация обучения и инструктирования.

На предприятиях проводятся следующие виды инструктажей:

- 1) вводный; 2) первичный на рабочем месте; 3) повторный; 4) внеплановый; 5) целевой (с регистрацией в наряде-допуске).

7. Разработка инструкций по охране труда.

Инструкции состоят из следующих разделов; 1) общие требования охраны труда; 2) требования охраны труда перед началом работы; 3) требования охраны труда во время работы; 4) требования охраны труда в аварийных ситуациях; 5) требования охраны труда по окончании работы.

8. Определение компенсаций.

9. Расследование и учет несчастных случаев.

К несчастным случаям на производстве, которые подлежат рассмотрению и учёту, относятся: травма, телесные повреждения, острое отравление, обморожение, ожог, утопление, тепловой удар, поражение электрическим током (молнией, излучением), повреждение при ЧС.

Несчастные случаи на производстве квалифицируются по следующим видам:

- 1) лёгкий;
- 2) тяжёлый;
- 3) групповой;
- 4) со смертельным исходом.

Классифицирующие признаки тяжести несчастных случаев отражены в приказе Минздрава РФ от 24.02.2005 № 160, а правила установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве утверждены Постановлением Правительства РФ от 16.10.2000 № 789.

При возникновении несчастного случая на производстве работодатель обязан:

- незамедлительно организовать первую скорую помощь пострадавшему и, если это необходимо, доставить его в лечебное учреждение;
- принять быстрые меры по утилизации развития сложившейся аварийной ситуации и воздействия всевозможных травмирующих факторов на находящихся в данной области лиц;
- сохранить до начала расследования несчастного случая ту обстановку, которая была в момент происшествия, если же это невозможно - зафиксировать сложившуюся обстановку (составление схем, фотосъёмка);
- незамедлительно проинформировать родственников пострадавшего;
- создать комиссию по расследованию несчастного случая и издать приказ о начале её работы;
- направить сообщения о групповом несчастном случае, тяжёлом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом по форме №1 Постановления Минтруда РФ от 24.10.2002 №73.

10. Специальная оценка условий труда с последующей сертификацией работ по охране труда (ФЗ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»).

При специальной оценке условий труда определяют:

- 1) фактические значения ОВПФ на рабочих местах;
- 2) тяжесть и напряженность трудового процесса;
- 3) травмобезопасность рабочих мест;
- 4) обеспеченность работников СИЗ.

*Сертификация* – установление соответствия работ официальным требованиям. Сертификация проводится после специальной оценки условий труда. Сертификат по охране труда – документ, удостоверяющий соответствие проводимых работ требованиям безопасности и охраны труда.

11. Пропаганда охраны труда.

### **Обучение безопасности труда и виды инструктажа**

Обучение безопасным приёмам труда для работников проводится на основании государственного стандарта – «ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения по безопасности труда. Общие положения». Необходимость обучения и инструктирования работников законодательно закреплена в ТК.

Чтобы не пострадать от воздействия опасных факторов производства, необходимо соблюдать меры безопасности. Для этого проводится инструктаж по мерам безопасности. Виды инструктажа в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 приведены на рисунке 18.



Рисунок 18 – Виды инструктажа

*Вводный инструктаж* проводится со всеми вновь принимаемыми на работу; проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом возложены эти обязанности; проводится по программе, утверждённой руководителем организации в кабинете по охране труда.

*Первичный инструктаж на рабочем месте* проводится со всеми вновь принятыми на предприятие, кроме лиц, которые не связаны с обслуживанием и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов. Перечень профессий и должностей работников, освобождённых от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает работодатель.

*Повторный инструктаж* проходят все работники, за исключением лиц, освобождённых от первичного инструктажа на рабочем месте, не реже одного раза в полугодие. Для некоторых категорий работников может быть установлен более продолжительный (до 1 года) срок проведения повторного инструктажа.

*Внеплановый инструктаж* проводится при изменении вида работ, при введении в действие новых или переработанных стандартов или инструкций по охране труда, при несчастном случае на производстве, при нарушении требований безопасности труда, по требованию органов надзора, при перерывах в работе 60 дней (для работ, к которым предъявляют повышенные требования безопасности труда – 30 дней).

*Целевой инструктаж* проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка и разгрузка, уборка территории); ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф; производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск; проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий.

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой проводит непосредственный руководитель работ (мастер, преподаватель). О проведении инструктажа лицо, проводившее инструктаж, делает запись в журнале регистрации инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Целевой инструктаж фиксируется в наряд-допуске или оформляется протоколом.

В 2003 году вышло постановление Минтруда и Минобразования РФ № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций». Данное постановление обязательно для организаций всех видов собственности, направленности деятельности и подчинённости. Обучение проводится по утверждённой программе в объеме не менее 40 часов.

Обучению и проверке знаний по охране труда подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель. Они обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (ст. 225 ТК).

Обучение и проверка знаний по охране труда проводится для руководителей и специалистов периодически, но не реже одного раза в три года. Внеочередное обучение и проверка знаний по охране труда для руководителей и специалистов организаций проводится:

- при введении новых или переработанных (дополненных) законодательных и иных нормативных актов по охране труда;
- при изменениях технологических процессов, переводе на другую работу, если это предусматривает изучение новых правил по охране труда;
- по требованию государственной инспекции труда;
- при перерыве в работе более одного года.

При успешной сдаче экзамена выдается удостоверение утверждённого образца. Руководители и специалисты, не прошедшие проверку знаний по охране труда из-за неудовлетворительной подготовки, обязаны в срок не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний. В случае неудовлетворительной проверки знаний по охране труда во второй раз, решается вопрос о соответствии занимаемой должности.

***Специальная оценка условий труда.***

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также – вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах.

Обязанности по организации и финансированию проведения специальной оценки условий труда возлагаются на работодателя.

Специальная оценка условий труда проводится совместно работодателем и организацией или организациями, соответствующими требованиям статьи 19 настоящего Федерального закона и привлекаемому работодателем на основании гражданско-правового договора.

Специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже чем один раз в пять лет, если иное не установлено настоящим Федеральным законом. Указанный срок исчисляется со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

Для организации и проведения специальной оценки условий труда работодателем образуется комиссия по проведению специальной оценки условий труда, число членов которой должно быть нечетным, а также утверждается график проведения специальной оценки условий труда.

В случае если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте не идентифицированы, условия труда на данном рабочем месте признаются комиссией допустимыми, а исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов не проводятся.

В случае если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте идентифицированы, комиссия принимает решение о проведении исследований (испытаний) и измерений данных вредных и (или) опасных производственных факторов в порядке, установленном статьей 12 настоящего Федерального закона.

По результатам проведения исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, осуществляется отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда.

#### ***Особенности труда женщин***

Действующее законодательство предусматривает особые условия безопасности труда женщин, в частности;

1) установлены предельно допустимые нормы нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную (не более 7 кг, а при чередовании с другой работой не более 10 кг);

2) утвержден перечень производств, работ, профессий и должностей с вредными и опасными условиями труда, на которых ограничивается применение труда женщин;

3) запрещается направление в служебные командировки, привлечение к работе в выходные дни и в ночное время, а также к сверхурочной работе беременных женщин;

4) действует СанПиН 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин» и др.

#### ***Особенности труда молодежи***

1) заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста 16 лет;

2) запрещается применение труда лиц в возрасте до 18 лет на вредных и опасных работах и переноска тяжестей, превышающих установленные нормы (есть соответствующие перечни и предельные нормы, утвержденные правительством РФ);

- 3) лицам до 18 лет запрещается работа в игорном бизнесе, ночных клубах и кабаре, в производстве, перевозке и торговле спиртными напитками, табачными изделиями;
- 4) лицам до 18 лет запрещается привлечение к ночным и сверхурочным работам;
- 5) лица моложе 18 лет при приеме на работу проходят предварительный медицинский осмотр и до достижения указанного возраста – ежегодный медицинский осмотр;
- 6) продолжительность рабочей недели сокращается для лиц в возрасте до 16 лет на 16 часов, в возрасте от 16 до 18 лет – на 4 часа.

### Тема 3. Производственная санитария

Раздел охраны труда, изучающий вредные производственные факторы с целью защиты от них работающих, называется *производственной санитарией* (ПС). *Вредный производственный фактор* – фактор трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических или инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

ГОСТ 12.0.002-80 определяет ПС как систему организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих производственных факторов.

Основные вредные факторы, встречающиеся на большинстве производств, следующие: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны или поверхностей оборудования; повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха в рабочей зоне; повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень различных электромагнитных излучений; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны и др.

Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*.

Количество и величина вредных факторов зависят от специфики производственных процессов.

Для обеспечения оптимальных условий труда важное значение имеют вопросы производственной санитарии, позволяющие обеспечить санитарно-гигиенические условия на рабочем месте и тем самым снизить риск профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Необходимо знать основные положения, составляющие сущность перечисленных вопросов, чтобы успешно выполнять функции по организации безопасных условий труда.

Любое предприятие может оказывать вредное воздействие на окружающую среду, загрязняя воздух, воду и почву теми или иными вредными веществами, излучая шум, электромагнитные поля и т. п.

В зависимости от степени вредности все промышленные предприятия подразделяют на 5 классов, вокруг которых создаются *санитарно-защитные зоны* (СЗЗ).

Ширина СЗЗ составляет для предприятий 1-го класса – 1000 м; 2-го класса – 500 м; 3-го класса – 300 м; 4-го класса – 100 м; 5-го класса – 50 м.

В пределах СЗЗ уровни загрязнения воздуха, шума и других факторов могут превышать нормативные значения.

СЗЗ предусматриваются также вокруг источников ионизирующего излучения и радиационных объектов. Чтобы обеспечить в приземном слое за пределами СЗЗ предельно допустимую концентрацию вредных веществ (ПДК; мг/м<sup>3</sup>) рассчитывают предельно допустимые выбросы этих веществ для данного предприятия с учетом фоновых загрязнений (ПДВ; мг/с, г/час и т. д.).

Определение класса предприятия и ширины СЗЗ производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Предприятие на генеральном плане должно располагаться так, чтобы на него не оказывались вредные воздействия с соседних территорий. Одновременно необходимо снизить до требуемых

значений вредные воздействия данного предприятия на прилегающие к нему объекты и населенные места.

Частично эти условия выполняются, если расположение предприятия и зданий учитывает «розу ветров». «Роза ветров» – графическое изображение направления и интенсивности ветра в данной местности. Обычно используется восьмиугольная «роза ветров». Объекты, интенсивно выделяющие вредности, должны располагаться с подветренной стороны. Здания, сооружения и склады располагаются по зонам (зонирование). Между зданиями должны быть разрывы, обеспечивающие естественное проветривание площадок, прямое солнечное облучение. Территория предприятия должна быть благоустроена, озеленена и ограждена. Требования к генеральным планам регламентируются строительными нормами и правилами (СНиП).

На любом предприятии должны быть помещения для отдыха, приема пищи, хранения, стирки, ремонта и обезвреживания одежды, оказания медицинской помощи и др. Состав, размеры и устройство бытовых помещений определяются соответствующими нормативами (СНиП).

Работающие должны обеспечиваться чистой питьевой водой. В горячих цехах предусматриваются сатураторные установки, в воду добавляется поваренная соль. К санитарно-техническим средствам нормализации условий труда относятся: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, освещение, оборудование для очистки воздуха от пыли и газов, оборудование для очистки сточных вод, емкости для сбора и временного хранения отходов производства и потребления и др.

## **Раздел 7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации**

### **Тема 1. Классификация чрезвычайных ситуаций**

*Чрезвычайная ситуация* – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (закон от 21.12.94 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», далее – закон № 68-ФЗ)

*Предупреждение чрезвычайных ситуаций* – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения (закон № 68-ФЗ)

*Источник чрезвычайной ситуации* – это опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р 22.0.02-94 «БЧС. Термины и определения основных понятий» – далее ГОСТ Р 22.0.02-94)

*Опасность в чрезвычайной ситуации* – это состояние, при котором создалась или вероятна угроза поражающих факторов и воздействий источника чрезвычайной ситуации на население, объекты народного хозяйства и окружающую природную среду в зоне чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р 22.0.02-94)

*Поражающий фактор источника чрезвычайной ситуации* – это составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником чрезвычайной ситуации и характеризующаяся физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами (ГОСТ Р 22.0.02-94)

*ЧС* – это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным и экологическим бедствием, а также массовыми инфекционными заболеваниями, которые могут приводить к людским и материальным потерям.

Каждая ЧС имеет присущие только ей причины, особенности и характер развития. В основе большинства ЧС лежит дисбаланс между деятельностью человека и ОС.

Классификация ЧС по масштабам распространения и тяжести последствий (постановление Правительства РФ № 304 от 21.05.2007 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»):

К **ЧС локального характера** относятся ЧС, в результате которых территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее – зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее – количество пострадавших), составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее – размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей

К **ЧС муниципального характера** относятся ЧС, в результате которых зона ЧС не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн рублей, а также данная ЧС не может быть отнесена к ЧС локального хар

К **ЧС межмуниципального характера** относятся ЧС, в результате которых зона ЧС затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн рублей

К **ЧС регионального характера** относятся ЧС, в результате которых зона ЧС не выходит за пределы территории одного субъекта РФ, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн рублей, но не более 500 млн рублей.

К **ЧС федерального характера** относятся ЧС, в результате которых количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн рублей.

По природе возникновения:

природные, техногенные, экологические, биологические, антропогенные, социальные.

По причине возникновения ЧС делятся на **наслучайные** (непреднамеренные) и **преднамеренные**. К последней группе относятся террористические акты, экстремистские действия, другие умышленные действия.

По режиму времени ЧС делятся на чрезвычайные ситуации **мирного** и **военного** времени.

По степени внезапности:

- внезапные (непрогнозируемые);

- ожидаемые (прогнозируемые).

Легче прогнозировать социальную или экономическую ситуации, чем стихийные бедствия.

По скорости развития ЧС делятся на: **внезапные** (землетрясения, взрывы, транспортные аварии); **стремительные** (связанные с пожарами, выбросами СДЯВ, АХОВ); **умеренные** (паводки, наводнения, извержения вулканов и др.).

Пять стадий развития аварий и чрезвычайных ситуаций:

1) стадия зарождения – постепенное накопление отрицательных эффектов, приводящих к аварии;

2) стадия инициирования – начало развития ЧС;

3) стадия кульминации – «пик» катастрофы, когда выделяется основное количество энергии или вещества;

4) стадия затухания;

5) стадия ликвидации последствий

## Тема 2. Чрезвычайные ситуации природного характера

### *Геофизические опасные явления:*

- землетрясения,
- извержения вулканов.

*Геологические опасные явления (экзогенные геологические явления):*

- оползни,
- сели,
- пыльные бури,
- обвалы, осыпи, курумы, эрозия, склоновый смыв и др.

*Метеорологические и агрометеорологические опасные явления:*

- бури (9-11 баллов), ураганы (12-15 баллов), смерчи, торнадо, шквалы, вертикальные вихри;
- крупный град, сильный дождь (ливень), сильный туман;
- сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, заморозки;
- сильная жара, засуха, суховей.

*Морские гидрологические опасные явления:*

- тропические циклоны (тайфуны), цунами, сильное волнение (5 и более баллов), сильное колебание уровня моря;
- ранний ледяной покров, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, непроходимый лед;
- отрыв прибрежных льдов и др.

*Гидрологические опасные явления:*

- высокие уровни вод (наводнения), половодья;
- заторы и зажоры, низкие уровни вод и др.

*Гидрогеологические опасные явления:*

- низкие уровни грунтовых вод;
- высокие уровни грунтовых вод.

*Природные пожары:*

- лесные пожары;
- пожары степных и хлебных массивов;
- торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых.

*Инфекционные заболевания людей:*

- единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний;
- групповые случаи опасных инфекционных заболеваний и др.

*Инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных:*

- единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний;
- инфекционные заболевания не выявленной этиологии и др.

*Поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями:*

- массовое распространение вредителей растений;
- болезни не выявленной этиологии и др.

*Действия населения при землетрясении:*

- покинуть здание (15-20 сек);
- на верхних этажах встать в проемах входных дверей и прижать к себе ребенка;
- занять место в углу капитальных стен.
- не выпрыгивать из окон здания и не пользоваться лифтом;
- если покинули здание, отойти как можно дальше от него, столбов, рекламных щитов, проводов, желательно на равнинное место.

*Действия населения при наводнении:*

- слушать постоянно радио и телевидение;
- перенести ценные вещи и продукты питания на верхние этажи;
- вывести людей из опасных районов;
- перегнать скот на возвышенные места;
- сперва эвакуировать детей и оказать ПМП пострадавшим;
- спасать людей различными средствами.

*Действия населения в случае бури, урагана, смерча:*

- убрать с балконов все, что может быть снесено ветром;
- закрыть окна, двери, чердаки;

- заклеить стекла полосками бумаги;
- двери и окна с подветренной стороны оставить открытыми и закрепить для уравнивания давления внутри и снаружи здания;
- подготовить фонари, лампы, свечи;
- запастись продуктами питания, водой;
- держать включенным приемник;
- подготовить медикаменты;
- укрыться в подвале, погребе, убежище;
- занять в доме внутреннюю комнату, подальше от окна.

Основными видами поражения людей при ураганах, бурях и смерчах являются закрытые травмы различных областей тела, ушибы, переломы, сотрясения головного мозга, ранения, сопровождающиеся кровотечением.

Буре часто предшествуют гроза, сильные электрические разряды молнии.

*Действия во избежание поражения молнией:*

- отключить телевизор и другие электрические приборы;
- не стоять перед открытым окном, не держать в руках металлических предметов;
- закрыть окна и двери, потому что поток воздуха — хороший проводник электрического тока;
- помнить, что середина комнаты – самое надежное место;
- находясь вне помещения, никогда не бежать, остановить автомашину;
- не укрываться под деревьями, особенно под дубами и лиственницами;
- переместиться из возвышенной местности в низину;
- держаться подальше от металлоконструкций, труб и водных поверхностей.

*В грозу запрещено:*

- прислоняться к скалам и отвесным стенам;
- останавливаться на опушке леса;
- идти и останавливаться возле водоемов;
- прятаться под скальным навесом;
- передвигаться плотной группой;
- находиться в мокрой одежде.

В грозу ветер не дает правильного представления о направлении движения грозы, грозы часто идут против ветра. Расстояние до грозы можно определить по времени между вспышкой молнии и раскатом грома (1с – расстояние 300-400 м, 2 с – 600-800 м, 3 с – 1000 м). Непосредственно перед началом грозы обычно наступает безветрие или ветер меняет направление. Во время грозы в лесу предпочтительно укрываться среди невысоких деревьев, в горах в 3-8 м от высокого «пальца» 10–15 м, на открытой местности – в сухой ямке, канаве.

Эффективным средством обеспечения безопасности людей, предохранения зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молнии, является применение стержневых или тросовых молниеотводов.

Тема 3. Чрезвычайные ситуации техногенного характера

1. Транспортные аварии (катастрофы):

- товарных поездов;
- пассажирских поездов;
- речных и морских грузовых судов;
- на магистральных трубопроводах и др.

2. Пожары, взрывы, угроза взрывов:

- пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов;
- пожары (взрывы) на транспорте;
- пожары (взрывы) в зданиях и сооружениях жилого, социально - бытового, культурного значения и др.

3. Аварии с выбросом (угрозой выброса) химически опасных веществ (ХОВ):
  - аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ при их производстве, переработке или хранении (захоронении);
  - утрата источников ХОВ;
  - аварии с химическими боеприпасами и др.
4. Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ:
  - аварии на атомных станциях;
  - аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками;
  - аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения, эксплуатации или установки;
  - утрата радиоактивных источников и др.
5. Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ (БОВ):
  - аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях;
  - утрата БОВ и др.
6. Внезапное обрушение зданий, сооружений:
  - обрушение элементов транспортных коммуникаций;
  - обрушение производственных зданий и сооружений;
  - обрушение зданий и сооружений жилого, социально - бытового и культурного значения.
7. Аварии на электроэнергетических системах:
  - аварии на автономных электростанциях с длительным перерывом электроснабжения всех потребителей;
  - выход из строя транспортных электроконтактных сетей и др.
8. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения:
  - аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ;
  - аварии на тепловых сетях в холодное время года;
  - аварии в системах снабжения населения питьевой водой;
  - аварии на коммунальных газопроводах.
9. Аварии на очистных сооружениях:
  - аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;
  - аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.
10. Гидродинамические аварии:
  - прорывы плотин (дамб, шлюзов и др.) с образованием волн прорыва и катастрофическим затоплением;
  - прорывы плотин с образованием прорывного паводка и др.

#### *Основные опасности при авариях на радиационно-опасных объектах (РОО)*

**РОО**– объекты народного хозяйства, использующие в своей деятельности источники ионизирующего излучения.

#### *Источники радиоактивного заражения:*

- аварии на АЭС;
- добыча урана, его обогащение, переработка;
- транспортировка, хранение и захоронение отходов;
- отрасли науки и промышленности, использующие изотопы: рентгеновское обследование больных, рентгеновская оценка качества технических изделий.

#### *Типы радиационных аварий по масштабам:*

- **локальная авария** – это авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием;
- **местная авария** – радиационные последствия ограничиваются зданиями и территорией АЭС;
- **общая авария** – радиационные последствия которой распространяются за территорию АЭС.

#### *Основные поражающие факторы радиационных аварий:*

- воздействие внешнего облучения (гамма излучения, рентгеновского бета- и гамма излучения; гамма нейтронного излучения и др.).
- внутреннее облучение от попавших в организм человека радионуклидов (альфа- и бета излучение).
- совместное радиационное воздействие, как за счет внешних источников излучения, так и за счет внутреннего облучения;
- комбинированное воздействие как радиационных, так и не радиационных факторов.

#### *Основные поражающие факторы ядерного взрыва:*

- ударная волна;
- световое излучение;
- проникающая радиация;
- радиоактивное заражение.

Основные параметры, регламентирующие ионизирующее излучение:

*Экспозиционная доза* – это количественная характеристика поля ионизирующего излучения. Единицей экспозиционной дозы является рентген (Р). При дозе 1Р в 1см<sup>3</sup> воздуха образуется  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов.

*Поглощенная доза* – количество энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества. Единицей поглощенной дозы является 1 рад. В международной системе СИ – 1 Грей (Гр)=100 рад.

*Эквивалентная доза* – единицей измерения является бэр – это такая поглощенная доза любого вида ионизирующего излучения, которая при облучении вызывает такой же биологический эффект, что и 1 рад рентгеновского или гамма излучения.

Международная комиссия по радиационной защите рекомендовала в качестве ПДД разового аварийного облучения 25 бэр и профессионального постоянного облучения – до 5 бэр в год.

#### *Дозиметрические приборы*

Измерители мощности дозы (*рентгенметры*) ДП-5А, ДП-5Б и ДП-5В являются основными дозиметрическими приборами для измерения уровней радиации (мощности дозы излучения) и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению. Основные части прибора – это измерительный пульт и зонд, соединенный с пультом гибким кабелем.

*Дозиметры* предназначены для измерения дозы внешнего облучения людей, находящихся на местности, зараженной радиоактивными веществами. Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В состоит из 50 прямо показывающих дозиметров ДКП-50А индивидуального пользования и зарядного устройства ЗД-5. Дозиметр ДКП-50А обеспечивает измерение индивидуальных доз гамма-излучения в диапазоне от 2 до 50 Р при уровнях радиации от 0,5 до 200 Р/ч.

*Для защиты персонала и населения в случае аварии на РОО предусмотрены следующие мероприятия:*

- создание автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО);
- создание системы оповещения персонала и населения в 30-километровой зоне;
- строительство и готовность защитных сооружений в радиусе 30 км вокруг АЭС;
- определение перечня населенных пунктов и численности населения, подлежащего защите или эвакуации из зон возможного радиоактивного заражения;
- создание запаса медикаментов, средств индивидуальной защиты и других средств для защиты населения и обеспечения его жизнедеятельности;
- подготовка населения к действиям во время и после аварии;
- создание на АЭС специальных формирований.
- прогнозирование радиационной обстановки;
- организация радиационной разведки;
- проведение учений на АЭС и прилегающей территории.

*Основные опасности при авариях на химически опасных объектах (ХОО)*

**ХОО** называют объекты народного хозяйства, производящие, хранящие или использующие

аварийно-химические опасные вещества (АХОВ).

*Виды ХОО:*

предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности;  
предприятия пищевой, мясомолочной промышленности, хладокомбинаты, продовольственные базы, имеющие холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак;

водоочистные и другие очистные сооружения, использующие в качестве дезинфицирующего вещества хлор;

железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава со СДЯВ;

железнодорожные станции выгрузки и погрузки СДЯВ.

склады и базы, с запасом ядохимикатов и др. веществ для дезинфекции.

*АХОВ делятся на:*

- быстродействующие;

- медленнодействующие (картина отравления через несколько часов).

Продолжительность заражения местности зависит от *стойкости химического вещества*.

Стойкость и способность заражать поверхности зависит от температуры кипения вещества. К не стойким относятся АХОВ с температурой кипения ниже 130°C, а к стойким – вещества с температурой кипения выше 130°C. Нестойкие АХОВ заражают местность на минуты или десятки минут. Стойкие сохраняют свойства, а, следовательно, заражающее действие от нескольких часов до нескольких месяцев.

*Очаг химического поражения*– территория, подвергшаяся заражению АХОВ, на которой могут возникнуть или возникают массовые поражения людей.

***Основные действия населения при аварии на ХОО***

*С выбросом АХОВ – ХЛОР:*

1. Укрыться в убежище;

2. Надеть противогаз или противогазовый респиратор марки “В” или ватно-марлевую повязку, смоченную питьевой водой;

3. Подняться на верхние этажи высотных зданий;

4. Защитить квартиру от проникновения паров хлора (заклеить окна, дверные проемы, вентиляционные отверстия);

5. Выходить из зоны заражения по возвышенным местам, избегая низин, оврагов в направлении, против ветра.

*С выбросом АХОВ – АММИАК:*

1. Выходить из зараженной зоны против ветра;

2. Укрыться в убежище, если оно имеется по близости;

3. Покинуть квартиру, взяв документы и деньги;

4. Надеть противогаз или противогазовый респиратор марки “КД” или ватно-марлевую повязку, смоченную 5% раствором лимонной кислоты.

***Основные опасности при авариях на пожароопасных объектах***

Усложнение технологических процессов повышает их пожарную опасность.

По взрывопожарной опасности объекты подразделяются на категории: А, Б, В, Г, Д.

Категория А – это помещения, в которых применяются легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров 28°C и ниже или горючие газы в таком количестве, что они могут образовать взрывоопасную смесь с воздухом, при взрыве которой создается давление более 5 кПа (например, склады бензина).

Категория Б – это помещения, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие волокна или пыль, а также легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров более 28°C в таком количестве, что образуемая ими с воздухом смесь при взрыве может создать давление более 5 кПа (цеха приготовления сеной муки, выбойные и размольные отделения мельниц и крупорушек, мазутное хозяйство электростанций и котельных).

Категория В – это помещения, в которых обрабатывают или хранят твердые горючие вещества, в том числе выделяющие пыль или волокна, неспособные создавать взрывоопасные

смеси с воздухом, а также горючие жидкости (лесопильные, столярные и комбикормовые цехи; цехи первичной сухой обработки льна, хлопка; кормокухни, зерноочистительные отделения мельниц; закрытые склады угля, склады топливно-смазочных материалов без бензина; электрические РУ или подстанции с трансформаторами).

Категория Г – это помещения, в которых сжигают топливо, в том числе газ, или обрабатывают несгораемые вещества в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии (котельные, кузницы, машинные залы дизельных электростанций).

Категория Д – это помещения, в которых негорючие вещества находятся в практически холодном состоянии (насосные оросительные станции; теплицы, кроме отапливаемых газом, цехи по переработке овощей, молока, рыбы, мяса).

Категории производств по пожарной опасности в большой степени определяют требования к конструктивным и планировочным решениям зданий и сооружений, а также другим вопросам обеспечения пожаро- и взрывобезопасности.

Условия возникновения пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости (способность здания или сооружения в целом сопротивляться разрушению при пожаре). Здания и сооружения по степени огнестойкости подразделяются на пять степеней (I, II, III, IV и V). Степень огнестойкости здания (сооружения) зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от распространения огня по этим конструкциям.

По возгораемости строительные конструкции подразделяются на несгораемые, трудносгораемые и сгораемые. Несгораемые конструкции выполнены из несгораемых материалов, трудносгораемые – из трудносгораемых или из сгораемых, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами (например, противопожарная дверь, выполненная из дерева и покрытая листовым асбестом и кровельной сталью).

*Огнестойкость* строительных конструкций характеризуется их пределом огнестойкости, под которым понимают время в часах, по истечении которого они теряют несущую или ограждающую способность, т. е. не могут выполнять свои обычные эксплуатационные функции.

Потеря несущей способности означает обрушение конструкции.

Потеря ограждающей способности – прогрев конструкции при пожаре до температур, превышение которых может вызвать самовоспламенение веществ, находящихся в смежных помещениях, или образование в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые могут проникать продукты горения в соседние помещения.

Пределы огнестойкости конструкций устанавливают опытным путем.

Для этого образец конструкции, выполненный в натуральную величину, помещают в специальную печь и одновременно воздействуют на нее с необходимой нагрузкой.

Время от начала испытания до появления одного из признаков потери несущей или ограждающей способности и считается пределом огнестойкости. Предельным прогревом конструкции является повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем больше чем на 140 °С или в какой-либо точке поверхности выше чем на 180 °С по сравнению с температурой конструкции до испытания, или больше чем на 220 °С независимо от температуры конструкции до испытания.

Наименьшим пределом огнестойкости обладают незащищенные металлические конструкции, а наибольшим – железобетонные.

Требуемая степень огнестойкости производственных зданий промышленных предприятий зависит от пожарной опасности размещаемых в них производств, площади этажа между противопожарными стенами и этажности здания.

Например, основные части зданий I и II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях I степени распространение огня по основным строительным конструкциям не допускается совсем, а в зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок). Основные части зданий V степени являются сгораемыми. Пределы огнестойкости и распространения огня для них не нормируются.

#### Тема 4. Чрезвычайные ситуации социального характера

*Социальными* называются опасности, получившие широкое распространение в обществе и угрожающие жизни и здоровью людей.

Носителями социальных опасностей являются люди, образующие определенные социальные группы. Особенность социальных опасностей состоит в том, что они угрожают большому числу людей. Распространение социальных опасностей обусловлено поведенческими особенностями людей отдельных социальных групп. Социальные опасности весьма многочисленны. К ним, например, относятся все противоправные (незаконные) *формы насилия, употребление веществ, нарушающих психическое и физиологическое равновесие человека* (алкоголь, наркотики, курение), суициды, мошенничество, шарлатанство— все, что может нанести ущерб здоровью людей.

В своей основе социальные опасности порождаются социально-экономическими процессами, протекающими в обществе, В то же время следует отметить противоречивый характер причин, следствием которых являются социальные опасности.

Несовершенство человеческой природы – главная предпосылка появления социальных опасностей. Наличие адекватной правовой системы может явиться основным условием предупреждения и защиты от социальных опасностей.

##### *Классификация социальных опасностей*

Социальные опасности могут быть классифицированы по определенным признакам.

По природе и форме воздействия на человека выделяются:

- 1) опасности, связанные с психическим воздействием на человека (шантаж, мошенничество, воровство и др.);
- 2) опасности, связанные с физическим насилием (разбой, бандитизм, террор, изнасилование, заложничество);
- 3) опасности, связанные с употреблением веществ, разрушающих организм человека (наркомания, алкоголизм, курение);
- 4) опасности, связанные с болезнями (СПИД, венерические заболевания, туберкулез и др.);
- 5) опасности суицидов.

По масштабу событий социальные опасности можно разделить на:

1. локальные;
2. региональные;
3. глобальные.

По половозрастному признаку различают социальные опасности, характерные для детей, молодежи, женщин, мужчин, пожилых людей.

По организации социальные опасности могут быть случайными и преднамеренными.

##### *Виды терроризма*

- убийства государственных и общественных деятелей или представителей власти,  
- захват заложников, с целью получения денег в обмен на жизни захваченных людей;  
- преступные акты, ведущие к бессмысленной гибели людей, нарушающие дипломатическую деятельность государств, нормальный ход международных контактов и встреч, транспортные связи между государствами;

- подрыв взрывных устройств и бомб в местах, где можно причинить наибольший материальный человеческий ущерб. Бомбы чаще всего взрывают по политическим соображениям;

- государственный терроризм, который во многих случаях перерастает в акты агрессии;

*Государственный терроризм*— акты агрессии, направленные на свержение существующего политического строя в той или иной стране с помощью военной силы.

##### *Цели терроризма*

- получить максимально возможный международный отклик, широко освещаемый средствами массовой информации;

- получения крупных денежных сумм.

Это могут быть: угоны самолетов с международных линий, похищение иностранных дипломатов и военных, захват посольств, покушения на лиц, имеющих всемирную известность, взрывы самолетов и т.д.

***Признаки наличия взрывных устройств:***

- припаркованные вблизи домов автомашины, неизвестные жильцам (бесхозные);
- присутствие проводов, небольшой антенны, изоляторы;
- шумы из обнаруженного предмета (тиканье часов, щелчки);
- наличие на найденном предмете источников питания (батарейки);
- растяжки из проволоки, ниток, веревки;
- необычное размещение обнаруженного предмета;
- специфический, не свойственный окружающей местности, запах;
- бесхозные портфели, чемоданы, сумки, свертки, коробки.

***При подозрении на закладку или обнаружении ВУ необходимо:***

- немедленно сообщить об обнаруженном предмете в дежурные службы органов внутренних дел ФСБ, ГО и ЧС;
- изолировать место с подозрительным предметом, не подходить к нему, не трогать и не подпускать других;
- если дело происходит в помещении, эвакуировать весь персонал, по возможности открыть все окна и двери для рассредоточения ударной волны;
- исключить использование мобильных телефонов, радиосвязи, так как это может привести к срабатыванию ВУ.

***В целях предотвращения взрывов жилых домов, надо:***

- установить на чердаках и подвалах прочные двери, навесить на них замки;
- укрепить подъездные двери, поставить домофоны;
- проверить все пустующие помещения в доме;
- осмотреть и по возможности убрать машины, стоящие во дворе дома;
- познакомиться с жильцами, снимающими квартиры в вашем доме. О подозрительных личностях сообщить участковому инспектору;
- попросить жильцов дома, часто бывающих во дворе (в первую очередь пенсионеров), обращать внимание на незнакомых людей, расспрашивать их. Террористы не любят пристального внимания, и есть шанс, что они откажутся от своих планов;
- обращать внимание на любые подозрительные во дворе события;
- следует опасаться посылок и писем, где неправильно написана ваша фамилия, или на посылке нет обратного адреса или обратный адрес вам неизвестен. Фруктовых посылок без вентиляционных отверстий посылок со смещенным центром тяжести. Писем в необычно толстых, тяжелых, при сгибе напоминающих резину конвертах. В них могут находиться бомбы.

***Ваши действия при захвате террористами:***

- морально приготовьтесь к тяжелому моральному испытанию;
- не реагируйте на провокационные или вызывающие поведения террористов и не совершайте действия, которые могут привлечь их внимание;
- проявляйте спокойствие, не задавайте вопросов и не смотрите прямо в их глаза, выдавая свою злобу;
- желательно подчиниться требованиям террористов без пререкательств;
- прежде чем передвинуться или открыть сумочку или пакет, спрашивайте разрешения;
- при стрельбе ложитесь на пол или укройтесь за сиденьем, перевернутым столом, но никуда не бегите;
- помните, что в результате переговоров захватчики освобождают женщин, детей, пожилых и больных людей. Всегда имейте с собой необходимые вам лекарства, а в подобной ситуации и симулировать симптомы своей болезни для возможного освобождения;
- при перемещении постарайтесь запомнить количество террористов и заложников, их и свое местонахождение;
- если вы ранены, то постарайтесь не двигаться, примите удобное положение, остановите кровотечение с помощью закрутки или любой повязки.

***Чтобы уберечь себя от взрывов на улице, необходимо:***

- избегать места скопления людей – рынки, стадионы, вокзалы, зрелищные мероприятия и пр.;
- не приближаться к оставленным в людных местах подозрительным предметам;
- незамедлительно сообщать о своих находках в милицию или ФСБ;
- останавливать людей, пытающихся проверить содержимое бесхозных сумок, свертков и пр., или быстро отходить от них;
- не поднимать самим и научить детей не поднимать найденные на улице мелкие вещи: свистки, авторучки, портсигары, игрушки и пр., так как очень часто террористы камуфлируют в них бомбы. Расчет ведется на Вашу любознательность;
- при угрозе взрыва занять наиболее безопасное место - спрятаться за стену, колонну и пр.;
- после взрыва – избегать мест, где возможно образование заторов.

Тема 5. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени

Основными способами защиты населения являются: своевременное оповещение; мероприятия противорадиационной, противохимической и противобактериологической защиты; укрытие в защитных сооружениях; использование средств индивидуальной защиты и медицинской помощи; проведение эвакуационных мероприятий (рассредоточение, эвакуация и отселение населения из зон ЧС). В чрезвычайных ситуациях военного и мирного времени защите подлежат все население, но защищаются его отдельные группы дифференцированно.

В чрезвычайной ситуации исключительно важное значение имеет своевременность **оповещения населения** о возникшей угрозе. Оповещение населения является реализацией одного из основных принципов обеспечения безопасности – принципа информации.

В случае угрозы или возникновения ЧС федеральные и местные органы ГОЧС осуществляют *оповещение* – передачу речевой информации с использованием городских сетей проводного, радио-, телевизионного вещания и локальных средств. Для привлечения внимания населения перед передачей речевой информации должны включаться электросирены, различные сигнальные устройства, что означает подачу предварительного сигнала «Внимание всем!». Услышав его, необходимо включить радио или телевизор для прослушивания экстренных сообщений.

После этого сигнала в течение 5 мин должна последовать информация об угрозе ЧС (радиоактивном, химическом заражении, наводнении и др.), в которой будут даны практические рекомендации по действиям населения. Примерный вариант оповещения об угрозе радиоактивного заражения:

«Внимание всем! Говорит штаб ГОЧС города. Граждане! Произошла авария на атомной электростанции. В городе через 2 часа ожидается выпадение радиоактивных осадков. Срочно загерметизируйте жилые помещения, создайте запасы воды, продовольствия и укройте их, проведите йодную профилактику, подготовьте ватно-марлевые повязки (респираторы, противогазы). Слушайте последующие сообщения».

Радио или телевизор следует держать включенными до ликвидации аварии или стихийного бедствия.

*При аварии на химически опасном объекте:* «Внимание! Говорит штаб по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций города N. Граждане! Произошла авария на мясокомбинате с разливом аммиака. Облако зараженного воздуха распространяется в направлении поселка Инской. В зону заражения попадают улицы Рябиновая, Некрасова и Водосточная. Жителям этих улиц и работникам учреждений, находящихся на этих улицах, немедленно выйти в район горы Красная. В дальнейшем действовать в соответствии с указаниями городского штаба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций».

*При угрозе радиоактивного заражения:* «Внимание! Говорит штаб по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций города N. Граждане! Возникла непосредственная угроза радиоактивного заражения. Приведите в готовность средства индивидуальной защиты и держите их постоянно при себе. По команде городского штаба гражданской обороны и чрезвычайных

ситуаций наденьте их. Для защиты поверхности тела используйте плащи и накидки. Проверьте герметизацию жилых помещений, упакуйте продукты питания и сделайте запас воды. В дальнейшем действуйте по указанию городского штаба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций».

Четкие действия при оповещении о чрезвычайных ситуациях помогут каждому с меньшим риском сохранить здоровье и жизнь.

**Противорадиационная, противохимическая и противобактериологическая защита** представляет комплекс мероприятий по предотвращению или ослаблению воздействия на людей ионизирующих излучений, отравляющих веществ (ОВ), аварийно химически опасных веществ (АХОВ) и биологических средств (БС).

Она включает выявление и оценку радиационной, химической и бактериологической обстановки; использование режимов радиационной защиты; организацию и проведение дозиметрического, химического и бактериологического контроля; использование населением средств индивидуальной и коллективной защиты; ликвидацию последствий радиоактивного, химического и бактериологического загрязнения.

Дозиметрический, химический, биологический контроль проводится силами разведывательных подразделений (групп, звеньев), сотрудниками санэпидстанций и лабораторий с целью определения степени заражения (загрязнения) местности, технических средств, помещений, продуктов питания радиоактивными веществами (РВ), АХОВ, БС и определения доз облучения людей.

Приборы, предназначенные для обнаружения и измерения радиоактивных излучений называют *дозиметрическими*. Работа этих приборов основана на различных методах: фотографическом, химическом, сцинтилляционном и ионизационном.

#### **Укрытие в защитных сооружениях.**

Для укрытия людей заблаговременно на случай ЧС строятся защитные сооружения. Защитные сооружения подразделяются:

- по назначению (для населения или для размещения органов управления);
- по месту расположения (встроенные, отдельно стоящие, в горных выработках, метро и др.);
- по времени возведения (заблаговременно возводимые и возводимые в особый период);
- по характеру (убежища или укрытия).

*Убежищем* называется защитное сооружение герметичного типа, обеспечивающее защиту укрываемых в нем людей от всех поражающих факторов от всех поражающих факторов ЧС мирного и военного времени (ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных средств, высоких температур и вредных дымов). В убежище люди не используют средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

По степени защиты убежища подразделяют на пять классов. Однако с 1991 года в России убежища строятся, в основном, не выше 4 класса.

Современные убежища – это сложные в техническом отношении сооружения, оборудованные комплексом различных систем и приборов, необходимых для обеспечения нормальных условий жизнеобеспечения в течение расчетного времени. По вместимости убежища, возводимые заблаговременно, условно разделяют на следующие виды:

- малой вместимости (до 150 чел.);
- средней вместимости (150-600 чел.);
- большой вместимости (свыше 600 чел.).

В убежищах от воздействия ударной волны, обломков разрушающихся зданий, проникающей радиации, светового излучения и высоких температур защищают прочные ограждающие конструкции (стены, перекрытия, защитно-герметические двери, ставни, ворота), клапаны на воздухозаборных, выхлопных и других отверстиях. Для защиты от отравляющих бактериальных средств и радиоактивной пыли убежища герметизируют.

Каждое убежище состоит из основных помещений (отсеки для укрываемых и медпункт) и вспомогательных (санузлов, дизельной электростанции, склада горюче-смазочных материалов,

фильтровентиляционной камеры, складских помещений, кладовой для продуктов, тамбуров, аварийного выхода и др.).

Вместимость убежища определяется числом сидячих мест на первом ярусе нар и числом лежащих мест – на втором, но так, чтобы внутренний объем помещения составлял не менее  $1,5 \text{ м}^3$  на одного укрываемого. При определении вместимости убежища норма площади на одного укрываемого принимается  $0,5 \text{ м}^2$  при двухъярусном расположении нар и  $0,4 \text{ м}^2$  при трехъярусном. Высота помещения должна быть не менее 2,2 м. Количество мест для сидения при двух ярусах должно составлять 80%, а при трех ярусах – 70%.

В защитных сооружениях запрещается курить, шуметь, зажигать без разрешения лампы, свечи, пахучие вещества, приводить животных. Укрывающиеся люди обязаны держать в готовности имеющиеся средства индивидуальной защиты и медицинские средства. Не следует без особой надобности ходить по помещению. Сведения о наземной обстановке укрываемые получают по радиотрансляционной сети или по телефону. Своевременная и спокойная информация необходима для предотвращения паники.

Убежища оборудуются всеми системами жизнеобеспечения. Система воздухообеспечения включает воздухозаборные устройства, противопылевые фильтры и фильтры-поглотители, вентиляторы, воздухорегулирующие и защитные устройства.

Очистка воздуха осуществляется:

- в режиме чистой вентиляции, когда наружный воздух очищается только от пыли с воздухообменом  $8-13 \text{ м}^3$  на человека в час;
- в режиме фильтровентиляции, когда воздух дополнительно пропускается через фильтры-поглотители для очищения от отравляющих веществ и бактериальных средств с воздухообменом не менее  $2 \text{ м}^3$  на человека в час.

Регенерация воздуха осуществляется посредством соответствующих патронов. Очищенный воздух вентиляторами нагнетается по воздуховодам в отсеки убежища.

Система водоснабжения обеспечивает людей водой для питья и гигиенических нужд. Она осуществляется от наружной водопроводной сети. Предусмотрен также аварийный запас (только для питья из расчета 3 литра на 1 человека), который хранят в стационарных баках. Санузел размещается в помещении, изолированном перегородками от отсеков убежища, с вытяжкой. Предусматривается отведение фекальных вод из расчета 2 литра на человека в сутки.

Убежища оборудуются также системами отопления, электроснабжения, освещения, радио и телефоном.

*Противорадиационное укрытие (ПРУ)* – это сооружение, обеспечивающее защиту людей от ионизирующих излучений при радиоактивном заражении местности, светового излучения проникающей радиации, ударной волны (частично), а также от непосредственного попадания отравляющих веществ и бактериальных средств.

Оборудуются ПРУ обычно в подвалах (погребках), цокольных этажах прочных зданий и сооружений с небольшими оконными проемами. При недостатке заглубленных помещений, которые могут быть использованы под укрытия, строят специальные ПРУ с применением для этого подручных материалов. Планировка укрытия должна быть простой, входы в укрытие завешиваются мягким материалом (брезентом, одеялами, мешковиной). По возможности ПРУ оборудуются необходимыми системами жизнеобеспечения (воздухообмена, водоснабжения, канализации, освещения и медицинского обслуживания).

При отсутствии ПРУ можно быстро построить *простейшее укрытие (щель)*. Такое укрытие представляет собой траншею глубиной 180-200 см, шириной поверху 100-120 см, а по дну – 80 см, с выходом под углом в 90 градусов к его продольной оси. Длина укрытия определяется из расчета  $0,5 \text{ м}$  на одного укрываемого.

Отрытая щель уменьшает в 1,5-2 раза вероятность поражения ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией. Перекрытая щель защищает от светового излучения полностью, от ударной волны в 2,5-3 раза, от проникающей радиации и радиоактивного излучения в 200-300 раз. Перекрытая щель предохраняет также от непосредственного попадания на кожу и одежду человека радиоактивных отравляющих и бактериальных средств.

В случае чрезвычайной ситуации необходимо помнить о защитных свойствах местности и уметь их использовать. Высокую степень защиты от ударной волны, проникающей радиации, светового излучения ядерного взрыва обеспечивают узкие, глубокие и извилистые овраги, карьеры, насыпи, ложбины, каналы, лесной массив и пр.

При нахождении на открытой местности в момент вспышки необходимо закрыть глаза для защиты от светового излучения, упасть лицом вниз спиной к взрыву, используя защитные свойства рельефа местности.

Помните, что опасно укрываться у стен зданий и сооружений из-за их возможного обрушения.

#### ***Использование средств индивидуальной защиты и медицинской помощи.***

##### ***Средства индивидуальной и защиты:***

- средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи;

**Противогазы** – (ГП – фильтрующие, ИП – изолирующие, ДП – детские) – для защиты человека от попадания в органы дыхания, глаз, лица радиоактивных, отравляющих, ХО веществ и бактериальных средств.

**Респираторы** – (Р-2, противопылевые и противогазовые) – облегченные средства защиты органов дыхания.

**Медицинские средства индивидуальной защиты (МСИЗ)** предназначены для профилактики и оказания медицинской помощи населению, пострадавшему от поражающих факторов (ионизирующих излучений, отравляющих веществ и биологических средств).

К ним относятся радиопротекторы, антитоды и противобактериальные средства, средства частичной санитарной обработки.

**Радиопротекторы** – вещества, снижающие степень воздействия ионизирующих излучений (например, цистамин).

В качестве довольно эффективных медицинских средств защиты от радиоактивных веществ, попавших в организм, могут быть использованы комплексоны, адсорбенты, которые препятствуют всасыванию РВ в кровь и способствуют быстрейшему выведению их из организма (например, йодистый калий).

**Антитоды (противоядия)** – вещества, предупреждающие или ослабляющие действие ОВ. Универсальных антитодов не существует. Имеются антитоды отравляющих веществ нервнопаралитического действия (афин, тарен, атропин и др), синильной кислоты и других цианидов (амилнитрит, пропилнитрит) и т. д.

**Противобактериальные средства** подразделяются на средства неспецифической профилактики (антибиотики и интерфероны) и специфической профилактики (сыворотки, вакцины, анатоксины, бактериофаги).

##### ***К табельным МСИЗ относятся:***

- аптечка индивидуальная (АИ-2) – содержит комплекс препаратов (медикаментов), предотвращающих или снижающих воздействие на организм человека ионизирующих излучений, ОВ, БС, профилактики шока;
- индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8) – используется для частичной санитарной обработки открытых участков кожи и прилегающей к ним одежды при попадании на них капельно-жидких или туманообразных ОВ, РВ, бактериальных аэрозолей;
- индивидуальный перевязочный пакет – используется для перевязки ран, ожогов, а также остановки некоторых видов кровотечений.

#### ***Проведение эвакуационных мероприятий***

Эвакуационные мероприятия проводятся только по распоряжению Правительства, региональной и местной администрации.

Выделяют три вида эвакуационных мероприятий: **рассредоточение, частичную эвакуацию и общую эвакуацию.** С целью дифференцированного проведения этих мероприятий население делится на три группы.

Первую группу составляют рабочие и служащие категорированных объектов народного

хозяйства, предприятий с непрерывным процессом производства и стратегически важных объектов (объекты энергетики, металлургии, автомобилестроения и т. д.).

Во вторую группу входят рабочие и служащие производств, не относящихся к вышеперечисленным.

К третьей группе причисляют население, не занятое в сфере производства и обслуживания (студенты, учащиеся, дети, неработающие).

*Расседоточение* – организованный вывоз (вывод) из населенных пунктов и размещение в безопасной зоне рабочих и служащих категорированных объектов народного хозяйства, продолжающих хозяйственную деятельность в зоне поражения; эта группа рабочих и служащих посменно работает в зоне поражения, а отдыхает в безопасной зоне.

*Эвакуация* – организованный вывоз или вывод из населенных пунктов и размещение в безопасной зоне рабочих и служащих объектов, прекративших или перенесших свою народнохозяйственную деятельность, а также населения, не занятого в сфере производства.

В некоторых случаях предусматривается *частичная эвакуация* населения, не занятого в производстве (группа риска – дети, беременные женщины и проч.).

Эвакуация является одним из способов защиты населения в чрезвычайной ситуации. При этом эвакуация рабочих и служащих осуществляется по производственному принципу, а населения, не связанного с производством, – по территориальному принципу (по месту жительства, через домоуправления). Списки и паспорта эвакуируемых являются основными документами для учета, размещения и обеспечения в районе расседоточения. Эвакуацию нужно проводить в кратчайший срок, сочетая перевозку на различных видах транспорта с пешим порядком.

Получив указания об эвакуации, необходимо собраться и в назначенное время прибыть на сборный эвакуационный пункт (СЭП), имея при себе документы, средства индивидуальной защиты, теплые вещи (даже летом), туалетные и постельные принадлежности, медикаменты, продукты питания (на 2-3 дня) и самую необходимую посуду. Все вещи должны быть уложены в чемодан, сумку или рюкзак. В квартире по месту жительства выключить все осветительные и нагревательные приборы, перекрыть водопровод и газ, закрыть окна и форточки.

Для организации мероприятий по расседоточению и эвакуации создаются *эвакуационные органы*.

В функции *эвакуационных комиссий* (ЭК) входит планирование и организация эвакуационных мероприятий (расседоточение, транспорт, медицинское и бытовое обслуживание, размещение, трудоустройство и т. д.).

*Сборные эвакуационные пункты* предназначены для сбора, регистрации и отправки населения в безопасную зону. Они разворачиваются в школах, клубах и других общественных зданиях.

*Промежуточные пункты эвакуации* организуются в случае эвакуации комбинированным способом и предназначены для кратковременного отдыха прибывающего населения, обогрева, питания, медицинского обслуживания и отправки к местам расселения.

*Эвакоприемные комиссии* создаются в административных органах для организации приема и размещения населения, прибывающего из опасных зон.

*Приемные эвакуационные пункты* организуются силами сельских (городских) районов вблизи пунктов высадки эвакуируемых; они предназначены для обеспечения приема, регистрации и непосредственного расселения прибывших людей.

*Пункты посадки* служат для отправки населения железнодорожным, автомобильным и водным транспортом в безопасную зону; создаются на железнодорожных вокзалах, водных станциях, портах и т. д.

*Пункты высадки* располагаются вблизи мест расселения эвакуируемого населения.

Для совершающих марш пешим порядком от сборного пункта предусматриваются привалы: малый (10-15 мин) – через каждые 1-1,5 часа движения и большой (1-2 ч) в начале второй половины перехода до приемного эвакопункта. Прием и размещение прибывшего населения в

загородной зоне осуществляют местные органы власти и штаб гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций.

#### Тема 6. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций

Ликвидация ЧС осуществляется под руководством комиссией по ЧС, на территории которой сложилась ЧС. К ликвидации ЧС могут привлекаться Вооруженные силы РФ, Войска ГО РФ и другие воинские формирования в соответствии с законодательством РФ.

Ликвидация ЧС включает проведение в зоне ЧС и в прилегающих к ней районах всех видов разведки и неотложных работ, а также организацию жизнеобеспечения пострадавшего населения и личного состава сил, привлекаемых к ликвидации.

Используя прогностические данные о возможных ЧС в определенном подведомственном районе (объекте), их характере и масштабах, составляется план ликвидации ЧС, который может включать:

- 1) краткую характеристику зоны бедствия (очага поражения);
- 2) силы и средства, привлекаемые для выполнения задач по ликвидации ЧС;
- 3) очередность работ;
- 4) порядок охраны общественного порядка в зоне ЧС;
- 5) специальные мероприятия с учетом специфики района (территории, объекта);
- 6) меры медицинского обеспечения;
- 7) обеспечение безопасности;
- 8) организацию управления;
- 9) вопросы материально-технического обеспечения и др.

Эффективность ликвидации ЧС во многом зависит от экстренности реагирования на них. Это заключается в осуществлении взаимосвязанных действий органов руководства и повседневного управления РСЧС по незамедлительному получению информации о факте возникновения ЧС, своевременному оповещению об этом населения и заинтересованных организаций, а также уточнению и анализу обстановки, принятию решений и организации действий сил и средств ликвидации ЧС.

Получив информацию о возникновении ЧС, орган по делам ГОЧС по аппаратуре оповещения организует оперативное оповещение населения города (поселка) о возникновении ЧС.

Председатель комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (КЧСПБ), используя прогностические данные и первоначальные данные о характере и масштабах ЧС, принимает решение, в котором, как минимум, определяет основные задачи, состав сил и средств, дает указания о защите личного состава формирований и порядке спасения людей.

Для получения достоверной информации в зоне бедствия (часть зоны ЧС, требующая дополнительной и немедленно предоставляемой помощи и материальных ресурсов для ликвидации ЧС) организуется комплексная разведка, в которой участвуют специалисты.

При необходимости в звено включают эпидемиологов, которые отбирают пробы воздуха и почвы для лабораторного определения вида возбудителей инфекции. Для разведки на объектах сельскохозяйственного производства привлекаются специалисты фитосанитарного надзора и ветеринары.

На основе данных, полученных из различных органов и специальной комплексной разведки, председатель КЧСПБ оценивает в комплексе обстановку и принимает решение.

Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в зонах бедствия района чрезвычайной ситуации является одной из основных задач сил и средств РСЧС (в том числе и ГО).

В основу организации аварийно-спасательных работ должен быть положен дифференцированный подход в зависимости от обстановки, предусмотрена двухэтапная система лечебно-эвакуационного обеспечения:

- 1) квалифицированная помощь, оказываемая непосредственно в зоне бедствия;

2) специализированная помощь и стационарное лечение за пределами района аварии (в лечебных учреждениях).

Для эвакуации пострадавших установлены определенные правила. В первую очередь на транспорт грузят тяжело пораженных, а затем пораженных средней тяжести, которые могут ехать сидя, последними – легко пораженных.

Условия проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ требуют от личного состава формирований строгого соблюдения мер безопасности. Это позволит предотвратить несчастные случаи, потери личного состава формирований и населения при проведении АСДНР.

Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в зонах ЧС является одной из основных задач системы ГОЧС.

Целью проведения АСДНР является спасение людей и оказание медицинской помощи пораженным, локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих ведению спасательных работ, создание условий для последующего проведения восстановительных работ.

Спасательные работы в зоне ЧС включают разведку маршрутов движения формирований ГО и участков работ; локализацию и тушение пожаров; розыск пораженных и извлечение их из завалов, поврежденных и горящих зданий, загазованных и задымленных помещений; вскрытие разрушенных, поврежденных защитных сооружений и спасение людей; подачу воздуха в поврежденные и заваленные защитные сооружения; оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуацию их в лечебные учреждения; вывод (вывоз) населения из зон ЧС; санитарную обработку людей; дегазацию, дезактивацию, дезинфекцию территории, техники и одежды.

Другие неотложные работы обычно включают прокладку колонных путей и устройство проездов в завалах и зараженных участках; локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных, технологических сетях; укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом.

АСДНР проводятся непрерывно, днем и ночью, в любую погоду до полного их завершения. Для организованного проведения АСДНР в зонах ЧС решением руководителя ГОЧС создается группировка сил и средств (объектовые, территориальные формирования, воинские части ГО).

При ЧС федерального масштаба в работу включается аэромобильный спасательный отряд МЧС России.

Технические средства для ведения АСДНР:

1) машины для вскрытия подвалов, защитных сооружений (экскаваторы, бульдозеры, краны, домкраты, лебедки);

2) пневматический инструмент для проделывания отверстий и подачи воздуха (универсальные инструменты «Простор» и «Спрут», бурильные установки, отбойные молотки);

3) оборудование для резки металлов (керосинорезки, автогенные аппараты, суперножницы «Технезис» и др.);

4) средства обеспечения переправки техники по бездорожью (механизированные мосты, тягачи-трейлеры, самоходные гусеничные паромы, понтоны и др.);

5) средства обеспечения водой (бурильные установки, фильтровальные станции ит.д.);

6) средства поиска людей (кинологи с собаками, тепlopеленгаторы).

Наряду с использованием техники и машин повышению эффективности АСДНР способствуют: прогнозирование, оценка обстановки, разведка зоны ЧС, выработка алгоритма поведения спасателей, знание особенностей вероятных участков работ.

## **Раздел 8. Управление безопасностью жизнедеятельности**

### Тема 1. Управление охраной труда

*Основные направления государственной политики в области безопасности:*

1) обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья людей;

2) государственный надзор и контроль за соблюдением требований безопасности;

3) координация деятельности в различных сферах безопасности (охрана окружающей среды, промышленная безопасность, предупреждение чрезвычайных ситуаций);

4) организация государственной статистической отчетности в различных сферах безопасности;

5) распространение передового отечественного и зарубежного опыта в обеспечении безопасности;

6) установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда;

7) подготовка и повышение квалификации специалистов по безопасности.

*Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства по охране труда.*

Различают следующие виды надзора и контроля за соблюдением законодательства по охране труда: *государственный, ведомственный, общественный.*

*Государственный контроль* осуществляют специально уполномоченные государственные органы и инспекции.

*Государственный надзор* за соблюдением законодательства о труде (правового и трудоохранного) осуществляет *федеральная инспекция труда и государственные инспекции труда в субъектах РФ в составе Управления государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде и охране труда.*

*Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)* осуществляет функции по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере:

1) безопасности при использовании атомной энергии;

2) промышленной безопасности; безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами;

3) охраны недр (при разработке месторождений полезных ископаемых);

4) безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения;

5) безопасности электрических и тепловых установок и сетей;

6) безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики;

7) охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия, в том числе в области обращения с отходами производства и потребления.

*Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)* в структуре Министерства здравоохранения и социального развития РФ осуществляет государственный надзор и контроль за исполнением обязательных требований законодательства РФ в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия предприятиями независимо от их подчиненности и форм собственности, а также должностными лицами и гражданами. Роспотребнадзор проводит также государственную регистрацию потенциально опасных химических и биологических веществ, государственную регистрацию и сертификацию новых медицинских иммунобиологических препаратов и дезинфекционных средств и др.

*Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития* осуществляет контроль за порядком производства медэкспертизы, за порядком установления утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профзаболеваний, порядком организации и осуществлении медико-социальной экспертизы, а также реабилитации инвалидов и т.д.

*Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию* организует деятельность госслужбы медико-социальной экспертизы по профессиональной переподготовке отдельных категорий работников по вопросам охраны труда, по установлению связи заболевания с профессией.

*Государственная экспертиза условий труда* осуществляет государственный контроль за:

1) правильностью применения списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, по которым устанавливаются льготные пенсии и предоставляются дополнительные отпуска;

2) предоставлением работникам предприятий в соответствии с законодательством льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда;

3) качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и отнесение их к категории с вредными и тяжелыми условиями труда.

*Государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД)* в составе МВД России разрешает ввод в эксплуатацию новых и вышедших из ремонта автомобилей, следит за техническим состоянием автомобильного транспорта на предприятиях, в хозяйствах и учреждениях, за обеспечением его безопасной эксплуатации, участвует в расследовании аварий и случаев нарушения правил эксплуатации автомобилей, а также осуществляет контроль за подготовкой кадров для автотранспорта.

*Государственный пожарный надзор* в РФ в соответствии с Федеральным законом № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» организует и осуществляет Главное управление государственной противопожарной службы, которое входит в состав МЧС России в качестве самостоятельно оперативной службы.

*Федеральная служба по техническому регулированию и метрологии (бывший Госстандарт)* разрабатывает технические регламенты в соответствии с Законом о техническом регулировании, в том числе и в области безопасной эксплуатации установок различного назначения, зданий, сооружений и т. д. Обладая хорошей метрологической базой, эта служба осуществляет качественный и объективный контроль испытательных лабораторий по аттестации рабочих мест, контролирует деятельность органов сертификации работ по охране труда в организации и т. д.

*Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (бывший Госстрой)* контролирует соответствие строительным нормам и правилам проектной и проектной документации строительства объектов различного назначения.

*Министерства и ведомства* осуществляют *ведомственный (внутриведомственный)* контроль за соблюдением законодательства о труде на подчиненных им предприятиях и организациях.

Ведомственный контроль по охране труда осуществляется вышестоящей организацией по подчиненности.

*К ведомственному контролю* относится также контроль, осуществляемый *службой охраны труда данного предприятия*, а при ее отсутствии – инженеры по охране труда, либо лица, на которых возложено выполнение этих обязанностей. Кроме того, этот вид контроля осуществляют руководители подразделений, участков.

*Общественный контроль* за состоянием охраны труда осуществляют *профсоюзы* в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы.

Высший надзор за точным и единообразным исполнением законов о труде осуществляет Генеральный прокурор РФ с подчиненными ему нижестоящими прокурорами.

## Тема 2. Управление охраной окружающей среды

Правовую основу охраны окружающей среды в стране составляет Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», в соответствии с которым введено санитарное законодательство, включающее этот закон и нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности для человека, факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности. Требование охраны окружающей среды зафиксировано в Основах законодательства Российской Федерации «Об охране здоровья граждан» от 22 июля 1993 г. № 5487-1 и в Законе РФ «О защите прав потребителей».

Важнейшим законодательным актом, направленным на обеспечение экологической безопасности, является Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Этот закон устанавливает систему природоохранного законодательства, основные принципы и объекты охраны окружающей природной среды, порядок управления ею. В нем зафиксировано право граждан

Российской Федерации на благоприятную среду обитания. Важнейший раздел данного закона «Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды» устанавливает принцип платности использования природных ресурсов. Размер платы зависит от того, превышены или нет установленные лимиты природопользования, каковы были при этом масштабы загрязнения окружающей среды (в согласованных с соответствующими государственными органами пределах или нет). В ряде случаев предусмотрена плата за воспроизводство природных ресурсов (например, леса, рыбных запасов и т.д.).

Закон устанавливает принципы нормирования качества окружающей природной среды, порядок проведения государственной экологической экспертизы, экологические требования к размещению, проектированию, реконструкции, вводу в эксплуатацию и эксплуатации предприятий. Отдельные разделы закона посвящены чрезвычайным экологическим ситуациям; особо охраняемым территориям и объектам; принципам экологического контроля; экологическому воспитанию, образованию и научным исследованиям; разрешению споров в области охраны окружающей природной среды; ответственности за экологические правонарушения; порядку возмещения причиненного вреда.

Из других законодательных актов в области охраны окружающей среды следует отметить *Водный кодекс РФ* от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ, *Земельный кодекс РФ* от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ, Федеральные законы от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

*Нормативные правовые акты по охране окружающей среды* включают в себя санитарные нормы и правила Минздравсоцразвития России, обеспечивающие необходимое качество природных компонентов (воздуха, воды, почв); СНиПы Госстроя России, устанавливающие порядок учета экологических требований при проектировании, строительстве и приемке в эксплуатацию объектов народного хозяйства, административных и жилых зданий; документы Ростехнадзора, определяющие принципы охраны окружающей среды при разработке недр; общедокументы (ОНД) Госкомэкологии, устанавливающие принципы контроля природных сред, расчеты ожидаемых концентраций в них загрязняющих веществ и т.д. (в настоящее время разработка указанных нормативных актов осуществляется Минприроды России).

Основным видом нормативных правовых актов по охране окружающей среды является *система стандартов «Охрана природы»*. Эта система имеет номер 17 в ГСС.

С 1999 г. в Российской Федерации введены в качестве стандартов международные стандарты ИСО серии 14 000 «*Система управления качеством окружающей среды*», в которых важнейшим принципом является выявление возможности внедрения безотходных и малоотходных технологий, а также технологий по обезвреживанию и утилизации отходов либо возможности их использования в технологических процессах (рециклинг). Это является важнейшим рычагом обеспечения экономической эффективности систем управления окружающей средой. Основной формой оценки эффективности систем управления качеством окружающей среды является экологический аудит.

*Управление охраной окружающей среды* в Российской Федерации осуществляется органами законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления и специально уполномоченными органами, главным из которых является Минприроды России. Федеральное агентство по недропользованию рассматривает и согласовывает проектную документацию на разработку месторождений полезных ископаемых, выдает и регистрирует лицензии на пользование недрами, а Федеральное агентство водных ресурсов - на водопользование. Это же агентство разрабатывает и утверждает нормативы предельно допустимых воздействий на водные объекты, Федеральное агентство лесного хозяйства осуществляет охрану лесов. Федеральная таможенная служба предотвращает ввоз в Россию растений и животных, опасных для флоры и фауны страны.

Управление охраной окружающей среды в субъектах РФ, краях, областях и городах осуществляется органами представительной (законодательные собрания, городские думы и т.п.) и

исполнительной власти (правительства, мэрии и т.п.). Важнейшим надзорным органом по охране окружающей среды и рациональному природопользованию является природоохранная прокуратура. В ряде субъектов РФ имеется экологическая милиция. Важную роль в обеспечении требований природоохранного законодательства играют суды.

*Ведомственный экологический контроль* осуществляют службы охраны природы министерств и ведомств, а на предприятиях службы производственного контроля, которые следят за выполнением санитарных правил и санитарно-противоэпидемических мероприятий.

*Общественный экологический контроль* проводится профсоюзными организациями. В коллективных договорах предусматриваются мероприятия, направленные на охрану окружающей среды. Кроме того, этот вид контроля осуществляют общественные организации и объединения.

### Тема 3. Управление защитой населения и территорий от ЧС

Правовую основу защиты в чрезвычайных ситуациях составляют отдельные разделы законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «Об охране окружающей среды». Основопологающим законом, регламентирующим организацию работ по профилактике ЧС, порядку действий в ЧС и ликвидации их последствий, является Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Подзаконные акты исполнения по ЧС включают в себя целый ряд постановлений Правительства РФ, положений, правил, приказов Ростехнадзора, реорганизованного и МЧС России. Отметим постановления Правительства РФ от 1 июля 1995 г. № 675 «О декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации», от 10 марта 1995 г. № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте», от 24 января 1998 г. № 1371 «О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведении государственного реестра».

Подзаконные нормативные акты по ЧС представлены системой стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (БЧС). Эта система имеет номер 22 в ГСС.

*Государственное управление в ЧС* осуществляется на базе, как уже отмечалось, утвержденной Правительством РФ Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), объединяющей органы управления субъектов Федерации, федеральные органы исполнительной власти, органов местного самоуправления и органы управления ЧС организации. Она обеспечивает систему мер предупреждения ЧС, определяет организационный порядок реагирования на их возникновение и порядок действий в ЧС. РСЧС включает в себя соответствующие организации, силы и средства и координирует их действия в целях предупреждения ЧС, защиты населения, материальных и культурных ценностей, окружающей среды при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях, а также при применении возможным противником современных средств поражения.

РСЧС включает в себя территориальные и функциональные подсистемы, имеет пять уровней: объектовый, местный, территориальный, региональный и федеральный. Главный орган федерального уровня – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий. На региональном уровне главный орган управления – региональные центры этого Министерства.

Территориальные подсистемы РСЧС субъектов РФ состоят из звеньев, соответствующих принятому в России административно-территориальному делению. Каждая территориальная подсистема (звено) предназначена для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на подведомственной территории и включает в себя координирующий орган – комиссию по чрезвычайным ситуациям (КЧС) (республиканскую, краевую, областную, районную, городскую, объектовую) и орган повседневного руководства (центр управления и дежурно-диспетчерскую службу), силы и средства функциональных подсистем на данной территории, в том числе финансовые, продовольственные, медицинские, материально-технические ресурсы, системы связи, оповещения, информационного обеспечения, а также специальные учебные заведения.

Управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (ГОЧС) создаются на территориальном и местном уровнях.

Функциональные подсистемы создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы в порученных им отраслях экономики.

Надзор за выполнением требований к опасным производственным объектам на предприятиях осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Надзорные функции выполняет также прокуратура.

#### ***Нормативно-правовая база в области чрезвычайных ситуаций.***

В нашей стране и за рубежом создана большая законодательная и нормативно-правовая база в области ЧС.

На международном уровне принято более 100 многосторонних соглашений в области защиты населения от стихийных бедствий и катастроф. Основными из них являются:

«Всеобщая декларация прав человека», принятая 10 декабря 1948 г. в Нью-Йорке на Ассамблее ООН;

«Повестка дня XXI века», принятая в 1992 г. в Рио-де-Жанейро;

«Стратегия Июкогамы и план действий по обеспечению более безопасного мира», принятая 147 странами в 1994 г.

Конституция Российской Федерации, принятая в 1993 г., в статье 72 предусматривает осуществление мер по борьбе с катастрофами, стихийными бедствиями, эпидемиями и ликвидацию их последствий.

По проблемам ЧС действует ряд федеральных законов. Ниже представлены основные из них в хронологическом порядке. Следует отметить, что в процессе реализации положений этих законов в их тексты вносился ряд изменений.

1. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ.

2. «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.

3. «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ.

4. «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ.

5. «Об обороне» от 31 мая 1996 г. № 61-ФЗ.

6. «О мобилизационной подготовке и мобилизации в РФ» от 6 февраля 1997 г. № 31-ФЗ.

7. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 46-ФЗ.

8. «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ.

9. «О гражданской обороне» от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ.

10. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.

11. «О чрезвычайном положении» от 30 мая 2001 г. № 3-ФЗ.

12. «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ.

В настоящее время действует целый ряд постановлений Правительства Российской Федерации в области ЧС, в частности:

1. «О порядке отнесения территорий к группам по гражданской обороне» от 3 октября 1998 г. № 1149.

2. «О создании (назначении) в организациях структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны» от 10 июля 1999 г. № 782.

3. «О мерах по противодействию терроризму» от 15 сентября 1999 г. № 1040.

4. «Об утверждении Положения об организации обучения населения в области гражданской обороны» от 2 ноября 2000 г. № 841.

5. «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны» от 29 ноября 2000 г. № 1309.

6. «О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 4 сентября 2003 г. № 11.

7. «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 30 декабря 2003 г. № 74.

8. «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 мая 2007 г. № 304.

9. «Об утверждении Положения о государственном надзоре в области гражданской обороны» от 21 мая 2007 г. № 305.

10. «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации» от 26 ноября 2007 г. № 804.

До принятия технических регламентов действуют ГОСТ 22-й группы, в частности, ГОСТ Р 22.3.03-94 «Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения».

В стандартах регламентируются основные понятия, источники ЧС, классификация и номенклатура поражающих факторов, предупреждение ЧС, методика и прогнозирование ЧС, аварийно-спасательные работы и др.

Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий издало ряд приказов и нормативных актов, конкретизирующих практическую работу по гражданской защите населения и территорий в ЧС. Приведем некоторые из этих приказов.

1. «Об утверждении и введении в действие правил использования и содержания средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и контроля» от 27 мая 2003 г. № 285.

2. «НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» от 18 июня 2003 г. № 314.

3. «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» от 25 октября 2004 г. № 484.

4. «Об утверждении Порядка содержания и использования защитных сооружений гражданской обороны в мирное время» от 21 июня 2005 г. № 575.

5. «Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований» от 23 декабря 2005 г. № 999.

6. «Об утверждении Примерного положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны в структурных подразделениях организаций» от 31 июня 2006 г. № 440.

Все вышеперечисленные документы создают основу для продуктивной и полноценной деятельности в области защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

Россия признала международные нормативно-правовые акты и стала членом следующих международных организаций: МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергетике), ЮНДРО (отдел координатора ООН по оказанию помощи в случае стихийных бедствий), АФЕМ (Европейский учебный центр подготовки к стихийным бедствиям), ЕЦПП (Европейский центр предотвращения бедствий и прогнозирования землетрясений), ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), ЮНЭП (Программа ООН по окружающей среде).

В 1986 г. ЮНЭП предложила программу АПЕЛЛ, которая включает обязательное информирование населения о потенциальных опасных производствах и сотрудничество общественности, администрации и производителей в деле предотвращения и ликвидации последствий ЧС.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

### **2.1 Организация рабочего места пользователя ПЭВМ**

При расчете количества рабочих мест и их размещении в помещении необходимо учитывать следующие требования, изложенные в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»:

1) окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.;

2) площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с видеотерминалом (ВДТ) на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м<sup>2</sup>. При использовании ПЭВМ с ВДТ на базе ЭЛТ (без вспомогательных устройств - принтер, сканер и др.), отвечающих требованиям международных стандартов безопасности компьютеров, с продолжительностью работы менее 4-х часов в день допускается минимальная площадь 4,5 м<sup>2</sup> на одно рабочее место пользователя (взрослого и учащегося высшего профессионального образования);

3) при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м;

4) рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой (1,5 - 2,0) м;

5) экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 – 700) мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;

6) конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7;

7) конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений. Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;

- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 – 550) мм и углам наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки (300 +/- 20) мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах +/- 30 градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной –(50 – 70) мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах (230 +/- 30) мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах (350 – 500) мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 град. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100 – 300) мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

## 2.2 Расчет системы искусственного освещения

При выполнении расчетов рекомендуется использовать методические указания (Булгаков А.Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к практ. занятиям для студ. по спец. : 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 100 с.[http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6979.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6979.pdf)). В данных методических указаниях приведены теория и справочные данные для решения этой задачи.

При расчете искусственного освещения возникает необходимость решения одной из двух задач:

1) расчет новой системы искусственного освещения (реконструкция имеющейся системы искусственного освещения) для создания требуемой освещенности на рабочем месте для данного вида работ.

2) проверочный расчет для существующей системы искусственного освещения на ее соответствие выполняемому виду работ;

Решение первой задачи производится в следующей последовательности:

1. Выбор вида системы искусственного освещения;
2. Выбор источника света;
3. Выбор типа светильников, их мощности и определение высоты их подвеса над рабочей поверхностью;
4. Определение нормативной (требуемой) освещенности на рабочих местах для заданного вида работ;
5. Определение коэффициента запаса для данных производственных условий;
6. Выбор рационального расположения светильников. Определение необходимого количества светильников.
7. Определение расчетного значения светового потока одной лампы.
8. Выбор по расчетному значению светового потока лампы серийно выпускаемой лампы.

Решение второй задачи сводится к тому, что по известным данным (тип светильника, тип лампы, расположения светильников в помещении, характеристики помещения) определяют расчетную освещенность, которую сравнивают с нормативной освещенностью. Данный метод применим в тех случаях, когда для измерения реальной освещенности нет в наличии люксметра.

### *Выбор источников света*

К числу источников света, выпускаемых промышленностью, относятся лампы накаливания, люминесцентные лампы, лампы ДРЛ и светодиодные лампы. С 01 января 2011 года в России для освещения применяются лампы накаливания менее 100 Вт.

Основным источником света, как для общего, так и для комбинированного освещения, являются люминесцентные лампы. Наиболее экономичными являются лампы типа ЛБ. При специальных требованиях к цветопередаче должны использоваться лампы типа ЛД или ЛДЦ.

Ртутные лампы с исправленной цветностью типа ДРЛ используются при:

- большой высоте помещения (6-10) м;
- работе с поверхностями без выраженной цветности (металл, бетон, дерево);
- отсутствии специальных требований к качеству освещения;
- низкой температуре окружающей среды.

#### *Выбор системы освещения*

Проектируют искусственное освещение двух систем: общее (равномерное и локализованное) и комбинированное.

Большинство производственных помещений оборудуют системами общего искусственного освещения – когда светильники располагаются в верхней (потолочной) зоне. Если расстояние между светильниками принимается одинаковым, то освещение считают равномерным, если светильники располагают ближе к производственному оборудованию, то освещение называют локализованным.

Комбинированным называют такое искусственное освещение, когда к общему добавляется местное. Система комбинированного освещения применяется в помещениях, где выполняются точные зрительные работы. Местным считают освещение, при котором световой поток светильников сконцентрирован непосредственно на рабочих местах. В соответствии со строительными нормами и правилами применение только одного местного освещения не допускается.

#### *Выбор осветительных приборов*

Основными показателями, определяющими выбор светильника при проектировании осветительной установки, следует считать:

- конструктивное исполнение светильника с учетом условий среды (см. таблицу 5);
- светораспределение светильника;
- экономичность светильника.

#### *Выбор требуемой освещенности и коэффициента запаса*

Выбор освещенности осуществляется в зависимости от размера объекта различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона. Для того чтобы установить в каждом конкретном случае все перечисленные параметры, необходимо знание особенностей зрительной задачи на данном рабочем месте. Второй путь это определить требуемую освещенность  $E$  по нормативным правовым актам по охране труда (ПОТ Р М, ПОТ Р О, СанПиН и т.д.), например, СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95<sup>\*</sup>. Естественное и искусственное освещение» (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95<sup>\*</sup>), СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» и др.

При смешанном применении источников света в системе комбинированного освещения (например, общее освещение – люминесцентные лампы, местное – лампы накаливания) освещенность нормируется по типу лампы, установленной в местном светильнике.

Требуемая освещенность корректируется с учетом коэффициента запаса. Коэффициент запаса  $K_3$  - расчетный коэффициент, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения источников света (ламп) и светильников, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения.

Для помещений в жилых и общественных зданиях коэффициент запаса рекомендуется принимать:

1. В помещениях с нормальной средой коэффициент запаса при расчете осветительных установок следует, как правило, принимать равным 1,4 для светильников с люминесцентными лампами и 1,2 для светильников с лампами накаливания, за исключением случаев, когда обслуживание светильников затруднено (при высоте подвеса более 5 м и

отсутствии мостиков). В этих случаях коэффициенты запаса следует принимать соответственно 1,5 и 1,3;

2. В помещениях пыльных, влажных, сырых, особо сырых и жарких коэффициент запаса следует принимать для светильников с люминесцентными лампами 1-4 эксплуатационных групп - 1,7 и для светильников 5-6 эксплуатационных групп - 1,6; для светильников с лампами накаливания коэффициент запаса следует принимать равным 1,4;

3. Для установок отраженного света, выполненных карнизами, коэффициент запаса следует принимать соответственно 1,8 и 1,5, за исключением случаев, когда установки выполнены зеркальными металлогалогенными лампами (ДРИЗ) или зеркальными лампами накаливания, а также световыми приборами с зеркальными отражателями, для которых коэффициент запаса следует принимать 1,5 и 1,3 соответственно.

#### *Размещение осветительных приборов*

При выборе расположения светильников необходимо руководствоваться двумя критериями:

- обеспечение высокого качества освещения, ограничение ослепленности и необходимой направленности света на рабочее место;
- наиболее экономичное создание нормированной освещенности.

При локализованном общем освещении и при установке местного светильника необходимо решать вопрос в индивидуальном порядке, с учетом расположения оборудования и организации рабочего места.

Для равномерного общего освещения светильники могут располагаться рядами параллельно стенам с окнами (для люминесцентных ламп) (рисунок 1).

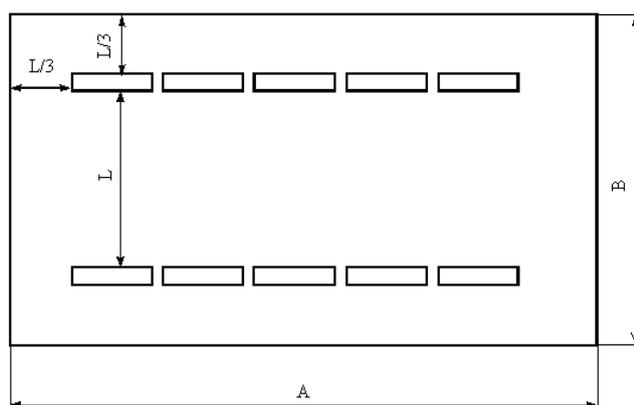


Рисунок 1 – Схема размещения светильников в системе общего искусственного освещения с люминесцентными светильниками

Как показали исследования, в зависимости от типа светильников существует наиболее выгодное отношение расстояния между рядами светильников  $L$  (м) к расчетной высоте подвеса светильника  $h$  (м) над рабочей поверхностью:

$$L = \lambda \times h,$$

где  $\lambda$  – наиболее выгодное относительное расстояние между светильниками (справочные данные).

Высота подвеса светильника  $h$  над рабочей поверхностью, в случае его крепления к потолку, определяется по формуле (см. рисунок 2):

$$h = H - h_p - h_c,$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над уровнем пола, м;

$h_c$  – расстояние светового центра светильника от потолка (в расчетах можно принимать толщину светильника), м.

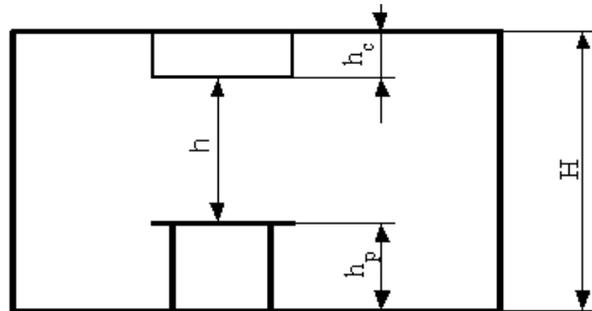


Рисунок 2 – К расчету значения  $h$

В некоторых случаях для обеспечения равномерной освещенности светильники рекомендуется размещать на подвесах или тросах (см. рисунок 3).

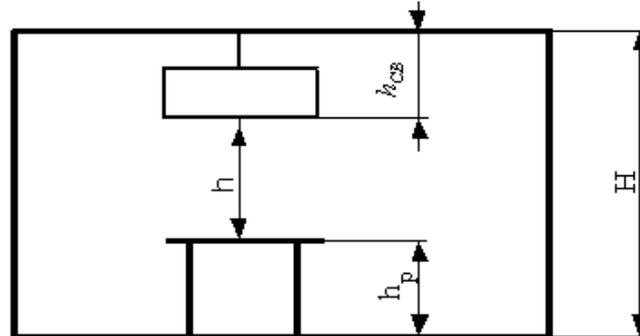


Рисунок 3 – К расчету значения  $h$

В этом случае высота подвеса  $h$  над рабочей поверхностью определяется по формуле (см. рисунок 3):

$$h = H - h_p - h_{CB},$$

где  $h_{CB}$  – расстояние от потолка до светового центра светильника (в расчетах можно принять расстояния от потолка до нижнего края светильника), м.

Исходя, из наивыгоднейшего расположения светильников в помещении, проведем расчет количества светильников в ряду  $n_{СВРЯД}$  и количество рядов  $n_{РЯД}$  светильников (см. рисунок 4).

Количество светильников с люминесцентными лампами в ряду определяется по формуле

$$n_{СВРЯД} = \frac{A - 2 \frac{L}{3}}{l_{СВ}},$$

где  $A$  – длина помещения, м;

$l_{СВ}$  – длина светильника, м.

При расчетах по выше приведенной формуле  $n_{\text{СВРЯД}}$  значение получается не целое число. В этом случае проектировщику необходимо принять решение в какую сторону округлить. Если расчетное значение  $n_{\text{СВРЯД}}$  округляется в большую сторону, то необходимо понимать, что светильники в этом случае будут размещены в стык, и величина  $L/3$  уменьшится (см. рисунок 4). При этом величина  $L/3$  может быть уменьшена не более чем на 10 %. Если расчетное значение  $n_{\text{СВРЯД}}$  округляется в меньшую сторону, то между светильниками будет расстояние  $\Delta$ , а величина  $L/3$  не изменой. Расстояние  $\Delta$  можно рассчитать по формуле, приняв во внимание  $n'_{\text{СВРЯД}} = n_{\text{СВРЯД}} + 0,xxx$  :

$$\Delta = \frac{0,xxx \times l_{\text{СВ}}}{n'_{\text{СВРЯД}} - 1},$$

где  $0,xxx$  - отброшенный остаток при округлении до значения  $n'_{\text{СВРЯД}}$  .

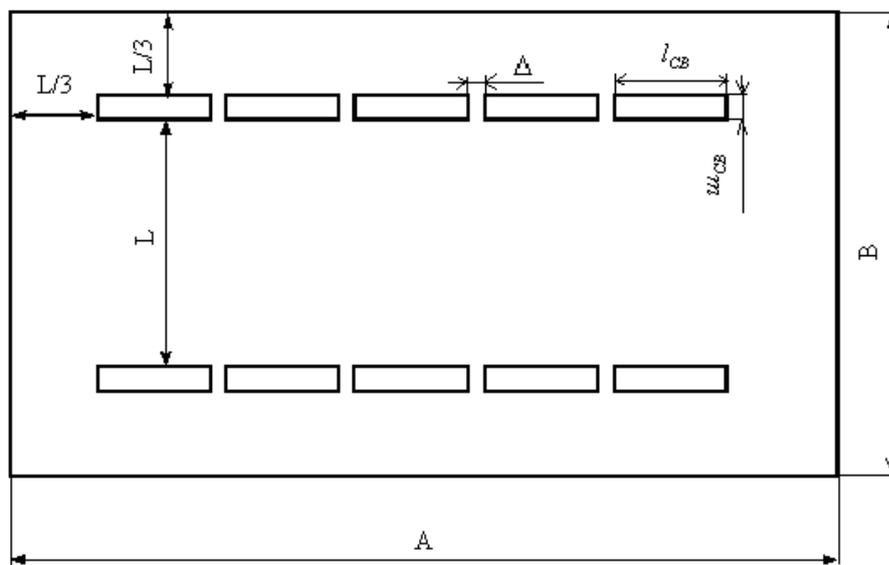


Рисунок 4 – К расчету определения количества светильников и их размещения в помещении

При расчете количества светильников в ряду, полученные расчетные значения в сумме дадут длину помещения:

$$A = 2 \frac{L}{3} + n'_{\text{СВРЯД}} l_{\text{СВ}} + \Delta (n'_{\text{СВРЯД}} - 1).$$

Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{РЯД}} = \frac{B}{L},$$

где  $B$  – ширина помещения, м.

Общее количество светильников с люминесцентными лампами в помещении определяется по формуле

$$N = n_{\text{СВРЯД}} n_{\text{РЯД}}.$$

По результатам расчета получаем значение

$$B' = 2\frac{L}{3} + (n_{\text{РЯД}} - 1)L + n_{\text{РЯД}} u_{\text{СВ}},$$

где  $u_{\text{СВ}}$  - ширина светильника, м.

Как правило, расчетное значение  $B'$  не равно ширине помещения  $B$ .

Чтобы выполнить условие  $B = B'$  необходимо изменить размеры  $L$  и  $L/3$ . При этом их можно изменять в пределах  $\pm 10\%$ .

Для того чтобы определить, на сколько нужно уменьшить или увеличить размеры  $L$  и  $L/3$ , сначала определим, насколько расчетное значение  $B'$  отличается от реальной ширины помещения  $B$  (см. рисунок 4):

$$\delta = B - B'.$$

Знак перед значением  $\delta$  говорит о том, что необходимо сделать с  $B'$  увеличить или уменьшить. Значение  $\Delta L$ , которое необходимо прибавить или вычесть из  $L$ , можно определить из выражения

$$\delta = 2\frac{\Delta L}{3} + (n_{\text{РЯД}} - 1)\Delta L.$$

Таким образом

$$\Delta L = \frac{3\delta}{2 + 3(n_{\text{РЯД}} - 1)}.$$

А для  $\frac{L}{3}$  добавка будет составлять

$$\Delta L' = \frac{\delta - (n_{\text{РЯД}} - 1)\Delta L}{2}.$$

Скорректированные значения будут равны  $L' = L + \Delta L$  и  $(\frac{L}{3})' = \frac{L}{3} + \Delta L'$ .

Таким образом, по результатам расчета может оказаться, что  $(\frac{L}{3})' \neq \frac{L}{3}$ , не смотря на то, что вначале расчета было принято расстояние от стен до рядов светильников равным  $L/3$  (см. рис. 4). При этом значения  $L/3$  и  $\Delta$  по стороне помещения  $A$  остаются неизменными, так как являются оптимальными (см рис. 4а).

Следовательно, размещение светильников в помещении может соответствовать их расположению в соответствии с рис. 4 или 4а. Все зависит от габаритных размеров помещения и принятых при расчетах допущениях.

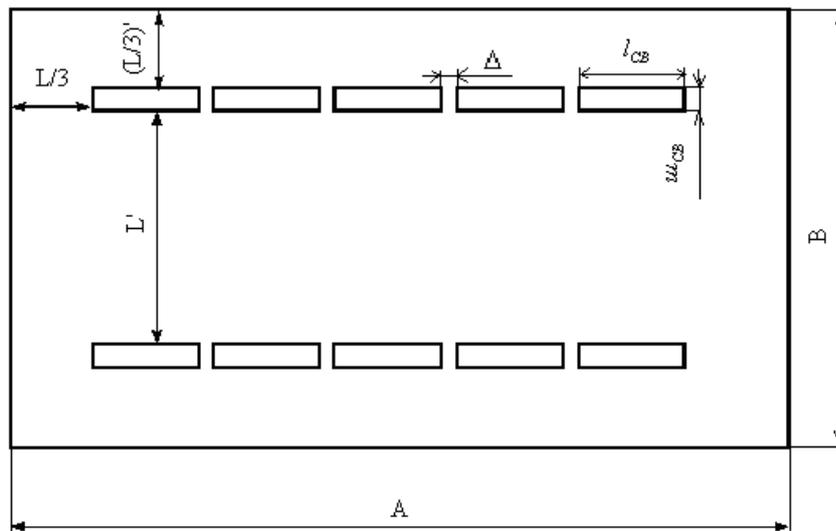


Рисунок 4а – К расчету определения количества светильников

*Расчет осветительной установки*

Б. Метод коэффициента использования светового потока

Более точным и распространенным методом расчета является метод коэффициента использования светового потока.

Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком или, наоборот, найти освещенность при заданном потоке.

Метод коэффициента использования применяется только при расчете общего равномерного освещения.

Величина суммарного светового потока одной лампы  $F$  (лм) определяется по формуле

$$F = \frac{EK_3Sz}{n\eta},$$

где  $E$  – нормативная (требуемая) освещенность, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

$z$  – коэффициент неравномерности освещения;

$n$  – количество ламп.

Площадь помещения рассчитываем по формуле  $S = AB$ . Количество ламп в помещении

$$n = n_{\text{ряд}} n_{\text{свряда}},$$

где  $a$  – количество ламп в светильнике.

Коэффициент использования светового потока - это отношение полезного светового потока, достигающего освещаемой рабочей поверхности, к полному световому потоку в помещении. Значение коэффициента  $\eta$  справочные данные. Для определения коэффициента использования по таблицам необходимо знать индекс помещения  $i$ , значения коэффициентов отражения стен  $\rho_c$ , потолка  $\rho_{\Pi}$  и тип светильника.

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h(A + B)}.$$

Коэффициенты отражения потолка  $r_{\text{п}}$  и стен  $r_{\text{с}}$  оцениваются субъективно (см. таблицу 11).

Коэффициент неравномерности освещения  $z$  характеризует отношение максимальной освещенности к минимальной освещенности.

Неравномерность освещения не должна превышать 1,3 для работ (I – III) разрядов при люминесцентных лампах; при других источниках света - 1,5; для работ (IV – VII) разрядов – 1,5 - 2,0 соответственно. Для производственных помещений, в которых выполняются работы (I – IV) разрядов, следует предусматривать ограничение отраженной блескости.

При выполнении расчета необходимо обосновать величину  $z$ . Например, если для системы общего искусственного освещения используются светильники с люминесцентными лампами, то необходимо убедиться, что в соответствии с таблицей 1 СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95\* . Естественное и искусственное освещение» (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*) при принятой нормативной освещенности  $E$  разряд зрительной работы не менее III-го.

Далее по справочным данным выбираем ближайшую стандартную лампу с величиной светового потока, наиболее близко подходящего расчетному значению  $F$ . При выборе лампы необходимо учитывать напряжение и мощность лампы. Мощность лампы будет зависеть от того, какой светильник был выбран на этапе их оптимального размещения в помещении.

Для правильности выбора лампы по световому потоку проводится проверочный расчет

$$-10\% \leq \frac{F_{\text{п}} - F}{F_{\text{п}}} 100\% \leq 20\% ,$$

где  $F_{\text{п}}$  – световой поток лампы по справочным данным, лм.

### 2.3 Расчет шума создаваемого трансформаторами

При выполнении расчетов рекомендуется использовать методические указания (Булгаков А.Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к практ. занятиям для студ. по спец. : 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 100 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6979.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6979.pdf)). В данных методических указаниях приведены теория и справочные данные для решения этой задачи.

Расчет шума, создаваемого трансформаторами (ТМ) может возникнуть в двух случаях:

- 1) при проектировании новой подстанции (ПС);
- 2) при реконструкции действующей ПС.

При проектировании новой подстанции необходимо определить ее расположение относительно прилегающей к ПС территории.

При реконструкции действующей ПС, когда увеличивается мощность силовых ТМ, необходимо определить уровень звука в ближайшей точке на границе территории прилегающей к ПС, создаваемый источниками шума (ТМ) и сделать вывод о его соответствии санитарно-гигиеническим требованиям. Если есть превышение, то необходимо разработать мероприятия по уменьшению шума.

Рассмотрим случай, когда ТМ установлены на открытой территории ПС. Данная задача часто встречается при размещении ПС в сельской местности, когда ее необходимо разместить рядом с сельским населенным пунктом.

#### *Порядок расчета шума на примере проектирования новой подстанции*

1. По таблице 3 колонка № 13 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки» определяем допустимый уровень шума в зависимости от типа территории прилегающей к ПС. При этом необходимо принять во внимание, что для некоторых территорий допустимые уровни устанавливаются с учетом времени

суток. В расчетах принимаем наиболее жесткие требования, установленные для времени суток с 23.00 часов и до 07.00 часов.

2. Определяем шумовые характеристики источника шума (модель ТМ известна из расчетной части проекта), согласно ГОСТ 12.1.024-87 ССБТ «Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля». В данном стандарте приводятся скорректированные уровни звуковой мощности трансформаторов в зависимости от типовой мощности, класса напряжения и вида системы охлаждения. Скорректированные уровни звуковой мощности приняты в качестве нормируемой величины шумовой характеристики трансформатора.

Для трансформаторов со значениями типовой мощности, которые отличаются от ряда мощностей, приведенных в ГОСТ 12.1.024-87 ССБТ, скорректированный уровень звуковой мощности определяют по ближайшей большей мощности.

3. Определяем минимальное расстояние от ПС до границы жилой застройки.

Известно, что если источник шума имеет показатель направленности равный 1, что можно принять для ТМ, и его скорректированный уровень звуковой мощности равен  $L_{WA}$ , то в любой точке полусферы радиусом  $R$  уровень шума создаваемый данным источником будет равным  $L_A$  (см. рисунок 5).

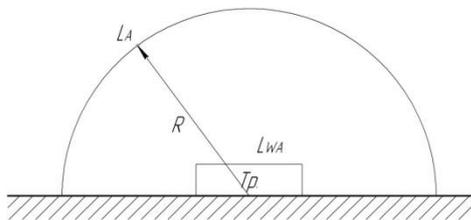


Рисунок 5 – Излучение шума трансформатором

В этом случае в соответствии с ГОСТ 12.1.024-87 справедливо соотношение

$$L_{WA} = L_A + 10 \lg \frac{S}{S_0},$$

где  $S$  – площадь поверхности полусферы,  $m^2$ ;  
 $S_0 = 1 m^2$ .

Исходя из последней формулы при оценке шума, создаваемого трансформатором в эксплуатации, уровень звука на заданном расстоянии  $R$  от трансформатора ( $R > 30$  м) можно определить по формуле

$$L_A(R) = L_{WA} - 10 \lg \frac{S}{S_0}, \quad (1)$$

где  $S = 2\pi R^2$ .

Пусть на ПС расположены 2 ТМ и она расположена относительно рассматриваемой территории в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6. Расстояния  $R_1$  и  $R_2$  неизвестны, а  $l$  – известно (из проекта).

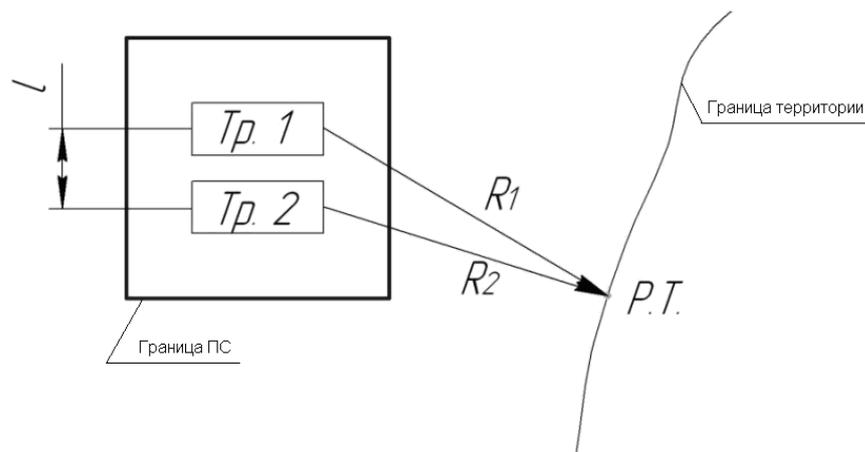


Рисунок 6 – Схема расположения пс относительно жилой застройки

Чтобы определить минимальное расстояние от источников, расположенных на ПС, до границы жилой застройки по формуле (1) необходимо принять следующие допущения:

1) так как расстояние между трансформаторами  $l$  небольшое и  $R_1 \gg l, R_2 \gg l$  то два и более источника можно заменить одним. При этом его скорректированный уровень звуковой мощности будет равен

$$L_{wA\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{wAi}},$$

где  $N$  – количество источников шума (ТМ);

$L_{wAi}$  – скорректированный уровень звуковой мощности  $i$ -го источника шума, дБА;

2) на границе жилой застройки уровень звука должен быть равен допустимому уровню звука  $L_A(R) = \Delta Y_{L_A}$ . Тогда  $R = R_{\min}$ .

Исходя из принятых допущений выражение (1) можно переписать в следующем виде

$$\Delta Y_{L_A} = L_{wA\Sigma} - 10 \lg \frac{2\pi R_{\min}}{S_0}.$$

Разрешив последнее уравнение, относительно  $R_{\min}$  получим минимальное расстояние от источников шума на ПС до границы прилегающей территории

$$R_{\min} = \sqrt{\frac{10^{0,1(L_{wA\Sigma} - \Delta Y_{L_A})}}{2\pi}}.$$

Любое  $R \geq R_{\min}$  будет обеспечивать соблюдение санитарных норм по шуму на прилегающей к ПС территории. В данном случае реализуется принцип «защита расстоянием», а  $R_{\min} = L_{сз}$  санитарно-защитная зона (СЗЗ) по шуму.

*Порядок расчета шума на примере реконструируемой подстанции*

1. По таблице 3 колонка № 13 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки» определяем допустимый уровень шума в зависимости от типа территории прилегающей к ПС. При этом необходимо принять во

внимание, что для некоторых территорий допустимые уровни устанавливаются с учетом времени суток. В расчетах принимаем наиболее жесткие требования, установленные для времени суток с 23.00 часов и до 07.00 часов.

2. Определяем шумовые характеристики источника шума (модель ТМ известна из расчетной части проекта реконструкции ПС), согласно ГОСТ 12.1.024-87 ССБТ «Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля». В данном стандарте приводятся скорректированные уровни звуковой мощности трансформаторов в зависимости от типовой мощности, класса напряжения и вида системы охлаждения. Скорректированные уровни звуковой мощности приняты в качестве нормируемой величины шумовой характеристики трансформатора.

Для трансформаторов со значениями типовой мощности, которые отличаются от ряда мощностей, приведенных в ГОСТ 12.1.024-87, скорректированный уровень звуковой мощности определяют по ближайшей большей мощности.

3. По формуле (1) определяем уровни шума, создаваемые Тр1 и Тр2 (см. рисунок 6)

$$L_{A1} = L_{WA} - 10 \lg \frac{2\pi R_1^2}{S_0},$$

$$L_{A2} = L_{WA} - 10 \lg \frac{2\pi R_2^2}{S_0},$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – расстояния от источников Тр1 и Тр2 до расчетной точки Р.Т. соответственно.

Суммарный уровень шума в Р.Т. можно определить по формуле

$$L_{A\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^2 10^{0,1L_{Ai}}.$$

Если  $L_{A\Sigma} \leq \Delta Y_{LA}$ , то предусматривать мероприятия по снижению шума не требуется.

Если  $L_{A\Sigma} > \Delta Y_{LA}$ , то необходимо:

1) определить требуемое снижение шума по формуле  $\Delta L_{TP} = L_A - \Delta Y_{LA}$ ;

2) разработать мероприятия, обеспечивающие снижение шума не менее чем на величину  $\Delta L_{TP}$ .

#### 2.4 Расчет шума создаваемого воздушными линиями электропередачи

При выполнении расчетов рекомендуется использовать методические указания (Булгаков А.Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к практ. занятиям для студ. по спец. : 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 100 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6979.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6979.pdf)). В данных методических указаниях приведены теория и справочные данные для решения этой задачи.

Уровень звука  $L_A$  (дБА) при дожде, создаваемый одной фазой на расстоянии  $R$  (м) от проекции крайнего провода ВЛЭП на землю в зависимости от конструктивных параметров провода и максимальной напряженности электрического поля на поверхности провода  $E_{\max}$  (кВ/см) определяется по эмпирической формуле

$$L_A = 16 + 1,14E_{\max} + 9r_0 + 15 \lg n - 10 \lg R,$$

где  $r_0$  – радиус провода, см;

$n$  – число проводов в расщепленной фазе.

Уровень звука  $L_{A\Sigma}$  (дБА) создаваемый ВЛЭП определяется по формуле

$$L_{A\Sigma} = L_A + 10 \lg n_\phi, \quad (2)$$

где  $n_\phi$  – количество фаз на опоре.

*Расчет максимальной напряженности электрического поля на поверхности провода*

Максимальная напряженность электрического поля на поверхности провода (кВ/см) определяется по формуле

$$E_{\max} = K_y E_{cp},$$

где  $K_y$  – коэффициент, учитывающий усиление напряженности поля вследствие влияния зарядов на соседних проводах расщепленной фазы;

$E_{cp}$  – средняя рабочая напряженность электрического поля на поверхности проводов расщепленной фазы, кВ/м.

Коэффициент усиления рассчитывается по формуле

$$K_y = 1 + (n - 1) \frac{r_0}{r_p},$$

где  $r_p$  – радиус расщепленной фазы, см.

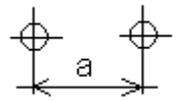
Расчет радиуса расщепленной фазы  $r_p$  зависит от схемы расположения проводов в ней. Количество проводов в расщепленной фазе зависит от класса напряжения ВЛЭП. Класс напряжения дается по линейному напряжению в кВ. В таблице 1 приведены схемы размещения проводов в расщепленной фазе в зависимости от класса напряжения.

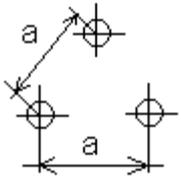
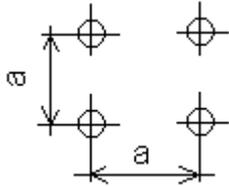
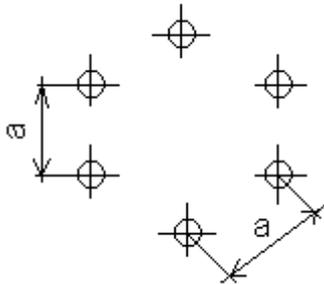
Например, для ВЛЭП 500 кВ в связи с тем, что провода в расщепленной фазе составляют равносторонний треугольник (см. рисунок 7), радиус расщепленной фазы можно рассчитать по формуле

$$r_p = \frac{a}{\sqrt{3}},$$

где  $a$  – шаг расщепления, см.

Таблица 1 - Схема проводов в расщепленной фазе

№ п/п	Класс напряжения ВЛЭП, кВ	Количество проводов в расщепленной фазе	Схема размещения проводов в расщепленной фазе
1	330	2	

№ п/п	Класс напряжения ВЛЭП, кВ	Количество проводов в расщепленной фазе	Схема размещения проводов в расщепленной фазе
2	500	3	
3	750	4	
4	1150	6	

Средняя рабочая напряженность электрического поля на поверхности проводов расщепленной фазы

$$E_{cp} = \frac{U_{\phi}}{nr_0 \ln\left(\frac{S}{r_3}\right)},$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение, кВ;

$S$  – среднегеометрическое расстояние между фазами, см;

$r_3$  – эквивалентный радиус одиночного провода, имеющего ту же емкость, что и расщепленная фаза, см.

Фазное напряжение связано с линейным напряжением  $U_{л}$  (кВ) соотношением

$$U_{\phi} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3}}.$$

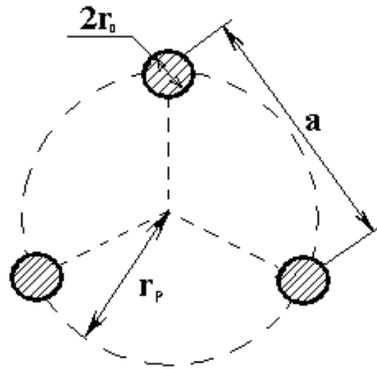


Рисунок 7 – Схема расположения проводов в расщепленной фазе ВЛЭП 500 кВ

Эквивалентный радиус провода  $r_{\text{экв}}$  рассчитывается по формуле

$$r_{\text{экв}} = \sqrt[n]{nr_0 r_p^{n-1}}.$$

Для ВЛЭП с горизонтальным расположением проводов среднегеометрическое расстояние между фазами определяется по формуле

$$S = \frac{\sqrt[3]{2D_0}}{\sqrt[3]{\left(1 + \left(\frac{D_0}{2H}\right)^2\right)} \sqrt{1 + \left(\frac{D_0}{H}\right)^2}},$$

где  $H$  – высота подвеса провода над поверхностью земли, м;

$D_0$  – расстояние между фазами, м.

При расчете шума наилучший вариант когда  $H = H_0$ , т.е. провода ВЛЭП располагаются наиболее близко к земле (см. рисунок 10).

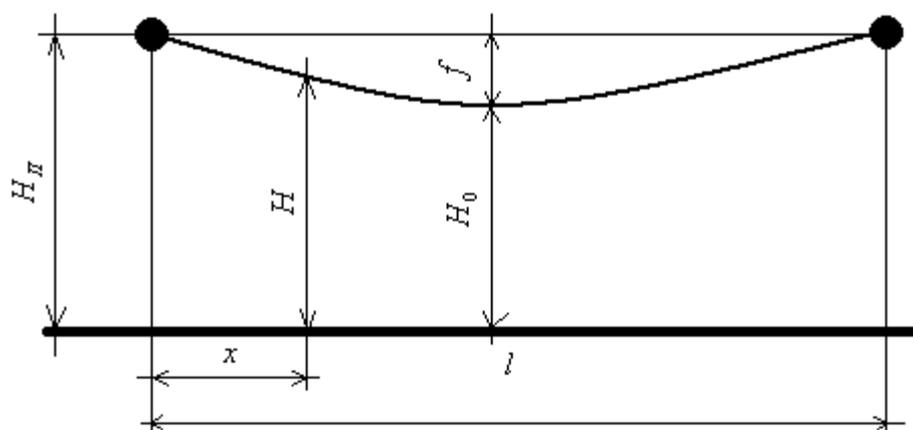
На рисунке 9 приведена зависимость шума, создаваемого ВЛЭП 500 кВ, в зависимости от расстояния  $L_{A\Sigma} = f(R)$ .

По формуле (2) можно определить минимальное расстояние от ВЛЭП до границы прилегающей территории, если принять  $L_{A\Sigma} = \Delta Y_{L_A}$  и  $R = R_{\min}$ :

$$R_{\min} = 10^{0,1(16+1,14E_{\max}+9r_0+15\lg n+10\lg n_{\phi}-\Delta Y_{L_A})}. \quad (3)$$

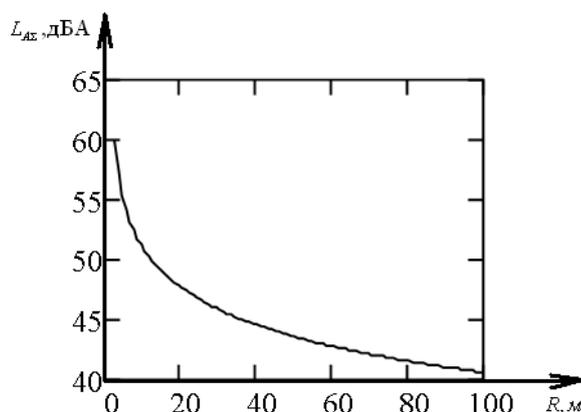
Любое значение  $R \geq R_{\min}$  будет обеспечивать соблюдение санитарных норм по шуму.

На практике конструктивные параметры ВЛЭП соответствуют оптимальным параметрам. Одним из важных параметров является шаг расщепления. На рисунке 12 показана зависимость максимальной напряженности электрического поля на поверхности провода от величины шага расщепления для значений  $H_0 = 8,65$  м;  $D_0 = 10,5$  м;  $r_0 = 1,26$  см.



$H_{II}$  – высота подвеса проводов на опоре, м;  
 $H$  – высота подвеса проводов на опоре на расстоянии  $x$ , м;  
 $H_0$  – габарит линии (на расстоянии  $l/2$  от опоры), м;  
 $l$  – длина пролета линии, м;  
 $f$  – стрела провеса провода, м.

Рисунок 8 – К определению высоты размещения провода над землей на разных расстояниях от опоры  $x$



$a = 31$  см;  $H_0 = 8,65$  м;  $D_0 = 10,5$  м;  $r_0 = 1,26$  см

Рисунок 9 – Зависимость  $L_{A\Sigma} = f(R)$

Из результатов расчета следует, что  $a_{opt} = 26$  см, при этом  $E_{max}$  принимает минимальное значение 19,04 кВ/см.

Если принять, что ВЛЭП проходит рядом с территорией прилегающей к селитебной зоне, для которой  $DU_{L_A} = 45$  дБА, то для различных значений  $a$  в таблице 2 приведены рассчитанные по формуле (4)  $R_{min}$ . Расчеты приведены для  $a = 31$  см;  $H_0 = 8,65$  м;  $D_0 = 10,5$  м;  $r_0 = 1,26$  см. В таблице 2 жирным шрифтом выделено значение  $a_{opt}$  и минимальное значение  $R_{min}$ .

Таблица 2 – Минимальные расстояния от ВЛЭП до границы селитебной зоны в зависимости от шага расщепления

$a$ , см	10	16	22	26	34	40	46	52	58	64	70	76	82
$R_{\min}$ , м	59,92	43,66	40,08	39,66	40,54	42,02	43,88	45,98	48,26	50,68	53,21	55,84	58,56

Как следует из результатов расчета минимальный размер санитарно-защитной зоны для ВЛЭП по шуму ( $R_{\min}$ ) соответствует оптимальному шагу расщепления  $a_{opt}$ . При таком шаге расщепления напряженность электрического поля на поверхности провода будет минимальна, следовательно, и интенсивность короны будет минимальна и уровень шума, создаваемый ВЛЭП так же будет минимальным.

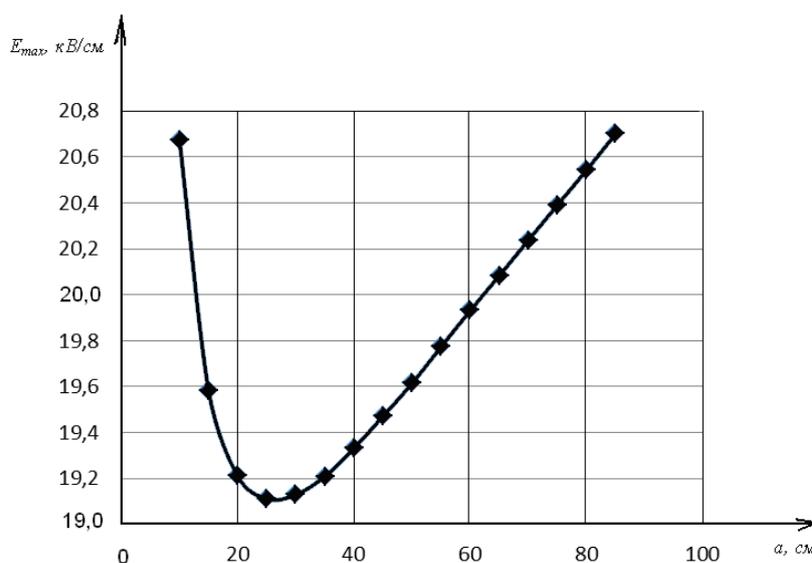


Рисунок 10 – Зависимость  $E_{\max} = f(a)$

## 2.5 Расчет электрического поля промышленной частоты, создаваемого высоковольтными ВЛЭП

При выполнении расчетов рекомендуется использовать методические указания (Булгаков А.Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к практ. занятиям для студ. по спец. : 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 100 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6979.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6979.pdf)). В данных методических указаниях приведены теория и справочные данные для решения этой задачи.

Напряженность ЭП ПЧ  $E$  (кВ/м), создаваемая ВЛЭП с горизонтальным расположением проводов на расстоянии  $x$  от проекции средней фазы на землю на высоте  $h$  (м) от поверхности земли рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{CU_{\phi}}{4\pi\epsilon_0} \times \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + 3(k_3 - k_5)^2 + (2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2}, \quad (4)$$

где  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$  – коэффициенты;

$C$  – емкость фазы относительно земли, Ф/м;

$\epsilon_0$  – электрическая постоянная, Ф/м ( $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ ).

Коэффициенты  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$  рассчитываются по следующим формулам

$$k_1 = \frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_A^2};$$

$$k_2 = \frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2};$$

$$k_3 = \frac{x}{m_B^2} - \frac{x}{n_B^2};$$

$$k_4 = \frac{H-h}{m_B^2} + \frac{H+h}{n_B^2};$$

$$k_5 = \frac{x-d}{m_C^2} - \frac{x-d}{n_C^2};$$

$$k_6 = \frac{H-h}{m_C^2} + \frac{H+h}{n_C^2},$$

где  $m$  и  $n$  – отрезки, являющиеся гипотенузами соответствующих прямоугольных треугольников (см. рисунок 11), м.

Отрезки  $m$  и  $n$  определяют по следующим формулам

$$m_A = \sqrt{(x+d)^2 + (H-h)^2};$$

$$n_A = \sqrt{(x+d)^2 + (H+h)^2};$$

$$m_B = \sqrt{x^2 + (H-h)^2};$$

$$n_B = \sqrt{x^2 + (H+h)^2};$$

$$m_C = \sqrt{(x-d)^2 + (H-h)^2};$$

$$n_C = \sqrt{(x-d)^2 + (H+h)^2}.$$

Расчет напряженности ЭП ПЧ проводится на высоте  $h = 1,8$  м. Это связано с тем, что после реализации проекта проводится инструментальный контроль  $E$ , который в соответствии с «Методические указания по определению электромагнитного поля воздушных высоковольтных линий электропередачи и гигиенические требования к их размещению» (утв. Минздравом СССР 30.05.1986 № 4109-86) должен проводиться на высоте  $h = 1,8$  м.

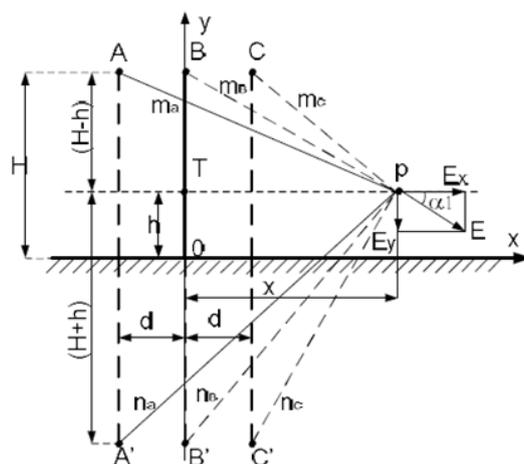


Рисунок 11 – К расчету напряженности ЭП ПЧ создаваемой ВЛЭП у поверхности земли на высоте  $h$  и расстоянии  $x$  от оси линии

Емкость фазы  $C$  (Ф/м) относительно земли на единицу длины линии с горизонтальным расположением проводов рассчитывается по формуле

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{2H_{cp}D_0}{r_{э\text{кв}} \sqrt[3]{(4H_{cp}^2 + D_0^2)\sqrt{H_{cp}^2 + D_0^2}}}},$$

где  $H_{cp}$  – средняя высота подвеса проводов над поверхностью земли, м;

$r_{э\text{кв}}$  – эквивалентный радиус провода (см. п. 2.1.4.1), м.

Эквивалентный радиус провода можно так же рассчитать по следующей формуле

$$r_{э\text{кв}} = P \sqrt[n]{r_0 a^{n-1}},$$

где  $P$  - поправочный коэффициент.

Для  $n = 2$  и  $n = 3$  коэффициент  $P = 1$ , а для  $n = 4$   $P = 1,09$ .

Наибольшая напряженность ЭП ПЧ, создаваемая ВЛЭП, будет для значений  $H = H_0$  (см. рисунок 10), так как высота подвеса фаз над землей будет наименьшей.

На рисунке 12 приведены результаты расчета напряженности ЭП ПЧ по формуле (5) на разных расстояниях от оси ВЛЭП 500 кВ для значений  $a = 37$  см;  $H_0 = 8,65$  м;  $D_0 = 10,5$  м;  $r_0 = 1,26$  см.

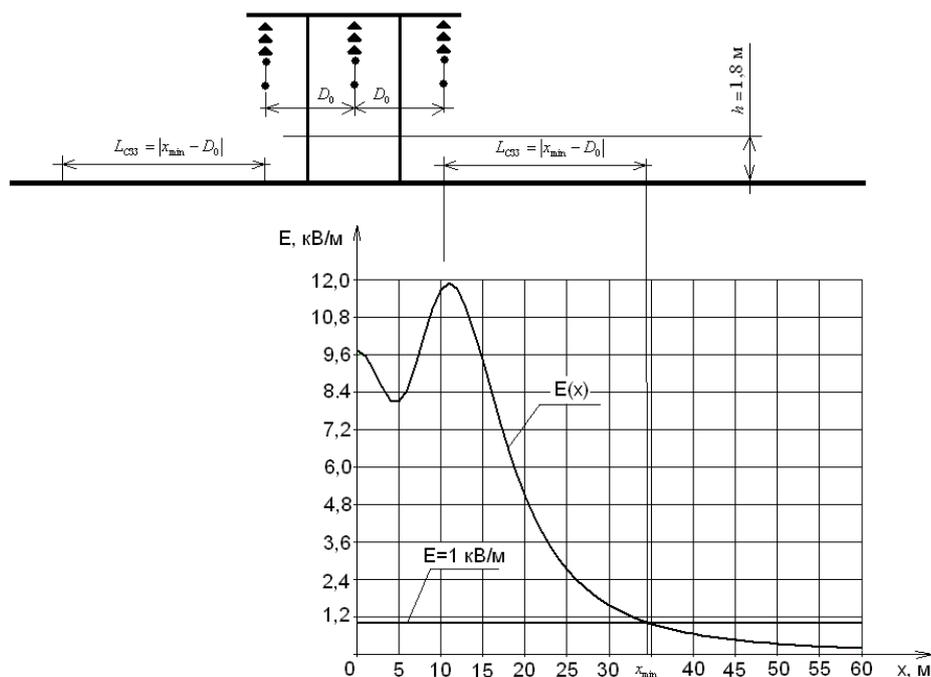


Рисунок 12 – Распределение напряженности ЭП ПЧ на разных расстояниях от оси ВЛЭП 500 кВ

Из определения СЗЗ для ВЛЭП по ЭП ПЧ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля следует, что одна граница СЗЗ ВЛЭП это проекция крайней фазы на землю, которая находится на расстоянии  $D_0$  от оси линии. Другая граница СЗЗ в точке на расстоянии  $x_{\min}$  на высоте  $h = 1,8$  м в которой напряженность ЭП ПЧ равна 1 кВ/м. СЗЗ расположены по обе стороны от оси ВЛЭП. Таким образом, размер СЗЗ по ЭП ПЧ для ВЛЭП можно определить по формуле (см. рисунок 12)

$$L_{C33} = |x_{\min} - D_0|.$$

## 2.6 Организация общеобменной вентиляции в помещении для удаления вредных и взрывоопасных паров и газов, определение потребного воздухообмена

Для помещений аккумуляторных должна предусматриваться общеобменная механическая вентиляция, обеспечивающая концентрацию аэрозолей серной кислоты в рабочей зоне, не превышающую предельно допустимую концентрацию (ПДК) в самом напряженном режиме зарядки (при заряде самой большой батареи после контрольного разряда, либо суммы послеаварийных подзарядов всех аккумуляторных батарей) и концентрацию водорода менее нижнего концентрационного предела воспламенения (НКПВ).

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

НКПВ - минимальная концентрация горючих и (или) взрывоопасных веществ в воздухе, при которой может произойти воспламенение или взрыв данной смеси от ее соприкосновения с источником воспламенения, в объемных процентах.

Объем водорода  $V_{H_2}$  (дм<sup>3</sup>/ч), выделяющегося во времени заряда батареи кислотных аккумуляторов при температуре воздуха и атмосферном давлении отличных от нормальных условий в аккумуляторном помещении, составляет

$$V_{H_2} = 0,3971i_r n \frac{101,3(273+t)}{273P},$$

где  $n$  – число заряжаемых аккумуляторов в батарее;

$i_r$  – наибольшая величина зарядного тока, расходуемого на электролиз воды в заряжаемой батарее, А;

$P$  – фактическое давление в аккумуляторном помещении, кПа;

$t$  – фактическая температура воздуха в аккумуляторном помещении,  $^{\circ}C$ .

Наибольшая величина зарядного тока, расходуемого на электролиз воды в заряжаемой батарее, рассчитывается по формуле

$$i_r = aC_{10},$$

где  $a$  – коэффициент, зависящий от способа заряда,  $ч^{-1}$  (см. таблицу 3);

$C_{10}$  – номинальная емкость аккумулятора при десятичасовом режиме разряда, А·ч.

Количество электролита (в пересчете на серную кислоту)  $q$  (мг/ч), выделяющегося из кислотных аккумуляторов типа *C*, *CK*, *CH* и *CHУ* составляет

$$q = 1,5mV_n,$$

где  $m$  – удельное количество серной кислоты, выносимой из аккумуляторов с газами,  $мг^3/ч$ .

Для открытых аккумуляторов  $m = 2,05$   $мг/дм^3$ .

Таблица 3 – Значения коэффициента  $a$

Способ заряда	Коэффициент $a$ для аккумуляторов типа	
	<i>C</i> и <i>CK</i>	<i>CH</i> и <i>CHУ</i>
Заряд током при постоянном напряжении на аккумуляторе:		
2,4 В	0,030	0,030
2,3 В	0,006	0,006

Расход воздуха  $Q_{H_2}$  ( $м^3/ч$ ) из условия разбавления водорода в воздухе аккумуляторного помещения до допустимой концентрации 0,2 % об. (т.е. не более 5 % от НКПВ водорода, составляющего 4 % об.) определяется по формуле

$$Q_{H_2} = 0,5V_{H_2}.$$

Расход воздуха  $Q_k$  ( $м^3/ч$ ) из условия снижения концентрации серной кислоты в воздухе до ПДК и менее должен быть не менее

$$Q_k = \frac{q}{ПДК_{PЗМР} - ПДК_{НМСС}},$$

где  $ПДК_{PЗМР}$  – максимально разовая ПДК серной кислоты для воздуха рабочей зоны,  $мг/м^3$  (см. таблицу 21);

$ПДК_{HMCC}$  –среднесуточная ПДК для атмосферного воздуха населенных мест, мг/м<sup>3</sup> (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Предельно допустимые концентрации серной кислоты

Вредное вещество	Воздух рабочей зоны (ГН 2.2.5.1313-03)	Атмосферный воздух (ГН 2.1.6.1338-03)
	$ПДК_{PЗMP}$ , мг/м <sup>3</sup>	$ПДК_{HMCC}$ , мг/м <sup>3</sup>
Серная кислота	1,0	0,1

Т.к. серная кислота и водород не обладают однонаправленным действием, то потребный воздухообмен принимается наибольший из рассчитанных расходов воздуха  $Q_{H_2}$  и  $Q_K$  :

$$Q = \max \{ Q_{H_2}; Q_K \}.$$

Расчет кратности воздухообмена производится по большему из полученных значений

$$K = \frac{Q}{V},$$

где  $V$  – объем производственного помещения, м<sup>3</sup>.

Объем производственного помещения рассчитывается по формуле

$$V = ABH,$$

где  $A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения, м;

$H$  – высота помещения, м.

## 2.7 Расчет заземлителя защитного заземления

При выполнении расчетов рекомендуется использовать методические указания (Булгаков А.Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к практ. занятиям для студ. по спец. : 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 100 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6979.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6979.pdf)). В данных методических указаниях приведены теория и справочные данные для решения этой задачи.

Расчет защитного заземления может проводиться двумя способами или по допускаемому сопротивлению, или напряжению прикосновения. При этом расчет сводится к расчету заземлителя, т.е. определению количества заземлителей и их оптимальному размещению на защищаемой территории.

В электроэнергетике используются заземлители, которые представляют собой совокупность вертикальных и горизонтальных заземлителей. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы или стальной уголок, а вертикальные электроды полосовая сталь. Эскиз конструкции заземлителя приведен на рисунке 13.

Если совместно используются естественный и искусственный заземлители, то общее сопротивление рассчитывается по формуле (параллельное соединение резисторов)

$$r_3' = \frac{r_3 r_{e3}}{r_3 + r_{e3}},$$

где  $r_{e3}$  – сопротивление естественного заземлителя, Ом;

$r_3$  – сопротивление искусственного заземлителя при наличии естественного, Ом;

$r'_3$  – допускаемое сопротивление заземлителя, Ом.

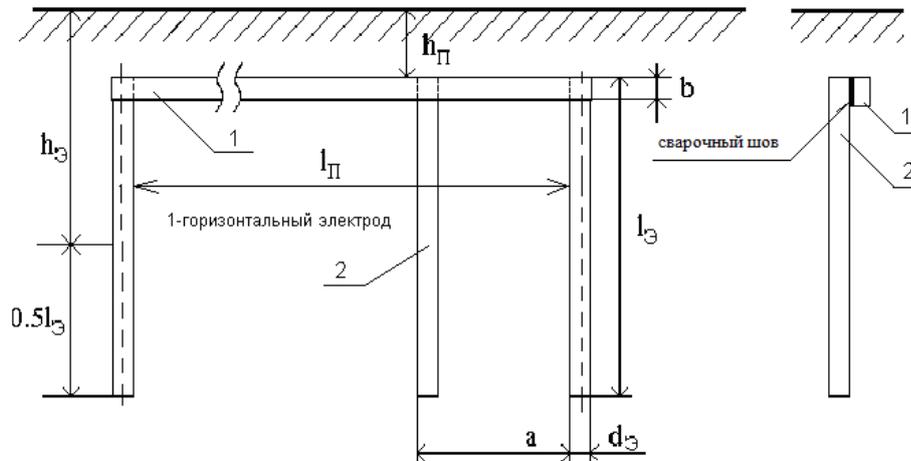


Рисунок 13 – Конструкция заземлителя

1 – горизонтальный электрод;

2 – вертикальный электрод

В этом случае сопротивление искусственного заземлителя при наличии естественного рассчитывается по формуле

$$r_3 = \frac{r'_3 r_{э3}}{r_{э3} - r'_3}.$$

В случаях использования в качестве естественных заземлителей свинцовых оболочек кабелей, водопроводных либо других трубопроводов, сопротивление таких заземлителей можно определить по формуле:

$$r'_{э3} = \frac{0,366 \rho K_2}{l_{э3}} \lg \frac{l_{э3}^2}{d_{э3} h_{э3}},$$

где  $l_{э3}$  – длина естественного заземлителя, м;

$d_{э3}$  – диаметр естественного заземлителя, м;

$h_{э3}$  – глубина заложения естественного заземлителя, т.е. расстояние от поверхности земли до заземлителя, м;

$\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом×м;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления за счет промерзания или просыхания грунта для горизонтальных электродов.

Сопротивление одного вертикального электрода рассчитывается по формуле

$$r_3 = \frac{0,366 \rho K_6}{l_3} \left( \lg \frac{2l_3}{d_3} + 0,5 \lg \frac{4h_3 + l_3}{4h_3 - l_3} \right),$$

где  $K_6$  – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления за счет промерзания или просыхания грунта для вертикальных электродов;

$l_3$  – длина вертикального электрода, м;

$d_3$  – диаметр вертикального электрода, м;

$h_3$  – глубина заложения вертикального электрода, м.

Если вертикальный электрод выполняется из уголковой стали, то

$$d_3 = 0,95A,$$

где  $A$  – полка уголка, м.

Глубина заложения рассчитывается по формуле (см. рисунок 14)

$$h_3 = h_n + 0,5l_3,$$

где  $h_n$  – глубина заложения горизонтального электрода, м.

Предварительное количество вертикальных электродов рассчитывается по формуле

$$n' = \frac{r_3}{r_3}.$$

Зная расположение электродов (в ряд или по контуру – рисунок 19), отношение расстояния между электродами к их длине ( $\frac{a}{l_3}$ ) и предварительное количество электродов ( $n'$ ), определяем коэффициент использования электродов –  $\eta_3$ .

Окончательное потребное количество электродов определяется по следующей форме

$$n = \frac{r_3}{r_3 \eta_3}.$$

Длина горизонтального электрода (соединительной полосы) рассчитывается по формуле для электродов расположенных в ряд (см. рисунок 14а)

$$l_n = a(n-1),$$

а для электродов расположенных по контуру (см. рисунок 14б)

$$l_n = an.$$

Сопротивление горизонтального электрода определяется по формуле

$$r_n = \frac{0,366 \rho K_z}{l_n} \lg \frac{2l_n^2}{h_n b},$$

где  $K_z$  – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления за счет промерзания или просыхания грунта для горизонтальных электродов;

$b$  – ширина горизонтального электрода (соединительной полосы), м.

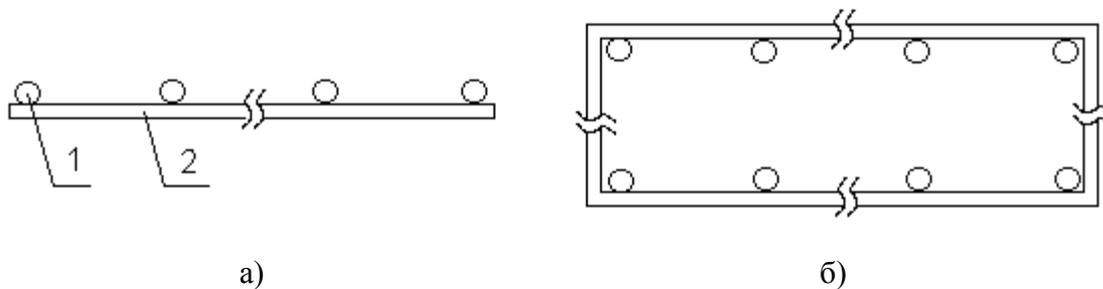


Рисунок 14 – Схема расположения электродов  
 а) расположение электродов в ряд;  
 б) расположение электродов по контуру  
 1 – вертикальный электрод; 2 – горизонтальный электрод

Общее сопротивление заземлителя определяется по формуле

$$r_{\Sigma} = \frac{r_3 r_n}{r_3 \eta_n + r_n \eta_3 n}$$

где  $\eta_n$  - коэффициент использования горизонтального электрода.

По результатам расчета проводим проверку условия

$$r_3' < r_{\Sigma} \leq r_3$$

Выполнение данного условия говорит о том, что расчет заземлителя выполнен верно.

## 2.8 Расчет показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний

Эффективность работы по охране труда определяют по наличию несчастных случаев (в том числе тяжелых несчастных случаев, несчастных случаев со смертельным исходом), а также путем сравнения относительных показателей травматизма и профессиональной заболеваемости в данном году в сравнении с предшествующими годами в организации и регионе.

Коэффициент частоты травматизма - количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за отчетный период. Определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = 1000 \frac{T}{P}$$

где  $T$  – количество несчастных случаев, включенных в отчет, за отчетный период;

$P$  – среднесписочное количество работников за отчетный период.

$K_{\text{ч}}$  показывает, насколько часто, происходят несчастные случаи в данной организации, однако он не отражает «тяжести» повреждений.

Коэффициент тяжести травматизма - число дней временной нетрудоспособности, приходящейся на один несчастный случай. Определяется по формуле

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}$$

где  $D$  – общее количество дней временной нетрудоспособности по всем несчастным случаям за отчетный период;

$T'$  – суммарное количество несчастных случаев за тот же промежуток, за исключением случаев с летальным или инвалидным исходом.

Для более точного определения состояния охраны труда введен общий показатель производственного травматизма  $K_{общ}$  :

$$K_{общ} = K_{ч} K_{Т}.$$

Коэффициент смертности определяется по формуле

$$K_{СМ} = 1000 \frac{T_{СМ}}{T},$$

где  $T_{СМ}$  – количество несчастных случаев со смертельным исходом за отчетный период.

Коэффициент профессиональной заболеваемости - количество случаев хронических заболеваний за год, приходящихся на 10000 работающих. Определяется по формуле:

$$K_{ХРОН} = 10000 \frac{T_{ХРОН}}{P},$$

где  $T_{ХРОН}$  – количество впервые установленных случаев хронических профессиональных заболеваний за отчетный период.

## **2.9 Расчет маслоприемника трансформаторное масло от маслонаполненного оборудования подстанций**

Если на открытом распределительном устройстве (ОРУ) установлен маслонаполненный силовой трансформатор и масса трансформаторного масла в нем масла более 1 т и меньше 20 тонн, то в соответствии с п. 4.2.69 «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ - 7-я редакция) маслоприемник допускается выполнять без отвода масла.

Маслоприемники без отвода масла должны выполняться заглубленной конструкции и закрываться металлической решеткой, поверх которой должен быть насыпан слой чистого гравия или промытого гранитного щебня толщиной не менее 0,25 м, либо непористого щебня другой породы с частицами от 30 до 70 мм. Уровень полного объема масла в маслоприемнике должен быть ниже решетки не менее чем на 50 мм.

Удаление масла и воды из маслоприемника без отвода масла должно предусматриваться передвижными средствами. При этом рекомендуется выполнение простейшего устройства для проверки отсутствия масла (воды) в маслоприемнике

Объем маслоприемника без отвода масла следует рассчитывать на прием 100 % объема масла, залитого в трансформатор (реактор), и 80 % воды от средств пожаротушения из расчета орошения площадей маслоприемника и боковых поверхностей трансформатора (реактора) с интенсивностью 0,2 л/с·м<sup>2</sup> в течение 30 мин.

Габариты маслоприемника должны выступать за габариты трансформатора (реактора) не менее чем на  $\Delta \geq 0,6$  м при массе масла до 2 т;  $\Delta \geq 1$  м при массе от 2 до 10 т;  $\Delta \geq 1,5$  м при массе от 10 до 50 т;  $\Delta \geq 2$  м при массе более 50 т. При этом габарит маслоприемника может быть принят меньше на 0,5 м со стороны стены или перегородки, располагаемой от трансформатора (реактора) на расстоянии менее 2 м.

Конструкция маслоприемника без отвода масла приведена на рисунке 15. На рисунке 16 показаны размеры для расчета длины и ширины маслоприемника.

Длину  $A_{mn}$  и ширину  $B_{mn}$  маслоприемника исходя из выше сказанного можно определить по формуле

$$A_{mn} = A_m + 2\Delta,$$

$$B_{мп} = B_m + 2\Delta,$$

где  $A_m$  – длина трансформатора, м;  
 $B_m$  – ширина трансформатора, м.

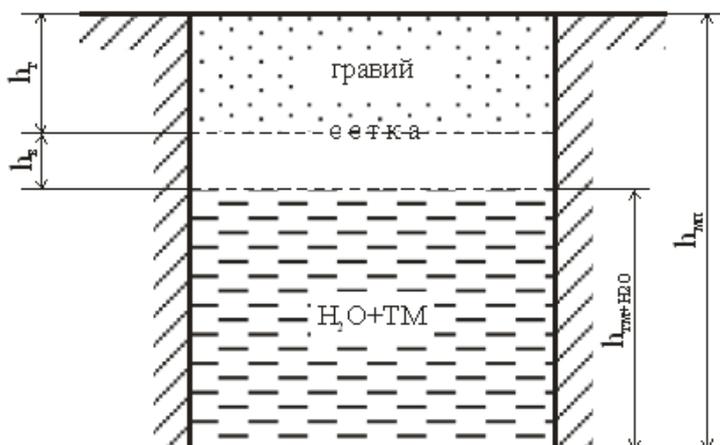


Рисунок 15 – Конструкция маслоприемника

Площадь маслоприемника:

$$S_{мп} = A_{мп}B_{мп}.$$

Объем маслоприемника без отвода масла рассчитываем по формуле

$$V_{мп} = V_{тм} + 0,8V_{вода},$$

где  $V_{тм}$  – объем трансформаторного масла, м<sup>3</sup>;  
 $V_{вода}$  – объем воды от средств пожаротушения, м<sup>3</sup>.

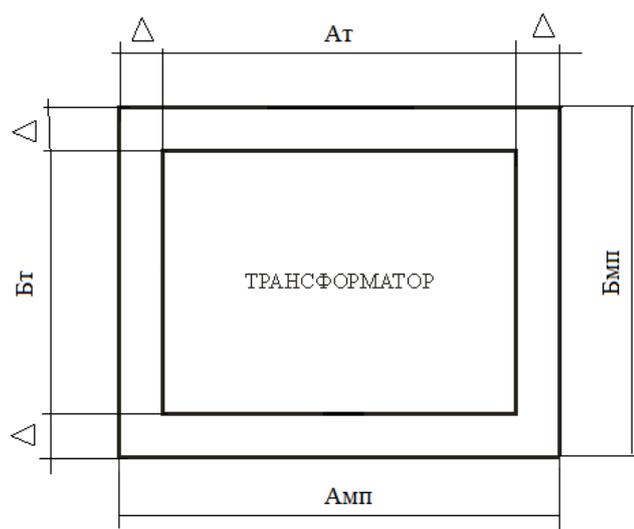


Рисунок 16 – К расчету габаритов маслоприемников

Объем трансформаторного масла определяется по формуле:

$$V_{тм} = \frac{M_{тм}}{\rho_{тм}},$$

где  $M_{тм}$  – масса трансформаторного масла, кг;  
 $\rho_{тм}$  – плотность трансформаторного масла, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_{тм} = (880 - 890)$  кг/м<sup>3</sup>).  
Объем воды от средств пожаротушения определяется по формуле:

$$V_{воды} = It(S_{мп} + S_{БПТ}),$$

где  $I$  – интенсивность пожаротушения, л/(с·м<sup>2</sup>) ( $I = 0,2$  л/(с·м<sup>2</sup>));  
 $t$  – нормативное время пожаротушения, мин ( $t = 30$  мин);  
 $S_{БПТ}$  – площадь боковой поверхности трансформатора, м<sup>2</sup>.  
Площадь боковой поверхности трансформатора равна:

$$S_{БПТ} = 2H_m(A_m + B_m),$$

где  $H_m$  – высота трансформатора, м.  
Глубина маслоприемника равна

$$h_{мп} = h_{тм} + h_{воды} + h_г + h_{зр},$$

где  $h_{тм}$  – глубина маслоприемника для приема 100 % трансформаторного масла, м;  
 $h_{воды}$  – глубина маслоприемника для приема 80 % воды от средств пожаротушения, м;  
 $h_г$  – глубина воздушного зазора между решеткой с гравием и смесью трансформаторного масла и воды в маслоприемнике, м (не менее 50 мм);  
 $h_{зр}$  – толщина гравия (щебня), м (не менее 0,25 м).  
Или последнюю формулу можно переписать в виде

$$h_{мп} = \frac{V_{тм}}{S_{мп}} + \frac{V_{воды}}{S_{мп}} + h_г + h_{зр}.$$

## 2.10 Расчет отвода земельных участков под электрические сети

### 1. Отвод земельных участков в постоянное пользование

В постоянное пользование земельные участки отводятся под промежуточные и анкерные угловые опоры и трансформаторные подстанции:

$$F_{пп} = F_{ноп} + F_{пс},$$

где  $F_{ноп}$  – площадь земельных участков, отводимых в постоянное пользование под промежуточные и анкерные угловые опоры, м<sup>2</sup>;

$F_{пс}$  – площадь земельных участков, отводимых в постоянное пользование под подстанции, м<sup>2</sup>.

Площадь земельных участков, отводимых в постоянное пользование под промежуточные и анкерные угловые опоры, рассчитывается по формуле

$$F_{ноп} = F_{но} + F_{ау},$$

где  $F_{но}$  – площадь земельных участков отводимых в постоянное пользование под промежуточные опоры, м<sup>2</sup>;

$F_{ау}$  – площадь земельных участков отводимых в постоянное пользование под анкерные угловые опоры, м<sup>2</sup>.

Площадь земельных участков  $F$  в общем виде, предоставляемых под стальные опоры (включая оттяжки) воздушных линий электропередачи (ВЛЭП) в постоянное (бессрочное) пользование, определяется по формуле (рис. 17):

$$F = (A^2 + \pi\Delta^2 + 4A\Delta) \cdot n,$$

где  $A$  – сторона основания стальной опоры, м;  
 $\Delta$  – ширина полосы земли вокруг внешнего контура опоры, м;  
 $n$  – количество опор.

Размер  $\Delta$  зависит от категории земель. Для земель сельскохозяйственного назначения  $\Delta=1,5$  м, а для остальных категорий  $\Delta=1$  м.

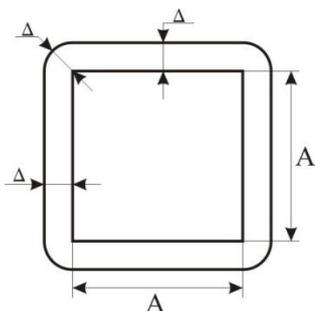


Рисунок 17 – К расчету земельных участков отводимых в постоянное пользование под опоры ВЛЭП

Площадь земельных участков, отводимых под подстанции, определяется по формуле

$$F_{nc} = \sum_{i=1}^N F_{nci},$$

где  $F_{nci}$  – площадь земельных участков, отводимая под  $i$ -ю подстанцию,  $m^2$ ;  
 $N$  – количество подстанций.

## 2. Отвод земельных участков во временное пользование

Площадь земельных участков, предоставляемых во временное пользование, определяется по формуле:

$$F_{вп} = F_{вл} + F_{мп},$$

где  $F_{вл}$  – площадь земельных участков отводимых во временное пользование под строительство ВЛЭП,  $m^2$ ;

$F_{мп}$  – площадь земельных участков отводимых во временное пользование под монтажные площадки для сборки опор,  $m^2$ .

Ширина полос земель, предоставляемых на период строительства ВЛЭП, сооружаемых на унифицированных типовых опорах определяется по формуле

$$F_{вл} = L_{влэп} (L_{ф-ф} + 4),$$

где  $L_{влэп}$  – длина трассы ВЛЭП, м;

$L_{ф-ф}$  – расстояние между крайними фазами на опоре, м.

В связи с тем, что по условиям задачи неизвестное расположение опор и подстанций относительно друг друга примем допущение, что расстояние между промежуточными и

анкерными угловыми опорами равно максимальной длине габаритного пролета (выбирается по справочным данным в зависимости от шифра опоры). Тогда  $F_{6л}$  можно рассчитать по формуле (см. рисунок 18)

$$F_{6л} = (n_{no} + n_{ay} - 1)L_{\text{max}}(L_{\phi-\phi} + 4),$$

где  $n_{ay}$  – количество анкерных угловых опор, шт.;

$n_{no}$  – количество промежуточных опор, шт.;

$L_{\text{max}}$  – максимальная длина габаритного пролета, м.

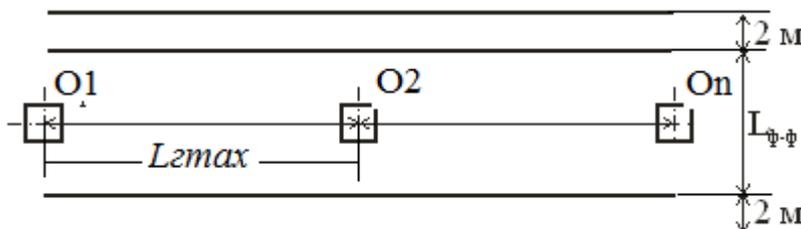


Рисунок 15 – К расчету  $F_{6л}$

$O_1, O_2$  и т.д. – номер опоры

Площадь земельных участков, предоставляемых под монтажные площадки, определяется по формуле:

$$F_{\text{мп}} = n_{no}F_{no} + n_{ay}F_{ay},$$

где  $F_{no}$  – площадь земельных участков, отводимых под монтажные площадки промежуточных опор, м<sup>2</sup>;

$F_{ay}$  – площадь земельных участков, отводимых под монтажные площадки анкерных угловых опор, м<sup>2</sup>.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются возможные темы докладов в рамках предметной области дисциплины, из которых студенты выбирают тему своего доклада, при этом студентом может быть предложена и другая тема. Под докладом понимается устное сообщение по тому или иному вопросу изучаемой темы. Студент дает пояснения основным понятиям и явлениям, приводит классификацию, особенности, примеры, излагает меры защиты и рекомендации населению (применительно к ЧС), делает вывод. Доклад является результатом самостоятельного изучения литературы по рассматриваемой теме. Доклад сопровождается презентацией. Обсуждение доклада проходит в диалоговом режиме между студентами, студентами и преподавателем. Такая интерактивная технология обучения способствует развитию у студентов информационной коммуникабельности, критического мышления, самопрезентации, умения вести дискуссию, анализировать и систематизировать изучаемый материал, представлять его аудитории. Оценивается доклад в зависимости от полноты и качества подобранного материала, глубины проникновения в проблему, наглядности презентации и убедительности выступления.

## **Чрезвычайные ситуации природного характера и защита населения от их последствий**

**1. Понятие о чрезвычайной ситуации (ЧС) природного характера. Классификация, закономерности проявления природных ЧС. Основные мероприятия по защите населения от ЧС природного характера.**

**2. Геологические чрезвычайные ситуации Природные пожары** (причины возникновения, классификация, шкалы измерения, последствия геологических ЧС и природных пожаров, профилактические мероприятия по предупреждению геологических ЧС и природных пожаров, меры защиты и рекомендации населению при угрозе и во время возникновения геологических ЧС и природных пожаров).

**3. Метеорологические чрезвычайные ситуации**(причины возникновения, классификация, шкалы измерения, последствия ЧС метеорологического характера, профилактические мероприятия по минимизации ущерба при возникновении ЧС, меры защиты и рекомендации населению по действиям при угрозе и во время возникновения метеорологических ЧС).

**4. Гидрологические и морские опасности**(причины возникновения, классификация, последствия гидрологических ЧС, профилактические мероприятия по минимизации ущерба при возникновении ЧС, меры защиты и рекомендации населению по действиям при угрозе и во время возникновения гидрологических ЧС).

**5. Биологические чрезвычайные ситуации**(причины возникновения, классификация, последствия возникновения биологических ЧС, профилактические мероприятия при возникновении биологических ЧС, меры защиты и рекомендации населению по действиям при угрозе и во время возникновения биологических ЧС).

**6. Космические и гелиофизические чрезвычайные ситуации**(космические объекты: астероиды, кометы, метеориты, метеоры и т.д., причины возникновения, классификация, последствия возникновения ЧС космического и гелиофизического характера, профилактические мероприятия по минимизации ущерба при возникновении этих ЧС, меры защиты и рекомендации населению по действиям при угрозе и во время ЧС).

## **Чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита населения от их последствий**

**1. Понятие о чрезвычайных ситуациях (ЧС) техногенного характера. Классификация, закономерности проявления ЧС техногенного характера. Основные мероприятия по защите от ЧС техногенного характера.**

**2. Аварии с выбросом (угрозой выброса) химически, биологически опасных веществ** (характеристика и классификация аварийно химически (АХОВ) и биологически опасных веществ, химически и биологически опасных объектов экономики, особенности возникновения и развития аварии на химически (ХОО) и биологически опасных объектах, классификация аварий, определение границ и структуры зон очагов поражения при химическом заражении, меры защиты и правила поведения населения при авариях с выбросом АХОВ).

**3. Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ**(характеристика и классификация радиационно-опасных объектов (РОО), причины возникновения аварии на РОО, классификация аварий, последствия аварии на РОО, определение границ и структуры зон очагов поражения при радиоактивном заражении, основные мероприятия по радиационной защите населения, правила поведения населения при радиационных авариях).

**4. Гидродинамические аварии**(виды и характеристика гидродинамических объектов, основные и второстепенные гидродинамические сооружения; гидродинамические сооружения: дамба, гидроузел, шлюз, плотина; последствия гидродинамических аварий, меры защиты и действия населения в условиях угрозы и возникновения аварий на гидродинамических опасных объектах).

**5. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения** (понятие жилищно-коммунальных систем, характеристика и классификация ЧС на системах жизнеобеспечения, особенности проявления и ликвидации ЧС, меры защиты и правила поведения населения при ЧС на системах жизнеобеспечения).

**6. Чрезвычайные ситуации (ЧС) на транспорте** (основные понятия, классификация и характеристики автомобильного, железнодорожного, водного и авиационного транспорта, опасности, подстерегающие пассажира при посадке, высадке и передвижении на транспорте, причины возникновения и возможные аварии на транспорте, меры защиты и основные правила безопасного поведения при пользовании транспортом).

### **Чрезвычайные ситуации социального характера и защита населения от их последствий**

**1. Понятие о чрезвычайных ситуациях социального характера. Классификация, закономерности проявления чрезвычайных ситуаций социального характера. Основные направления по защите населения от ЧС социального характера.**

**2. ЧС военного времени** (классификация ЧС военного времени, характеристика и основные виды оружия массового поражения, его поражающие факторы, способы защиты населения).

**3. Опасные ситуации криминогенного характера** (характеристика и классификация ЧС криминогенного характера, зоны повышенной криминогенной опасности, меры защиты от криминогенных опасностей, правила поведения в различных ситуациях в зонах повышенной криминогенной опасности).

**4. Экономическая безопасность** (Стратегия экономической безопасности РФ, вызовы и угрозы экономической безопасности, цели, основные направления и задачи государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности).

**5. Информационная безопасность** (Доктрина информационной безопасности РФ, основные понятия, угрозы информационной безопасности, виды конфиденциальных данных, способы получения доступа к конфиденциальной информации, стратегические цели и основные направления обеспечения информационной безопасности).

**6. Продовольственная безопасность** (Доктрина продовольственной безопасности РФ: понятие продовольственной безопасности, основные задачи обеспечения продовольственной безопасности, показатели продовольственной безопасности РФ и критерии их оценки, риски и угрозы обеспечения продовольственной безопасности, основные направления государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности, механизмы и ресурсы обеспечения продовольственной безопасности РФ).

### **Проблемы национальной и международной безопасности Российской Федерации.**

**1. Национальные интересы России** (понятие и сущность национальных интересов России, основные цели, стратегические и текущие задачи внутренней и внешней политики государства).

**2. Современный терроризм. Методы борьбы и профилактика** (виды терроризма, основные проявления террористической деятельности, способы совершения террористических актов, меры предупредительного характера для уменьшения вероятности осуществления террористических актов, действия населения в условиях угрозы и возникновения террористического акта).

**3. Организация мероприятий по обеспечению безопасности в образовательном учреждении** (основные нормативно-правовые акты федерального и локального уровня, регламентирующие организацию мероприятий по обеспечению безопасности в образовательном учреждении; направления обеспечения комплексной безопасности образовательного учреждения, их практическая реализация).

**4. Обеспечение национальной безопасности Российской Федерации** (внешние и внутренние угрозы национальной безопасности, основные направления обеспечения национальной безопасности, Стратегия национальной безопасности РФ, основные показатели состояния национальной безопасности).

## **Гражданская оборона и ее задачи**

**1. Гражданская оборона и ее основные задачи**(понятие гражданской обороны (ГО), федеральные законы «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», «О гражданской обороне», задачи ГО России, начальник ГО РФ, руководители ГО в субъектах РФ, муниципальных образованиях, министерствах, ведомствах, организациях; принципы организации ГО, МЧС, силы ГО, РСЧС, МОГО).

**2. Организация защиты населения в мирное и военное время**(органы управления по делам ГО и ЧС, основные способы защиты людей при ЧС: оповещение, укрытие населения в защитных сооружениях, использование средств индивидуальной и медицинской защиты, рассредоточение и эвакуация населения из опасной зоны).

**3. Организация эвакуационных мероприятий в мирное и военное время**(виды эвакуации, группы населения для проведения эвакуационных мероприятий, функции эвакуационных и эвакуационных комиссий, назначение сборных эвакуационных пунктов, промежуточных эвакуационных пунктов, назначение пунктов посадки, высадки, порядок проведения эвакуационных мероприятий).

**4. Защитные сооружения гражданской обороны**(виды защитных сооружений, назначение, классификация защитных сооружений (по месту расположения, по времени возведения, по вместимости, по назначению), требования, предъявляемые к защитным сооружениям, расчетная кратность ослабления поражающего излучения).

**5. Средства индивидуальной защиты**(средства защиты органов зрения, органов слуха, кожи, средства защиты органов дыхания, классификация СИЗК и СИЗОД, принцип действия, классификация по способу изготовления, табельные и нетабельные СИЗ, маркировка, медицинские средства индивидуальной защиты, состав аптечки индивидуальной АИ-2).

**6. Организация гражданской обороны в образовательных учреждениях. Действие преподавателя и учащихся в ЧС различного характера** (основные нормативно-правовые акты федерального и локального уровня, регламентирующие организацию гражданской обороны в образовательном учреждении; мероприятия по гражданской обороне в образовательном учреждении, их практическая реализация; порядок действий преподавателя и учащихся при реализации ЧС).

## **Безопасность жизнедеятельности на производстве**

**1. Предмет, понятия, основные задачи безопасности жизнедеятельности на производстве**(классификация негативных факторов среды обитания (по природе действия: физические, биологические, химические и психофизиологические; по характеру воздействия: вредные и травмирующие), классификация условий труда, безопасность труда, охрана труда, производственная санитария, техника безопасности, промышленная безопасность, основные направления государственной политики в области безопасности)

**2. Основы законодательства Российской Федерации об охране труда**(правовые основы управления безопасностью: законы, подзаконные нормативные акты в области охраны труда, государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства по охране труда, особенности охраны труда женщин, особенности охраны труда молодежи, ответственность за нарушение требований по охране труда).

**3. Производственная санитария, гигиена труда и личная гигиена**(классификация негативных факторов среды обитания по природе действия и по характеру воздействия, понятие производственной санитарии, гигиены труда и личной гигиены, основные направления по защите от вредных производственных факторов).

## **Негативные факторы среды обитания**

**1. Условия и факторы обитаемости**(понятие опасных и вредных производственных факторов, их классификация и примеры, комфортные условия жизнедеятельности, понятие микроклимата, показатели микроклимата, понятия и значения оптимальных и допустимых параметров микроклимата).

**2. Световой режим помещений** (естественное и искусственное освещение, КЕО, приборы для измерения уровня освещенности; классификация искусственного освещения, особенности размещения светильников; виды источников света, сравнительная характеристика; виды искусственного освещения: рабочее, охранное, аварийное, дежурное, эритемное).

**3. Воздушно-тепловой режим помещений** (понятие микроклимата, понятия и значения оптимальных и допустимых параметров микроклимата, характеризующих воздушно-тепловой режим помещения, приборы для измерения нормируемых параметров микроклимата, методы и средства нормализации микроклимата, назначение вентиляции, виды вентиляции, схемы организации движения воздуха, используемые устройства, особенности разных видов вентиляции; понятия: рециркуляция воздуха, инфильтрация воздуха, аэрация, кондиционирование).

**4. Вибрация и шум** (понятие виброакустических колебаний, понятие вибрации, виды вибраций по способу передачи колебаний, по возможности регулирования их интенсивности, вибрационная болезнь; звук, инфразвук, ультразвук, шум, звуковое поле, звуковое давление, негативное влияние на человека, защита от вредных воздействий).

**5. Электрический ток, электробезопасность, молниезащита** (действие электрического тока на организм человека, виды поражения электрическим током, основные причины поражения электрическим током, технические способы и средства защиты от поражения электрическим током, общие и индивидуальные средства защиты, назначение и организация молниезащиты).

**6. Электромагнитные поля и излучения** (электромагнитное, в том числе инфракрасное, лазерное излучения, естественные и искусственные источники излучений, применение, основные характеристики, негативное влияние на человека, защита от вредных воздействий).

### **Первая медицинская помощь**

**1. Понятие о первой медицинской помощи и ее объемах в чрезвычайных ситуациях различного характера. Правила оказания первой медицинской помощи.**

**2. Оказание первой медицинской помощи в терминальных состояниях** (виды терминальных состояний, признаки жизни, признаки смерти, порядок действий при реанимации пострадавшего).

**3. Оказание первой медицинской помощи при ранениях и кровотечениях** (виды ран, признаки ран, первая помощь при ранениях, правила наложения повязок; виды кровотечений, способы остановки кровотечений, особенность остановки кровотечения наложением жгута).

**4. Оказание первой медицинской помощи при термических повреждениях** (виды термических повреждений: ожоги, отморожения; виды ожогов, причины, степени ожогов и их характеристики, первая медицинская помощь при ожогах; причины и признаки отморожений, степени отморожений и их характеристики, первая медицинская помощь при отморожениях).

**5. Оказание первой медицинской помощи при отравлениях** (причины отравлений, признаки отравлений, первая медицинская помощь при отравлениях различного характера).

**6. Оказание первой медицинской помощи при ушибах, вывихах, растяжениях, разрывах и переломах** (понятие ушиба, вывиха, растяжения, разрыва, первая медицинская помощь при указанных повреждениях; классификация переломов, признаки переломов, первая медицинская помощь при переломах).

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

#### 3.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

##### Искусственная вентиляция легких и непрямой массаж сердца

Комплекс мероприятий по первой помощи

Первая доврачебная помощь, т. е. комплекс срочных мероприятий, при внезапных заболеваниях и повреждениях преследует, в основном, следующие цели:

1. Прекратить дальнейшее воздействие повреждающих факторов или удалить пострадавшего из неблагоприятной обстановки, в которую он попал и которая угрожает его жизни.

2. Сделать все необходимое для ликвидации угрозы, возникшей для здоровья или жизни больного и пострадавшего (улучшение или восстановление сердечной и дыхательной деятельности, борьба с потерей крови и др.) и облегчить его страдания.

3. Предупредить возможные, иногда необратимые осложнения возникшего заболевания или повреждения: например, кровотечения, смещения обломков при переломах, шоки и др.

4. Поддерживать основные жизненные функции больного или пострадавшего до момента оказания квалифицированной врачебной помощи.

5. При необходимости транспортировки больного в ближайшее лечебное заведение создать максимально благоприятные условия для этого (покой, транспортная иммобилизация и др.).

Определение состояния пострадавшего

Один из важнейших этапов в комплексе мероприятий по оказанию первой помощи до прихода врача – быстрое выявление признаков жизни и смерти у человека, попавшего в беду.

**К основным признакам наличия жизни относятся:**

- сердцебиение, определяемое плотным прикладыванием уха или ладони к грудной клетке в ее левой половине на уровне левого соска;

- пульсация артерий в левой или правой половине шеи, в области лучезапястного сустава, в середине паховой области по переднебрюшной поверхности, где располагается бедренная артерия (рисунок 1);

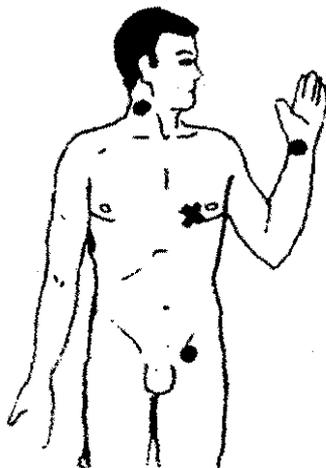


Рисунок 1 - Места определения пульса на артериях шеи, руки и ноги

- дыхание, определяемое глазом или прикладыванием ладоней к груди и животу по движению грудной клетки или передней брюшной стенки, а также по помутнению зеркала или какого-нибудь гладкого блестящего предмета и минимальному движению разволокненного кусочка ваты, поднесенного к носовым отверстиям и рту;

- реакция зрачков на свет, влажность и блеск роговиц, подтверждающие наличие жизни. Реакцию зрачков на свет проверяют, заслонив глаза от дневного света и резко отдернув ладони от глаз. При этом можно заметить сужение зрачка, что расценивается как положительная реакция.

Однако надо знать, что отсутствие вышеперечисленных признаков может быть при резко сниженных жизненных процессах в организме при так называемой клинической смерти, поэтому совершенно необходимо незамедлительно приступить к оказанию до врачебной помощи и продолжать ее в течение 2 ч и более, до появления явных признаков смерти.

Прекращать оказывать помощь следует только при появлении явных **признаков смерти**, к которым относятся:

- высыхание и помутнение роговицы глаз;
- возникновение деформации зрачка при сдавливании глазного яблока между пальцами;
- похолодание тела, легко ощутимое ладонями, и появление сине-фиолетовых (трупных) пятен на коже.

Самым достоверным признаком смерти, когда нет сомнения в бессмысленности дальнейшего оказания помощи, является развитие трупного окоченения, которое чаще всего возникает через 2-4 ч после смерти.

В том случае, когда у больного или пострадавшего резко нарушено или отсутствует дыхание или произошла остановка сердечной деятельности (что определяется по отсутствию дыхательных движений грудной клетки и отсутствию пульса), то немедленно приступают к искусственному дыханию и наружному массажу сердца.

Искусственное дыхание имеет большое значение для пострадавшего, так как способствует насыщению крови кислородом. Прежде всего следует убедиться в проходимости воздухопроводящих путей больного и устранить механические причины, препятствующие дыханию. С этой целью осматривают полость рта и носа, которые при помощи пальца, носового платка или марлевого тампона должны быть быстро очищены, от слюны, слизи, рвотных масс, земли, ила, песка и других инородных тел. Необходимо устранить часто наблюдающееся западание языка. Кроме того, надо расстегнуть одежду больного, затрудняющую дыхание и кровообращение, а при оказании помощи утонувшему - освободить дыхательные пути и желудок от воды. Все эти подготовительные меры к искусственному дыханию должны проводиться с максимальной быстрой и занимать не более одной минуты.

Частота искусственного дыхания должна приближаться к физиологической, т. е. составлять 16-20 полных дыхательных циклов в минуту. Следует руководствоваться общими правилами: искусственное дыхание необходимо продолжать до тех пор, пока не восстановится самостоятельное и нормальное по глубине, частоте и ритму дыхание или же не появятся явные признаки окончательной остановки сердечной деятельности, несмотря на применение мер для ее восстановления (массаж сердца и др.). Наиболее простым и эффективным способом искусственного дыхания является способ «рот в рот» и «рот в нос», который заключается в следующем. Пострадавшего кладут на спину с резко запрокинутой назад головой, для чего подкладывают под плечи валик или удерживают голову руками оказывающего помощь, который стоит на коленях сбоку от больного (рисунок 2).



Рисунок 2 - Искусственное дыхание «рот в рот»

При этом положении просвет глотки и воздухоносных путей значительно расширяются и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успешного проведения

такого способа. Всякое смещение головы способно нарушить проходимость дыхательных путей, и часть воздуха может попасть в желудок. Поэтому необходимо тщательно удерживать голову пострадавшего в запрокинутом к спине положении. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, широко раскрывает рот, быстро приближает его ко рту пострадавшего и, плотно прижав свои губы вокруг рта больного, делает глубокий выдох в рот последнего, т.е. как бы вдувает воздух в его легкие и раздувает их. При этом становится заметным расширение грудной клетки больного (вдох). После этого оказывающий помощь откидывается назад и вновь делает глубокий вдох. В это время грудная клетка больного спадается - происходит пассивный выдох. Затем оказывающий помощь вновь выдыхает воздух в рот больного и т. д.

Наружный (непрямой) массаж сердца вместе с искусственным дыханием относятся к числу важнейших мероприятий, направленных на спасение жизни пострадавшего.

Наружный массаж сердца заключается в сильном и ритмичном сдавливании грудной клетки в направлении от грудины к позвоночнику, что вызывает сжатие и расправление сердца. В результате многократного сдавливания искусственно поддерживается кровообращение в организме.

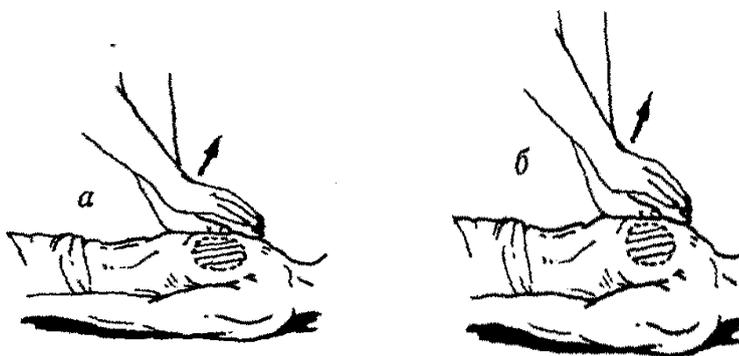


Рисунок 3 - Непрямой массаж сердца, а - положение сердца при поднятии рук; б - положение сердца при нажатии руками на область грудной клетки.

Массаж сердца следует выполнять до восстановления самостоятельной сердечной деятельности, признаками которой являются появление пульсации на сонных или лучевых артериях, уменьшение синюшной или бледной окраски кожи, сужение зрачков и повышение артериального давления.

Наружный массаж сердца надо выполнять следующим образом: пострадавшего укладывают на спину на плотное основание (пол, земля и др.); оказывающий помощь становится сбоку от него и ладонными поверхностями рук, наложенными одна на другую, ритмично и сильно надавливает (50-60 раз в 1 мин) на область нижней поверхности груди, сдавливая грудную клетку по направлению к позвоночнику, используя собственную массу тела. Эту манипуляцию нужно выполнять прямыми руками (рисунок 3).

Если реанимацию выполняет 1 человек, то рекомендуется после каждых 30 сдавливаний груди делать 2 вдувания в легкие пострадавшего; если же 2 человека, то одно вдувание следует чередовать с 5 сдавливаниями грудной клетки. Искусственный массаж сердца требует большой выносливости и физического напряжения, так как иногда эту процедуру приходится выполнять больше 1,5-2 ч. Необходимо помнить, что грубое выполнение может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца и др.

Эффективность проводимого непрямого массажа подтверждается появлением пульса на сонной или бедренной артерии. Через 1-2 мин кожа и слизистые оболочки губ пострадавшего принимают розовый оттенок, зрачки сужаются.

**Внимание!** Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца являются реанимационными мероприятиями. Их следует начинать немедленно и проводить до восстановления самостоятельного устойчивого пульса и дыхания, до прибытия врача или доставки пострадавшего

в лечебное учреждение. При появлении явных признаков биологической смерти оказание помощи прекращают.

Помните, что от быстроты и правильности ваших действий зависит жизнь человека!

#### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомится с теоретической частью работы.
2. Под руководством преподавателя ознакомиться с устройством тренажера ЭЛТЕК.
3. Установить на тренажер сменную лицевую маску. Обработать её дезинфицирующим раствором.
4. В порядке индивидуальной отработки практических навыков оказания первой реанимационной помощи:
  - а) проконтролировать на тренажере появление пульса на сонной артерии;
  - б) обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера. При угле запрокидывания 15-20 градусов должен прозвучать сигнал «дыхательные пути освобождены»;
  - в) провести по правилам первой реанимационной помощи ИВЛ методом «изо рта в рот». При достаточно интенсивном поступлении воздуха верхняя часть грудной клетки тренажера приподнимается;
  - г) ритмичным надавливанием на грудную полость тренажера провести непрямой массаж сердца. При прикладываемом усилии, обеспечивающем глубину продавливания 3-5 см на анатомическом дисплее загорается видеоимитатор сердечной деятельности, при большей глубине - видеоимитатор перелома ребер и звуковой сигнал «чрезмерная компрессия, возможны многочисленные повреждения внутренних органов»;
  - д) в случае правильного выполнения упражнений через некоторое время на анатомическом дисплее загораются и постоянно горят имитаторы сердечной и дыхательной деятельности, верхняя часть грудной клетки тренажера ритмично поднимается-опускается, голосовое сопровождение сигнализирует об успешности реанимационных мероприятий.
5. После освоения отдельных навыков, следует отработать методики оказания первой реанимационной помощи одним и (разбившись на пары) двумя спасателями.

6. В конце занятия закрепите полученные знания ответами на контрольные вопросы.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова средняя продолжительность клинической смерти? Её симптомы?
2. Какова последовательность оказания первой медицинской (доврачебной) помощи?
3. Назовите признаки жизни и признаки биологической смерти.
4. Каким образом следует проверять проходимость верхних дыхательных путей пострадавшего?
5. Какие способы искусственной вентиляции легких вы знаете? В каких случаях предпочтительнее применять каждый из них?
6. Какова методика проведения ИВЛ методом "изо рта в рот"?
7. Как правильно расположить руки на груди пострадавшего при проведении непрямого массажа сердца?
8. Какова методика проведения наружного массажа сердца?
9. Каково соотношение раздуваний легких и надавливаний на грудину при оказании первой реанимационной помощи одним спасателем? Двумя спасателями?
10. Каков порядок действий каждого спасателя при оказании ими первой реанимационной помощи?
11. Назовите показатели эффективности проводимой реанимации.
12. Какие практические навыки оказания реанимационной помощи можно отрабатывать на тренажере ЭЛТЕК?

### 3.2.ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

#### Исследование параметров микроклимата воздуха рабочей зоны

**Цель работы:** ознакомиться с системой параметров, характеризующих микроклимат рабочей зоны, их нормированием, методами и средствами их контроля и нормализации.

**Задание к лабораторной работе:** измерить температуру, влажность и давление в климатической камере до и после включения нагревательного прибора и увлажнения. Определить в соответствии с нормативными документами и диаграммой оптимальные параметры микроклимата и зону комфорта, сравнить с полученными значениями.

**Требования к методам измерения и контроля показателей микроклимата (выдержка из ГОСТ 12.1.005 - 88)**

Измерения показателей микроклимата должны проводиться в начале, середине и конце холодного и теплого периода года не менее 3 раз в смену (в начале, середине и конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, измерения необходимо проводить также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих, имеющих место в течение рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте, 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м - при работах, выполняемых стоя. Измерения проводят как на постоянных, так и на непостоянных рабочих местах при их минимальном и максимальном удалении от источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.).

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха распределяются равномерно по всему помещению в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Минимальное количество участков измерения параметров микроклимата

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Количество участков измерения
До 100	4
От 101 до 400 включ.	8
Св. 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

Для определения разности температуры воздуха и скорости его движения по высоте рабочей зоны следует проводить выборочные измерения на высоте 0,1; 1,0 и 1,7 м от пола или рабочей площадки в соответствии с задачами исследования.

При наличии источников лучистого тепла интенсивность теплового облучения на постоянных и непостоянных рабочих местах необходимо определять в направлении максимума теплового излучения от каждого из источников, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Измерения температуры поверхностей ограждающих конструкций (стен, пола, потолка) или устройств (экранов и т.п.), наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств следует производить в рабочей зоне на постоянных и непостоянных рабочих местах.

Температуру и относительную влажность воздуха следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения источников лучистого тепла температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами типа ПБУ-1М, суточными и недельными термографами и гигрографами при условии сравнения их показаний с показаниями аспирационного психрометра.

Скорость движения воздуха измеряют анемометрами ротационного действия (крыльчатые анемометры). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,3 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, измеряют электроанемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами и т. п.

Тепловое облучение, температуру поверхностей ограждающих конструкций (стен, пола, потолка) или устройств (экранов и т.п.), наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств следует измерять приборами типа актинометров, болометров, электротермометров и т. п.

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должна соответствовать требованиям таблица 2.

Таблица 2 – Требования к измерительным приборам

Наименование показателя	Диапазон измерения	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	От 30 до 50 включ.	±0,2
Температура воздуха по смоченному термометру, °С	От 0 до 50 включ.	±0,2
Температура поверхности, °С	От 0 до 50 включ.	±0,5
Относительная влажность воздуха, %	От 10 до 90 включ.	±5,0
Скорость движения воздуха, м/с	От 0 до 0,5 включ. Св. 0,5	±0,05 ±0,1
Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup>	От 10 до 350 включ. Св. 350	±5,0 ±50,0

**Оборудование:** лабораторный стенд "Климатическая камера", включающий нагревательный прибор, увлажнитель воздуха, осевой вентилятор, систему вытяжной вентиляции.

**Измерительные приборы:**

- барометр-анероид;
- стационарный психрометр (типа Августа);
- аспирационный психрометр (типа Ассмана);
- цифровой анемометр (чашечный);

**Ход работы**

1. Провести замеры атмосферного давления, температуры и влажности в камере, заполнить таблицу 3, занести результаты измерений в таблицу 4.

2. Включить на 10 мин. нагревательный прибор и вновь произвести замеры параметров.

4. На нагревательный прибор поставить сосуд с водой и через 10 мин. вновь провести замеры.

5. Включить осевой вентилятор и провести замеры скорости воздуха на различных расстояниях от него с шагом 10 см, занести результаты измерений в таблицу 5, одновременно вновь определить значения параметров микроклимата. Построить график зависимости скорости от расстояния (рис. 1).

6. Проанализировать полученные результаты, сравнив их с требованиями ГОСТ 12.1.005 - 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». С помощью номограммы эквивалентно-эффективной температуры рисунок 1 определить, соответствуют ли полученные значения параметров микроклимата зоне комфорта. Сделанные выводы записать в отчет.

7. С помощью построенного графика зависимости скорости движения воздуха от расстояния  $v(r)$  рисунок 2 определить место расположения зоны комфорта.

8. Сделать выводы и записать в отчет.

Таблица 3 – Приборы контроля параметров микроклимата (по паспортам приборов)

Контролируемый параметр	Прибор	Заводской номер	Погрешность измерений*
Температура	термометр ртутный		
Влажность	психрометр аспирационный		
Скорость движения воздуха	анемометр чашечный		

\*Сведения берутся из паспорта прибора.

Таблица 4 – Результаты проведения замеров

Условия и место проведения замеров	Температура, °С по термометру		Относительная влажность*, %	Атмосферное давление, ммрт.ст./кПа
	сухому	мокрому		
1. В климатической камере				
2. После включения нагревательного прибора				
3. После увлажнения воздуха в камере				
4. При работе вентилятора				

\* Определяется по номограмме, прилагаемой к психрометру, или по психрометрической таблице.

Таблица 5 – Результаты изменения подвижности воздуха при работе осевого вентилятора

Порядковый номер отсчета	Расстояние от вентилятора $r$ , см	Скорость потока воздуха $v$ , м/с
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

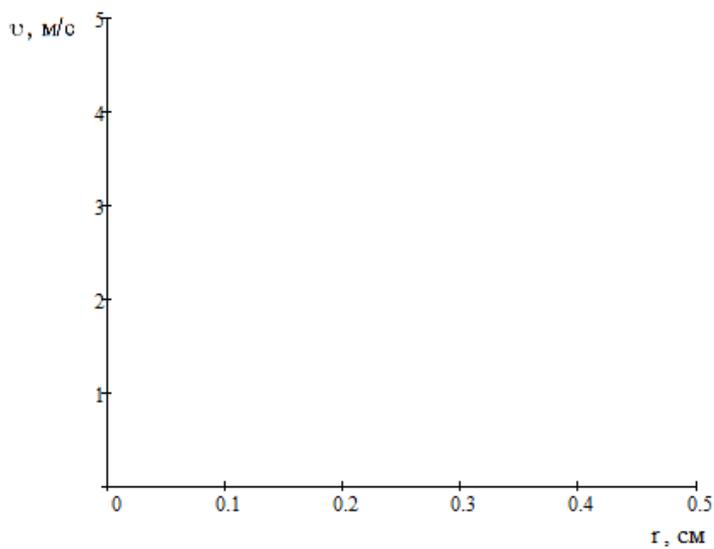


Рисунок 1 - График зависимости скорости воздушного потока от расстояния

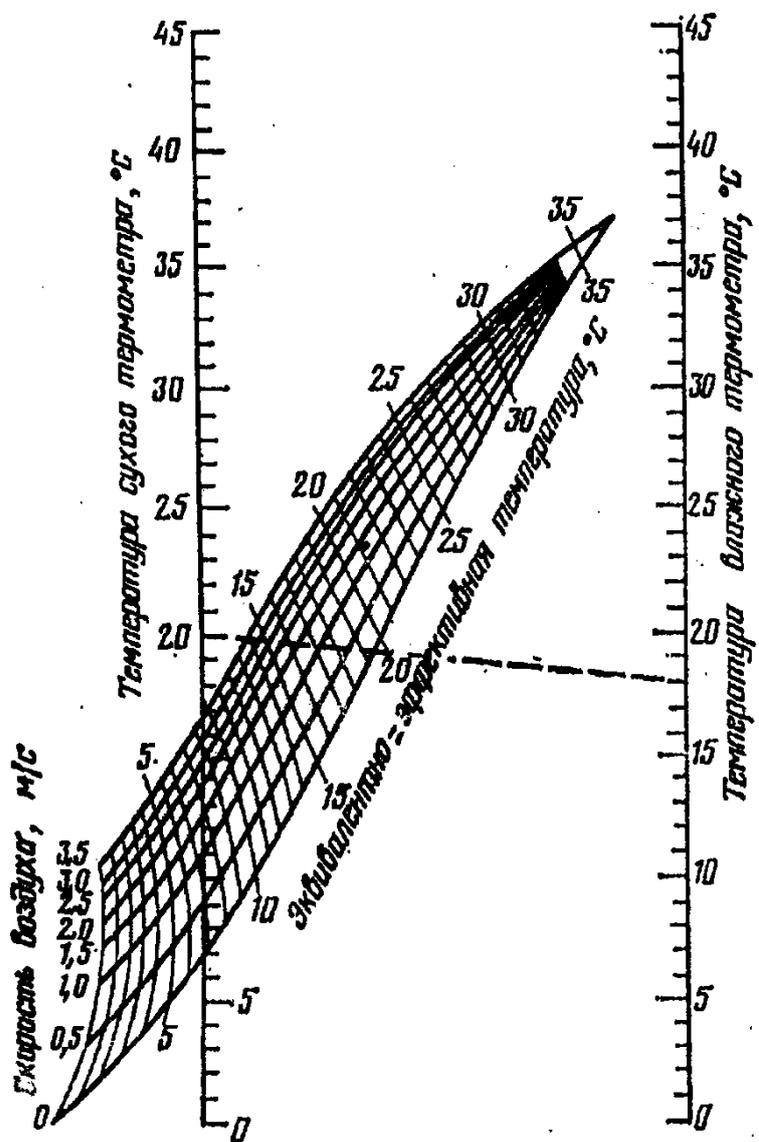


Рисунок 2 - Номограмма эквивалентно-эффективных температур

## **Выводы**

(см. пп. 6-8 выполнения лабораторной работы).

## **Контрольные вопросы**

1. Как осуществляется теплообмен человека с окружающей средой?
2. От каких факторов зависит тепловой баланс системы "человек - окружающая среда"?
3. К каким последствиям может привести нарушение теплового баланса?
4. Какое влияние оказывают на самочувствие человека параметры микроклимата?
5. Как осуществляется терморегуляция организма человека?
6. Назовите параметры, характеризующие микроклимат. Какие из них нормируются?
7. Какими нормативными документами регламентируются значения параметров микроклимата?
8. Чем отличаются оптимальные значения параметров микроклимата от допустимых?
9. Что называется зоной комфорта и от чего она зависит?
10. От каких условий зависят устанавливаемые нормами значения параметров микроклимата?
11. Какие приборы необходимы для измерения значений параметров микроклимата?
12. Как часто необходимо контролировать параметры микроклимата в производственных помещениях?
13. Каков порядок проведения замеров параметров микроклимата (выбор измерительных точек, число необходимых замеров, время их проведения)?

## **3.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **Эффективность и качество искусственного освещения**

**Цель работы:** изучение количественных и качественных характеристик освещения, оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока.

#### **1 Общие Сведения**

*Освещение* – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Около 80 % из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат. Качество получаемой информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может, кроме того, явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: *естественное, искусственное и совмещенное (смешанное)*.

#### **1.1 Искусственное Освещение**

*Искусственное освещение* предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По принципу организации искусственное освещение можно разделить на два вида: общее и комбинированное.

*Общее освещение* предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. *Общее равномерное* освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При *общем локализованном*

освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на рабочих местах.

*Комбинированное* освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока. *Местное* освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участках. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами утомляет зрение, замедляет скорость работы и нередко является причиной несчастных случаев.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

## 1.2 Нормирование искусственного освещения

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливается в зависимости от характеристики зрительной работы и регламентируется сводом правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*).

Характеристика зрительной работы определяется минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

*Объект различения* – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые следует контролировать в процессе работы.

*Фон* – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым при коэффициенте отражения  $\rho$  светового потока поверхностью более 0,4; средне светлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.

*Контраст* объекта различения с фоном ( $K$ ) определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта  $B_o$  и фона  $B_\phi$  к наибольшей из этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях  $K$  более 0,5; средним - при значениях  $K$  от 0,2 до 0,5; малым – при значениях  $K$  менее 0,2.

В соответствии со СП 52.13330.2016 все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях приведены в СП 52.13330.2016 (в зарубежных нормах размер объекта различения часто указывают в угловых минутах).

Кроме цветности источников света и цветовой отделки интерьера, влияющих на субъективную оценку освещения, важным параметром, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещенности  $K_n$ :

$$K_n = (E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{\text{ср}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где:  $E_{\max}$  - максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности;

$E_{\min}$  - минимальное значение пульсирующей освещенности;

$E_{\text{ср}}$  - среднее значение освещенности.

Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта. *Стробоскопический эффект* – кажущееся изменение или прекращение движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать пульсирующим световым потоком (вспышками), то сектор будет казаться: неподвижным при частоте  $f_{\text{всп}} = f_{\text{вращ}}$ , медленно вращающимся в обратную сторону при  $f_{\text{всп}} > f_{\text{вращ}}$ , медленно вращающимся в ту же сторону при  $f_{\text{всп}} < f_{\text{вращ}}$ , где  $f_{\text{всп}}$  и  $f_{\text{вращ}}$  - соответственно частоты вспышек и вращения диска. Пульсации

освещенности на вращающихся объектах могут вызывать видимость их неподвижности, что в свою очередь, может явиться причиной травматизма.

Значение  $K_n$  меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп). Малое значение  $K_n$  для ламп накаливания объясняется большой тепловой инерцией нити накала, препятствующей заметному уменьшению светового потока  $F_{лн}$  ламп в момент перехода мгновенного значения переменного напряжения сети через 0 (Рис.1). В то же время газоразрядные лампы обладают малой инерцией и меняют свой световой поток  $F_{лн}$  почти пропорционально амплитуде сетевого напряжения.

### 1.3 Коэффициент использования осветительной установки

На освещенность рабочих поверхностей в производственном помещении влияют отражение и поглощение света стенами, потолком и другими поверхностями, расстояние от светильника до рабочей поверхности, состояние излучающей поверхности светильника, наличие рассеивателя света и т.д. Вследствие этого полезно используется лишь часть светового потока, излучаемого источником света.

Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется *коэффициентом использования светового потока или коэффициентом использования осветительной установки* ( $\eta$ ) и определяется как отношение фактического светового потока ( $F_{факт}$ ) к суммарному световому потоку ( $F_{лампы}$ ) используемых источников света, определенному по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

$$\eta = F_{факт} / F_{лампы} \quad (7)$$

Значение фактического светового потока  $F_{факт}$  можно определить по результатам измерений в помещении средней освещенности  $E_{ср}$  по формуле:

$$F_{факт} = E_{ср} \cdot S \quad (8)$$

где:  $S$  – площадь помещения,  $m^2$ .

При проектировании освещения для оценки светового потока  $F_{факт}$  используется формула:

$$F_{факт} = E \cdot S \cdot K_z \cdot Z \quad (9)$$

где:  $E$  – нормируемая освещенность, лм (Приложение 1),  $K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников (обычно  $K_z$  - 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для люминесцентных ламп).  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения (обычно  $Z = 1,1 - 1,2$ ).

Отражающие свойства поверхностей помещения можно учесть с помощью коэффициента отражения светового потока  $\rho$ . В случае равномерно диффузного отражения, когда отраженный световой поток рассеивается с одинаковой яркостью во всех направлениях, яркость участка равномерно диффузно отражающей поверхности равна:

$$B_{отр} = E \cdot \rho / \pi \quad (10)$$

где  $E$  – освещенность поверхности.

## 2 Содержание Работы

Измерить освещенность, создаваемую различными источниками света и сравнить с нормируемыми значениями. По измеренным значениям освещенности определить коэффициент использования осветительной установки. Измерить и сравнить коэффициенты пульсаций освещенности, создаваемой различными источниками света, оценить зависимость коэффициента пульсаций освещенности от способа подключения ламп к фазам трехфазной сети.

## 2.1 Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и пульсметр-люксметра для измерения значений освещенности и коэффициента её пульсаций. Макет и пульсметр-люксметр устанавливаются на стол лабораторный.

Внешний вид макета представлен на рисунке 1. Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. На заднюю и боковые стенки внутри макета помещения могут устанавливаться наклейки темного цвета, которые фиксируются с помощью магнитных защелок.

Передняя стенка 5 жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла. В передней нижней части каркаса 1 предусмотрен проем для установки накладок и измерительной головки 6 пульсметр-люксметра 7 внутри каркаса. На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы.

На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9, три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа 11 и люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу 2 цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.

Включение электропитания установки производится автоматом защиты, находящимся на задней панели каркаса, и регистрируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса.

На передней панели каркаса (рисунок 1) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- лампа индикации включения напряжения сети;
- переключатель для включения вентилятора;
- ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- переключатели (1 – 7) для включения ламп.

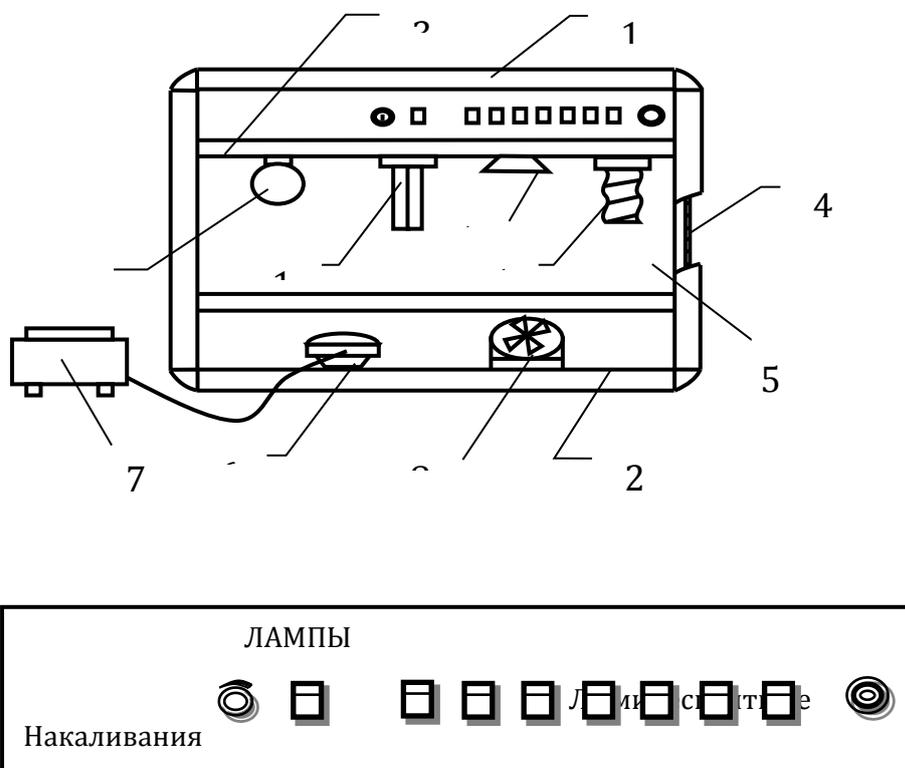


Рисунок 1 - Внешний вид стенда и панели управления.

Электропитание ламп накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (рис.1).

На задней панели каркаса расположен автомат защиты сети и сдвоенная розетка с напряжением 220 В для подключения измерительных приборов.

Пульсметр-люксметр «ТКА-ПКМ»/08 выполнен в портативном исполнении. Конструктивно он состоит из двух функциональных блоков: электронно-оптического и блока обработки сигналов, связанных между собой гибким многожильным кабелем. На лицевой стороне блока обработки сигналов расположены следующие органы управления и индикации:

- цифровой индикатор (2 строки по 16 разрядов);
- кнопки питания «ВКЛ» и «ВЫКЛ»;
- кнопка управления «HOLD» («удержание»);
- кнопка «Подсветка»;
- разъем типа DB-9M.

Фотоприёмный элемент с корректирующими фильтрами, формирующими спектральные характеристики, располагаются в измерительной головке в верхней части электронно-оптического блока.

На задней стенке блока обработки сигналов расположена крышка батарейного отсека.

После включения прибора кнопкой «ВКЛ» необходимо произвести **полноезатемнение** датчика и нажать кнопку «HOLD». Процесс обнуления сопровождается надписью на индикаторе: «Подождите, идет измерение».

**! ВНИМАНИЕ:** засветка датчика во время обнуления приводит к неправильным измерениям.

После пропадания предупреждающей надписи прибор переходит в режим измерений. В первой строке выводится текущая освещенность  $E$  в лк, а во второй строке – коэффициент пульсаций освещенности  $K_{пв}$  %.

Для запоминания измеренного показания на индикаторе необходимо кратковременно нажать кнопку «HOLD». В правом поле индикатора появится буква «Н». Для продолжения измерений необходимо еще раз нажать кнопку «HOLD».

Если во время работы прибора появится надпись: «Замените батарейку», информирующая о недостаточной емкости батареи питания, то необходимо произвести замену элемента питания.

Прибор выключается кнопкой «ВЫКЛ»

## 2.2 Требования Безопасности При Выполнении Лабораторной РАБОТЫ

2.2.1 К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

2.2.2 Для предотвращения перегрева установки при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор.

2.2.3 После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда.

## 2.3 Порядок Проведения Лабораторной Работы

2.3.1 Установить на стенки макета производственного помещения накладки темного цвета.

### **ВНИМАНИЕ!**

**При установке накладок соблюдать осторожность, чтобы не повредить баллоны ламп на потолке модели помещения.**

2.3.2 Включить установку с помощью автомата защиты, находящимся на задней панели каркаса.

2.3.3 Включить лампы (выбор ламп производится по заданию преподавателя).

2.3.4 Произвести измерение освещенности с помощью пульсметр-люксметра не менее чем в пяти точках макета производственного помещения (в центре и углах пола), определить среднее значение освещенности  $E_{ср}$ .

2.3.5 Убрать накладки.

## ВНИМАНИЕ!

При извлечении накладок, особенно на задней стенке, соблюдать осторожность, чтобы не повредить баллоны ламп на потолке модели помещения.

2.3.6 Произвести измерение освещенности не менее чем в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещенности.

2.3.7 Сравнить полученные в результате измерений по п.п. 2.3.4 и 2.3.6 значения освещенности с допустимыми значениями освещенности, приведенными в Приложении 1 (разряд зрительных работ принять по указанию преподавателя).

2.3.8 По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока  $F_{\text{факт}}$  по формуле (8).

2.3.9 Вычислить коэффициент использования осветительной установки  $\eta$  для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле (7). Суммарный световой поток  $F_{\text{ламп}}$  выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по таблице 1.

Таблица 1 – Номинальные мощности для каждого типа ламп

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световойпоток, лм
Лампа накаливания	60	730
Лампа накаливания криптоновая	60	800
Лампа люминесцентная КЛ9	9	600 (465)*
Лампа люминесцентная СКЛЭН	11	700
Лампа галогенная	50	850

\* После минимальной продолжительности горения (2000 часов)

2.3.10 Повторить измерения для другого типа ламп.

2.3.11 Сравнить значения коэффициентов использования осветительных установок, полученные для случаев с использованием различных источников света и различной окраской стен.

2.3.12 С помощью пульсметр-люксметра измерить коэффициент пульсации освещенности при включении одной лампы накаливания, а затем – при включении одной люминесцентной лампы типа КЛ9. Сравнить полученные значения.

2.3.13 Измерить и сравнить между собой коэффициенты пульсации освещенности при включении одной люминесцентной лампы, затем – двух и наконец, при включении трех люминесцентных ламп типа КЛ9. (Следует учесть, что люминесцентные лампы включены в три различные фазы трехфазной сети, поэтому измерительную головку пульсметр-люксметра необходимо располагать в геометрическом центре системы включенных ламп).

2.3.14 Включить люминесцентную лампу типа КЛ9 в центре установки и вентилятор. Вращая ручку «Частота», регулируемую скорость вращения лопастей вентилятора, подобрать такую частоту, при которой возникает стробоскопический эффект (лопасти кажутся неподвижными).

2.3.15 Выключить стенд. Составить отчет о работе.

### Контрольные вопросы

1. Какой параметр в данной лабораторной работе выступает в качестве показателя эффективности системы освещения? Как он определяется? От чего зависит?

2. Классификация систем искусственного освещения.

3. Способы уменьшения коэффициента пульсации.

4. Виды источников света, их основные характеристики.

5. Фотометрические параметры, характеризующие освещение.

6. Какой параметр в данной лабораторной работе выступает в качестве показателя качества освещения? Как он определяется?

7. Воздействие на человека вредных условий по фактору световой среды.

### 3.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

#### Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В

**Цель работы:** изучить влияние параметров сети на исход поражения человека электрическим током в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

**Оборудование:** универсальный лабораторный стенд по электробезопасности.

**Измерительные приборы:** вольтметр.

#### Пояснения к расчету

Ток, проходящий через тело человека, касающегося одной из фаз трехфазной сети с изолированной нейтралью при равенстве сопротивлений изоляции и емкостей проводов фаз относительно земли  $r_A=r_B=r_C=r$ ;  $C_A=C_B=C_C=C$  определяется по формуле:

$$I_q = \frac{U_\phi}{R_q \cdot \sqrt{(1+r(r+6R_q))/9R_q^2(1+r^2\omega^2C^2)}} \quad (1)$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение, В;

$R_q$  – сопротивление тела человека, Ом;

$\omega$  – круговая частота ( $\omega=2\pi f$ ,  $f=50$  Гц), рад/сек.

Ток, проходящий через тело человека, касающегося одной из фаз трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью, определяется по формуле:

$$I_q = \frac{U_\phi}{R_q + R_0} \quad (2)$$

где  $R_0$  – сопротивление заземления нейтрали, Ом.

#### Пояснения к обозначениям на панели стенда

Внешний вид стенда «Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В» приведен на рис. 1. Органы управления и их назначение:

- тумблер «ВКЛ» на основном блоке – подача напряжения на основной блок;

- кнопка «СЕТЬ» – подача напряжения на съемный блок;

- тумблер  $R_0$  – выбор режима нейтрали;

- тумблер «ЗАМЫКАНИЕ» – имитация аварийного режима (появление напряжения на корпусе электроустановки);

- переключатели  $r_a r_b r_c C_a C_b C_c$  – установка величины сопротивления и емкости фаз относительно земли;

- переключатель  $R_q$  – установка величины электрического сопротивления тела человека.

**Внимание!** Подключение блока питания стенда к основному блоку и к электрической сети осуществляется только под контролем преподавателя.

#### ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТЕНДЕ

1. Исследование сети с изолированной нейтралью.

1.1. Поставить переключатель  $r_a r_b r_c R_q$  в положение «∞», а переключатели  $C_a C_b C_c$  в положение «0». Тумблер  $R_0$  – в положение «ВЫКЛ».

Включить на стенде тумблер «СЕТЬ», а на вертикальной панели нажать кнопку «СЕТЬ». О готовности стенда к работе сигнализирует лампочка на блоке, а на вертикальной панели загорается светодиод.

Измерить с помощью вольтметра напряжение  $U_\phi$  сети (для расчета по п.1.2).

**Внимание!** Показания вольтметра при измерении напряжения умножить на 10.

1.2. Рассчитать ток (см. пояснение к расчету), протекающий через тело человека при однополюсном прикосновении. Данные для расчета приведены в таблице 1. Вариант задания определяет преподаватель. Сопротивление тела человека  $R_{ч}$  задается преподавателем. Величина напряжения сети  $U_{ф}$  определяется в п.1.1.

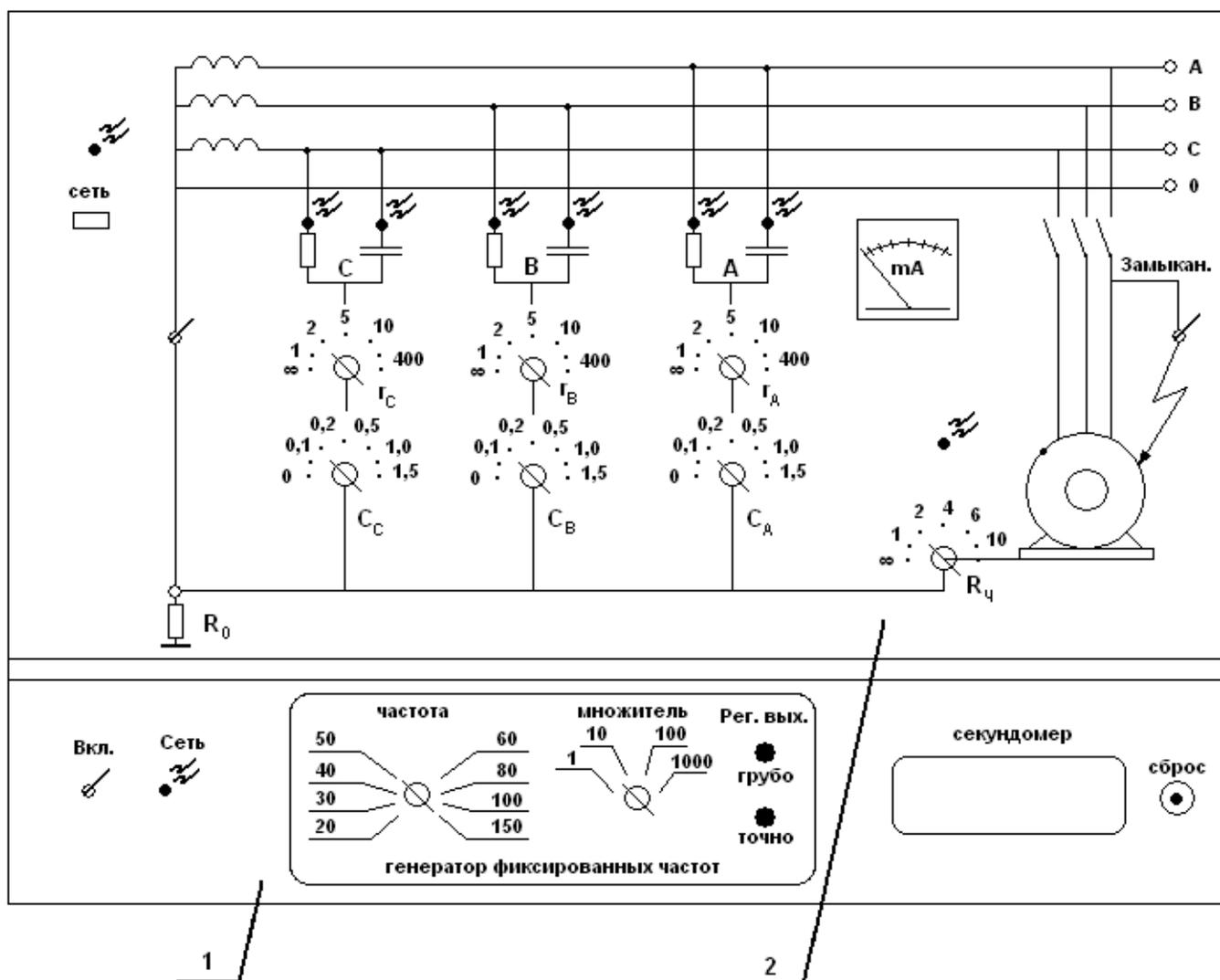


Рисунок 1

Таблица 1 – Варианты заданий

Номер варианта	Сопротивление фаз относительно земли $r, \text{кОм}$	Емкость фаз относительно земли $C, \text{мкФ}$
1	$\infty$	0,1
2	1	0
3	5	0
4	$\infty$	0,2
5	2	0
6	10	0
7	$\infty$	0,5
8	400	0

Номер варианта	Сопротивление фаз относительно земли $r, \text{кОм}$	Емкость фаз относительно земли $C, \text{мкФ}$
9	10	0
10	$\infty$	1
11	2	0
12	5	0
13	$\infty$	1,5
14	10	0
15	$\infty$	0,5
16	400	0

1.3. Включить на вертикальной панели тумблер «ЗАМЫКАНИЕ». О появлении напряжения на корпусе электродвигателя свидетельствует загорание светодиода.

Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения от:

а) величины сопротивления  $r_A=r_B=r_C=r$  изоляции фаз

$I_{\text{ч}}=f(r)$  и  $U_{\text{пр}}=f(r)$  при  $C_A=C_B=C_C=\text{const}$  и  $R_{\text{ч}}=\text{const}$ .

Результаты измерений записать в табл.2.

б) величины емкости  $C_A=C_B=C_C=C$  фаз относительно земли

$I_{\text{ч}}=f(C)$  и  $U_{\text{пр}}=f(C)$  при  $r_A=r_B=r_C=\text{const}$  и  $R_{\text{ч}}=\text{const}$ .

Результаты измерений занести в табл. 3.

1.4. Выключить на вертикальной панели тумблер «ЗАМЫКАНИЕ».

1.5. Построить по данным табл. 2 и 3 графики зависимостей:  $I_{\text{ч}}=f(r)$  и  $U_{\text{пр}}=f(r)$  при  $C_A=C_B=C_C=\text{const}$ ,  $R_{\text{ч}}=\text{const}$ .  $I_{\text{ч}}=f(C)$  и  $U_{\text{пр}}=f(C)$  при  $r_A=r_B=r_C=\text{const}$ ,  $R_{\text{ч}}=\text{const}$ .

1.6. Результаты расчета по п.1.2 сравнить с экспериментальными данными, полученными в п.1.3.

1.7. По результатам п. 1.5 сделать вывод о влиянии сопротивления  $r$  и емкости  $C$  фаз относительно земли на степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования в сетях с изолированной нейтралью.

## 2. Исследование сети с глухозаземленной нейтралью

2.1. Перевести тумблер на вертикальной панели « $R_0$ » в положение «ВКЛ.». Величина  $R_0$  устанавливается в соответствии с требованиями ПУЭ.

2.2. Поставить переключатели  $r_A, r_B, r_C, C_A, C_B, C_C$  в положение в соответствии с заданием преподавателя.

2.3. Рассчитать ток, протекающий через человека при однополюсном прикосновении (см. пояснения к расчету и п.1.1).

2.4. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ». При этом на корпусе электродвигателя загорается светодиод, свидетельствующий об аварии.

2.5. Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения:

$I_{\text{ч}}=f(R_{\text{ч}})$  и  $U_{\text{пр}}=f(R_{\text{ч}})$  при  $C_A=C_B=C_C=\text{const}$ ,  $r_A=r_B=r_C=\text{const}$

Результаты измерений занести в табл. 4 и по ним построить графики зависимости.

Результаты расчета по п.2.3 сравнить с экспериментальными данными.

2.6. Поставить переключатели  $r_A=r_B=r_C=r$  в положение « $\infty$ », а переключатели  $C_A=C_B=C_C=C$  – в положение «0».

2.7. Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения:

$I_{\text{ч}}=f(R_{\text{ч}})$  и  $U_{\text{пр}}=f(R_{\text{ч}})$  при  $C_A=C_B=C_C=0$ ,  $r_A=r_B=r_C=\infty$

Результаты измерений занести в таблицу 4. Сравнить результаты расчета с экспериментальными данными.

2.8. Выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ».

2.9. Выключить стенд.

2.10. Построить по результатам п.2.5. и п.2.7. графики зависимостей:

$I_{\text{ч}}=f(R_{\text{ч}})$  при  $C_A=C_B=C_C=C=\text{const}$ ;

$U_{\text{пр}}=f(R_{\text{ч}})$  при  $r_A=r_B=r_C=r=\text{const}$ .

2.11. Сделать выводы о влиянии сопротивления  $r$  и емкости  $C$  фаз относительно земли на степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования в сетях с глухозаземленной нейтралью.

2.12. На основании полученных результатов проанализировать степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования для различных режимов нейтрали сети.

#### Отчет По Лабораторной Работе № 4

Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В при однополюсном прикосновении

##### Основные понятия

(Нормирование напряжений прикосновения и токов по ГОСТ 12.1.038-82\* «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и тока».)

##### Используемое оборудование

Результаты исследований

1. Сеть с изолированной нейтралью.

1.1. Результаты измерений.

Таблица 2 – Влияние сопротивления фаз относительно земли на величину тока и напряжения прикосновения

r, кОм			$\infty$	1	2	5	10	400
C, мкФ	R <sub>ч</sub> , кОм	I <sub>ч</sub> , mA						
		U <sub>пр</sub> , В						
C, мкФ	R <sub>ч</sub> , кОм	I <sub>ч</sub> , mA						
		U <sub>пр</sub> , В						

Таблица 3 – Влияние емкости фаз относительно земли на величину тока и напряжения прикосновения

C, мкФ			0	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5
r, кОм	R <sub>ч</sub> , кОм	I <sub>ч</sub> , mA						
		U <sub>пр</sub> , В						
r, кОм	R <sub>ч</sub> , кОм	I <sub>ч</sub> , mA						
		U <sub>пр</sub> , В						

1.2. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления изоляции фаз относительно земли ( $C_A=C_B=C_C=C$ ,  $R_{\text{ч}}=\text{const}$ )

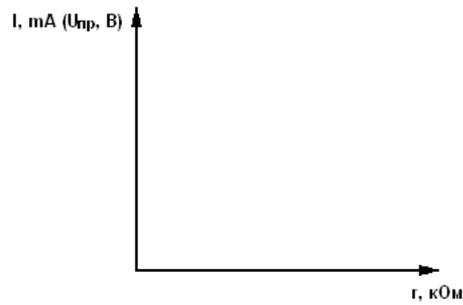


Рисунок 2 – Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления изоляции фаз относительно земли

1.3. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины емкости фаз относительно земли ( $r_A=r_B=r_C=r=const$ ,  $R_ч=const$ )

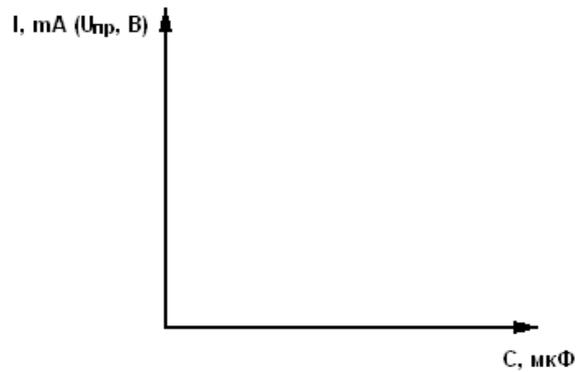


Рисунок 3 – Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины емкости фаз относительно земли

2. Сеть с глухозаземленной нейтралью.

2.1. Результаты измерений.

Таблица 4 – Влияние сопротивления тела человека на величину тока и напряжения прикосновения

$R_ч, кОм$		$\infty$	1	2	4	6	10
$C, мкФ$	$r, кОм$	$I_ч, mA$					
		$U_{пр}, В$					
$C, мкФ$	$r, кОм$	$I_ч, mA$					
		$U_{пр}, В$					

2.2. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления тела человека  $C_A=C_B=C_C=const$  и  $r_A=r_B=r_C=const$ .

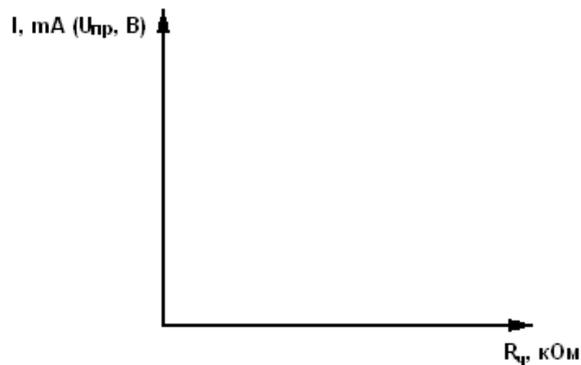


Рисунок 4 – Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления тела человека

**Выводы:**

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение сетей с изолированной нейтралью.
2. От каких параметров сети с изолированной нейтралью зависит исход поражения человека электрическим током?
3. Дайте определение сетей с глухозаземленной нейтралью.
4. Какими параметрами определяется исход поражения человека электрическим током в сети с глухозаземленной нейтралью?
5. В каких случаях используют сети с изолированной и заземленной нейтралью?
6. Дайте сравнительную оценку опасности сетей с изолированной и заземленной нейтралью в случае нормального состояния изоляции фаз.

**3.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**

**Исследование эффективности зануления и защитного заземления**

**Цель работы:** ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками защитного заземления и зануления в электроустановках напряжением до 1000 В; уяснить влияние параметров защитного заземления и зануления на исход поражения человека электрическим током.

**Оборудование:** универсальный лабораторный стенд по электробезопасности.

**Измерительные приборы:** вольтметр.

**Пояснения к обозначениям на панели стенда**

Внешний вид стенда по «Исследованию эффективности зануления и защитного заземления» приведен на рис.1.

Органы управления и их назначение:

- тумблер «ВКЛ» на основном блоке – подача напряжения на основной блок;
- кнопка «СЕТЬ» – подача напряжения на съемный блок;
- тумблеры «ЗАМЫКАНИЕ 1» и «ЗАМЫКАНИЕ 2» – имитация аварийных режимов (появление напряжения на корпусах электроустановок);
- тумблер «ЗАНУЛЕНИЕ» – подключение корпуса электроустановки к нулевому проводу;
- тумблер «ОБРЫВ» – имитация обрыва нулевого провода;
- тумблер « $R_3$ » – установка защитного заземления;
- переключатель « $R_0$ » – установка величины сопротивления рабочего заземления;
- переключатель « $R_ч$ » – установка величины электрического сопротивления тела человека;
- переключатель « $R_з$ » – установка величины сопротивления защитного заземления;
- переключатель « $R_п$ » – установка величины сопротивления повторного заземления нулевого провода;
- переключатель « $Z_п$ » – установка величины сопротивления петли «фаза-нуль».

**Внимание!** Подключение блока питания стенда к основному блоку и к электрической сети осуществляет преподаватель.

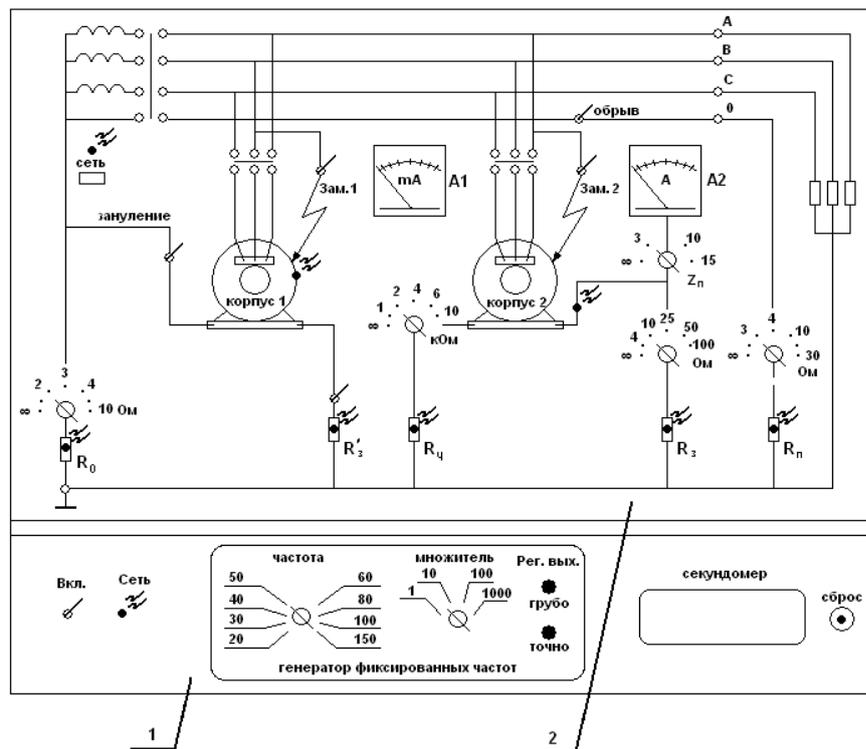


Рисунок 1 – Внешний вид стенда.

### ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТЕНДЕ

#### 1. Сеть с глухозаземленной нейтралью

1.1. Определить величину напряжения прикосновения при различных сопротивлениях петли «фаза-нуль» и время отключения электродвигателя.

**Внимание!** Показания вольтметра при измерении напряжения умножить на 10.

1.1.1. Поставить переключатели R<sub>n</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>0</sub> – в положение «∞»; тумблеры «ОБРЫВ», «ЗАНУЛЕНИЕ», «R<sub>3</sub>», «ЗАМЫКАНИЕ 1» и «ЗАМЫКАНИЕ 2» – в положение «ВЫКЛ.»

1.1.2. Включить тумблер «СЕТЬ» на блоке и кнопку «СЕТЬ» на вертикальной панели. О готовности стенда к работе свидетельствует загорание лампочки на блоке и светодиода на вертикальной панели.

1.1.3. Проверить работоспособность стенда.

Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2». При этом на корпусе 2 электродвигателя загорается светодиод, свидетельствующий о том, что корпус находится под напряжением.

Установить переключатель «Z<sub>n</sub>» в положение 3 Ом и убедиться в срабатывании автомата защиты.

1.1.4. Привести схему в исходное состояние:

- выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2»;
- дважды нажать на вертикальной панели кнопку «СЕТЬ».

1.1.5. Переключатель «Z<sub>n</sub>» установить в положение «∞», переключатель «R<sub>4</sub>» – в положение 1 кОм, тумблер «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» – в положение «ВЫКЛ.», переключатели «R<sub>n</sub>», «R<sub>0</sub>» – в одно из положений, указанных преподавателем (R<sub>n</sub>=3 Ом; 4 Ом; 10 Ом; 30 Ом; R<sub>0</sub>=2 Ом; 3 Ом; 4 Ом; 10 Ом).

1.1.6. Вращением правой ручки, расположенной на амперметре A2, установить красную стрелку на заданное преподавателем значение номинального тока уставки I<sub>ур</sub> расцепителя автомата.

1.1.7. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и по амперметру A2 зафиксировать ток короткого замыкания в цепи «ФАЗА-НУЛЬ».

1.1.8. По миллиамперметру А1 измерить ток, протекающий через тело человека, и по секундомеру – время отключения электродвигателя.

**Внимание!** Если электродвигатель не отключается в течение 30 с, то время отключения считать бесконечным.

1.1.9. Измерить напряжение прикосновения на электродвигателе 1 и 2.

**Внимание!** В случае отключения электродвигателя измерению подлежит только время отключения.

1.1.10. Привести схему в исходное состояние в соответствии с п. 1.1.4.

Нажать на секундомере кнопку «СБРОС» и повторить аналогичное измерение (пп. 1.1.7 – 1.1.9) для различных значений  $Z_n$ .

1.1.11. Результаты измерений записать в таблице 2.

1.1.12. По результатам измерений построить зависимости:

$U_{пр1}=Y(Z_n)$ ;  $U_{пр2}=Y(Z_n)$ ;  $I_ч=Y(Z_n)$ ;  $t_{отк}=Y(Z_n)$ .

1.1.13. По результатам измерений сделать вывод о влиянии  $Z_n$  на величину напряжения прикосновения, на силу тока через человека и на время отключения электродвигателя.

1.1.14. Привести схему в исходное состояние в соответствии с п.1.1.4.

1.2. Определить влияние повторного заземления нулевого провода на величину напряжения прикосновения при обрыве и при отсутствии обрыва нулевого провода.

1.2.1. Установить переключатели  $Z_n$  в положение 10 Ом,  $R_0$  в положение 4 Ом,  $R_ч$  – в положение 1 кОм, тумблер «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» – вкл., «ОБРЫВ» – вкл.

1.2.2. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2».

1.2.3. Изменяя величину  $R_n$ , измерить  $I_{кз}$ ,  $I_ч$ ,  $U_{пр1}$ ,  $U_{пр2}$  и данные записать в таблице 3.

1.2.4. Выключить тумблер «ОБРЫВ» и, проведя аналогичные измерения, заполнить таблицу 4.

1.2.5. Выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и привести схему в исходное состояние.

1.2.6. По результатам измерений построить зависимости  $U_{пр1}=Y(R_n)$ ,  $U_{пр2}=Y(R_n)$  для случаев с обрывом и без обрыва нулевого провода.

1.2.7. Сделать вывод о роли повторного заземления нулевого провода и опасности его обрыва. Сравнить полученные результаты со случаем отсутствия повторного заземления нулевого провода  $R_n \rightarrow \infty$ .

2. Сеть с изолированной нейтралью

2.1. Определить зависимость величины тока, протекающего через человека, от величины сопротивления защитного заземления.

2.1.1. Поставить переключатели « $R_0$ », « $R_ч$ », « $Z_n$ », « $R_3$ » – в положение « $\infty$ », «ЗАМЫКАНИЕ 1», «ЗАМЫКАНИЕ 2» – выкл., «ЗАНУЛЕНИЕ», « $R_3'$ » – выкл., «ОБРЫВ» – выкл.

2.1.2. Переключатель « $R_3$ » поставить в положение 4 Ом, « $R_ч$ » – в положение по заданию преподавателя. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и по миллиамперметру А1 измерить ток, протекающий через тело человека. Провести аналогичные измерения при положении переключателя « $R_3$ » – (25, 50, 100) Ом. Результаты измерения занести в таблице 5.

2.1.3. Построить график зависимости  $I_ч=Y(R_3)$  и указать на нем область неотпускающего и фибрилляционного токов.

2.1.4. По данным измерений оценить опасность увеличения  $R_3$  выше допустимого сопротивления.

### **Отчет По Лабораторной Работе № 5**

Исследование эффективности зануления и защитного заземления.

**Основные понятия:** (нормирование параметров защитного заземления и зануления).

**Приборы:**

Таблица 1 – Приборы для измерения исследуемых параметров

Контролируемый параметр	Наименование прибора	Тип прибора	Погрешность измерений

Результаты измерений:

Таблица 2 – Влияние сопротивления цепи “фаза-нуль”  $z_n$  на величину напряжения прикосновения и время отключения

$z_n$ , Ом	Ток уставкой $I_y$ , А	Время срабатывания защиты, с	$U_{pp1}$ , В	$U_{pp2}$ , В	$I_{кз}$ , А	$I_2$ , мА	$R_0$ , Ом	$R_n$ , Ом	$R_q$ , кОм
15									
10									
3									

Таблица 3 – Влияние величины сопротивления повторного заземления  $R_n$  на напряжение прикосновения при обрыве нулевого провода

$R_n$ , Ом	$I_{кз}$ , А	$I_q$ , мА	$U_{pp1}$ , В	$U_{pp2}$ , В
3				
4				
10				
30				
$\infty$				

Таблица 4 – Влияние величины сопротивления повторного заземления  $R_n$  на напряжение прикосновения при отсутствии обрыва нулевого провода

$R_n$ , Ом	$I_{кз}$ , А	$I_q$ , мА	$U_{pp1}$ , В	$U_{pp2}$ , В
3				
4				
10				
30				
$\infty$				

Таблица 5 – Влияние величины сопротивления заземлителя  $R_3$  на силу тока  $I_q$ , протекающего через тело человека

$R_3$ , Ом	$R_q$ , кОм	$I_q$ , мА
4		
10		
25		
50		
100		

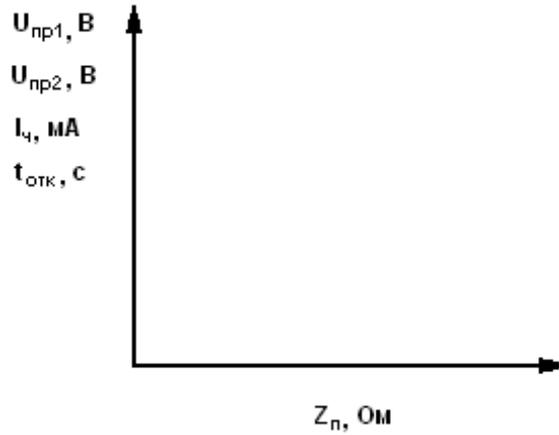


Рисунок 2 – Зависимость напряжений прикосновений, силы тока, протекающего через тело человека, и времени отключения электродвигателя от величины сопротивления «фаза-нуль».

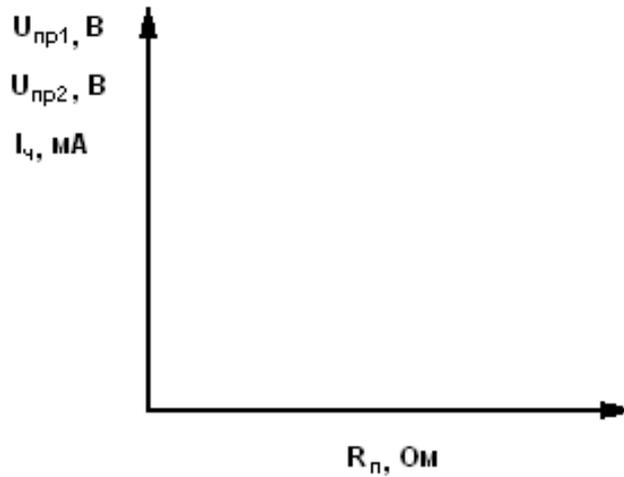


Рисунок 3 – Зависимость напряжений прикосновений и силы тока, протекающего через тело человека, от величины сопротивления повторного заземления

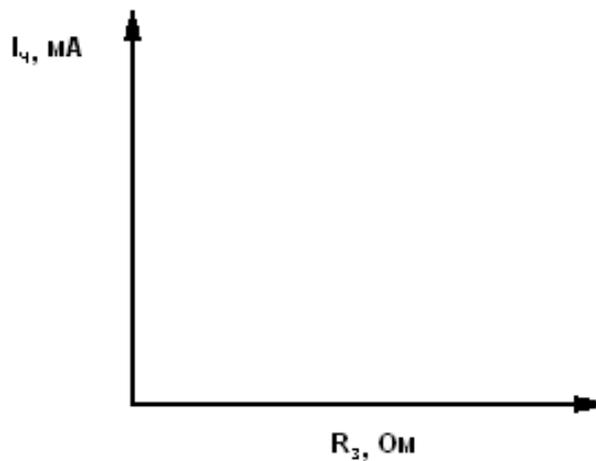


Рисунок 4 – Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, от величины сопротивления заземлителя

## Выводы:

### Контрольные вопросы

1. Что называется напряжением прикосновения?
2. Что такое защитное заземление? Каковы его функции?
3. Что такое защитное зануление? Чем оно отличается от защитного заземления?
4. В каких сетях трехфазного тока применяется защитное заземление?
5. В каких сетях трехфазного тока применяется зануление?
6. Как осуществляется нормирование допустимых величин защитного заземления?
7. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании зануления?
8. Каким образом осуществляется нормирование допустимых значений напряжений прикосновений и токов?

## 3.6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### Исследование взрывозащиты в электрическом оборудовании взрывонепроницаемого исполнения

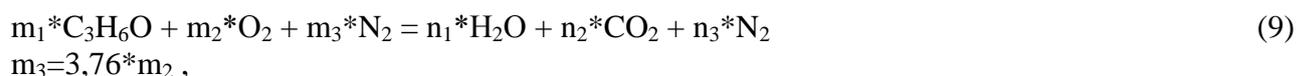
**Цель работы:** ознакомиться с экспериментальным методом определения величины тушащего зазора.

**Оборудование:** лабораторный стенд для исследования процесса тушения пламени в зазоре ОТ-17.

**Пояснения.** Взрывобезопасность оборудования определяется герметичностью его исполнения. Герметичность позволяет локализовать возможный очаг возгорания. Она обеспечивается правильно выбранной величиной зазора между элементами оборудования. Максимальный зазор, через который не происходит передача взрыва в окружающую среду при любой концентрации горючего вещества в воздухе, принято называть *безопасный экспериментальный максимальный зазор* (БЭМЗ). Величина его определяется по стандартной методике.

Для проведения эксперимента предварительно определяется необходимое соотношение компонентов взрывоопасной смеси.

*Стехиометрическим* называют исходное соотношение компонентов горючей смеси, при сгорании которой ни один из исходных компонентов не остается в избытке в продуктах реакции. Для реакции сгорания ацетона в воздухе (в котором на 1 объем кислорода приходится 3,76 объема азота) стехиометрическое соотношение компонентов составляет (в молях):



где  $m_1, m_2, m_3$  - стехиометрические коэффициенты соответственно горючего, кислорода и азота.

Стехиометрическая концентрация ( $C_{ст}$ ) определяется по формуле

$$C_{ст} = 100 / (m_1 + m_2 + m_3) \quad (\% \text{ объема}) \quad (10)$$

Для получения стехиометрической смеси необходимо рассчитать требуемый объем горючего вещества ( ацетона )  $V$ , мл

$$V = \frac{C_{ст} \cdot M \cdot 10 \cdot V_n}{V_t \cdot \rho_{ж}} \quad (11)$$

где:  $M$  — молекулярный вес, г/моль ( для ацетона  $M=58,08$ );  
 $V_n$  - объем каждой полости, л (для стенда ОТ-17  $V_n=1,0$ );  
 $\rho_{ж}$  — удельная плотность, г/л ( для ацетона  $790,8$ );

$V_t$  —объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, определяемый по формуле:

$$V_t = \frac{V_0 \cdot 760 \cdot (t + 273)}{293 \cdot P_\phi} \quad (12)$$

где  $V_0$ —объем грамм-молекулы воздуха, л ( $V_0=22,4$ );  
 $P_\phi$ - фактическое барометрическое давление в момент отбора пробы (мм рт. ст.);  
 $t$  - температура воздуха, °С.  
Расчетную величину зазора определяют из формулы Пекле:

$$P_e = \frac{u_n \cdot d \cdot c_p \cdot \rho_0}{\lambda_0} \quad (13)$$

где  $P_e$ —безразмерный критерий Пекле ( $P_e=65$ );  
 $d$  —ширина тушащего зазора, м;  
 $u_n$ —нормальная скорость распространения пламени, м/час ( $u_n = 4200$ );  
 $c_p$ —удельная теплоемкость исходной смеси, Дж\*(кг\*°С)<sup>-1</sup> ( для смеси ацетона  $c_p = 0,25 \cdot 10^3$ );  
 $\rho_0$ —плотность исходной смеси, кг\*м<sup>-3</sup> ( $\rho_0=1,36$ );  
 $\lambda_0$ —теплопроводность исходной смеси, Дж/(м\*ч\*°С)<sup>-1</sup> (для смеси ацетона  $\lambda_0=20,7$ );

#### **Задание к лабораторной работе**

1. Рассчитать стехиометрическую концентрацию исследуемой смеси (ацетон)  $C_{ст}$ .
2. Определить объем ацетона, необходимого для проведения опыта.
3. Рассчитать величину тушащего зазора — $d$  для исследуемой смеси (по 13).
4. На стенде по лимбу установить расчетный зазор (схема устройства и управления стенда приведена на рис.1).
5. Залить смесь в полости в объеме, определенным расчетом.
6. На выхлопные штуцеры под пластины положить листки плотного, но непрочного материала (кальку, бумагу) - разрывную мембрану. Закрывать щитки и выждать 2 - 5 минут.
7. Включить зажигание в одной из полостей. Позвучиванию эффекту (контрольные мембраны разрываются) проконтролировать передачу взрыва в соседнюю камеру. Если зазор мал, то во второй камере взрыва не происходит.
8. При отсутствии передачи взрыва во вторую камеру произвести воспламенение смеси в ней нажатием на соответствующую кнопку панели управления.
9. Продуть камеры, включив вентилятор. Время продувания не менее 30 сек.
10. Опыт повторить (количество опытов устанавливается преподавателем).
11. По величине тушащего зазора, при котором частота передачи взрывов составляет 50%, определить категорию взрывоопасной смеси (ГОСТ 12.1.011-82 «Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний»). Сделанные выводы записать в отчет.

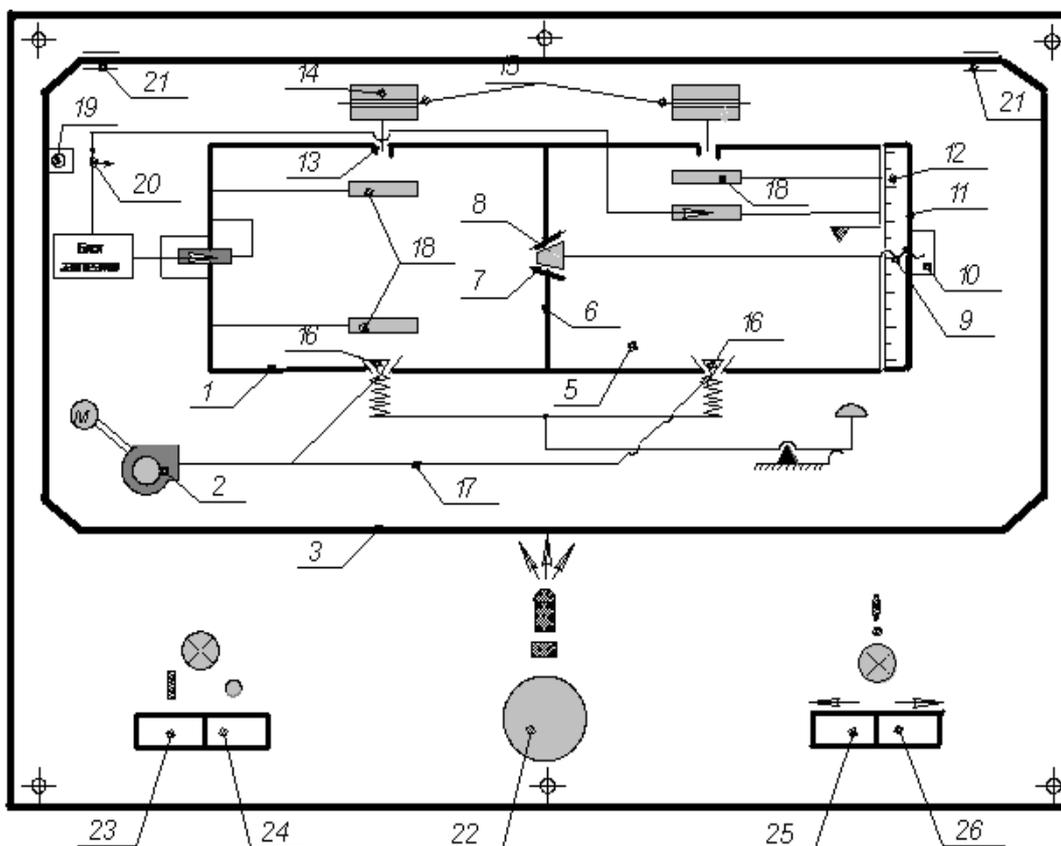


Рисунок 1– Схема и передняя панель стенда ОТ-17:1 – толстостенный сосуд; 2 – вентилятор; 3 – предохранительный щиток; 4 – полость, имитирующая электроустановку; 5 – полость, имитирующая помещение; 6 – перегородка; 7 – втулка; 8 – коническая пробка; 9 - хвостовик; 10 – гайка; 11 – диск; 12 – деления; 13 – выхлопной штуцер; 14 - пластинка; 15 – разрывная мембрана; 16 – клапан; 17 – трубопровод; 18 - выступ; 19 – стержень; 20 – конечный выключатель; 21 – фрикционная шайба; 22 – кнопка вентилятора; 23 – кнопка включения питания; 24 – кнопка выключения питания; 25 – кнопка зажигания в полости 4; 26 – кнопка зажигания в полости 5

### Отчет По Лабораторной Работе №6

«Исследование взрывозащиты в электрическом оборудовании взрывонепроницаемого исполнения».

#### Основные понятия.

Горение - это.....

(горючие смеси, нижний и верхний концентрационные пределы, безопасный максимальный зазор...)

Результаты проведения эксперимента

Исследуемое горючее -

Стехиометрическая концентрация

Таблица 13 – Результаты эксперимента

№ опыта	Величина зазора	Результат эксперимента		Результат контрольного взрыва
		Полость I	Полость II	
1				
2				
3				

## **Выводы:**

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой процесс горения и какие условия для него необходимы?
2. Какое соотношение компонентов горючей смеси называется стехиометрическим?
3. При каких условиях происходит самовоспламенение вещества?
4. Какими параметрами определяются пожаровзрывоопасные свойства горючих газов?
5. Что называется концентрационным пределом распространения пламени? Какова его погрешность?
6. На какие категории делятся помещений по взрывопожарной и пожарной опасности?
7. Для чего устанавливают тушащий зазор между элементами оборудования?
8. Как определяют величину тушащего зазора?

## **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

4.1 Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

4.2 Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям

Целью проведения практических занятий является закрепление полученного на лекциях теоретико-методического материала, развитие логического мышления и аналитических способностей у будущих бакалавров. Методика проведения практических занятий предусматривает решение общих (типовых) задач и нескольких задач для самостоятельного решения. Темы практических занятий сообщаются студентам заранее и определены рабочей программой дисциплины.

Методические рекомендации для выполнения практических работ, в которых кратко изложен основной теоретический материал по теме практической работы, а также приведен порядок выполнения работы с требованиями к отчету, выдаются на первом занятии в электронном виде.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях по теме практического занятия. Изучить выданный преподавателем материал по темам практических работ. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Ознакомиться с исходными данными для выполнения индивидуального задания. На практических занятиях задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Не ранее чем за две недели до окончания семестра сдать и защитить расчетно-графическую работу.

Оформление индивидуальных заданий выполняется в соответствии с требованиями стандарта АмГУ СТО СМК 4.2.3.05-2011 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». Нормоконтроль проходить не требуется. Титульный лист приведен на рисунке 60.

В содержании должны быть отражены следующие пункты:

1. Содержание
2. Условие задачи
3. Теоретическая часть
4. Расчетная часть
5. Анализ результатов расчета
6. Выводы
7. Библиографический список
8. Приложения (при необходимости), например листинги программ по которым производились расчеты

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет:  
Кафедра:  
Направление подготовки:  
Направленность (профиль) образовательной программы:

Расчетно-графическая работа

Вариант № \_\_\_\_\_

по дисциплине: \_\_\_\_\_

Выполнил  
студент группы \_\_\_\_\_ И.О.Ф.  
(подпись, дата)

Проверил  
должность, ученая степень \_\_\_\_\_ И.О.Ф.  
(подпись, дата)

Благовещенск 20 \_\_\_\_

Рисунок 60 – Титульный лист отчета по индивидуальному заданию

4.3 Методические рекомендации при подготовке к лабораторным работам

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия. Целью проведения лабораторных работ является закрепление полученного на лекциях и практических занятиях теоретико-методического материала.

Задачей преподавателя при проведении лабораторных работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение студентов к самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего специалиста.

Цель лабораторной работы – научить студентов самостоятельно производить необходимые действия для достижения желаемого результата.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, студенту необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, соответствующим данной теме.

Выполнение лабораторной работы целесообразно разделить на несколько этапов:

- формулировка и обоснование цели работы;
- определение теоретического аппарата, применительно к данной теме;
- выполнение заданий;
- анализ результата;
- выводы.

Индивидуальные задания для лабораторных работ представлены конкретно-практическими и творческими задачами.

Начиная подготовку к лабораторному занятию, студент должен уяснить место конкретной лабораторной работы в изучаемом курсе, поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы.

Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ, в которых кратко изложен основной теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок выполнения лабораторной работы и требования к отчету, выдаются на первом занятии в электронном виде.

Методика проведения лабораторных работ предусматривает их выполнение в микро группах с написанием отчета и его защитой.

Не ранее чем за две недели до окончания семестра сдать и защитить отчеты по лабораторным работам.

Оформление отчета по лабораторным работам выполняется в соответствии с требованиями стандарта АмГУ СТО СМК 4.2.3.05-2011 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». Нормоконтроль проходить не требуется. Титульный лист приведен на рисунке 61.

В содержании отчета по лабораторной работе должны быть отражены следующие пункты:

1. Содержание;
2. Цель работы;
3. Оборудование;
4. Измерительные приборы (привести в соответствии с таблицей 69);

Таблица 69 - Измерительные приборы, применяемые в лабораторной работе

Контролируемый параметр	Единица измерения	Наименование средства измерения	Тип (модель) средства измерения	Заводской номер	Погрешность средства измерения*

\* - информация из паспорта (руководства по эксплуатации) на средство измерения.

5. Теория, касающаяся объекта(ов) исследования;
6. Результаты исследований (в том числе таблицы, приведенные в описании к лабораторной работе);
7. Обработка результатов измерений;
8. Выводы;
9. Ответы на контрольные вопросы;
10. Библиографический список;
11. Приложения (при необходимости).

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУВО «АмГУ»)

Факультет:  
Кафедра:  
Направление подготовки бакалавров:  
Направленность (профиль) образовательной программы:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № \_\_\_\_\_

на тему: \_\_\_\_\_

по дисциплине: \_\_\_\_\_

Выполнил

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

И.О.Ф.

Проверил

должность, ученая степень \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

И.О.Ф.

Благовещенск 20 \_\_\_\_\_

Рисунок 61 – Титульный лист отчета по лабораторной работе

#### 4.4 Групповая консультация

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (выполнение расчетно-графической работы, выполнение курсового проекта, сдача экзаменов).

#### 4.5 Методические рекомендации студентам по изучению рекомендованной литературы

Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой) с учетом специфики выбранной студентом очной формы.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине или доступ к электронным библиотечным ресурсам, которые необходимы для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф, какие новые понятия введены, каков их смысл, что даст это на практике?

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

#### 4.6 Методические указания по подготовке реферата

Реферат имеет большое значение в приобретении студентами навыков самостоятельной работы над источниками и литературой. В реферате студент должен на основании анализа доступных ему источников и литературы самостоятельно разработать одну из предлагаемых тем. В работе должны быть освещены с возможно большей полнотой все вопросы темы и сделаны обоснованные выводы. Кроме того, реферат должен показать, владеет ли студент литературным стилем и умеет ли он правильно оформлять письменные задания.

Важным моментом в подготовке реферата и в успешном его написании является выбор темы. Тема должна, во-первых, соответствовать интересам студента, во-вторых, быть обеспечена доступными для студента источниками и литературой.

Начиная работу по избранной теме, следует обратиться в первую очередь к литературе общего характера: соответствующим разделам учебников, статьям энциклопедий.

Это позволит уяснить место темы в проблематике соответствующего периода, определить ее значимость и актуальность.

Важный этап работы – изучение источников и специальной литературы. Результатом работа с литературой, непосредственно посвященной избранной теме, либо отдельным ее аспектам, должен стать вывод о степени изученности темы.

В процессе изучения источников и литературы из них следует делать выписки на отдельных корточках или в тетрадах на одной стороне листа. На выписках должны фиксироваться данные о книге, из которой они сделаны (автор, название, место и год издания и обязательно страница) – это облегчит оформление научно-справочного аппарата работы.

После изучения литературы и источников следует составить план работы. Студент должен проявить самостоятельность в выборе узловых вопросов темы, уметь развернуть их в подробный план (т. е. выделить подзаголовки к вопросам), целесообразно выбрать для рассмотрения (2-3) вопроса. Работа должна четко раскрывать тему, экскурсы в сторону нежелательны. Содержание реферата должно соответствовать плану.

План помещается в начале реферата (после его названия, приводимого на первом, т. е. титульном листе). Он должен включать: введение, основную часть (вопросы плана), заключение, список использованных источников и литературу.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования. В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы. Основная часть по объему должна занимать не менее 2/3 всей работы. Изложение материала должно идти четко по плану и иметь соответствующие подзаголовки.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В приложении (приложения) к реферату могут выноситься таблицы, графики, схемы и другие вспомогательные материалы, на которые имеются ссылки в тексте реферата.

Реферат должен быть подготовлен к практическому занятию и по нему должен быть сделано сообщение, которое сопровождается презентацией.

Более подробно указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» приведены в методических указаниях (Булгаков А. Б. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : метод.указ. к самост. работе студ. по спец. 140400.62 " Электроэнергетика и электротехника" / А. Б. Булгаков. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2014. - 69 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6983.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6983.pdf)) и могут быть рекомендованы для всех направлений подготовки бакалавров и специалистов.