МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского**

**Национальный исследовательский университет**

**А.В. Клемина**

**А.И. Мартьянов**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией радиофизического факультета
для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки
03.03.03 «Радиофизика» и 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Нижний Новгород

2015

#### УДК 614.8 (075.8) + 504.61 (075)

###### ББК У9 (2) 248 + Н6 (я73-4)

##### К48

К48 Клемина А.В., Мартьянов А.И. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 120 с.

Рецензент: доктор биол. наук, профессор кафедры экологии ИББМ **А.Я.Моничев**

В настоящем учебно-методическом пособии (УМП) приводится необходимые сведения по охране труда, звание которых необходимо специалистам, работающим на предприятиях электротехнической, радиотехнической и электронной промышленности. Курс «Безопасность жизнедеятельности» состоит из четырех разделов. В первом разделе рассматриваются социально-экономические, правовые и организационные вопросы охраны труда; во втором техника безопасности при работе на электроустановках; в третьем вопросы производственной санитарии; в четвертом вопросы обеспечения пожарной безопасности.

Настоящее УМП предназначено для бакалавров радиофизического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского направленностей «Радиофизика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Работа выполнена при поддержке базовой части государственного задания по теме 2014/134, проект 1822.

Ответственный за выпуск:

председатель методической комиссии радиофизического факультета ННГУ,

к.ф.-м.н., доцент **Н.Д. Миловский**

зам. председателя методической комиссии радиофизического факультета ННГУ, д.ф.-м.н., профессор **Е.З. Грибова**

#### УДК 614.8 (075.8) + 504.61 (075)

###### ББК У9 (2) 248 + Н6 (я73-4)

**© Нижегородский государственный**

**университет им. Н.И. Лобачевского, 2015**

ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 2](#_Toc431990119)

[Глава 1. Охрана труда. Трудовой кодекс Российской Федерации 2](#_Toc431990120)

[Глава 2. Основы электробезопасности 2](#_Toc431990121)

[2.1. Действие электрического тока на организм человека 2](#_Toc431990122)

[2.2. Электрическое сопротивление тела человека 2](#_Toc431990123)

[2.3. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током 2](#_Toc431990124)

[2.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей 2](#_Toc431990125)

[электрическим током 2](#_Toc431990126)

[2.5. Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях 2](#_Toc431990127)

[2.6. Возможные схемы включения человека в цепь электрического тока 2](#_Toc431990128)

[2.7. Сеть с заземленным проводом (заземленной нейтралью) 2](#_Toc431990129)

[2.8. Защитное заземление 2](#_Toc431990130)

[2.9. Зануление 2](#_Toc431990131)

[2.10. УЗО: устройство защитного заземления 2](#_Toc431990132)

[2.11. Организация безопасной эксплуатации электроустановок 2](#_Toc431990133)

[2.12. Квалификационные группы по электробезопасности 2](#_Toc431990134)

[2.13. Средства защиты, применяемые в электроустановках 2](#_Toc431990135)

[2.14. Первая помощь пострадавшим от электрического тока 2](#_Toc431990136)

[Глава 3. Основы производственной санитарии 2](#_Toc431990137)

[3.1. Основные санитарные требования к размещению предприятий и планировке его территории 2](#_Toc431990138)

[3.2. Защита от вредных веществ 2](#_Toc431990139)

[3.3. Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека 2](#_Toc431990140)

[3.4. Производственное освещение 2](#_Toc431990141)

[3.5. Защита от вибраций 2](#_Toc431990142)

[3.6. Защита от акустического шума 2](#_Toc431990143)

[3.6.1. Инфразвук 2](#_Toc431990144)

[3.6.2. Ультразвук 2](#_Toc431990145)

[3.7. Электромагнитные поля и излучения. Защита от ЭМП 2](#_Toc431990146)

[3.8. Лазерное излучение и защита от него 2](#_Toc431990147)

[3.9. Защита от ионизирующего излучения 2](#_Toc431990148)

[Глава 4. Обеспечение пожарной безопасности 2](#_Toc431990149)

[4.1. Процессы горения и взрыва 2](#_Toc431990150)

[4.2. Показатели пожаро- и взрывоопасных веществ 2](#_Toc431990151)

[4.3. Причины и последствия пожаров и взрывов 2](#_Toc431990152)

[4.4. Способы предотвращения пожаров и взрывов 2](#_Toc431990153)

[4.5. Молниезащита 2](#_Toc431990154)

[4.6. Меры пожарной безопасности при строительстве и проекте промышленных предприятий 2](#_Toc431990155)

[4.7. Способы и средства тушения пожаров 2](#_Toc431990156)

[Литература 2](#_Toc431990157)

# ВВЕДЕНИЕ

 Важнейшей целью любого цивилизованного общества является превращение труда в первейшую жизненную потребность человека. Это возможно только в случае, если труд человека протекает в благоприятных условиях, способствующих развитию его способностей и обеспечивающих высокую производительность труда. Проблемами, связанными с обеспечением здоровых и безопасных условий труда, занимается охрана труда. Охрана труда – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

 Охрана труда – это наука, наука непрерывно развивающаяся. Новые технологии, новые химические соединения необходимо требуют анализа их влияния на человека. В погоне за экономической эффективностью люди порой начинают забывать о своем здоровье, чаще конечно о здоровье других. Потеря квалифицированного работника стоит гораздо дороже, чем материальные затраты на обеспечение безопасных условий труда

 В России впервые Ломоносов М.В. (1711-1765 гг) описал мероприятия по безопасности в горнорудном деле и сформулировал требования к спецодежде [1]. В 1882 г. на съезде русского технического общества в Москве были прочитаны 2 доклада по технике безопасности. Проводился анализ причин травматизма, среди которых «собственная неосторожность» была поставлена на последнее место. В 1881-1884 гг вышли в свет три тома первого капитального труда по вопросам техники безопасности (профессор Л.А. Пресс). В 1907 году врачи М.С. Уваров и Л.М. Лялякин выпустили книгу «Охрана жизни и здоровья работающих», где были изложены вопросы промышленной гигиены и техники безопасности.

 Начало преподавания в ВУЗах курса техники безопасности положено инженером, в последствии профессором, И.А. Шевалевым, который прочел в 1904 году в Петербуржском технологическом институте курс лекций. Курс «Техника ограждения машин» в 1910 году был прочитан в Политехническом институте, в том же году вышел первый учебник по технике безопасности. В 1913 году в Петербурге была организована выставка по гигиене труда, экспонаты которой описаны в отдельной книге.

 В 1990 г на коллегии Гособразования СССР рассматривался вопрос «О первоочередных мерах по перестройке образования по вопросам охраны труда и гражданской обороны». В результате был издан приказ, по которому во все учебные планы вместо дисциплин «Охрана труда» и «Гражданская оборона» введена новая дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). В центре внимания новой дисциплины – человек – как самоцель развития общества. В то время как в дисциплине «Охрана труда» человек рассматривается только в условиях производства, а в «Гражданской обороне» - в чрезвычайных ситуациях, в БЖД человек рассматривается в любых условиях его обитания.

 Для защиты от неблагоприятных воздействий биосферы и для достижения ряда целей человек создал среду обитания – техносферу. Техносфера – среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду (биосферу) с целью наилучшего ее соответствия социально-экономическим потребностям человека. Современное негативное воздействие техносферы нужно анализировать поэтапно. На первом этапе оценивается воздействие техносферы на человека, на втором – на обитателей городов, промышленных зон, на третьем – на биосферу и население всей планеты Земля.

Уровни показателей безопасности производственной, городской и бытовой техносферы часто оказываются далекими от допустимых для человека значений. В условиях производственно деятельности не всегда достигнут необходимый комфорт. Всего в некомфортных условиях в России трудятся около 18% работающих. К сожалению, статистика для России не утешительна. Уровень смертельного травматизма в России в 2,5 раза больше, чем в США, в 7 раз больше, чем в Японии, в 9 раз, чем в Англии.

 Анализ несчастных случаев в промышленности, сопровождающихся временной утратой трудоспособности пострадавшими показывает, что количество травм, вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет 0,5 – 1 % общего количества несчастных случаев на производстве. В электроэнергетике, где большая часть работающих связана с эксплуатацией электрооборудования, удельный вес элетротравм в общем количестве несчастных случаев несколько выше – 3 - 3,5 %. Из общего же количества несчастных случаев со смертельным исходом на производстве 20 – 40 % (а в энергетике до 60 %) происходит в результате поражения электрическим током. Вторая часть методички будет посвящена вопросам электробезопасности.

 В последние годы человечество озабочено экологической безопасностью, причем экология касается не только здоровья работников, но и здоровья людей, находящихся в экологически неблагоприятных условиях, непосредственно не связанных с вредным производством. Об этом в разделе «Производственная санитария».

 Отдельный раздел посвящен вопросам пожарной безопасности. В нем приводятся краткие сведения о горючести и взрывоопасности некоторых веществ и смесей, а также способы тушения различных пожаров.

 Таким образом, реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защитить его от естественных опасностей, в результате сама стала основным источником опасностей на Земле.

 Безопасность жизнедеятельности – наука о комфортном и травмобезопасном взаимодействии человека с техносферой. Объектами науки о БЖД являются человек. Предмет исследований в науке о БЖД – это опасности и их совокупности, а также методы и средства защиты от опасностей.

Аксиомы БЖД:

1. Всякая деятельность (бездеятельность) потенциально опасна.
2. Для каждого вида деятельности существуют комфортные условия, способствующие ее максимальной эффективности.
3. Все естественные процессы, антропогенная деятельность и объекты деятельности обладают склонностью к спонтанной потере устойчивости или к длительному негативному воздействию на человека и среду его обитания, т.е. обладают остаточным риском.
4. Безопасность реальна, если негативные воздействия на человека не превышают предельно допустимых значений с учетом их комплексного воздействия.
5. Допустимые значения техногенных негативных воздействий обеспечивается соблюдением требований безопасности к техническим системам и технологиям.

# Глава 1. Охрана труда. Трудовой кодекс Российской Федерации

В трудовой кодексе РФ юридические основы изложены в разделе X, статью 209 – 231. В настоящем пособии мы не будем цитировать весь кодекс и приведем лишь выдержки из содержания некоторых статей [2].

**Статья 209. Основные понятия.**

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

Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

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

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

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

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

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

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

Производственная деятельность - совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для превращения ресурсов в готовую продукцию, включающих в себя производство и переработку различных видов сырья, строительство, оказание различных видов услуг.

**Статья 210. Основные направления государственной политики в области охраны труда**

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

* обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
* принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации об охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;
* государственное управление охраной труда;
* государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;
* расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
* защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
* установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
* участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
* подготовка и повышение квалификации специалистов по охране труда;
* организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
* установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

**Статья 211. Государственные нормативные требования охраны труда**

Государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации об охране труда, устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Порядок разработки и утверждения подзаконных нормативных правовых актов об охране труда, а также сроки их пересмотра устанавливаются Правительством Российской Федерации.

**Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда**

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя.

Работодатель обязан обеспечить:

* безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
* применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
* соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
* режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации;
* приобретение и выдачу за счет собственных средств специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;
* обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;
* недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
* организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
* проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;
* в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом, законами и иными нормативными правовыми актами, организовывать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований) работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинским заключением с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров (обследований);
* недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), а также в случае медицинских противопоказаний;
* информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
* принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
* расследование и учет в установленном Трудовый Кодексом и иными нормативными правовыми актами порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
* санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда;
* беспрепятственный допуск должностных лиц органов государственного управления охраной труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также представителей органов общественного контроля в целях проведения проверок условий и охраны труда в организации и расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
* обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
* ознакомление работников с требованиями охраны труда;
* разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа инструкций по охране труда для работников.

**Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников**

Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в том числе на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят за счет средств работодателя обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года - ежегодные) медицинские осмотры (обследования) для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры (обследования).

Вредные и (или) опасные производственные факторы и работы, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядок их проведения определяются нормативными правовыми актами, утверждаемыми в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В случае необходимости по решению органов местного самоуправления в отдельных организациях могут вводиться дополнительные условия и показания к проведению медицинских осмотров (обследований).

Работники, осуществляющие отдельные виды деятельности, в том числе связанной с источниками повышенной опасности (с влиянием вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов), а также работающие в условиях повышенной опасности, проходят обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

**Статья 214. Обязанности работника в области охраны труда**

Работник обязан:

* соблюдать требования охраны труда, установленные законами и иными нормативными правовыми актами, а также правилами и инструкциями по охране труда;
* правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
* проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда, оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;
* немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);
* проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования).

**Статья 215. Соответствие производственных объектов и продукции требованиям охраны труда**

Проекты строительства и реконструкции производственных объектов, а также машины, механизмы и другое производственное оборудование, технологические процессы должны соответствовать требованиям охраны труда.

Запрещаются строительство, реконструкция, техническое переоснащение производственных объектов, производство и внедрение новой техники, внедрение новых технологий без заключений государственной экспертизы условий труда о соответствии указанных в части первой настоящей статьи проектов требованиям охраны труда.

Новые или реконструируемые производственные объекты не могут быть приняты в эксплуатацию без заключений соответствующих органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда.

Запрещаются применение в производстве вредных или опасных веществ, материалов, продукции, товаров и оказание услуг, для которых не разработаны методики и средства метрологического контроля, токсикологическая (санитарно-гигиеническая, медико-биологическая) оценка которых не проводилась.

В случае использования новых или не применяемых в организации ранее вредных или опасных веществ работодатель обязан до начала использования указанных веществ разработать и согласовать с соответствующими органами государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда меры по сохранению жизни и здоровья работников.

Машины, механизмы и другое производственное оборудование, транспортные средства, технологические процессы, материалы и химические вещества, средства индивидуальной и коллективной защиты работников, в том числе иностранного производства, должны соответствовать требованиям охраны труда, установленным в Российской Федерации, и иметь сертификаты соответствия.

**Статья 216. Государственное управление охраной труда**

Государственное управление охраной труда осуществляется Правительством Российской Федерации непосредственно или по его поручению федеральным органом исполнительной власти по труду и другими федеральными органами исполнительной власти.

Распределение полномочий в области охраны труда между федеральными органами исполнительной власти осуществляется Правительством Российской Федерации.

Федеральные органы исполнительной власти, которым предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативного правового регулирования, специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции в области охраны труда, обязаны согласовывать принимаемые ими решения в области охраны труда, а также координировать свою деятельность с федеральным органом исполнительной власти по труду.

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

**Статья 217. Служба охраны труда в организации**

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду.

**Статья 218. Комитеты (комиссии) по охране труда**

В организациях по инициативе работодателя и (или) по инициативе работников либо их представительного органа создаются комитеты (комиссии) по охране труда. В их состав на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов или иного уполномоченного работниками представительного органа. Типовое положение о комитете (комиссии) по охране труда утверждается федеральным органом исполнительной власти по труду.

Комитет (комиссия) по охране труда организует совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также организует проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок, сбор предложений к разделу коллективного договора (соглашения) об охране труда.

**Статья 219. Право работника на труд, отвечающий требованиям безопасности и гигиены**

Каждый работник имеет право на:

* рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
* обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
* получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
* отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
* обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
* обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
* профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;
* обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;
* личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
* внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования);
* компенсации, установленные законом, коллективным договором, соглашением, трудовым договором, если он занят на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

**Статья 220. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда**

Государство гарантирует работникам защиту их права на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда.

Условия труда, предусмотренные трудовым договором, должны соответствовать требованиям охраны труда.

На время приостановления работ органами государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, вследствие нарушения требований охраны труда не по вине работника за ним сохраняются место работы (должность) и средний заработок.

При отказе работника от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, работодатель обязан предоставить работнику другую работу на время устранения такой опасности.

В случае, если предоставление другой работы по объективным причинам работнику невозможно, время простоя работника до устранения опасности для его жизни и здоровья оплачивается работодателем в соответствии с Трудовым Кодексом и иными федеральными законами.

В случае необеспечения работника в соответствии с установленными нормами средствами индивидуальной и коллективной защиты работодатель не имеет права требовать от работника исполнения трудовых обязанностей и должен оплатить возникший по этой причине простой в соответствии с настоящим Кодексом.

Отказ работника от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда либо от выполнения тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда, не предусмотренных трудовым договором, не влечет за собой привлечения его к дисциплинарной ответственности.

В случае причинения вреда жизни и здоровью работника при исполнении им трудовых обязанностей возмещение указанного вреда осуществляется в соответствии с федеральным законом.

**Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты**

На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам выдаются сертифицированные средства индивидуальной защиты, смывающие и обезвреживающие средства в соответствии с нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Приобретение, хранение, стирка, чистка, ремонт, дезинфекция и обезвреживание средств индивидуальной защиты работников осуществляются за счет средств работодателя.

Работодатель обязан обеспечивать хранение, стирку, сушку, дезинфекцию, дегазацию, дезактивацию и ремонт выданных работникам по установленным нормам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

**Статья 222. Выдача молока и лечебно-профилактического питания**

На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

На работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание.

Нормы и условия бесплатной выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов, а также лечебно-профилактического питания утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

**Статья 223. Санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников**

Обеспечение санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников организаций в соответствии с требованиями охраны труда возлагается на работодателя. В этих целях в организации по установленным нормам оборудуются санитарно-бытовые помещения, помещения для приема пищи, помещения для оказания медицинской помощи, комнаты для отдыха в рабочее время и психологической разгрузки; создаются санитарные посты с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой медицинской помощи; устанавливаются аппараты (устройства) для обеспечения работников горячих цехов и участков газированной соленой водой и другое.

Перевозка в лечебные учреждения или к месту жительства работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также по иным медицинским показаниям производится транспортными средствами организации либо за ее счет.

**Статья 224. Дополнительные гарантии охраны труда отдельным категориям работников**

В случаях, предусмотренных законами и иными нормативными правовыми актами, работодатель обязан: соблюдать установленные для отдельных категорий работников ограничения на привлечение их к выполнению тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, к выполнению работ в ночное время, а также к сверхурочным работам; осуществлять перевод работников, нуждающихся по состоянию здоровья в предоставлении им более легкой работы, на другую работу в соответствии с медицинским заключением с соответствующей оплатой; устанавливать перерывы для отдыха, включаемые в рабочее время; создавать для инвалидов условия труда в соответствии с индивидуальной программой реабилитации; проводить другие мероприятия.

**Статья 225. Обучение и профессиональная подготовка в области охраны труда**

Все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для всех поступающих на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель или уполномоченное им лицо обязаны проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшим.

Работодатель обеспечивает обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов и проведение их периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.

Государство содействует организации обучения по охране труда в образовательных учреждениях начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования и начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального и послевузовского профессионального образования.

Государство обеспечивает профессиональную подготовку специалистов по охране труда в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования.

**Статья 226. Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда**

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда осуществляется за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов, внебюджетных источников в порядке, установленном законами, иными нормативными правовыми актами и актами органов местного самоуправления.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда может осуществляться также за счет:

* средств от штрафов, взыскиваемых за нарушение трудового законодательства, перечисляемых и распределяемых в соответствии с федеральным законом, а также в порядке, установленном Правительством Российской Федерации;
* добровольных взносов организаций и физических лиц.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях независимо от организационно-правовых форм осуществляется в размере не менее 0,1 процента суммы затрат на производство продукции (работ, услуг), а в организациях, занимающихся эксплуатационной деятельностью, - в размере не менее 0,7 процента суммы эксплуатационных расходов.

В отраслях экономики, субъектах Российской Федерации, на территориях, а также в организациях могут создаваться фонды охраны труда в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Работник не несет расходов на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

**Статья 227. Несчастные случаи на производстве, подлежащие расследованию и учету**

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи на производстве, происшедшие с работниками и другими лицами, в том числе подлежащими обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний при исполнении ими трудовых обязанностей и работы по заданию организации или работодателя - физического лица.

К указанным лицам относятся:

* работники, выполняющие работу по трудовому договору;
* студенты образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений среднего, начального профессионального образования и образовательных учреждений основного общего образования, проходящие производственную практику в организациях;
* лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду администрацией организации;
* другие лица, участвующие в производственной деятельности организации или индивидуального предпринимателя.

Расследуются и подлежат учету как несчастные случаи на производстве: травма, в том числе нанесенная другим лицом; острое отравление; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы насекомых и пресмыкающихся, телесные повреждения, нанесенные животными; повреждения, полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, - повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности либо смерть работника, если они произошли:

* в течение рабочего времени на территории организации или вне ее (в том числе во время установленных перерывов), а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды перед началом и после окончания работы, или при выполнении работ в сверхурочное время, выходные и нерабочие праздничные дни;
* при следовании к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном работодателем (его представителем), либо на личном транспорте в случае использования указанного транспорта в производственных целях по распоряжению работодателя (его представителя) либо по соглашению сторон трудового договора;
* при следовании к месту служебной командировки и обратно;
* при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
* при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха, а также при нахождении на судне в свободное от вахты и судовых работ время;
* при привлечении работника в установленном порядке к участию в ликвидации последствий катастрофы, аварии и других чрезвычайных происшествий природного и техногенного характера;
* при осуществлении действий, не входящих в трудовые обязанности работника, но совершаемых в интересах работодателя (его представителя) или направленных на предотвращение аварии или несчастного случая.

Несчастный случай на производстве является страховым случаем, если он произошел с работником, подлежащим обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

**Статья 228. Обязанности работодателя при несчастном случае на производстве**

При несчастном случае на производстве работодатель (его представитель) обязан:

* немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
* принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
* сохранить до начала расследования несчастного случая на производстве обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к аварии, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, сделать фотографии и произвести другие мероприятия);
* обеспечить своевременное расследование несчастного случая на производстве и его учет в соответствии с настоящей главой;
* немедленно проинформировать о несчастном случае на производстве родственников пострадавшего, а также направить сообщение в органы и организации, определенные Трудовым Кодексом и иными нормативными правовыми актами.

При групповом несчастном случае на производстве (два человека и более), тяжелом несчастном случае на производстве, несчастном случае на производстве со смертельным исходом работодатель (его представитель) в течение суток обязан сообщить соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

* в соответствующую государственную инспекцию труда;
* в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
* в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
* в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
* в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
* в территориальные объединения организаций профсоюзов;
* в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу;
* страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

* в соответствующую государственную инспекцию труда;
* в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
* в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
* в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;
* страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

О случаях острого отравления работодатель (его представитель) сообщает также в соответствующий орган санитарно-эпидемиологического надзора.

**Статья 229. Порядок расследования несчастных случаев на производстве**

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастный случай, происшедший с работником организации, производящей работы на выделенном участке другой организации, расследуется и учитывается организацией, производящей эти работы. В этом случае комиссия, проводившая расследование несчастного случая, информирует руководителя организации, на территории которой производились эти работы, о своих выводах.

Несчастный случай, происшедший с работником при выполнении работы по совместительству, расследуется и учитывается по месту, где производилась работа по совместительству.

Расследование несчастного случая на производстве, происшедшего в результате аварии транспортного средства, проводится комиссией, образуемой работодателем с обязательным использованием материалов расследования, проведенного соответствующим государственным органом надзора и контроля.

Каждый работник или уполномоченный им представитель имеет право на личное участие в расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего с работником.

Для расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом в состав комиссии также включаются государственный инспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профессиональных союзов. Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав во главе с государственным инспектором по охране труда.

По требованию пострадавшего (в случае смерти пострадавшего - его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо. В случае, если доверенное лицо не участвует в расследовании, работодатель или уполномоченный им его представитель либо председатель комиссии обязан по требованию доверенного лица ознакомить его с материалами расследования.

В случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель органа санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

Если несчастный случай явился следствием нарушений в работе, влияющих на обеспечение ядерной, радиационной и технической безопасности на объектах использования атомной энергии, то в состав комиссии включается также представитель территориального органа федерального надзора по ядерной и радиационной безопасности.

При групповом несчастном случае на производстве с числом погибших пять человек и более в состав комиссии включаются также представители федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и представители общероссийского объединения профессиональных союзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор по охране труда соответствующей государственной инспекции труда, а на объектах, подконтрольных территориальному органу федерального горного и промышленного надзора - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с числом погибших 15 человек и более расследование проводится комиссией, состав которой утверждается Правительством Российской Федерации.

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве, который не является групповым и не относится к категории тяжелых несчастных случаев или несчастных случаев со смертельным исходом, проводится комиссией в течение трех дней.

Расследование группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве и несчастного случая на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай на производстве, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность у пострадавшего наступила не сразу, расследуется комиссией по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение одного месяца со дня поступления указанного заявления.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений указанные в настоящей статье сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней.

В каждом случае расследования несчастного случая на производстве комиссия выявляет и опрашивает очевидцев происшествия, лиц, допустивших нарушения нормативных требований по охране труда, получает необходимую информацию от работодателя и по возможности - объяснения от пострадавшего.

При расследовании несчастного случая на производстве в организации по требованию комиссии работодатель за счет собственных средств обеспечивает:

* выполнение технических расчетов, проведение лабораторных исследований, испытаний, других экспертных работ и привлечение в этих целях специалистов-экспертов;
* фотографирование места происшествия и поврежденных объектов, составление планов, эскизов, схем;
* предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи, специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения расследования.

При расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица необходимые мероприятия и условия проведения расследования определяются председателем комиссии.

В целях расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом подготавливаются следующие документы:

* приказ (распоряжение) работодателя о создании комиссии по расследованию несчастного случая;
* планы, эскизы, схемы, а при необходимости - фото- и видеоматериалы места происшествия;
* документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;
* выписки из журналов регистрации инструктажей по охране труда и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда;
* протоколы опросов очевидцев несчастного случая и должностных лиц, объяснения пострадавших;
* экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;
* медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или причине его смерти, о нахождении пострадавшего в момент несчастного случая в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения;
* копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной зашиты в соответствии с действующими нормами;
* выписки из ранее выданных на данном производстве (объекте) предписаний государственных инспекторов по охране труда и должностных лиц территориального органа государственного надзора (если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу), а также выписки из представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда;
* другие документы по усмотрению комиссии.

Для работодателя - физического лица перечень представляемых материалов определяется председателем комиссии, проводившей расследование.

На основании собранных документов и материалов комиссия устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, определяет, был ли пострадавший в момент несчастного случая связан с производственной деятельностью работодателя и объяснялось ли его пребывание на месте происшествия исполнением им трудовых обязанностей, квалифицирует несчастный случай как несчастный случай на производстве или как несчастный случай, не связанный с производством, определяет лиц, допустивших нарушения требований безопасности и охраны труда, законов и иных нормативных правовых актов, и определяет меры по устранению причин и предупреждению несчастных случаев на производстве.

Если при расследовании несчастного случая с застрахованным комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения профсоюзного органа или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации комиссия определяет степень вины застрахованного в процентах.

Порядок расследования несчастных случаев на производстве, учитывающий особенности отдельных отраслей и организаций, а также формы документов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве, утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

**Статья 230. Оформление материалов расследования несчастных случаев на производстве и их учет**

По каждому несчастному случаю на производстве, вызвавшему необходимость перевода работника в соответствии с медицинским заключением на другую работу, потерю работником трудоспособности на срок не менее одного дня либо повлекшему его смерть, оформляется акт о несчастном случае на производстве в двух экземплярах на русском языке либо на русском языке и государственном языке соответствующего субъекта Российской Федерации.

При групповом несчастном случае на производстве акт составляется на каждого пострадавшего отдельно.

Если несчастный случай на производстве произошел с работником, состоящим в трудовых отношениях с другим работодателем, то акт о несчастном случае на производстве составляется в трех экземплярах, два из которых вместе с документами и материалами расследования несчастного случая и актом расследования направляются работодателю, с которым пострадавший состоит (состоял) в трудовых отношениях. Третий экземпляр акта, документы и материалы расследования остаются у работодателя, где произошел несчастный случай.

Результаты расследования несчастных случаев на производстве рассматриваются работодателем с участием профсоюзного органа данной организации для принятия решений, направленных на профилактику несчастных случаев на производстве.

В акте о несчастном случае на производстве должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая на производстве, а также указаны лица, допустившие нарушения требований безопасности и охраны труда. В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте указывается степень вины застрахованного в процентах, определенная комиссией по расследованию несчастного случая на производстве.

Акт о несчастном случае на производстве подписывается членами комиссии, утверждается работодателем (уполномоченным им представителем) и заверяется печатью, а также регистрируется в журнале регистрации несчастных случаев на производстве.

Работодатель в трехдневный срок после утверждения акта о несчастном случае на производстве обязан выдать один экземпляр указанного акта пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом - родственникам либо доверенному лицу погибшего. Второй экземпляр акта о несчастном случае вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет по месту работы пострадавшего. При страховых случаях третий экземпляр акта о несчастном случае и материалы расследования работодатель направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации в качестве страхователя).

По результатам расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве или несчастного случая на производстве со смертельным исходом комиссия (в установленных случаях - государственный инспектор по охране труда) составляет акт о расследовании соответствующего несчастного случая на производстве.

Акты о расследовании группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом с документами и материалами расследования, прилагаемыми к соответствующему акту, и копии актов о несчастном случае на производстве на каждого пострадавшего председателем комиссии в трехдневный срок после их утверждения направляются в прокуратуру, в которую сообщалось о несчастном случае на производстве, а при страховом случае - также в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации страхователя).

Расследованию подлежат и квалифицируются как несчастные случаи, не связанные с производством, с оформлением акта произвольной формы:

* смерть вследствие общего заболевания или самоубийства, подтвержденная в установленном порядке учреждением здравоохранения и следственными органами;
* смерть или повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось (по заключению учреждения здравоохранения) алкогольное, наркотическое или токсическое опьянение (отравление) работника, не связанное с нарушениями технологического процесса, где используются технические спирты, ароматические, наркотические и другие аналогичные вещества;
* несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим проступка, содержащего по заключению правоохранительных органов признаки уголовно наказуемого деяния.

Акт произвольной формы вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет.

По окончании временной нетрудоспособности пострадавшего работодатель (уполномоченный им представитель) обязан направить в соответствующую государственную инспекцию труда, а в необходимых случаях - в территориальный орган государственного надзора информацию о последствиях несчастного случая на производстве и мерах, принятых в целях предупреждения несчастных случаев.

О несчастных случаях на производстве, которые по прошествии времени перешли в категорию тяжелых или несчастных случаев со смертельным исходом, работодатель сообщает в соответствующую государственную инспекцию труда, о страховых случаях - в исполнительный орган страховщика, в соответствующий профсоюзный орган, а если они произошли на объектах, подконтрольных территориальным органам соответствующего федерального надзора, - в эти органы.

**Статья 231. Рассмотрение разногласий по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве**

Разногласия по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве, непризнания работодателем (уполномоченным им представителем) несчастного случая, отказа в проведении расследования несчастного случая и составления соответствующего акта, несогласия пострадавшего или его доверенного лица с содержанием этого акта рассматриваются соответствующими органами государственной инспекции труда или судом. В этих случаях подача жалобы не является основанием для неисполнения работодателем (уполномоченным им представителем) решений государственного инспектора по охране труда.

# Глава 2. Основы электробезопасности

Анализ несчастных случаев в промышленности, сопровождающихся временной утратой трудоспособности пострадавшими, показывает, что количество травм, вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет 0,1-1% от общего количества несчастных случаев на производстве. В электроэнергетике удельный вес электротравм от общего количества несчастных случаев выше – 3 - 3,5%. Совершенно иная картина представляется, если рассматривать только смертельные несчастные случаи. Оказывается, из общего количества несчастных случаев со смертельным исходом на производстве 20-40% происходит в результате поражения электрическим током [3,4]. По данным исследований – 60 - 80% аварий в электроустановках происходит из-за ошибочных или несвоевременных действий пострадавших. Отрицательная роль психологических факторов в электротравматизме отмечена в 73% случаев. Много несчастных случаев происходит и в быту в результате неправильной эксплуатации электроустановок или аварийного состояния электропроводки.

## **2.1. Действие электрического тока на организм человека**

 Величина тока в проводнике зависит от геометрии проводника, свойств материала из которого он состоит и разности потенциалов между электродами, образующими с ним электрический контакт. Знакомый нам из школьного курса закон Ома I = U/R.. Иногда возникает вопрос о величине безопасного для жизни напряжения или разности потенциалов между электродами. Этот вопрос некорректный. Последствия воздействия на организм человека определяется величиной тока и другими факторами, связанными с особенностями биологии и физиологии человека.

 Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, механического (динамическое), биологическое действие.

Термическое действие – ожоги участков кожи, нагрев до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока.

Электролитическое действие тока – разложение органической жидкости, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое (динамическое) действие тока – расслоение, разрыв тканей организма, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани в результате взрывоподобного образования пара перегретой жидкости.

Биологическое действие тока – возбуждение живых тканей организма, нарушение внутренних биоэлектрических процессов (вплоть до разрыва мышечных связок).

Указанное многообразие действий электрического тока на организм нередко приводит к различным электротравмам, которые можно условно свести к 2 видам: местным электротравмам, когда возникает местное повреждение организма, и общим электротравмам – электрическим ударам, когда поражается весь организм из – за нарушений нормальной деятельности жизненно важных органов.

 Местные электротравмы – ярко выраженное местное нарушение целостности тканей тела, в том числе костных, вызванных воздействием электротока или электрической дуги (При размыкании контактов электрического аппарата вследствие ионизации пространства между ними возникает электрическая дуга. Промежуток между контактами при этом остается проводящим и прохождение тока по цепи не прекращается. Для ионизации и образования дуги необходимо, чтобы напряжение между контактами было 15 – 30 В и ток цепи 80 – 100 мА).

 Примерно в 75 % случаев поражения людей током сопровождается возникновением местных электротравм. По видам травм эти случаи распределяются следующим образом: электрические ожоги – 40 %, электрические знаки – 7 %, металлизация кожи – 3 %, механические повреждения – 0,5 %, электроофтальмию – 1,5, смешанные травмы, ожоги и другие – 23%.

Электрический ожог – это повреждения поверхности тела или внутренних органов под действием электрической дуги или больших токов, проходящих через тело человека.

Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой. Токовый ожог обусловлен прохождением тока непосредственно через тело человека в результате прикосновений к токоведущей части. Токовый ожог – следствие преобразования электрической энергии в тепловую; как правило, это ожог кожи, так как кожа человека обладает во много раз большим электрическим сопротивлением, чем другие ткани тела.

Токовые ожоги возникают при работе на электроустановках относительно небольшого напряжения (не выше 1-2 кВ) и является в большинстве случаев ожогами I или II степени; впрочем, иногда возникают и тяжелые ожоги. При напряжениях более высоких между токоведущей частью и телом человека или между токоведущими частями образуется электрическая дуга, которая и вызывает возникновение ожога другого вида – дугового.

Дуговой ожог обусловлен действием на тело электрической дуги, обладающей высокой температурой (свыше 3500 С) и большой энергией. Такой ожог возникает обычно при электроустановках высокого напряжения и носит тяжелый характер – III или IV степени. Может стать причиной летального исхода из – за большой площади обгоревшей кожи или из - за болевого шока.

Различают четыре степени ожогов: I степень характеризуется покраснением кожи, II степень – образованием пузырей, III степень – обугливанием кожи, IV степень – обугливанием подкожной клетчатки, мышц, сосудов, нервов, костей. Состояние пострадавшего зависит не столько от степени ожога, сколько от площади поверхности тела, пораженной ожогом.

Электрический знак – это четкое очерченное пятно (d=1-5 мм) серого или бледно-желтого цвета, появляющееся на поверхности кожи человека, подвергнувшейся действию тока; пораженный участок кожи затвердевает подобно мозоли. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны, с течением времени верхний слой кожи сходит, и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность.

Металлизацией кожи называется проникновение в кожу частиц металла вследствие его разбрызгивания и испарения под действием тока – например, при горении электрической дуги. Поврежденный участок кожи становится жестким и шероховатым, цвет его определяется цветом соединений металла, проникшего в кожу. Металлизация может произойти при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой. С течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид, исчезают болезненные ощущения. Лишь при поражении глаз лечение может оказаться длительным и сложным, а к некоторых случаях безрезультатным.

Механические повреждения возникают вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и даже переломы костей.

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. Электроофтальмия обнаруживается спустя 2-6 ч после ультрафиолетового облучения. 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 тяжелых случаях воспаляется роговая оболочка глаза и нарушается ее прозрачность, расширяются сосуды роговой и слизистой оболочек, суживается зрачок. Болезнь продолжается обычно несколько дней. Предупреждение электроофтальмии при обслуживании электроустановок обеспечивается применением защитных очков с обычными стеклами, которые плохо пропускают ультрафиолетовые лучи и защищают глаза от брызг расплавленного металла.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через них электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Степень отрицательного воздействия этих явлений на организм может быть различна. Электрический удар может привести к нарушению и даже полному прекращению деятельности жизненно важных органов – легких и сердца, а значит, и к гибели организма. Внешних местных повреждений, т.е. электрических травм, человек при этом может и не иметь.

В зависимости от исхода поражения электрические удары можно разделить условно на следующие пять ступеней:

1 – судорожное, едва ощутимое сокращение мышц;

2 – судорожное сокращение мышц, сопровождающееся сильными, едва переносимыми болями, без потери сознания;

3 – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися дыханием и работой сердца;

4 – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого вместе);

5 – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Клиническая смерть – это переходный период от жизни к смерти, наступающий в момент прекращения деятельности сердца и легких. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, отсутствуют все признаки жизни: он не дышит, сердце его не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет.

Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга. В большинстве случаев она составляет 4-5 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины, в частности от электрического тока – 7-8 мин.

Причинами смерти от электрического тока могут быть прекращение работы сердца, прекращение дыхания и электрический шок.

Работа сердца может прекратиться в результате или прямого воздействия тока на мышцу сердца, или рефлекторного действия, когда сердце не лежит на пути тока. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция, т.е. беспорядочное сокращение и расслабление мышечных волокон сердца.

Фибрилляция обычно продолжается очень недолго и сменяется полной остановкой сердца. Если сразу же не оказана первая помощь, то наступает клиническая смерть.

Прекращение дыхания вызывается непосредственным, а иногда рефлекторным действием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания.

Уже при токе, равном 20-25 мА (50 Гц), человек начинает испытывать затруднение дыхания, которое усиливается с ростом тока. При действии такого тока в течение нескольких минут наступает удушье.

Электрический шок – своеобразная реакция нервной системы организма в ответ на сильное раздражение электрическим током: расстройство кровообращения, дыхания, повышение кровяного давления. Шок имеет две фазы: I – фаза возбуждения, II – фаза торможения и истощения нервной системы.

Во второй фазе учащается пульс, ослабевает дыхание, возникает угнетенное состояние и полная безучастность к окружающему при сохранившемся сознании. Шоковое состояние может длиться от нескольких десятков минут до суток, после чего организм гибнет.

## **2.2. Электрическое сопротивление тела человека**

Исход поражения человека электричеством определяется в конечном итоге величиной тока, прошедшего через его тело, пути прохождения его, рода тока и времени прохождения.

 Величина тока, в свою очередь, зависит от разности потенциалов между приложенными к телу человека электродами и сопротивления тела человека. Сопротивление тела человека определяется как сопротивление между 2 электродами, наложенными на поверхность тела.

 Большинство тканей человека содержит значительное количество жидкости (до 65% от массы). Поэтому живую ткань можно рассматривать как электролит. Самым большим сопротивлением обладает кожа, внутренняя ткань обладает значительно меньшим сопротивлением. В литературе очень мало ссылок на экспериментальные работы по измерению сопротивления тела живого человека при различном подключении электродов и различных значениях подаваемого напряжения. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела, измеренное при напряжении до 15 – 20 В, колеблется в пределах (3-100)×103 Ом в зависимости от расположений электродов, индивидуальных свойств человека и его состояния.

Вопрос, какое напряжение можно считать безопасным, является некорректным. Степень поражения зависит от величины тока, а та в свою очередь зависит от множества факторов. В 1897 г. В Швейцарии была проведена серия опытов профессором Вебером (на себе).

При относительно небольших напряжениях, когда еще не наступает электрических пробой кожного покрова, сопротивление тела человека в основном определяется сопротивлением наружного слоя кожи (эпидермиса). Сопротивление эпидермиса состоит из активного Rэ и емкостного $X=^{1}/\_{ωC\_{э}}$, включенных параллельно (рис. 1).



Рис. 1

Сопротивление внутренних тканей (Rв) тела считается чисто активным, хотя, строго говоря, оно также обладает емкостной составляющей. Значение Rв практически не зависит от площади электродов, частоты тока, а также от приложенного напряжения и равно примерно 500 – 700 Ом. Снижение сопротивления тела человека вызвано в основном снижением сопротивления кожи, которое уменьшается при ее повреждении, увлажнении, усилении потовыделения, загрязнении (особенно при загрязнении веществами, хорошо проводящими электрический ток).

 Сопротивление тела человека зависит от места приложения электродов, что вызвано различной толщиной рогового слоя кожи, неравномерным распределением потовых желез на поверхности тела, неодинаковой степенью наполнения кровью сосудов кожи. Увеличение времени прохождения тока или его величины приводит к локальному нагреву участка кожи, расширению кровеносных сосудов, усилению деятельности потовых желез и, как следствие, к уменьшению сопротивления. Повышение напряжения на электродах также приводит к уменьшению сопротивления тела человека. Величина сопротивления может уменьшаться в десятки раз, приближаясь к величине сопротивления подкожных тканей (300 – 500 Ом).

 К уменьшению сопротивления тела человека приводит увеличение частоты тока, что связано с увеличением емкостной проводимости кожи. Также к уменьшению полного сопротивления тела человека приводит увеличение площади электродов.

 Полное сопротивление тела человека зависит от пола и возраста. Как правило, у женщин оно меньше, чем у мужчин, у взрослых людей больше, чем у молодых. Приведем зависимость полного сопротивления тела человека от частоты приложенного напряжения и площади электродов (рис. 2) [4].



Рис. 2. Зависимость полного сопротивления тела человека от частоты приложенного напряжения и площади электродов

## **2.3. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током**

1. Влияние значения тока на исход поражения.

При поражении человека электричеством основным поражающим фактором является ток, проходящий через его тело. В таблице 1 приведены данные характера воздействия электрического тока на организм человека в зависимости от величины тока.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Значение тока,мА | Род тока |
| Переменный ток, *f* = 50 Гц | Постоянный ток |
| 0,6 - 1,5 | Начало ощущения - слабый зуд, пощипывание кожи под электродами | Не ощущается |
| 2,0 - 4,0 | Ощущение тока распространяется на запястье руки, слегка сводит руку | Не ощущается |
| 5,0 - 7,0 | Болевые ощущения усиливаются во всей кисти руки, сопровождаясь судорогами; слабые боли ощущаются во всей руке, вплоть до предплечья. Как правило, человек в состоянии преодолеть судорожное сокращение мышц и разжать руку, в которой зажат электрод, т. е. оторвать руку от электрода | Начало ощущения. Впечатление нагрева кожи под электродом |
| 8,0 - 10 | Сильные боли и судороги во всей руке, включая предплечье. Руки трудно, но в большинстве случаев еще можно оторвать от электрода | Усиление ощущения нагрева кожи |
| 10 - 15 | Едва переносимые боли во всей руке. Во многих случаях руки невозможно оторвать от электродов. С увеличением продолжительности протекания тока боли усиливаются | Еще большее усиление ощущения нагрева как под электродами, так и в прилегающих областях кожи |
| 20 - 25 | Руки парализуются мгновенно, оторваться от электродов невозможно. Сильные боли, дыхание затруднено | Еще большее усиление нагрева кожи, возникновение ощущения внутреннего нагрева. Незначительные сокращения мышц рук |
| 25 - 50 | Очень сильная боль в руках и груди. Дыхание крайне затруднено. При длительном протекании тока может наступить паралич дыхания или ослабление деятельности сердца с потерей сознания | Ощущение сильного нагрева, боли и судороги в руках. При отрыве рук от электродов возникают едва переносимые боли в результате судорожного сокращения мышц |
| 50 - 80 | Дыхание парализуется через несколько секунд; нарушается работа сердца. При длительном протекании тока может наступить фибрилляция сердца | Ощущение очень сильного поверхностного и внутреннего нагрева, сильные боли во всей руке и в области груди. Затруднение дыхания. Руки невозможно оторвать от электродов из-за сильных болей в момент нарушения контакта |
| 100 | Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания | Паралич дыхания при длительном протекании тока |
| 300 | То же действие за меньшее время | Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания |
| Более 5000 | Дыхание парализуется немедленно - через доли секунды. Фибрилляция сердца обычно не наступает, возможна временная остановка сердца в период протекания тока. При длительном протекании тока (несколько секунд) тяжелые ожоги, разрушение тканей. Как правило, исход смертельный |

 Все данные, приведенные в таблице, соответствуют прохождению тока через тело человека по пути рука – рука или рука – ноги.

 Наиболее характерными являются следующие токи: пороговый ощутимый, пороговый неотпускающий, пороговый фибрилляционный.

 Пороговый ощутимый ток – это наименьшее значение ощутимого тока, т.е. тока, вызывающего при прохождении через организм ощутимые раздражения. Его значение при 50 Гц составляет 0,6 – 1,5 мА. При этом ток 0,63 мА ощущает лишь 1 человек из тысячи, 1,59 мА – 999 человек из тысячи и 1,11 мА – 500 человек из тысячи, т.е. 50 % людей.

 Пороговый неотпускающий ток – это наименьшее значение неотпускающего тока, т.е. тока, вызывающего при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник. Его значение при 50 Гц составляет 5 – 25 мА. При этом ток 5,3 мА является неотпускающим лишь для 1 человека из тысячи, 24,6 мА – для 999 человек из тысячи и 14,9 мА – для 500 человек из тысячи, т.е. для 50 % людей.

 Пороговый фибрилляционный ток – это наименьшее значение фибрилляционного тока, т.е. тока, вызывающего при прохождении через организм фибрилляцию сердца. Его значение при 50 Гц составляет 50 - 350 мА. При этом ток 67 мА вызывает фибрилляцию лишь у 1 человека из тысячи, 367 мА – у 999 человек из тысячи и ток 157 мА – у 500 человек из тысячи, т.е. у 50 % людей.

1. Влияние продолжительности прохождения тока на исход поражения

Анализ несчастных случаев и опыты над животными показали, что длительность прохождения тока через организм существенно влияет на исход поражения. Чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода. Во – первых это связано с тем, что с увеличением времени воздействия тока на кожу человека уменьшается ее сопротивление, что приводит, в свою очередь, к увеличению тока; во – вторых – накапливаются последствия воздействия тока на организм; в – третьих повышается вероятность совпадения момента, когда переменный ток достигает своей максимальной величины при прохождении через сердце с уязвимой фазой Т сердечного цикла (Т – фаза соответствует времени расслабленного состояния желудочков сердца, длительность Т – фазы ~0,2 с).

1. Влияние пути тока на исход поражения

 Опасность тяжелого поражения электрическим током особенно велика, если путь тока проходит через жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг.

 Опасность различных петель тока можно оценить по данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Путь тока | Частота возникновения данного пути тока,% | Доля терявших сознание во время воздействия тока,% | Значение тока проходящего через область сердца, % общего тока, проходящего через тело |
| Рука – рука | 40 | 83 | 3,3 |
| Правая рука – ноги | 20 | 87 | 6,7 |
| Левая рука – ноги | 17 | 80 | 3,7 |
| Нога – нога | 6 | 15 | 0,4 |
| Голова – ноги | 5 | 88 | 6,8 |
| Голова – руки | 4 | 92 | 7,0 |
| Прочие | 8 | 65 | – |

В таблице во второй графе за 100 % приняты все несчастные случаи поражения током, повлекшие за собой утрату трудоспособности более, чем на 3 рабочих дня.

 Наименее опасен путь нога – нога. Есть понятие напряжения шага, поэтому выходить из зоны, пораженной электрическим током нужно мелкими шажками. Прыгать, скакать на одной ноге опаснее, большая вероятность упасть и создать уже другой путь току и увеличить разность потенциала.

1. Влияние частоты тока на исход поражения

 Наличие емкостной составляющей в сопротивлении тела человека, приводит к увеличению амплитуды тока, проходящего через человека, с ростом частоты приложенного напряжения. Следовательно, можно ожидать, что с ростом частоты возрастает опасность поражения. Однако это справедливо лишь в диапазоне частот от 0 до 50 Гц, дальнейшее повышение частоты, несмотря на рост тока, сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450 – 500 кГц (токи высокой частоты не могут вызвать смертельного исхода вследствие прекращения работы жизненно важных органов, но при этом сохраняется опасность теплового поражения, возникновения ожогов). Одной из причин снижения опасности поражения токами высокой частоты является конечная подвижность ионов внутриклеточного вещества.

 Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного частотой 50 Гц. Лишь в момент размыкания цепи человек испытывает кратковременные сильные болезненные ощущения, непроизвольные судорожные сокращения мышц. Но меньшая опасность поражения электрическим током сохраняется лишь до напряжения ~ 500 В. Считается, что при более высоких напряжениях постоянный ток становится опаснее переменного.

1. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения

 Вполне здоровые и физически крепкие люди легче переносятся электрические удары, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью к электротоку обладают лица с болезнями кожи, сердечно – сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервными болезнями. По мнению многих исследователей, алкоголики, неврастеники, истерически больные, эпилептики, а также меланхолики могут погибнуть от токов, которые совершенно безопасны для здоровых людей. Человек далекий от электротехники страдает, как правило, сильнее, чем квалифицированный электрик.

1. Критерии безопасности электрического тока

 Защитные меры и средства защиты от поражения электрическим током должны создаваться с учетом допустимых для человека значений тока при данной длительности и пути его прохождения через тело или соответствующих этим токам напряжений прикосновения (напряжение, приложенное непосредственно к телу человека). В таблице 3 приведены наибольшие допустимые напряжения прикосновения Uпр и токи Iпр, проходящие через человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Род и частота тока | Наибольшие допустимые значение |
| Uпр, В | Iпр, мА |
| Переменный, 50 Гц | 2 | 0,3 |
| Переменный 400 Гц | 3 | 0,4 |
| Постоянный | 8 | 1,0 |

 Специальный знак «Опасность поражения электрическим током» или «Высокое напряжение» устанавливается на опорах и ограждениях линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на электротехнических панелях и шкафах. Вид его приведен на рисунке 3.



Рис. 3

## **2.4. Классификация помещений по степени опасности поражения людей**

## **электрическим током**

 Состояние окружающей воздушной среды, окружающая обстановка могут усиливать или ослаблять опасность поражения электрическим током. По действующим правилам все помещения делятся по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса (таблица 4).

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Класс помещения | Характеристика помещения |
| Помещения без повышенной опасности | Помещения, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» или «особую опасность» |
| Помещения с повышенной опасностью | Помещения, характеризуемые наличием в них одного из следующих условия, создающих повышенную опасность:1. Сырости (относительная влажность длительно превышает 75%)
2. Токопроводящей пыли
3. Токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.)
4. Высокой температуры (жаркие помещения, постоянно или периодически больше +35 °С)
5. Возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий и т.п. с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.
 |
| Помещения особо опасные | Помещения, характеризуемые наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:1. Особой сырости
2. Химически активной или органической среды
3. Одновременно двух и более условий повышенной опасности.
 |

 К помещениям без повышенной опасности относятся сухие беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха, изолирующими (например, деревянными) полами, не имеющие или имеющие очень мало заземленных предметов. Примером помещений без повышенной опасности могут служить обычные жилые комнаты, конторы, лаборатории, а также некоторые производственные помещения, в том числе сборочные цехи часовых и приборных заводов, размещенные в сухих, беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

 Примером помещений с повышенной опасностью могут служить лестничные клетки различных зданий с проводящими полами, мастерские по механической обработке дерева, даже если они размещены в сухих отапливаемых зданиях с изолирующими полами, поскольку там всегда имеется возможность одновременного прикосновения к корпусу электродвигателя и станку и т.п.

 Особо опасными помещениями являются большая часть производственных помещений, в том числе все цехи машиностроительных и металлургических заводов, электростанций и химических предприятий, водонасосные станции, помещения аккумуляторных батарей, гальванические цехи и т.п. К особо опасным помещениям приравниваются территории размещения наружных электроустановок.

Таблица 5. Классы электротехнических изделий

по способу защиты человека от поражения электрическим током

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Класс изделия | Характеристика изделий |
| 1 | 0 | Изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классам II или III |
| 2 | 0I | Изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания |
| 3 | I | Изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и элемент заземления |
| 4 | II | Изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления |
| 5 | III | Изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением свыше 42 В |

## **2.5. Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях**

Электроснабжение промышленных предприятий, научно – исследовательских лабораторий и жилых помещений осуществляется в основном от трансформаторных постов с использованием одно, двух, трех или четырехпроводных сетей. На рис. 4 представлены схемы различных однофазных сетей, на рис. 5 – трехфазных сетей.



Рис. 4. Схемы однофазных сетей: а) двухпроводная, изолированная от земли;

б) двухпроводная с заземленным проводом





Рис. 5. Схемы трехфазных систем:

а) трехпроводная с изолированной нейтралью;

б) трехпроводная с заземленной нейтралью;

в) четырехпроводная с заземленной нейтралью.

Нейтральная точка обмотки источника или потребителя электрической энергии – это точка, напряжения которой относительно всех внешних выводов обмотки одинаковы по абсолютному значению. Различают фазовое и линейное напряжение в цепи. Фазовое напряжение возникает между началом и концом какой-либо фазы. По-другому его еще определяют, как напряжение между одним из фазных проводов и нулевым проводом.
Линейное напряжение определяют еще как межфазное или между фазное – возникающее между двумя проводами или одинаковыми выводами разных фаз. Показатель фазного напряжения составляет примерно 58% от параметров линейного. $U\_{л}=U\_{ф}\*\sqrt{3}$. В электротехнике различные фазы обозначают символами А, В, С.

## **2.6. Возможные схемы включения человека в цепь электрического тока**

Наиболее характерны две схемы включения: между двумя фазами электрической цепи и между одной фазой и землей или ее эквивалентом. Двухфазное прикосновение, как правило, наиболее опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в сети напряжение – линейное. Однофазное прикосновение менее опасно, но, как правило, оно возникает гораздо чаще. На рис. 6 изображена простая однофазная двухпроводная сеть, изолированная от земли, где человек касается одного провода.



Рис. 6. а) нормальный режим работы сети; б) аварийный режим работы.

В случае (а), когда сопротивление изоляции проводов r1, r2 не нарушено и r1, r2 » Rh человека, величина протекающего через человека тока определяется сопротивлением изоляции. Чем больше это сопротивление, тем меньше опасность поражения. В аварийном режиме работы сети, т.е. когда изоляция проводов нарушена, и сопротивление между проводом и землей становится малым, величина тока, проходящего через человека, касающегося провода 2, может достигать опасной величины.

 Т.е., на первый взгляд, применение изолированных от земли сетей может показаться более предпочтительным с точки зрения безопасности поражения электрическим током, но при этом необходимо осуществлять надежный контроль сопротивления изоляции проводов. Технически это не всегда просто и требует применения непрерывно функционирующих контрольных постов с высокой надежностью. В связи с этим сети, изолированные от земли, применяются на особо опасных производствах с относительно небольшой длиной линии. Аналогичная ситуация возникает и в трехпроводных трехфазных сетях с изолированной нейтралью.

## **2.7. Сеть с заземленным проводом (заземленной нейтралью)**

Сети с нейтралью, непосредственно присоединенной к заземлителю или через малое сопротивление, называются сетями с глухозаземленной нейтралью. Схемы включения человека в такую сеть могут быть различны, но наиболее характерна схема включения фаза – земля (рис. 7).



Рис. 7

Величина сопротивления r0 согласно требованиям «Правила устройства электроустановок» не превышает 60 Ом, а сопротивление тела человека не опускается ниже нескольких сотен Ом. Следовательно, при прикосновении к одной из фаз в сети с глухозаземленной нейтралью человек оказывается практически под фазным напряжением и ток Ih, протекающий через человека будет равен $\frac{U\_{ф}}{R\_{h}+r\_{0}}$. Наличие хорошей изоляции под ногами приводит к увеличению Rh и уменьшению степени поражения электрическим током.

 Другой случай включения в цепь в аварийном режиме, когда одна из фаз замкнута на землю, а человек прикасается к другой фазе, стоя на земле. В этом случае напряжение прикосновения практически равно линейному и опасность поражения возрастает.

## **2.8. Защитное заземление**

 Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус фазного провода. Защитное заземление нельзя путать с рабочим заземлением, предназначенным для обеспечения нормальной работы электроустановки.

 Защитное заземление снижает до безопасных значений напряжение прикосновения. Принцип действия защитного заземления показан на схеме (рис. 8).



Рис. 8. 1 – заземленное оборудование, 2 – заземлитель защитного заземления,

3 – заземлитель рабочего заземления, r3 – сопротивление защитного заземления электроприемника, r0 – сопротивление рабочего заземления,

rп – сопротивление подводящих проводов

При попадании одной из фаз на заземленный металлический корпус прибора по цепи фаза – корпус – сопротивление заземления пойдет ток $I\_{ав}=\frac{U\_{ф}}{r\_{0}+r\_{з}+r\_{п}}$, потенциал между корпусом и «землей» будет равен величине $∆U=\frac{U\_{ф}\*r\_{з}}{r\_{0}+r\_{з}+r\_{п}}$.

 Надежное в электрическом плане заземление, т.е. rз→0, в аварийной ситуации снижает потенциал корпуса электроустановки до безопасной величины.

 Защитному заземлению подлежат корпуса наружных электроустановок, находящихся в помещениях с повышенной опасностью при нормальном напряжении питания выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности – при напряжении 380 В и выше переменного и 440 В постоянного тока. Во взрывоопасных зонах всех классов заземление выполняется независимо от значения напряжения электроустановки. В установках, состоящих из нескольких отдельных, даже близко расположенных, потребителей тока, заземление должно выполняться для каждого корпуса отдельно, не допускается последовательное заземление.

 Суммарное сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль генератора или трансформатора трехфазного тока, или вывода обмотки источника однофазного тока, естественных заземлителей и всех повторных заземлений нулевого провода воздушных линий при различном линейном напряжении приведены в таблице 6.

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Напряжение источника трехфазного тока | Наибольшее допустимое сопротивление | Напряжение источника однофазного тока | Наибольшее допустимое сопротивление |
| 220 В | 8 Ом | 127 В | 8 Ом |
| 380 В | 4 Ом | 220 В | 4 Ом |
| 660 В | 2 Ом | 380 В | 2 Ом |

 В электроустановках переменного тока напряжением до 1000 В в сети с изолированной нейтралью или изолированным вводом источника однофазного тока сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

 Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников в электроустановках приведены ниже.

Таблица 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Характеристика проводника | Наименьший допустимый размер в зависимости от материала (мм2) |
| Медь | Алюминий |
| 1 | Неизолированные проводники | 4,0 | 6,0 |
| 2 | Изолированные провода | 1,5 | 2,5 |
| 3 | Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов с общей защитной оболочке с фазными жилами | 1,0 | 2,5 |

## **2.9. Зануление**

 Зануление – преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановки, могущих оказаться под напряжением, с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока в трехфазных сетях, с глухозаземленным выводом обмотки источника тока в однофазных сетях.

 Принцип действия зануления: превращение замыкания фазы на корпус в однофазное замыкание с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым отключить неисправную установку от питающей сети. Принципиальная схема зануления представлена на рис. 9.



Рис. 9

Поскольку нулевой провод в цепи с глухозаземленной нейтралью имеет хороший контакт с «землей», то на время короткого замыкания, до срабатывания защиты, он выполняет также и функции заземления, понижающего потенциал корпуса относительно земли. При расчете параметров схемы заземления следует руководствоваться следующими соображениями: ток короткого замыкания должен превышать величину максимального тока автоматической защиты или тока перегорания главного предохранителя *Iк ≥ кIном*. Если защита осуществляется автоматическим выключателем, имеющим электромагнитный расцепитель, срабатывающий без задержки, то *к* принимается равным 1,25 – 1,4. Если установка защищается плавкими предохранителями, то в целях ускорения их перегорания принимается *к ≥ 3*.

 Занулению подлежат те же металлические нетоковедущие части, которые подлежат заземлению. В сети, где применяется зануление, нельзя заземлять корпус приемника тока, не присоединив его к нулевому защитному проводнику.

Главная разница между занулением и заземлением заключается в том, что при заземлении безопасность обеспечивается быстрым снижением напряжения тока, а при занулении – отключением участка цепи, в котором случился пробой тока на корпус или любую другую часть электроустановки, при этом в промежуток времени между замыканием и прекращением подачи питания происходит снижение потенциала корпуса электроустановки, в противном случае через тело человека пройдет разряд электрического тока.

## **2.10. УЗО: устройство защитного заземления**

Устройство защитного отключения (УЗО) - механический коммутационный аппарат, предназначенный для включения, проведения и отключения токов при нормальных условиях эксплуатации, а также размыкания контактов в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определенных условиях.

УЗО предназначены для:

* Защиты человека от поражения электрическим током при косвенном прикосновении (прикосновение человека к открытым проводящим нетоковедущим частям электроустановки, оказавшимся под напряжением в случае повреждения изоляции), а также при прямом прикосновении (прикосновение человека к токоведущим частям электроустановки, находящимся под напряжением). Данную функцию обеспечивают УЗО соответствующей чувствительности (ток отсечки не более 30 мА).
* Предотвращения возгораний при возникновении токов утечки на корпус или на землю.

УЗО отключает питающую сеть:

* При прямом прикосновении человека или животного к частям электроприбора находящимися под напряжением и его контакте с "землей".
* При повреждении основной изоляции и контакте токоведущих частей с заземленным корпусом.
* При перемене фазного и нулевого рабочего проводников и прикосновении человека к частям оказавшимся под напряжением и одновременном его контакте с "землей".

С точки зрения электробезопасности УЗО принципиально отличаются от устройств защиты от сверхтока (предохранителей) тем, что УЗО предназначены именно для защиты от поражения электрическим током, поскольку они срабатывают при утечках тока значительно меньших, чем предохранители (обычно от 2 ампер и более для бытовых предохранителей, что во много раз превышает смертельное для человека значение). УЗО должны срабатывать за время не более 25-40 мс, то есть до того, как электрический ток, проходящий через организм человека, вызовет фибрилляцию сердца — наиболее частую причину смерти при поражениях электрическим током.

Обнаружение токов утечки при помощи УЗО является отдельным видом защиты, а не заменой защиты от сверхтоков при помощи предохранителей, так как УЗО никак не реагирует на неисправности, если они не сопровождаются утечкой тока (например, короткое замыкание между фазным и нулевым проводниками).



Рис. 10. УЗО

Принцип работы УЗО (рис. 10) основан на измерении разности токов в проходящих через дифференциальный трансформатор тока проводниках. УЗО измеряет векторную сумму токов, протекающих по контролируемым проводникам (двум для однофазного УЗО, трем и более для трехфазного исполнения). В нормальном режиме работы векторная сумма токов, протекающих через измерительный трансформатор равна 0 (ток, «втекающий» по одним проводникам равен току, «вытекающему» по другим), и срабатывания устройства не происходит.

При появлении тока утечки (касание человеком фазного проводника, или уменьшение сопротивления изоляции кабельной линии) векторная сумма токов, протекающих через УЗО не будет равна 0, так как появляется ток утечки, который протекает только по фазному проводнику, во вторичной обмотке трансформатора наведется напряжение, пропорциональное току утечки, и при превышении определенного порога произойдет срабатывание устройства и отключение защищаемой цепи.

## **2.11. Организация безопасной эксплуатации электроустановок**

Опыт эксплуатации электроустановок показывает, что для обеспечения их безопасной, безаварийной и высокопроизводительной работы, необходимо наряду с совершенствованием самого оборудования так организовать их эксплуатацию, чтобы была исключена возможность ошибок со стороны обслуживающего персонала. В связи с этим, лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий или болезней, мещающих производственной работе и усиливающих опасность воздействия тока на организм. Кроме того, администрация предприятий обязана организовать обучение и инструктаж работников.

 Теоретическая подготовка персонала осуществляется на постоянно действующих курсах или с помощью других форм обучения, применяемых на предприятиях. Обучение на рабочем месте работник проходит под руководством опытного лица, которое имеет ответственность за безопасность обучаемого и качество его обучения. Лица, принятые на работу после производственного обучения подвергаются первичной проверке знаний ПТЭ (правил техники эксплуатации электроустановок) и ПТБ (правил техники безопасности).

 Периодическая (очередная) проверка знаний по ТБ рабочих и инженерно – технического персонала, непосредственно связанных с работой на электроустановках проводится не реже 1 раза в год. Проверка знаний у лиц, не связанных с непосредственной эксплуатацией электроустановок проводится 1 раз в 3 года.

 Внеочередной проверке знаний по ТБ подвергаются лица, нарушившие требования ТБ и производственных инструкций.

## **2.12. Квалификационные группы по электробезопасности**

 Существует пять групп по электробезопасности, которые присваиваются лицам, обслуживающим электроустановки.

 Группа I присваивается лицам, не имеющим стажа работы в обслуживаемых ими аналогичных электроустановках или имеющим стаж менее 1 месяца (для неэлектротехнического персонала – менее 2 месяцев). Для получения группы I достаточно пройти инструктаж по электробезопасности в данной электроустановке с оформлением в журнале инструктажа. Выдача удостоверений о проверке знаний лицам с группой I не требуется.

 Группа II присваивается лицам, имеющим стаж работы в обслуживаемых ими либо аналогичных электроустановках не менее 1 месяца, за исключением лиц из дежурного, оперативно – ремонтного и ремонтного персонала со специальным средним и высшим техническим образованием, которым группу II присваивают независимо от стажа работы. Для получения группы II персонал должен иметь отчетливое представление об опасности, связанной с работой в электроустановках; знать и уметь применять на практике правила техники безопасности в объеме, соответствующим выполняемой работе; знать устройство и оборудование электроустановок; уметь практически оказывать доврачебную помощь пострадавшим при несчастных случаях, в том числе применять способы искусственного дыхания и наружного массажа сердца.

 Группа III присваивается лицам со стажем работы в обслуживаемых или либо аналогичных электроустановках: для неэлектротехнического персонала – 12 месяцев, для дежурного, оперативно – ремонтного и ремонтного персонала, имеющего группу II – 2 месяца, и для практикантов институтов и техникумов, имеющих группу II- 3 месяца. Для получения группы III персонал должен обладать знаниями в объеме, указанном для группы II. Кроме того, он должен иметь познания в области электротехники в соответствии с его образованием. Лицам моложе 18 лет и практикантам профтехучилищ и неэлектротехническому персоналу группы III-V не присваиваются.

 Группа IV присваивается лицам дежурного, оперативно – ремонтного и ремонтного персонала, имеющего группу III, со стажем работы в обслуживаемых ими либо аналогичных электроустановках не менее 3 месяцев, а не имеющим средне – специального образования – не менее 6 месяцев. Для получения группы IV персонал должен обладать знаниями в объеме, указанном для предыдущей группы, при этом лица IV группы должны знать компоновку электроустановок и уметь организовывать безопасное производство работ.

 Группа V присваивается лицам дежурного, оперативно – ремонтного и ремонтного персонала, имеющего стаж работы в группе IV в обслуживаемых ими электроустановках не менее 24 месяцев. Для получения группы V персонал должен обладать знаниями в объеме, указанном для предыдущей группы, кроме того, он должен знать, чем вызваны требования того или иного пункта правил техники безопасности.

## **2.13. Средства защиты, применяемые в электроустановках**

В процессе эксплуатации электроустановок возникают условия, при которых, несмотря на самое совершенное конструктивное исполнение установок, не обеспечивается безопасность работающего, и поэтому требуется применение специальных средств защиты. К ним относятся приборы, аппараты, переносимые и перевозимые приспособления. Служащие для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрическим током, электрического поля, продуктов горения, падения с высоты и т.п. Эти средства не являются конструктивными частями электроустановок; они дополняют ограждения; блокировки, сигнализацию, заземление, зануление и другие стационарные устройства.

Средства защиты, применяемые в электроустановках, могут быть условно разделены на четыре группы: изолирующие, ограждающие, экранирующие и предохранительные. Первые три группы предназначены для защиты персонала от поражения электрическим током и вредного воздействия электрического поля и называются электрозащитными средствами.

Изолирующие электрозащитные средства. Изолируют человека от токоведущих частей, а также от земли.

Ограждающие электрозащитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К ним относятся временные переносные ограждения-щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

Экранирующие электрозащитные средства служат для исключения вредного воздействия на работающих электрических полей промышленной частоты. К ним относятся индивидуальные экранирующие комплекты (костюмы с головными уборами, обувью и рукавицами), переносные экранирующие устройства (экраны) и экранирующие тканевые изделия (зонты, палатки и т.п.).

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от вредных воздействий неэлектрических факторов – световых, тепловых и механических, а также от продуктов горения и падения с высоты. К ним относятся защитные очки и щитки, специальные рукавицы из трудновоспламеняемой ткани, защитные каски, противогазы, предохранительные монтерские пояса, страховые канаты, монтерские когти.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Дополнительные электрозащитные средства не обладают изоляцией, способной выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому они не могут служить защитой от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применятся.

К основным электрозащитным средствам относятся:

в электроустановках до 1000 В.

* диэлектрические перчатки;
* изолирующие штанги;
* изолирующие и электроизмерительные клещи;
* слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;
* указатели напряжений.

в электроустановках выше 1000 В.

* изолирующие штанги;
* изолирующие и электроизмерительные клещи;
* указатели напряжений;
* средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

К дополнительным электрозащитным средствам относятся:

в электроустановках до 1000 В.

* диэлектрические галоши;
* диэлектрические ковры;
* изолирующие подставки.

в электроустановках свыше 1000 В.

* диэлектрические перчатки;
* диэлектрические боты;
* диэлектрические ковры;
* изолирующие подставки;
* диэлектрические прокладки и колпаки.

 Для проверки диэлектрических свойств все изолирующие электрозащитные средства, находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическим электрическим испытаниям повышенным напряжением. Испытания проводят, как правило, переменным током промышленной частоты 50 Гц. Нормы и сроки испытаний приведены в таблице 8.

Таблица 8

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Электро-защитные средства | Напряжение электро-установки, кВ | Испытательное напряжение, кВ | Время испытания, мин | Ток утечки, не более мА | Период проведения испытания, мес |
| Перчатки резиновые диэлектрические | Любое | 6 | 1 | 6 | 6 |
| Галоши резиновые диэлектрические | До 1 | 3,5 | 1 | 2 | 12 |
| Боты резиновые диэлектрические | Любое | 15 | 1 | 7,5 | 36 |
| Ковры резиновые диэлектрические | Любое | В соответствии с ГОСТ | 24 |
| Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками | До 1 | 2 | 1 | - | 12 |
| Указатели напряжения до 1000 В | До 0,5 | 1 | 1 | - | 12 |

Назначение защитных средств и устройств и правила их применения:

1. Изолирующие штанги.

Назначение. Изолирующая штанга представляет собой стержень, изготовленный из изоляционного материала, которым человек может касаться частей электроустановки, находящихся под напряжением без опасности поражения током. Штанга является основным изолирующим электрозащитным средством, т.е. она может длительно выдерживать рабочее напряжение установки. Штанги применяются в установках всех напряжений. В зависимости от назначения штанги делятся на четыре вида:

а) оперативные. Применяются для операций с однополюсными разъединителями и наложения временных переносных защитных заземлений, для снятия и постановки трубчатых предохранителей, проверки отсутствия напряжения и других аналогичных работ.

б) измерительные. Предназначены для измерений в электроустановках находящихся в работе (проверка распределения напряжения по изоляторам гирлянды, определения сопротивления контактных соединений на проводах и т.п.).

в) ремонтные. Служат для производства ремонтных и монтажных работ вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, или непосредственно на них: очистки изоляторов от пыли, присоединение к проводам потребителей, обрезки веток деревьев в непосредственной близости от проводов и т.п.

г) универсальные. Конструкция их позволяет выполнять различные операции, в том числе многие из тех, для которых предназначены оперативные штанги.

Конструкция – каждая штанга имеет три основные части: рабочую, изолирующую и рукоятку. Рабочая часть обуславливает назначение штанги. Она может иметь самое разнообразное устройство от простого металлического крючка (кольца) у штанг, предназначенных для управления разъединителями, до сложного прибора у измерительных штанг.

Изолирующая часть служит для изоляции человека от токоведущих частей, т.е. обеспечивает его безопасность. Она выполняется из трубок диаметром 30-40 мм из бакелита, стеклопластика и других пластиков, а также деревянные стержни, пропитанные высыхающими маслами (льняными, конопляными и др.). Длина изолирующей части штанги должна быть такой, чтобы исключить опасность перекрытия ее до поверхности при наибольших возможных напряжениях, воздействующих на штангу.

Рукоятка предназначена для удерживания штанги руками. Как правило, оно является продолжением изолирующей части штанги и отделяется от нее ограничительным кольцом.

Правила пользования. Штанги следует применять в закрытых электроустановках. На открытом воздухе их использование допускается только в сухую погоду. Операцию штангой может производить только квалифицированный персонал, обученный этой работе. Как правило, при этом должен присутствовать второй человек, который контролирует действие оператора и при необходимости может оказать ему помощь. При работе штангой необходимо надевать диэлектрические перчатки. Без перчаток можно работать лишь в установках до 1000 В. При работе нельзя касаться штанги выше ограниченного кольца.

2. Изолирующие клещи.

Назначение изолирующих клещей – выполнение операций под напряжением с предохранителями, установка и снятие изолирующих накладок и т.п. работы. Применяют клещи в установках до 35 кВ включительно.

Конструкция клещей различны, но во всех случаях они имеют три основные части: рабочую часть, или губки, изолирующую часть и рукоятки. Размеры рабочей части не нормируются. Однако у металлической рабочей части размеры должны быть как можно меньше, чтобы исключить случайное замыкание токоведущих частей между собой или на заземленные детали. Длина изолирующей части для электроустановок до 1000 В не нормируется и определяется удобством работы с ними, а свыше 1000 В определяется рабочим напряжением установки.

Правила пользования. Изолирующие клещи можно применять в закрытых электроустановках, а в открытых только в сухую погоду. В электроустановках выше 1000 В работающий должен иметь на руках диэлектрические перчатки, а при снятии и установке предохранителей под напряжением – защитные очки.

3. Электроизмерительные клещи.

Назначение. Электроизмерительные клещи предназначены для измерения электрических величин – тока, напряжения, мощности и др. – без разрыва токовой цепи и нарушения ее работы. Наибольшее распространение получили амперметры переменного тока, которые обычно называют токоизмерительными клещами. Они применяются в установках до 10 кВ включительно.

Конструкция. Простейшие токоизмерительные клещи переменного тока основаны на принципе одновиткового трансформатора тока, первичной обмоткой которого является шина или провод с измеряемым током; а вторичная многовитковая обмотка, к которой подключен амперметр, намотана на разъемный магнитопровод. Для охвата шины магнитопровод раскрывается подобно обычным клещам при воздействии оператора на изолирующие рукоятки или рычаги клещей.

Электроизмерительные клещи бывают двух типов: двуручные – для установок 2-10 кВ, операции с которыми проводят двумя руками, и одноручные для установок до 1000 В, которыми можно оперировать одной рукой. Клещи имеют три составные части: рабочую, включающую магнитопровод, обмотки и измерительный прибор; изолирующую от рабочей части до упора; рукоятки – от упора до конца клещей. У одноручных клещей изолирующая часть служит одновременно рукояткой. Раскрытия магнитопровода осуществляется с помощью нажимного рычага.

Правила пользования. Электроизмерительные клещи можно применять в закрытых электроустановках, а в сухую погоду – в открытых. Измерение клещами допускается производить на изолированных токоведущих частях (провод, кабель), так и на неизолированных (шины и др.). При измерениях в установке выше 1000 В оператор должен пользоваться диэлектрическими перчатками. Ему запрещается наклоняться к прибору для отсчета показаний. При этом должно присутствовать второе лицо.

4. Указатели напряжения.

Назначение. Указатель напряжения – это переносной прибор, предназначенный для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях. Все указатели имеют световой сигнал, загорание которого свидетельствует о наличии напряжения. Указатели бывают для установок до 1000 В и выше.

Указатели напряжения для электроустановок до 1000 В делятся на двухполюсные и однополюсные. При работе двухполюсными указателями требуются прикосновение к двум частям электроустановки, между которыми необходимо определить наличие или отсутствие напряжения. Принцип их действия – свечение неоновой лампы или лампы накаливания (мощностью не более 10 Вт) при протекании через нее тока, обусловленного разностью потенциалов между двумя частями электроустановки.

Для ограничения тока через неоновую лампу включается последовательно с ней резистор.

При работе однополюсными указателями требуется прикосновение лишь к одной, испытуемой токоведущей части. Связь с землей обеспечивается через тело человека, который пальцами руки создает контакт с цепью указателя. Эта связь обусловлена в основном емкостью человек – земля. При этом ток не превышает 0,6 мА. Изготавливаются однополюсные указатели обычно в виде авторучки, в корпусе которой выполненном из изоляционного материала и имеющим смотровое отверстие, размещены последовательно включенные сигнальная лампа и резистор. На нижнем конце укреплен металлический контакт – наконечник (обычно в виде отверстия), а на верхнем – плоский металлический контакт, которого пальцем касается оператор. Однополюсный указатель можно применять только в установках переменного тока, поскольку при постоянном токе его лампочка не горит и при наличии напряжения.

При использовании указателями напряжений до 1000 В можно обходиться без дополнительных электрозащитных средств.

Указатели для электроустановок выше 1000 В, называемые указателями высокого напряжения (УВН), действуют по принципу свечения неоновой лампы при протекании через нее емкостного тока. Эти указатели пригодны лишь для установок переменного тока и приближать их надо только к одной фазе.

Конструкции указателей различны, однако всегда УВН имеют три основные части: рабочую, состоящую из конденсаторной трубки (конденсатора), сигнальной неоновой лампы, контакта – наконечника; изолирующую – обеспечивающую изоляцию оператора от токоведущих частей и представляющую собой трубку из изоляционного материала, рукоятку, предназначенную для удерживания указателя рукой и являющейся обычно продолжением изолирующей части.

При использовании УВН необходимо надевать диэлектрические перчатки. Каждый раз перед применением УВН необходимо произвести его наружный осмотр, чтобы убедится в отсутствии внешних повреждений, и проверить исправность его действия приближением его наконечника к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

Указатели запрещается заземлять, так как они без заземления обеспечивают достаточно четкий сигнал; к тому же заземляющий провод может, прикоснувшись к токоведущим частям, явиться причиной несчастного случая.

5. Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками.

Назначение инструмента – выполнение работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением до 1000 В. Изолированные рукоятки инструмента должны быть длиной не менее 10 см и иметь упоры-утолщение изоляции, препятствующие соскальзыванию и прикосновению руки работающего к неизолированным металлическим частям инструмента; у отверток изолируется не только рукоятка, но и металлический стержень на всей его длине до рабочего острия.

Правила пользования. При работе инструментом с изолирующими рукоятками на токоведущих частях, находящихся под напряжением, работающий должен иметь на ногах диэлектрические галоши, либо стоять на изолирующей подставке или диэлектрическом ковре; он должен быть в одежде с опущенными рукавами. Диэлектрические перчатки при этом не требуются. Находящиеся под напряжением соседние токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение, должны быть ограждены изолирующими накладками, электрокартоном и т.п. Работа должна производиться в присутствии второго лица.

6. Диэлектрические перчатки, галоши, боты, сапоги и ковры.

Среди средств, защищающих персонал от поражения током, наиболее широкое распространение имеют диэлектрические перчатки, галоши, боты, ковры, а в последнее время и сапоги. Их изготавливают из резины специального состава, обладающей высокой электрической прочностью и хорошей эластичностью.

6.1. Диэлектрические перчатки применяются в электроустановках до 1000 В как основное изолирующее средство при работах под напряжением, а в электроустановках выше 1000 В – как дополнительное электрозащитное средство при работах с помощью основных изолирующих электрозащитных средств (штанг, УВН, клещей и т.п.). Кроме того, перчатки используются без применения других электрозащитных средств при операциях с ручными приводами разъединителей, выключателей и другой аппаратуры напряжением выше 1000 В.

Перчатки следует надевать на полную их глубину, натягивая раструб на рукав одежды. Недопустимо завертывать края перчаток или спускать поверх них рукава одежды. Перед применением перчаток следует проверить наличие проколов путем скручивания их в сторону пальцев.

6.2. Диэлектрические галоши, боты, сапоги применяют как дополнительные электрозащитные средства в закрытых, в сухую погоду и в открытых электроустановках при операциях, выполняемых с помощью основных электрозащитных средств. При этом боты можно использовать в электроустановках любого напряжения, а галоши – только в электроустановках до 1000 В включительно.

Кроме того, диэлектрические галоши и боты используют в качестве защиты от напряжения шага в электроустановках любого напряжения. Диэлектрические галоши и боты надевают на обычную обувь, которая должна быть чистой и сухой.

В настоящее время промышленность изготавливает также диэлектрические сапоги, являющиеся, как и диэлектрические галоши, дополнительными электрозащитными средствами в электроустановках до 1000 В и средством защиты от напряжения шага в электроустановках любого напряжения.

6.3. Диэлектрические ковры применяют при обслуживании электрооборудования в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током. При этом помещения не должны быть сырыми и пыльными. Ковры расстилают на полу перед оборудованием в местах, где возможно соприкосновение с токоведущими частями, находящимися под напряжением до 1000 В. Их применяют также в местах, где производится включение и отключение рубильников, разъединителей, выключателей и других операций с коммутационными и пусковыми аппаратами как до 1000 В так и выше.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации ковры изготавливаются двух групп: первая – для работы при температуре от -15° до +40° С, вторая – маслобензостойкие для работы при температуре от –50° до +80° С.

7. Изолирующие подставки.

Назначение подставок - изолировать человека от поля в установках любого напряжения. Применяют их в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током.

Подставка представляет собой деревянный решетчатый настил размером не менее 50х50 см и высотой не менее 70 мм без металлических деталей, укрепленных на конусообразных фарфоровых или пластмассовых изоляторах.

Подставки применяют при операциях с предохранителями, пусковыми устройствами электродвигателей, приводами разъединителей и выключателей в закрытых электроустановках любого напряжения, если при этом не пользуются диэлектрическими перчатками. В сырых и пыльных помещениях они заменяют диэлектрические ковры.

Выбор необходимых средств защиты регламентируется правилами технической безопасности (ПТБ) при эксплуатации установок, нормами и правилами по охране труда и другими соответствующими нормативно-техническими документами, а также определяются местными условиями на основании требований этих документов.

Средство защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к употреблению, поэтому они должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

После изготовления и в процессе эксплуатации средства защиты подвергают испытаниям – электрическим, механическим. Результаты испытаний заносятся в специальные журналы, на все защитные средства, прошедшие испытания, должен ставиться штамп.

Общие правила пользования средствами защиты:

1. Электрозащитными средствами следует пользоваться по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны.

2. Основные электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых установках, в открытых электроустановках и на воздушных линиях – только в сухую погоду.

3. Перед употреблением средств защиты персонал обязан проверить их исправность, отсутствие внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли, проверить по штампу срок годности. Нельзя пользоваться защитными средствами, срок годности которых истек.

В целях уменьшения опасности поражения электротоком в электроосветительных приборах нормируется величина максимального напряжения питания светильников. Нормы приведены в таблице 9.

 Таблица 9. Допустимое напряжение электрического тока

для питания светильников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назначение напряжения | Допустимое напряжение, В |
| 1 | Для питания светильников общего освещения:- в сети переменного тока с заземленной нейтралью- в сети переменного тока с изолированной нейтралью и в сети постоянного тока | Не выше 380/220Не выше 220 |
| 2 | Для питания отдельных ламп общего освещения | Не выше 220 |
| 3 | Для питания специальных ламп (ксеноновых, натриевых) и пускорегулирующих аппаратов для газоразрядных ламп, имеющих специальные схемы с последовательным соединением | Выше 220, но не выше 380 |
| 4 | Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания:- в помещениях без повышенной опасности- в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных |  Не выше 220Не выше 42 |
| 5 | Для питания ручных переносных светильников:- в помещениях без повышенной опасности- в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных:1. при обычных условиях2. при особо неблагоприятных условиях  | Не выше 220Не выше 42Не выше 12 |

## **2.14. Первая помощь пострадавшим от электрического тока**

Первую (доврачебную) помощь человеку, пораженному электрическим током, должен уметь оказывать каждый работающий в электроустановках. Пострадавший в большинстве случаев не может самостоятельно освободиться от воздействия тока из-за непроизвольного судорожного сокращения мышц рук, сжимающих провод, поражения нервной системы, тяжелой механической травмы или потери сознания. Поэтому, прежде всего, необходимо быстро и осторожно, с тем чтобы самому не попасть под напряжение, освободить пострадавшего от воздействия тока. Лучше всего отключить электроустановку ближайшим выключателем или путем вывертывания предохранителей (пробок). В установках напряжением до 1000 В можно разорвать цепь тока, перерезав провод инструментом с изолирующими рукоятками (кусачки, пассатижи, нож и др.). Чтобы не попасть под шаговое напряжение, нельзя приближаться к заземлителю провода на расстояние ближе 10 м.

В случае, когда пострадавший находится на высоте, после отключения электроустановки ему угрожает падение. Необходимо принять меры, предупреждающие падение или возможные ушибы пострадавшего: натянуть брезент или другую ткань, на которую принять падающего с высоты человека. Кроме того, на место предполагаемого падения можно подложить мягкий материал.

При отключении установки может погаснуть электрический свет, поэтому надо включить аварийное освещение или зажечь фонарь, свечу и т.п. Если невозможно отключить установку для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока, необходимо отделить его от токоведущих частей. В установках с напряжением до 1000 В для этого используют любой непроводящий ток предмет, например, можно встать на сверток сухой одежды, или обмотать шарфом руку, и, взяв пострадавшего за сухую одежду, оттащить его от токоведущих частей. Лучше, конечно, использовать диэлектрические средства защиты (перчатки, боты, коврики). В случае, когда пострадавший судорожно сжал один из проводов, можно разорвать электрическую цепь через пострадавшего, отделив его не от провода, а от заземленных частей. Для этого надо подсунуть под него сухую доску, фанеру или оттянуть ноги от земли при помощи сухой веревки.

После освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока необходимо немедленно приступить к оказанию ему первой помощи. Меры по оказанию помощи зависят от степени поражения и состояния пострадавшего. Для определения состояния пострадавшего его следует уложить на спину и проверить дыхание, наличие пульса, посмотреть, узкие или широкие у него зрачки глаз. При нарушении дыхания наблюдаются неритмичные подъемы грудной клетки или редкие, как бы хватающие воздух вдохи (дыхательные движения грудной клетки на глаз вообще могут быть не видны). При этом кровь в легких недостаточно насыщается кислородом, в результате наступает кислородное голодание тканей и органов пострадавшего. Наличие пульса проверяют по лучевой артерии (примерно у основания большого пальца) или сонной артерии на шее. Отсутствие пульса свидетельствует о прекращении работы сердца. О резком ухудшении кровообращения мозга можно судить по расширенному зрачку. Все операции по определению состояния пострадавшего должны быть произведены в течение 15 – 20 с.

Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в обмороке, его следует уложить в удобное положение на подстилку и накрыть сухой одеждой. Надо немедленно вызвать врача, а до его прихода обеспечить пострадавшему полный покой, наблюдая за его дыханием и пульсом. Нельзя разрешать пострадавшему подниматься и тем более продолжать работу, даже если он чувствует себя хорошо, так как отрицательное воздействие электрического тока может проявиться не сразу. Только врач решает вопрос о необходимости помощи и дальнейшем лечении. При невозможности быстро вызвать врача, пострадавшего срочно транспортируют в лечебное учреждение на носилках или имеющемся средстве передвижения.

В случае, когда пострадавший находится в бессознательном состоянии, но дыхание и пульс устойчивы, его надо уложить на подстилку, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, обеспечить приток свежего воздуха и постараться привести в сознание. До прихода врача следует непрерывно наблюдать за состоянием пострадавшего. Если пострадавший дышит редко и судорожно, ему необходимо делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, т.е. когда у пострадавшего не наблюдается дыхание и пульс, болевые раздражения не вызывают реакции, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, нельзя считать его умершим, а надо немедленно приступить к его оживлению, т.е. искусственному дыханию и массажу сердца. Своевременное и правильное оказание первой медицинской помощи человеку в состоянии клинической смерти, как правило, приводит к оживлению. Попытки оживления более эффективны, если с момента остановки сердца прошло не более 1 – 2 мин. Доврачебная помощь должна оказываться непрерывно, даже если время исчисляется часами. Пораженного электрическим током можно считать мертвым лишь при наличии видимых внешних повреждений (раздробление черепа, обгорание всего тела). Заключение о смерти имеет право дать только врач.

Искусственное дыхание. Цель искусственного дыхания – насытить кровь пострадавшего кислородом и удалить из нее углекислый газ. Из всех известных способов искусственного дыхания наиболее эффективен способ “изо рта в рот” или “изо рта в нос”. Он прост и заключается в том, что оказывающий помощь вдувает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос. Поступление воздуха в легкие визуально контролируется по расширению грудной клетки после каждого вдувания воздуха и последующему ее спадению при прекращении вдувания и в результате пассивного выдоха.

Прежде чем приступить к искусственному дыханию, очищают рот и нос пострадавшего от слюны, слизи, земли, освобождают пострадавшего от стесняющей одежды (развязывают галстук, расстегивают ворот и пояс и т.д.), укладывают его спиной вниз на горизонтальную жесткую поверхность, поместив под плечами валик из одежды или другого материала. В минуту следует делать 10 – 12 вдуваний. При появлении у пострадавшего слабого самостоятельного дыхания воздух вдувают в момент вдоха. Искусственное дыхание проводят до тех пор, пока не восстановится собственное глубокое, ритмичное дыхание.

Массаж сердца. При отсутствии у пострадавшего пульса для восстановления кровообращения в организме необходимо проводить непрямой (наружный) массаж сердца. Массаж проводят путем ритмичного надавливания на грудную клетку пострадавшего. При этом сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает кровь из своих полостей. После прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются, и сердце заполняется кровью, поступающей из вен. Надавливая на грудную клетку с определенной частотой, можно обеспечить достаточное кровообращение в организме в течение всего времени, пока продолжается массаж сердца.

# Глава 3. Основы производственной санитарии

## **Основные санитарные требования к размещению предприятий и планировке его территории**

Основные санитарные требования к размещению предприятий и планировки его территории изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий №245-71». Выбор строительной площадки предприятия зависит от тех вредностей, которые может выделять данное предприятие. При выборе площадки учитываются природно-климатические условия выбранного района застройки: розу ветров; среднегодовую скорость ветра в данной местности; среднюю летнюю, зимнюю температуру воздуха; уровень грунтовых вод; уклон площадки; естественное освещение площадки и т. д.

Производственные помещения располагают на территории предприятия по производственным признакам, по признакам безопасности, пожарной опасности и т. д. Поэтому на территории предприятия возникают определенные зоны: предзаводская, производственная зона, подсобная зона, зона складов сырья и готовой продукции. Территория предприятия должна быть озеленена (не менее 15% территории предприятия).

Расстояния между зданиями и сооружениями принимают минимальными в соответствии с технологическими, транспортными и другими условиями, но не менее величин, устанавливаемых противопожарными (по СНиП II-89-80) и санитарно-гигиеническими требованиями. Бытовые помещения размещают на расстоянии 400 – 800 *м* от проходных пунктов в зависимости от климатических условий района расположения предприятия. При расстояниях от проходной до цехов более 800 *м* необходимо предусматривать внутризаводской транспорт.

Предприятие отделено от населенного пункта санитарно-защитной зоной в зависимости от класса предприятия. Для первого класса предприятий (металлургические с полным циклом, коксохимические, агломерационные и др.) ширина санитарно-защитной зоны составляет 1000 м, для второго класса предприятий - 500 м, для третьего класса - 300 м, для четвертого класса - 100 м и для пятого класса - 50 м. К первому классу предприятий отнесены все металлургические предприятия с полным металлургическим циклом (т.е. предприятия, включающие в своем составе агломерационное, доменное, сталеплавильное и прокатное производство). А также относят все предприятия (в том числе и машиностроительные), имеющие коксовое, доменное (при объёме доменных печей более 1500 *м3*), агломерационное, мартеновское или конверторное (при выплавке стали более 1 млн. т в год) производства.

Предприятия, промышленные узлы и связанные с ними очистительные сооружения, как правило, должны размещаться на землях непригодных для сельского хозяйства. Нельзя размещать предприятия вблизи источников водоснабжения, на участках загрязненных органическими и радиоактивными отходами, в местах возможного затопления.

 Основные санитарные требования к производственным зданиям и помещениям определяются характером производственных процессов. Требования естественны и диктуются правилами техники безопасности и пожаробезопасности.

К производственным помещениям предъявляются следующие основные требования:

· высота помещения от пола до потолка должна быть не менее 3,2 м, высота на площадках обслуживания – не ме­нее 2 м;

· на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м3 объема помещения и не менее 4,5 м2 площади;

· помещения должны быть оборудованы устройствами для вентиляции (естественной или искусственной);

· должны быть устройства для естественного и искусствен­ного освещения производственных помещений.

Помещения и участки производств с избытками тепла (более 84 *Дж/(м3/ч)*), а также производства со значительными выделениями газов, паров и пыли размещают у наружных стен зданий и сооружений. Такие помещения имеют, как правило, одноэтажную конструкцию, а кровля здания проектируется с учетом эффективного удаления вредных выделений и тепла с помощью аэрации или приточно-вытяжной вентиляции.

При разработке конструкции производственных зданий обращают внимание на характер и площадь остекления световых проёмов, размер которых предусматривается исходя из условия обеспечения норм естественного освещения. Не менее 20% световых проёмов выполняются в виде открывающихся створок, переплётов. В зданиях и сооружениях с естественной вентиляцией площадь открываемых проёмов определяется по расчету. Расстояние от уровня пола до низа приточных окон, предназначенных для подачи воздуха в теплый период года, должно быть не более 1,8 *м*, а до низа приточных окон, предназначенных для подачи воздуха в холодный период года, должно быть не менее 4,0 *м*. Для этих открывающихся проёмов предусматриваются приспособления для их открытия и закрытия.

## **Защита от вредных веществ**

К вредным относятся вещества и соединения, которые при контакте с организмом человека могут вызывать нарушения индивидуальной чувствительности, производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья. Воздействие вредных веществ на человека зависит от путей их поступления, выведения и распределения в организме, а также от метеорологических условия и других сопутствующих факторов окружающей среды. Они проникают в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки. В санитарно – гигиенической практике принято разделять вредные вещества на химические вещества и производственную пыль.

 По степени воздействия на организм человека все вредные вещества делятся на 4 класса: 1 – вещества чрезвычайно опасные (ртуть, свинец); 2 – вещества высокоопасные (оксиды азота, бензол, йод, марганец, медь, сероводород); 3 – вещества умеренно опасные (ацетон, ксилол, сернистый ангидрид, метиловый спирт); 4 – вещества малоопасные (аммиак, бензин, скипидар, этиловый спирт, оксид углерода). Классификация производственных веществ по степени опасности приведена в таблице 1. Следует иметь ввиду, что вещества малоопасные при длительном воздействии могут при больших концентрациях вызывать тяжелые отравления.

Таблица 1

Классификация вредных веществ по степени опасности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 класс опасности | 2 класс опасности | 3 класс опасности | 4 класс опасности |
| ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м3 | Менее 0,1 | 0,1-1,0 | 1,1-10 | Более 10 |
| Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг | Менее 15 | 15-150 | 151-5000 | Более 5000 |
| Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг | Менее 100 | 100-500 | 501-2500 | Более 2500 |
| Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м3 | Менее 500 | 500-5000 | 5001-50000 | Более 50000 |

 Большинство промышленных вредных веществ обладают общетоксическим действием. К их числу относятся ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол, нитробензол и др.), большой токсичностью обладают ртутьорганические соединения, фосфорорганические вещества, дихлорэтан и другие.

 Раздражающим действием обладают кислоты, щелочи, а также хлор-, фтор-, серо- и азотосодержащие соединения (аммиак, оксиды серы и азота, сероводород и другие). Все эти вещества при контакте с биологическими тканями вызывают воспалительную реакцию, в первую очередь страдают органы дыхания, кожа и слизистые оболочки глаз.

 Сенсибилизирующие вещества после непродолжительного воздействия вызывают в организме повышенную чувствительность к нему. Последующий контакт может вызвать бурную реакцию, астматические явления (соединения ртути и другие).

 Канцерогенные вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. К их числу, прежде всего, относят полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые могут входить в состав сырой нефти, но в основном образуются при термической (свыше 350 ºС) переработке горючих ископаемых (каменного угля, древесины, сланцев, нефти) или при неполном их сгорании. Канцерогенные свойства присущи продуктам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (мазуты, гудрон, нефтяной кокс, битум и другие).

 Яды, обладающие мутагенной активностью, влияют на генетический аппарат зародышевых и соматических клеток организма. Это может вызвать снижение общей сопротивляемости организма, раннее старение, а в некоторых случаях тяжелые заболевания. Воздействие мутагенных веществ может сказаться на потомстве первого, а возможно второго и третьего поколений. Мутационной активностью обладают этиленамин, уретан, органические перекиси, иприт, оксид этилена, формальдегид.

 К веществам, влияющим на репродуктивную функцию, относят бензол и его производные, сероуглерод, свинец, сурьму, марганец, никотин, соединения ртути и другие.

Большинство случаев заболеваний и отравлений связано с поступлением токсических газов, паров и аэрозолей в орга­низм человека главным образом через органы дыхания. Этот путь наиболее опасен, поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол непосред­ственно в кровь и разносятся по всему организму. Развитие общетоксического действия аэрозолей в значительной степени связано с размером частиц пыли, так как пыль с частицами до 5 мкм (так называемая респирабельная фракция) прони­кает в дыхательные пути, частично или полностью растворя­ется в лимфе и, поступая в кровь, вызывает интоксикацию. Мелкодисперсную пыль трудно улавливать; она медленно оседает, витая в воздухе рабочей зоны.

Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт возможно при несоблюдении правил личной гигиены: приеме пищи и курении без предварительного мытья рук. Ядовитые веще­ства могут всасываться уже из полости рта, поступая сразу в кровь. К таким веществам относятся все жирорастворимые соединения, фенолы, цианиды. Кислая среда желудка и сла­бощелочная среда кишечника могут способствовать усиле­нию токсичности некоторых соединений (например, сульфат свинца переходит в более растворимый хлорид свинца, кото­рый легко всасывается). Попадание яда (ртути, меди, цезия, урана) в желудок может быть причиной поражения его сли­зистой.

Вредные вещества могут попадать в организм человека через поврежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высо­ких концентраций токсических паров и газов в воздухе.

Важно отметить комбинированное действие вредных веществ на здоровье человека. На производстве и в быту, т.е. в окружающей среде, редко встречается изолированное действие вредных веществ; обычно работающий на произ­водстве подвергается комплексному воздействию неблагопри­ятных факторов разной природы (физических, химических) или комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще ряду химических веществ. Комбинированное дей­ствие — это одновременное или последовательное дейст­вие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Наряду с комбинированным влиянием ядов возможно их комплексное действие, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, органы дыхания и кожу и т.д.).

В таблице 2 приведена предельная допустимая концентрация (ПДК) для некоторых вредных веществ.

Таблица 2. Предельная допустимая концентрация

для некоторых вредных веществ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | ПДК, мг/м3 | Класс опасности | Агрегатное состояние |
| Озон | 0,1 | 1 | Газ (Г) |
| Аммиак | 20 | 4 | Пар (П) |
| Бензин | 100 | 4 | П |
| Бром | 0,5 | 2 | П |
| Ванадий | 0,1 | 1 | Аэрозоль (А) |
| Дихлорэтан | 10 | 2 | П |
| Кислоты серная | 1 | 2 | А |
| Ртуть | 0,01 | 1 | П |
| Спирт метиловый | 5 | 3 | Г |

Для защиты человека от вредных веществ, поступающих в органы дыхания или на кожные покровы от технических средств или при реализации технологических процессов, при­меняют следующие меры:

* совершенствование источника опасности (герметиза­ция или минимизация выбросов техногенного оборудования и средств техники);
* экобиозащитную технику (вытяжная вентиляция, мест­ные отсосы, газо-, пылеуловители, туманоуловители, системы рассеивания выбросов);
* средства индивидуальной защиты органов дыхания и спецодежду,
* контроль за состоянием воздушной среды в зоне пре­бывания человека;
* лечебно - профилактические мероприятия.

В целях снижения вредного воздействия токсичных веществ можно рекомендовать перевод технологии на при­менение менее токсичных веществ или герметизацию обору­дования на всех стадиях его использования.

Опасность отравлений, как правило, возрастает при прове­дении плановых ремонтных работ и в аварийных ситуациях. В этих случаях необходимо, чтобы рабочее пространство было освобождено от ядовитых веществ путем продувки воздухом, промывания, дегазации. Важным является также ограничение времени пребывания рабочего в опасной зоне, внутри оборудования и емкостей; использование спецодежды, противога­зов и других средств индивидуальной защиты. Весьма важны при этом правильная организация работ и наличие средств экстренной медицинской помощи.

В профилактике отравлений исключительную роль играет эффективная местная вентиляция. Основное гигиеническое требование к ней — улавливание токсических веществ в зоне их образования, а в случае поступления ядов в воздух — раз­бавление путем подачи чистого воздуха и снижения содер­жания ядов до ПДК. С помощью местной вентиляции необходимые условия создаются на отдельных рабочих местах. Например, улавливание вредных веществ непосредственно у источника возникнове­ния, при сварке и пайке, при вентиляции кабин наблюдения и т.д. Местная вытяжная локализующая вентиляция — основ­ной метод борьбы с вредными выделениями заключается в устройстве и организации отсосов от укрытий.

Для индивидуальной защиты работающих от поступления токсических веществ в органы дыхания применяют респираторы и противогазы, в которых нашли применение адсорбенты. Метод адсорбции основан на способности некоторых тонко­дисперсных твердых тел селективно извлекать и концентриро­вать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси. Для этого метода используют адсорбенты. В качестве адсорбен­тов, или поглотителей, применяют вещества, имеющие боль­шую площадь поверхности на единицу массы. Так, удельная поверхность активированных углей достигает 105—106 м2/кг. Их применяют для очистки газов от органических паров, уда­ления неприятных запахов и газообразных примесей, содер­жащихся в незначительных количествах в промышленных выбросах, а также для улавливания из воздуха летучих раство­рителей и целого ряда других газов. В качестве адсорбентов при­меняют также простые и комплексные оксиды, которые обладают большей селективной способностью, чем активированные угли. Конструктивно адсорберы выполняют в виде емкостей заполненных пористым адсорбентом, через который фильт­руется поток очищаемого газа. Адсорберы применяют дляочистки воздуха от паров растворителей, эфира, ацетона, раз­личных углеводородов и т.п.

Одним из эффективных путей профилактики отравлений на производстве является контроль за состоянием воздушной среды в рабочей зоне. Для веществ 1-го класса опасности он должен быть непрерывным, с применением самопишущих автоматических приборов, не только регистрирующих концентрации токсических веществ, но и в случае превышения ПДК включающих звуковые и световые сигнализаторы для принятия необходимых мер.

Периодический контроль веществ 2 - 4 классов опас­ности осуществляется в плановом порядке (гигиеническая оценка условий труда, выявление и устранение причин выделения токсических веществ) и в некоторых экстрен­ных ситуациях, например, при расследовании причин профессиональных отравлений и др.

Работающие с токсическими веществами проходят специ­альный инструктаж до поступления на работу и периодически в последующем. Они должны знать требования по безопасному ведению технологического процесса, быть осведомлены о токсических свойствах соединений, с которыми работают, ранних признаках отравления и мерах первой доврачебной помощи. Весьма важным являются санитарные и лечебно-профилактические мероприятия. В отношении лиц, работающих с ядовитыми веществами, законодательство предусматривает ограничение рабочего дня, увеличение длительности отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию. На ряд производств, где имеется повышенная опасность отравлений или дейст­вия ядов на специфические функции организма, не допус­каются женщины и подростки. Обязательными являются учет и регистрация профессиональных отравлений.

## **Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека**

Трудовая деятельность человека протекает в определенных метеорологических условиях (температура воздуха, скорость его движения, относительная влажность, давление, тепловое излучение от нагретых поверхностей). Если труд протекает в помещении, то эти показатели принято называть микроклиматом производственного помещения.

Все жизненные процессы в организме человека сопровождаются образованием теплоты, количество которой меняется от 4 – 6 кДж/мин (состояние покоя) до 33 – 42 кДж/мин (очень тяжелая физическая работа). Параметры микроклимата могут изменяться в очень широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является сохранение постоянства температуры тела.

36,3 – 37 ºС – нормальная температура у 90 людей, выше 42 ºС – критическая температура, потеря сознания, выше 43 – 44 ºС – смертельная температура. Ниже 34 ºС – замедление процессов в мозге, ниже 30 ºС – критическая температура, потеря сознания, ниже 24 – 27 ºС – смертельная температура, фибрилляция сердца, прекращения кровообращения.

 Комфортная температура воздуха (без ветра) при спокойной работе (почти без физической нагрузки) составляет (20±3) ºС. Это так называемая зона безразличия. Отдача теплоты организмом человека во внешнюю среду происходит тремя основными способами: конвекцией, излучением и испарением. При температуре около 20 °С теплоотдача конвекцией происходит 25-30 %, излучением – 45 %, испарением – 20-25 %. При повышении температуры возрастает отдача за счет испарения. При t> 36 °C отдача теплоты происходит полностью за счет испарения. При температуре воздуха > 30 °С, значительном излучении от нагретых поверхностей и физических нагрузках терморегуляция может быть нарушена. Потеря воды в виде пота может достигать 5 – 10 л в смену. Причем слишком обильное потовыделение не способствует отдаче теплоты, а наоборот препятствует этому. При перегреве наблюдается нарастающая слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия, тошнота, рвота, повышение температуры тела. Дыхание и пульс учащаются, артериальное давление вначале возрастает, затем падает. В тяжелых случаях наступает тепловой удар, а на солнце – солнечный удар.

 В теплом воздухе t~30 °С с влажностью 80-90% работоспособность снижается на 62%, на 30-50% снижается мышечная сила рук, уменьшается выносливость к статическому усилению.

 Охлаждение: Местное и общее охлаждение организма является причиной многих заболеваний: миозитов, невритов, радикулитов и т.д., а также простудных заболеваний. Любая степень охлаждения характеризуется снижением сердечной деятельности и развитием процессов торможения в коре головного мозга. В особо тяжелых случаях обморожение и даже смерть. Очень велика опасность переохлаждения человека в воде, особенно опасно переохлаждения мозжечка. Эта опасность чаще всего возникает при пребывании человека в воде.

Таблица 3. Человек в воде

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| t воды, °С | Допустимое время пребывания, мин | Наступает потеря сознания | Время высокой вероятности смерти |
| 10 | 1-2 | 15-20 мин | 15-90 мин |
| 10-12 | 10 | 30-60 мин | 60-120 мин |
| 13-15 | 20 | 2-4 часа | 6-8 часов |
| 16-18 | 30 | 2-4 часа | 6-8 часов |
| 19-21 | 40 | 3-7 часов | Безопасно для жизни |
| 26 | --- | 12 часов | Безопасно для жизни |

Существующие средства защиты от низких температур могут быть условно разделены на пассивные и активные. К пассивным средствам следует отнести все виды теплой одежды. Пассивные средства защиты уменьшают потери теп­лоты излучением, теплопередачей, конвекцией, с помощью рационального применения «инертного воздуха» между тка­нями материалов со значительной теплоизоляционной спо­собностью. Активные средства теплозащиты связаны с затратами внешней теплоты, необходимой для обеспечения оптималь­ных условий микроклимата на поверхности тела человека. К этим средствам относятся специальные помещения, электрообогревающие устройства, термофизические и термохимические грелки, устройства с нагретой циркулирующей жидкостью или воздухом. Большую эффективность защиты от неблагоприятных климатических условий обеспечивают помещения различ­ного назначения. Подбор соответствующих ограждающих конструкций помещений, а также использование систем ото­пления и воздушных завес позволяют поддерживать в них оптимальные значения температуры воздуха даже в самых суровых климатических условиях.

## **Производственное освещение**

Видимая часть оптических излучений имеет длину волны 380 – 760 нм. Освещенность характеризует поверхностную плотность светового потока, она не зависит от свойств освещаемой поверхности. Яркость – величина, равная отношению силы света, излучаемого элементом поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности.

 Типы освещения: естественное, искусственное и совмещенное. Естественный свет лучше по своему спектральному составу, чем искусственный свет, создаваемый любыми источниками света. Естественное освещение должно предусматриваться, как правила, в помещениях с постоянным пребыванием людей. Естественной освещение какой – либо точки помещения характеризуется коэффициентом естественной освещенности:

КЕО = Ев / Ен \*100 %, где Ев – освещенность заданной плоскости в некоторой точке внутри помещения, Ен – горизонтальная освещенность, создаваемая светом полностью открытого небосвода. Единица освещенности 1 люкс.

 Естественное освещение разделяется на боко­вое (световые проемы в стенах), верхнее (прозрачные перекрытия и световые фонари на крыше) и комбиниро­ванное (наличие световых проемов в стенах и перекрытиях одновременно). Величина освещенности *Е* в помещении зависит от времени года, времени дня, наличия облачности, а также доли светового потока от небосвода, которая прони­кает в помещение, т.е. от КЕО. Эта доля зависит от размера световых проемов (окон, световых фонарей), светопроницаемости стекол (сильно зависит от загрязненности стекол), наличия напротив световых проемов зданий, растительно­сти, коэффициентов отражения стен и потолка помеще­ния (в помещениях с более светлой окраской естественная освещенность лучше) и т.д. При одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов. При двустороннем освещении нормируется КЕО в центре помещения.

При недостатке освещенности от естественного света используют искусственное освещение, создаваемое элек­трическими источниками света. По своему конструктивному исполнению искусственное освещение может быть общим, общим локализованным и комбинированным.

При общем освещении все места в помещении получают свет от общей осветительной установки. В этой системе источ­ники света распределены равномерно без учета расположе­ния рабочих мест. Средний уровень освещения должен быть равен уровню освещения, требуемого для выполнения пред­стоящей работы. Эти системы используются главным образом на участках, где рабочие места не являются постоянными.

Такая система должна соответствовать трем фундаменталь­ным требованиям. Прежде всего, она должна быть оснащена антибликовыми приспособлениями (сетками, диффузорами, рефлекторами и т.д.). Второе требование заключается в том, что часть света должна быть направлена на потолок и на верх­нюю часть стен. Третье требование состоит в том, что источ­ники света должны быть установлены как можно выше, чтобы свести ослепление до минимума и сделать освещение как можно более равномерным.

Общая локализованная система освещения предназначена для увеличения освещения посредством размещения ламп ближе к рабочим поверхностям. Светильники при таком освещении часто дают блики, и их рефлекторы должны быть расположены таким образом, чтобы они убирали источник света из прямого поля зрения рабочего. Например, они могут быть направлены вверх.

Комбинированное освещение наряду с общим включает местное освещение

(местный светильник, например настольная лампа), сосредоточивающее световой поток непосредственно на рабочем месте. Использование местного освещения совместно с общим рекомендуется применять при высоких требованиях к освещенности. Применение одного местного освещения недопустимо, так как возникает необходимость частой переадаптации зрения, создаются глубокие и резкие тени и другие неблагоприятные факторы. Поэтому доля общего освещения в комбинированном должна быть не менее 10 %.

Кроме естественного и искусственного освещения может применяться их сочетание, когда освещенности за счет есте­ственного света недостаточно для выполнения той или иной работы. Такое освещение называется совмещенным. Для выполнения работы наивысшей, очень высокой и высокой точности в основном применяют совмещенное освещение, так как естественной освещенности, как правило, недостаточно.

 Виды искусственного освещения: рабочее, дежурное, аварийное и специальное (эвакуационное, охранное, сигнальное и др.) Рабочее освещение предназначено для выполнения производственного процесса, дежурное применяется вне рабочего времени. Аварийное освещение — для продолжения работы при ава­рийном отключении рабочего освещения. Для аварийного освещения используются лампы накалывания, для которых применяется автономное питание электроэнергией. Светиль­ники функционируют все время или автоматически включа­ются при аварийном отключении рабочего освещения (5 % от рабочего, но не менее 2 лк внутри здания и не менее 1 лк на территории предприятия). Эвакуационное освещение — для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения (0,5 лк в помещениях и на лестницах, 0,2 лк на уровне земли). Сигнальное освещение — для фиксации границ опасных зон; оно указывает наличие опасности, либо на безопасный путь. Охранное освещение — для указания границ охраняемых территорий.

Основным способом защиты от недостаточного освеще­ния является соблюдение норм освещенности, установлен­ных по СНиП 23-05-95 (строительные нормы и правила).

 Минимальное допустимое значение КЕО определя­ется разрядом работы: чем выше разряд, тем больше мини­мально допустимое значение КЕО. Например, для работы I разряда (наивысшей точности) при боковом естественном освещении минимально допустимое значение КЕО равно 2%, при верхнем — 6%, а для работы III разряда (высокой точно­сти) соответственно — 1,2 и 3%.

 Важной характеристикой, от которой зависит нормативная освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения – минимальный размер наблюдаемого объекта (предмета), отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы. Например, при написании или чтении текста необходимо различать толщину линии буквы, поэтому толщина линии и будет размером объекта раз­личения при написании или чтении текста. Размер объекта различения определяет характеристику работы и ее разряд. Размер объекта менее 0,15 мм соответствует работе наивыс­шей точности (I разряд), при размере 0,15—0,3 мм — работе очень высокой точности (II разряд); от 0,3 до 0,5 мм — работе высокой точности (III разряд); при размере более 5 мм — гру­бой работе.

Приведем некоторые нормы освещенности: конструкторское бюро – 500 лк, читальный зал – 300 лк, аудитории – 300 лк, жилые комнаты – 150 лк, спортивные залы – 200 лк, зрительные залы кинотеатров – 75 лк. Нормируются также освещенности улиц, дорог и площадей в городах и поселках: площади главные – 15 лк, скоростные дороги – 20 лк, улицы местного значения – 4 - 6 лк.

Для искусственного освещения применяют электрические лампы двух видов: лампы накаливания и газоразрядные лампы. Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение (свет) в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах видимое излучение возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, которыми заполняется колба лампы. Газозарядные лампы называют люминесцентными, так как изнутри колбы покрыты люминофором, который под действием ультрафиолетового излучения от электрического разряда, светится, преобразуя тем самым невидимое ультрафиолетовое излучение в свет.

Лампы накаливания наиболее широко распространены в быту из-за своей простоты, надежности и удобства эксплуатации. Находят они применение и на производстве, организациях и учреждениях, но в значительно меньшей степени. Это связано с их существенным недостатками: низкой светоотдачей – от 7 до 20 лм/Вт (светоотдача лампы – это отношение светового потока лампы к ее электрической мощности), небольшим сроком службы – до 2500 ч, преобладанием в спектре желтых и красных лучей, сильно отличает спектральный состав света от солнечного света.

Газозарядные лампы получили наибольшее распространение на производстве, в организациях и учреждениях прежде всего из-за значительно большей светоотдачи (40-110 лм/Вт) и срока службы (8000-12000 ч). Газоразрядные лампы в основном применяются для освещения улиц, иллюминации, световой рекламы. Подбирая сочетание инертных газов, паров металла, заполняющих колбы ламп, и люминофора, можно получить свет практически любого спектрального диапазона: красный, зеленый, желтый и т.д. Для освещения в помещениях наибольшее распространение получили люминесцентные лампы дневного света, колба которого заполнена парами ртути. Свет, излучаемый такими лампами, близок по своему спектру к солнечному свету.

Однако газозарядные лампы наряду с преимуществом перед лампами накаливания обладают и существенными недостатками. Прежде всего пульсация светового потока, которая искажает зрительное восприятие и отрицательно воздействует на зрение. Ограничение пульсаций до безвредных значений достигается равномерным чередованием питания ламп от различных фаз трехфазной сети, специальными схемами подключения. Это усложняет систему освещения, поэтому люминесцентные лампы не нашли широкого применения в быту. К недостаткам газозарядных ламп относятся также следующие их особенности: длительность разгорания, зави­симость работоспособности от температуры окружающей среды, создание радиопомех. Существует опасность от разбития газоразрядной лампы, внутри одной такой лампы содержится 3-5 мг ртути. В состав ртути входят такие соединения, как цианид ртути, каломель, сулема – они могут нанести сильный вред нервной системе человека, почкам, печени, желудочно-кишечному тракту, а также дыхательным путям. Лампы такого типа кроме ртути содержат инертный газ аргон, а их внутренние стенки покрыты люминофором.

## **Защита от вибраций**

Вибрация – это малые механические колебания, возникающие в упругих телах. В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки или ноги. Общую вибрацию рассматривают в частотном диапазоне со среднегеометрическими частотами 1 – 63 Гц, а локальную – 8 – 1000 Гц. Вибрация оказывает на организм человека разноплановое действие. Оно зависит от спектра частот направления, места приложения и продолжительности воздействия вибрации, а также от индивидуальных особенностей человека. Например, вибрация с частотами ниже 1 Гц вызывает укачивание (морскую болезнь), а слабая гармоническая вибрация с частотой 1—2 Гц вызывает сонливое состояние.

Воздействие вибрации на человека имеет такие негативные последствия, что это послужило основанием для выделения вибрационной болезни в качестве самостоятельного и проявляются в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, поражении мышечных тканей и суставов, нарушение функций опорно-двигательного аппарата. Сроки появления симптомов вибрационной болезни зависят от уровня и времени воздействия вибрации в течении рабочего дня. Так, у формовщиков, бурильщиков, рихтовщиков заболевание начинает развиваться через 8-12 лет работы. С проблемой вибрации сталкиваются и в быту, когда, например, жилой дом располагается у железной дороги, авто­страды или когда в подвальных помещениях размещается какое-либо технологическое оборудование.

Состояние вибрационной безопасности достигается при­менением в технических устройствах комплекса защитных мер, направленных на достижение допустимых вибрационных воздействий на человека и различные промыш­ленные и жилые сооружения.

Нормативные требования по защите от вибраций установлены ГОСТ 12.1.012—90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и СН 2.2.4/2.1.8.566—96 «Производственная вибрация в поме­щениях жилых и общественных зданий».

Эти документы уста­навливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, а также режимы труда лиц виброопасных профессий, подвер­гающихся воздействию общей и локальной вибрации, требо­вания к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Для определения путей снижения вибраций в механической системе можно использовать связь между амплитудой воз­мущающей силы Fm и амплитудой виброскорости колебания системы *V* в виде: $V=^{F\_{m}}/\_{\sqrt{μ^{2}+(mω-^{c}/\_{ω})^{2}}}$, где μ – коэффициент сопротивления, *m* – масса системы, ω – частота вибрации, *с* – коэффициент жесткости системы.

Анализ этого соотношения позволяет определить следую­щие способы снижения виброскорости (виброзащиты):

1. Снижение виброактивности источника вибрации (умень­шение силы Fm): поскольку причиной вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воз­действия, то общим подходом к снижению виброактивности является уменьшение энергии возмущающих сил за счет умень­шения частоты вращения и уменьшения вращающихся масс, а также перераспределение этой энергии во времени. К эффективным средствам снижения виброактивности источника относятся следующие способы защиты от вибрации: балансировка вращающихся частей машин; уменьшение зазоров в соединениях; повышение точности изготовления деталей; замена металлических деталей механизмов на пла­стмассовые с высокими демпфирующими свойствами.

2. Отстройка системы от резонансных частот: для изменения собственной частоты механической системы можно изменять массу системы или ее жесткость.

3. Вибропоглощение (вибродемпфирование): это метод виброзащиты, при котором снижение вибрации происходит за счет рассеяния энергии механических колебаний в резуль­тате необратимого преобразования ее в тепловую при деформациях, возникающих в материале, из которого изготовлена конструкция, и в местах соединения ее элементов. Для количественной оценки вибропоглощения обычно используют коэффициент потерь. Для конструкционных материалов (сталь, дюраль) коэф­фициент потерь имеет порядок 10-4. Для реальных конструк­ций, выполненных из этих материалов, коэффициент потерь резко возрастает и составляет 10-2 – 10-3, что объясняется дополнительными потерями в узлах соединений отдельных элементов.

Используется несколько методов демпфирования конструкций:

* изготовление элементов конструкций из материалов, обладающих большим коэффициентом потерь. К таким материалам можно отнести чугун, сплавы меди и марганца, некоторые виды пластмасс. Так сплавы меди имеют коэффициент потерь равный 0,2, а текстолит – 0,4;
* нанесение на элементы конструкций вибродемпфирующих покрытий (ВДП);
* использование вибродемпфирующих засыпок из сухого песка, чугунной дроби, а также жидкостных прослоек;

4. Виброизоляция: это метод виброзащиты, заключающийся в ослаблении связи между источником вибрации и объек­том защиты путем размещения между ними виброизолирующего устройства (виброизолятора). Виброизоляция машин и оборудования в зданиях и сооружениях проектируется с целью снижения колебаний последних до уровней, кото­рые не опасны для их несущей способности или допустимы с гигиенической точки зрения. При виброизоляции используются опорный и подвесной варианты опоры механизма через виброизоляторы на основание. В качестве основания могут служить пластины, плиты, балки и более сложные конструкции. Конструктивно виброизоляция выполняется либо в виде отдельных опор, либо в виде слоя упругого материала, укла­дываемого между машиной и основанием.

5. Динамическое виброгашение, при котором к защищае­мому объекту присоединяется дополнительная механическая система, изменяющая характер его колебаний.

  Для защиты от вибраций человека-оператора могут применяться раз­нообразные средства. Классификация этих средств приве­дена на рис. 1.



Рис. 1

Средства коллективной защиты располагаются между источником вибрации и оператором, а средства индивидуаль­ной защиты используются непосредственно оператором.

Виброзащитные подставки - наиболее приемлемые сред­ства защиты от общей вибрации при работе стоя. Виброзащитные сидения применяют, если оператор выпол­няет работу сидя. Виброзащитные кабины используют обычно в тех слу­чаях, когда на оператора воздействует не только вибрация, но другие негативные факторы: шум, излучения, химические вещества и т.д. Виброзащитные рукоятки предназначаются для защиты от локальной вибрации рук оператора. В качестве средств индивидуальной защиты от вибрации используются следующие способы: для рук — виброизолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши, для ног – виброизолирующая обувь.

## **Защита от акустического шума**

Беспорядочные звуковые колебания в атмосфере — это акустический шум. Понятие акустического шума связано со звуковыми волнами (звуками), под которыми понимают распространяющиеся в окружающей среде и воспринимае­мые ухом человека упругие колебания в частотном диапа­зоне от 20 Гц до 20 кГц. Шум оказывает влияние на весь организм человека. Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для чело­века и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздей­ствие шума с уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха — профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабан­ных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

При распространении звуковой волны происходит пере­нос энергии, который характеризуется интенсивностью звука *I (Вт/м2)*. Интенсивность связана со звуковым давлением соотношением: *I=p2/ρc*. Величины звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут меняться в широких пределах: по давлению до 108 раз, по интенсивности до 1016 раз. Оперировать такими цифрами неудобно. Однако наиболее важным является то обстоятель­ство, что ощущения человека, возникающие при различного рода раздражениях, в частности при шуме, пропорциональны логарифму количества энергии раздражителя. Поэтому были введены логарифмические величины — уровни звукового давления и интенсивности.

Уровень интенсивности звука (дБ) определяют по формуле *LI=10 lg(I/I0),* где *I0*— пороговая интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 Гц (*I0= 10-12 Вт/м2*). Уровень звукового давления (дБ) *Lp=10 lg(p2/p02)*, где *p0 –* пороговое звуковое давление (*p0=2\*10-5 Па*).

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

Шумы принято классифицировать по их спектральным и временным характеристикам. В зависимости от характера спектра шумы бывают тональными, в спектре которых име­ются слышимые дискретные тона, и широкополосными — с непрерывным спектром шириной более одной октавы. По временным характеристикам шумы подразделяют на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ, и непосто­янные, для которых это изменение более 5 дБ. В свою оче­редь непостоянные шумы делят на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсивные.

В таблице 4 показаны звуковое давление и его уровни, соз­даваемые характерными источниками шума.

Таблица 4. Показатели звукового поля некоторых источников шума

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Звуковое давление, Па | Уровень звукового давления, дБ | Источник шума, расстояние до него |
| 2000 | 160 | Старт баллистической ракеты, 100 м |
| 200 | 140 | Взлет реактивного самолета, 15 м |
| 20 | 120 | В штамповочном цехе |
| 2 | 100 | Отбойный молоток, 1 м |
| 0,2 | 80 | Автомобиль, 7 м |
| 0,02 | 60 | Обычная речь, 1 м |
| 0,002 | 40 | В читальном зале |
| 0,0002 | 20 | Шепот, 1 м |

Проведение акустических расчетов необходимо для оценки ожидаемых уровней шума на рабочих местах или в районе жилой застройки. Это позволяет еще на стадии проектиро­вания разработать такие мероприятия, чтобы этот шум не превышал допустимые уровни. Можно выделить следующие важные задачи акустического расчета:

* определение шума в расчетной точке по заданным характеристикам источника шума;
* расчет необходимого снижения шума.

В домах к шуму, проникающему снаружи, добавляется еще и структурный шум, распространяющийся по стенам и кон­струкциям. Он появляется при работе лифта, насосов, при проведении ремонтов и т.п. При работе источника шума в помещении звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка и различ­ных предметов. Отражения могут увеличить шум в помещениях на 10- 15 дБ по сравнению с шумом того же источника на открытом воздухе, в результате чего машина в помещении шумит больше, чем на открытом воздухе.

Защита от шума достигается применением комплекса защитных мер, направ­ленных на соблюдение в жизненном пространстве допусти­мых акустических воздействий на человека. Нормируемые параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-83 с дополнениями 1989 г. и санитарными нормами.

Методы и средства зашиты от шума подразделяются на коллективные и индивидуальные. Предпочтение следует отдавать первых из них. К методам и средствам коллектив­ной защиты от шума относятся снижение шума в источнике, звукоизоляция, звукопоглощение и глушители шума. Выбор методов и средств защиты должен проводиться на основе акустических расчетов, определяющих требуемое снижение шума в расчетной точке, с учетом ее расположения относительно источника шума и ряда других факторов.

Снижение шума в источнике: этот метод является наибо­лее рациональным, снижение шума проводится двумя путями: уменьшением энергии возмущающих воздействий в источ­нике и ослаблением его звукоизлучающей способности. В пер­вом случае речь идет об изменении рабочих характеристик машины, делая их более плавными, уменьшении частоты вра­щения и скорости перемещения подвижных узлов, уменьше­нии зазоров, повышении точности изготовления деталей и т.д. Во втором случае подразумевается использование специаль­ных звукопоглощающих покрытий или глушителей, ослаб­ляющих излучение источника шума.

Звукоизоляция и звукопоглощение. Эти методы в основ­ном реализуют для защиты от воздушного шума в помеще­ниях. Типичные способы защиты от шума в помещениях: применение средств индивидуальной защиты, звукопоглощающих ограждений, экранов, звукопоглощающих облицовок и перегородок. Интенсивность шума в помещениях зави­сит не только от прямого, но и от отраженного звука. Поэтому если нет возможности уменьшить прямой звук, то для сниже­ния шума нужно уменьшить энергию отраженных волн. Этого можно достичь, увеличив эквивалентную площадь звукопо­глощения помещения путем размещения на его внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также уста­новки в помещении штучных звукопоглотителей. Это меро­приятие называется акустической обработкой помещения.

  В настоящее время применяют такие звукопоглощающие материалы, как ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минеральная вата, древесноволокнистые и минераловатные плиты. Звукопоглощающие свойства пористого материала зависят от толщины слоя, частоты звука, наличия воздушного промежутка между слоем и отражающей стенкой, на которой он установлен.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): Когда невозможно уменьшить шум до допустимых величин средствами кол­лективной защиты, используют средства индивидуальной защиты. Основное их назначение — защитить ухо человека от проникновения в него звука. К СИЗ относятся вкладыши, наушники, шлемы и костюмы.

Вкладыши: это вставленные в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, и жесткие вкладыши (эбонитовые, резиновые) в форме конуса. Вкладыши — это самые дешевые и компактные средства защиты от шума, но не достаточно эффективные (снижение шума на 5—20 дБ).

Наушники: плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной. Эффективность наушников определяются качеством уплотнений по краю уплотнительного ободка наушников. Широко используемые пенные наполнители не очень эффективны. Поэтому при высоких уровнях шума рекомендуется использовать жидко­стное наполнение уплотнителей.

Шлемы: при воздействии шумов с высокими уров­нями (более 120 дБ) вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты, так как шум действует непосредственно на мозг человека. В этих случаях применяют шлемы и проти­вошумные костюмы, закрывающие голову и тело человека.

Рассмотренные пассивные СИЗ обладают высокой эффек­тивностью только на высоких частотах. Для эффективного снижения шума в низкочастотном диапазоне целесообразно использовать активные СИЗ. Шум от источника попадает в наушники, где регистрируется микрофоном. Сигнал с микро­фона обрабатывается микропроцессором, управляющим рабо­той миниатюрного динамика, вмонтированного в наушники. При этом динамик излучает звук, находящийся в противофазе с шумом основного источника. В результате интерфе­ренции происходит гашение шума от внешнего источника шума внутри наушников.

## **Инфразвук**

Эта область включает в себя колебания, не превышаю­щие по частоте 20 Гц — нижней границы слухового восприятия человека. Инфразвуковые колебания возникают в разнообразных условиях и могут быть обусловлены как природными явле­ниями, например, обдуванием ветром зданий, металлических конструкций, так и работой различных машин и механизмов. Высокие уровни инфразвука возникают вблизи работающих сталеплавильных печей, внутри салонов автомобилей, движущихся со скоростями порядка 100 км/ч.

Существует множество природных источников инфра­звука: извержение вулканов, смерчи, штормы. Известно, что перед землетрясением люди, и особенно животные, испы­тывают чувство беспокойства. Штормы также оказывают на людей негативное воздействие. Инфразвук даже небольшой мощности действует болез­ненно на уши, заставляет колебаться внутренние органы, поэтому человеку кажется, что внутри у него все вибрирует. Именно инфразвуки, по всей видимости, являются причи­ной тяжелой и непроходящей усталости жителей городов и работников шумных предприятий. Воздействие инфра­звука может приводить к ощущению головокружения, вяло­сти, потери равновесия, тошноты. Было установлено, что летчики и космонавты, подвергнутые воздействию инфра­звука, решали простые арифметические задачи медленнее, чем обычно.

Некоторые ученые предполагают, что инфразвук оказывает сильное влияние на психику людей.

Медики обратили внимание на опасный резонанс брюшной полости, который имеет место при колебаниях с частотой 4 - 8 Гц.
Легкие и сердце являются объемными резонирующими системами. Они склонны к интенсивным колебаниям при совпадении частот их резонансов с частотой инфразвука. Мощный упругий инфразвук способен повредить и даже полностью остановить сердце.

В других опытах было установлено, что и мозг может резонировать на определенных частотах (по данным профессора Гавро дельта-ритм мозга (состояние сна) составляет 0,5-3,5 Гц, альфа-ритм мозга (состояние покоя) 8-13 Гц, бета-ритм мозга (умственная работа) 14-35 Гц. Высказано предположение о том, что случайная стимуляция биоволн инфразвуком соответствующей частоты может повлиять на физиологическое состояние мозга. Значительные психотронные эффекты сильнее всего выказываются на частоте 7 Гц, созвучной альфа - ритму природных колебаний мозга, причем любая умственная работа в этом случае делается невозможной.

Можно выделить две наиболее опасные зоны влияния инфразвука, определяемые его уровнем и временем воздей­ствия. Первая зона — смертельное воздействие инфразвука при уровнях, превышающих 185 дБ, и экспозиции свыше 10 мин. Вторая зона — действие инфразвука с уровнями от 185 до 145 дБ — вызывает эффекты, явно опасные для человека. Действие инфразвука с уровнями ниже 120 дБ, как правило, не приводит к каким-либо значительным последствиям.

К основным мероприятиям по защите от инфразвука можно отнести: повышение быстро­ходности машин, что обеспечивает перевод максимума излуче­ния энергии в область слышимых частот; повышение жесткости конструкций больших размеров; устранение низкочастотных вибраций; установка глушителей реактивного типа. Отметим, что традиционные методы защиты от шума с помо­щью звукоизоляции и звукопоглощения малоэффективны при инфразвуке. Требуются очень толстые и массивные звукоизо­лирующие перегородки или звукопоглощающие покрытия. Поэтому основным подходом к снижению инфразвука явля­ется его уменьшение в источнике.

## **Ультразвук**

Он находит широкое применение в медицине, металлооб­рабатывающей промышленности, машиностроении и метал­лургии. По частотному спектру ультразвук разделяется на низко- и высокочастотный, а по способу распространения — на воз­душный и контактный.

Низкочастотные ультразвуковые колебания хорошо рас­пространяются в воздухе. Биологический эффект влияния их на организм зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела, подвергаемой действию ультразвука. Длительное систематическое влия­ние ультразвука, распространяющегося в воздухе, вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализа­торов. У работающих на ультразвуковых установках отмечают выраженную сосудистую гипотонию, снижение активности сердца и мозга. Изменения ЦНС в начальной фазе проявляются нарушением рефлекторных функций мозга (чувство страха в темноте в ограниченном пространстве, резкие при­ступы с учащением пульса, чрезмерная потливость, спазмы в желудке, кишечнике, желчном пузыре). Наиболее харак­терны жалобы на следующие признаки недомогания: сильную утомляемость, головные боли и чувство давления в голове; затруднения при концентрации внимания, торможение мыс­лительного процесса; бессонницу.

Контактное воздействие высокочастотного ультразвука на руки приводит к нарушению капиллярного кровообра­щения в кистях рук, снижению болевой чувствительно­сти. Установлено, что ультразвуковые колебания могут вызвать изменения костной структуры с разрежением плот­ности костной ткани. При контактной передаче ультразвука на руки зарегистрированы профессиональные заболева­ния.

Как очень высокочастотным коле­баниям, ультразвуку соответствует большой коэффициент затухания, из-за чего он распространяется в окружающей среде на небольшие расстояния, а средства защиты от него очень эффективны.

Защита от действия ультразвука через воздух может быть обеспечена: использованием в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше; изготовлением оборудования, излучающего ультразвук, в звукоизолирующем исполнении (кожуха); уст­ройством экранов, в том числе прозрачных. Стационарные ультразвуковые источники, генерирующие уровни звукового давления, превышающие нормативные значения, должны оборудоваться звукопоглощающими кожухами (экранами) и размещаться в отдельных помещениях или звукоизоли­рующих кабинах.

Запрещается непосредственный контакт человека с рабо­чей поверхностью источника ультразвука и контактной сре­дой во время возбуждения в ней ультразвуковых колебаний. В целях исключения контакта с источниками ультразвука необ­ходимо применять: дистанционное управление источниками ультразвука; автоблокировку (автоматическое отключение источников ультразвука) при выполнении вспомогательных операций; приспособления для удержания источника ультразвука или предметов, которые могут служить в качестве твердой кон­тактной среды.

Для защиты рук от неблагоприятного воздействия кон­тактного ультразвука необходимо применять рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобу­мажные). При систематической работе с источниками контактного ультразвука в течение более 50% рабочего времени необхо­димо устраивать два регламентированных перерыва для проведения физиопрофилактических процедур (тепловых гидропроцедур, массажа, ультрафиолетового облучения), а также лечебной гимнастики, витаминизации и т.п. При использовании ультразвуковых источников, как правило, низкочастотных, в бытовых условиях (стиральные машины, охранная сигнализация, приспособления для отпуги­вания животных, насекомых и грызунов, устройства для резки и сварки различных материалов и др.) следует четко выпол­нять требования по их применению и безопасной эксплуата­ции, изложенные в прилагаемой к изделию инструкции.

## **Электромагнитные поля и излучения. Защита от ЭМП**

Электромагнитное воздействие характерно для заряженных частиц.  Переносчиком энергии между такими час­тицами являются фотоны электромагнитного поля или излучения. Длина электромагнитной волны λ (м) в воздухе связана с ее частотой *f* (Гц) соотношением λ*f =* *с*, где *с* — ско­рость света (м/с). Электромагнитные поля и излучения разделяют на неионизирующие, в том числе лазерное излучение, и ионизирую­щие. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения имеют спектр колебаний с частотой до 1021 Гц.

Неионизирующие электромагнитные поля естественного происхождения являются постоянно действующим факто­ром. К ним относятся атмосферное электричество, радио­излучения Солнца и галактик, электрические и магнитные поля Земли. В условиях техносферы действуют также техногенные источники электрических и магнитных полей и излучений. Основными источниками электромагнитных полей радиочастот являются радиотехнические объекты, телевизионные и радиолакационные станции, термические цехи и участки (в зонах, примыкающих к предприятиям). Электромагнитные поля промышленной частоты чаще всего связаны с высоковольтными линиями электропередач, источниками магнитных полей, применяемыми на промышленных предприятиях. Зоны с повышенными уровнями ЭМП, источниками которых могут быть РТО и РЛС, имеют размеры до 100-150 м. При этом внутри зданий, расположенных в этих зонах, плот­ность потока энергии, превышает допустимые значения.

Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интен­сивности обнаруживаются даже в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон. В быту источниками ЭМП и излучений являются теле­визоры, дисплеи, печи СВЧ и другие устройства. Электро­статические поля в условиях пониженной влажности (менее 70%) создают паласы, накидки, занавески и т.д. Микровол­новые печи в промышленном исполнении не представляют опасности, однако неисправность их защитных экранов может существенно повысить утечки электромагнитного излучения. Экраны телевизовор и дисплеев как источники электромагнитного излучения в быту не опасны даже при длительном воздействии на человека, если расстояние от экрана превы­шают 30 см.

Электростатическое поле (ЭСП) полностью характеризуется напряженностью электрического поля *E (В/м).* Постоянное магнитное поле (МП) характеризуется напряжен­ностью магнитного поля *Н (А/м)*. Электромагнитное поле характеризуется непрерывным распределением в пространстве, способностью распростра­няться со скоростью света, воздействовать на заряженные частицы и токи. Оно является совокупностью двух взаимо­связанных переменных полей — электрического и магнитного, которые характеризуются соответствующими векторами напряженности *Е (В/м)* и *Н (А/м)*.

В зависимости от взаимного расположения источника электромагнитного излучения и места пребывания человека необходимо различать ближнюю зону (зону индукции), про­межуточную зону и дальнюю зону (волновую зону) или зону излучения (рис. 2). При излучении от источников ближняя зона простирается на расстояние *λ/2 π*, т.е. приблизительно на 1/6 длины волны. Дальняя зона начинается с расстояний *λ\*2 π*, т.е. с расстояний, равных приблизительно шести длинам волн. Между этими двумя зонами располагается промежуточная зона.



Рис. 2

В зоне индукции, в которой еще не сформировалась бегу­щая электромагнитная волна, электрическое и магнитное поля следует считать независимыми друг от друга, поэтому эту зону можно характеризовать электрической и магнитной состав­ляющими электромагнитного поля. Соотношение между ними в этой зоне может быть самым различным. Для промежуточ­ной зоны характерно наличие как поля индукции, так и рас­пространяющейся электромагнитной волны. Для волновой зоны (зоны излучения) характерно наличие сформированного ЭМП, распространяющегося в виде бегущей электромагнит­ной волны.

Воздействие ЭМП на человека зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, наличия сопутствующих факторов, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. Установлено также, что относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных. Опасность воздействия усугубляется тем, что оно не обнаруживается орга­нами чувств человека.

Воздействие ЭСП на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на электрический ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, паде­нии с высоты и т.д. Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю центральная нервная система, сердечно-сосудистая система. Люди, работающие в зоне воздейст­вия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др.

Воздействие МП может быть постоянным от искусствен­ных магнитных материалов и импульсными. Действие маг­нитных полей может быть непрерывным и прерывистым. Степень воздействия МП на работающих зависит от макси­мальной напряженности его в пространстве магнитного уст­ройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения по отноше­нию к МП и режима труда. При действии переменного магнит­ного поля наблюдаются характерные зрительные ощущения, которые исчезают в момент прекращения воздействия. При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, наблюдаются нарушения функций ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхатель­ной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. Длительное действие приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височ­ной и затылочной областях, вялость, расстройство сна, сниже­ние памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца.

При постоянном воздействии ЭМП промышленной час­тоты наблюдаются нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих в зоне ЭМП промышленной частоты могут происходить функциональные наруше­ния ЦНС и сердечно-сосудистой системы, а также изменения в составе крови. При воздействие ЭМП радиочастотного диапазона атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризу­ются. Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей человека как за счет перемен­ной поляризации диэлектрика (сухожилия, хрящи и т.д.), так и за счет появления токов проводимости. Тепловой эффект является следствием поглощения энергии электромагнит­ного поля. Чем больше напряженность поля и время его воз­действия, тем сильнее проявляются указанные эффекты. Избыточная теплота отводится до известного предела путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции. Однако, начиная с величины, называемой тепловым порогом, организм не справляется с отводом образующейся теплоты, и температура тела повышается, что приносит вред здоровью. Наиболее интенсивно электромагнитные поля воздей­ствуют на органы с большим содержанием воды.

Перегрев особенно вреден для тканей со слаборазви­той сосудистой системой или с недостаточным кровообра­щением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), которое обнаруживается не сразу, а через несколько дней или недель после облучения.

При длительном действии ЭМП различных диапазонов длин волн умеренной интенсивности (выше ПДУ) харак­терным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС с нерезко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов и изменениями состава крови. В связи с этим могут появиться головные боли, повыситься или понизиться давление, снизиться частота пульса, измениться проводимость в сердечной мышце, произойти нервно-пси­хические расстройства, быстро развиться утомление. Воз­можны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного аппаратов. На ранней стадии изменения носят обрати­мый характер, при продолжающемся воздействии ЭМП про­исходит стойкое снижение работоспособности. В пределах радиоволнового диапазона доказана наибольшая биологи­ческая активность микроволнового (СВЧ) поля. Острые нарушения при воздействии ЭМИ (аварийные ситуации) сопровождаются сердечно-сосудистыми расстройствами с обмороками, резким учащением пульса и снижением арте­риального давления.

Защита от постоянных и переменных электромагнитных полей достигается применением комплекса защитных мер, направленных на достижение их допустимого воздействия на человека. Нормативные требования, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производ­ственных объектов, 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.

*Нормирование уровней напряженности электроста­тического поля:*  осуществляется по уровню ЭСП диф­ференцированно в зависимости от времени его воздействия на работника за смену (см. таблицу 5).

Таблица 5. ПДУ напряженности ЭСП от длительности воздействия

|  |  |
| --- | --- |
| Длительность воздействия t,ч | Значение Епду, кВ/м |
| t < 1 | 60 |
| 1 < t < 8 | 60/$\sqrt{t}$ |
| t > 8 | 20 |

При напряженностях ЭСП, превышающих 60 кВ/м, работа без применения средств защиты не допускается. Допустимые уровни напряженности ЭСП и плотности ион­ного потока для персонала подстанций и воздушных линий постоянного тока ультравысокого напряжения установлены СН 6032-91.

*Нормирование постоянных магнитных полей:* осуществляется по условиям воздействия магнитного поля дифференцированно в зависимости от времени его воздействия на работника за смену для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия. Предельно допустимый уровень напряженности (индукции) ПМП на рабо­чих местах представлен в таблице 6.

Таблица 6. ПДУ постоянного магнитного поля

|  |  |
| --- | --- |
| Время воз­действия за рабочий день, мин | Условия воздействия |
| общее | локальное |
| ПДУ напряженности,кА/м | ПДУ маг­нитнойин­дукции, мТл | ПДУ напряженности,кА/ч | ПДУ маг­итнойин­дукции, мТл |
| 0-10 | 24 | 30 | 40 | 50 |
| 11 – 60 | 16 | 20 | 24 | 30 |
| 61 - 480 | 8 | 10 | 12 | 15 |

При необходимости пребывания персонала в зонах с раз­личной напряженностью ПМП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допус­тимое для зоны с максимальной напряженностью.

*Нормирование ЭМП промышленной частоты:* Оно осу­ществляется по предельно допустимым уровням напряжен­ности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем. Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допуска­ется в течение всего рабочего дня. При напряженности ЭП свыше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребы­вания (мин) в нем оценивается по формуле: Т= 50/ Е – 2, где Е — напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается. Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализо­вано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В осталь­ное рабочее время необходимо находиться вне зоны влияния ЭП или применять средства защиты.

Влияние электрических полей переменного тока промыш­ленной частоты в условиях населенных мест ограни­чивается СанПиН 2971 —84 «Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты». В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

* внутри жилых зданий — 0,5 кВ/м;
* на территории жилой застройки — 1 кВ/м:
* в населенной местности вне зоны жилой застройки, а также на территории ого­родов и садов — 5 кВ/м;
* на участках пересечения воздушных линий с автомо­бильными дорогами I—IV категорий — 10 кВ/м;
* на ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транс­порта, и сельскохозяйственные угодья) — 15 кВ/м;
* в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населе­ния - 20 кВ/м.

В настоящее время получили широкое распространение системы сотовой радиосвязи. В работе этих систем исполь­зуется следующий принцип: территория города (района) делится на небольшие зоны (соты), в центре каждой зоны располагается базовая станция, обслуживающая в данной соте мобильные станции. Уровни воздействия на человека электромагнитных полей, создаваемых подвижными станциями радиосвязи (вклю­чая абонентские терминалы спутниковой связи) непосред­ственно у головы пользователя в определенных диапазонах частот *f*(МГц) не должны превышать следующих значений (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03): 27 < *f* < 30 - 45 В/м; 30 < *f* <300 - 15 В/м;

300 < *f* < 2400 - 100 мкВ/см2.

Защита от воздействия ЭМП и ЭМИ осуществляется путем проведения организационных, инженерно – технических и лечебно – профилактических мероприятий.

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 источника ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ (защита расстоянием);
3. выбор рациональных режимов работы оборудования;
4. ограничение времени на вхождение персонала в зоне действия ЭМП (защита временем)
5. соблюдение правил безопасной эксплуатации и ремонта источников.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспе­чивать снижение уровней ЭМП и излучений на рабочих мес­тах путем внедрения новых технологий и применения средств коллективной и индивидуальной защиты, когда фактические уровни ЭМП на рабочих местах превышают ПДУ. Инженер­но-технические мероприятия включают:

* рациональное размещение оборудования:
* использование средств, ограничивающих поступле­ние электромагнитной энергии на рабочие места персонала и в окружающую среду (поглотители мощности, экраниро­вание, использование минимальной необходимой мощно­сти генератора).

В тех случаях, когда коллективные средства защиты от элек­тромагнитного излучения не дают достаточного эффекта, напри­мер, при настройке антенно-фидерных устройств и определении разрешающей способности радиолокационных станций, где плот­ность потока энергии превышает допустимую в сотни раз, необ­ходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты.

К средствам индивидуальной защиты от электромаг­нитного излучения относят комбинезон или полукомбинезон, куртку с капюшоном, халат с капюшоном, жилет, фартук, сред­ство защиты для лица, рукавицы (или перчатки), обувь. Сред­ства защиты изготавливают из металлизированной ткани (или любой другой ткани с высокой электропроводностью), обеспе­чивающей защиту организма человека по принципу сетчатого экрана. Для защиты глаз от электромагнитного излучения исполь­зуют очки, вмонтированные в капюшон или же применяемые отдельно. Стекла очков покрывают соединением олова Sn02, которое дает ослабление электромагнитной энергии не менее 74%. В целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работники, связанные с воз­действием ЭМП, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры. Работники не проходят медицинских осмотров, если уровни ЭМП на рабочих местах не превышают допустимых значений.

## **Лазерное излучение и защита от него**

В последние десятилетия в промышленности, медицине, при научных исследованиях, в системах мониторинга состоя­ния окружающей среды нашли применение лазеры. Их излу­чение может оказывать опасное воздействие на организм человека и в первую очередь на орган зрения. Лазерное излу­чение генерируют в инфракрасной (ИК), световой и ультрафиолетовой областях неионизирующего ЭМИ. Лазеры, генерирующие непрерывное излучение, позволяют создавать интенсивность порядка 1010 Вт/см2, что достаточно для плавления и испарения любого материала.

В настоящее время в промышленности используется ограниченное число типов лазеров. Это в основном лазеры, генерирующие излучение в видимом диапазоне спектра, ближнем ИК-диапазоне спектра и дальнем ИК-диапазоне спек­тра (λ = 10,6 мкм). Область применения лазеров в зависимости от требуемой плотности потока излучения довольна обширна, например, они используются в нелинейной оптике, сварке, офтальмологии, диагностике.

При оценке неблагоприятного влияния лазеров все опас­ности разделяют на первичные и вторичные. К первичным относят факторы, источником образования которых явля­ется непосредственно сама лазерная установка. Вторичные факторы возникают в результате взаимодействия лазерного излучения с мишенью.

Лазерное излучение может представлять опасность для человека, вызывая в его организме патологические измене­ния, функциональные расстройства органа зрения, централь­ной нервной и вегетативной систем, а также влиять на такие внутренние органы, как печень, спинной мозг и др. Наиболь­шую опасность лазерное излучение представляет для органа зрения. Основным патофизиологическим эффектом облуче­ния тканей лазерным излучением является поверхностный ожог, степень которого связана с пространственно-энергети­ческими и временными характеристиками излучения.

При создании условий для безопасной эксплуатации лазеров прежде всего необходимо с помощью расчета определить лазероопасную зону и сформулировать основные принципы защиты от излучения, а также общие требования к организации рабочих мест, методам контроля и дозиметрической аппаратуре. Лазероопасная зона – пространство, в пределах которого уровни лазерного излучения могут превышать предельно допустимые значения. Облученность глаза лазерным источником прямо пропорцио­нальна мощности лазера и обратно пропорциональна квад­рату расстояния до облучаемой поверхности.

*Воздействия лазерного излучения на глаза.* Сравнительно легкая уязвимость роговицы и хрусталика глаза при воздей­ствии электромагнитных излучений самых различных длин волн, а также способность оптической системы глаза увели­чивать плотность энергии излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазона на глазном дне на несколько поряд­ков по отношению к роговице выделяет его в наиболее уяз­вимый орган. Степень повреждения глаза главным образом зависит от таких физических параметров, как время облуче­ния, плотность потока энергии, длина волны и вид излуче­ния (импульсное или непрерывное), а также индивидуальных особенностей глаза. Воздействие ультрафиолетового излучения на орган зрения в основном приводит к поражению роговицы. Поверхно­стные ожоги роговицы лазерным излучением с длиной волны в пределах ультрафиолетовой области спектра устраняются в процессе самозаживления. Для лазерного излучения с длиной волны 0,4—1,4 мкм кри­тическим элементом органа зрения является сетчатка. Она обладает высокой чувствительностью к электромагнитным волнам видимой области спектра и характеризуется большим коэффициентом поглощения электромагнитных волн види­мой, инфракрасной и ближней ультрафиолетовой областей.

Повреждение глаза может изменяться от слабых ожогов сетчатки, сопровождающихся незначительными или полно­стью отсутствующими изменениями зрительной функции, до серьезных повреждений, приводящих к ухудшению зре­ния и даже к полной его потере.

Излучения с длинами волн более 1,4 мкм практически полностью поглощаются в стекловидном теле и водянистой влаге передней камеры глаза. При умеренных повреждениях эти среды глаза способны самовосстанавливаться. Лазерное излучение средней инфракрасной области спек­тра может вызвать тяжелое тепловое повреждение рого­вицы.

Из этого следует, что лазерное излучение оказы­вает повреждающее действие на все структуры органа зре­ния. Основным механизмом повреждений является тепловое. Импульсное лазерное излучение представляет большую опас­ность, чем непрерывное.

*Воздействие лазерного излучения на кожу.* Повреждения кожи, вызванные лазерным излучением, могут быть различ­ными: от легкого покраснения до поверхностного обугливания и образования глубоких дефектов кожи. Эффект воздейст­вия на кожные покровы определяется параметрами излуче­ния лазера и степенью пигментации кожи.

*Действие лазерного излучения на внутренние органы.*Лазер­ное излучение (особенно дальней инфракрасной области - спектра) способно проникать через ткани тела и взаимодей­ствовать с биологическими структурами на значительной глубине, поражая внутренние органы. Наибольшую опасность для внутренних органов представ­ляет сфокусированное лазерное излучение. Степень повреж­дения внутренних органов в значительной мере определяется интенсивностью потока излучения и цветом окраски органа. Так, печень является одним из наиболее уязвимых внутрен­них органов. Тяжесть повреждения внутренних органов также зависит от длины волны падающего излучения. Наибольшую опасность представляют излучения с длинами волн, близкими к спектру поглощения химических связей органических молекул, входящих в состав биологических тканей.

Наибольшую опасность лазерное излучение представляет для глаз и кожи. Структура пре­дельно допустимых уровней лазерного излучения должна соответствовать схеме, приведенной на рис. 3.



Рис. 3 Структура ПДУ лазерного излучения

Лазерное излучение с длиной волны от 380 до 1400 нм наибольшую опасность представляет для сетчатой оболочки глаза, а излучение с длиной волны от 180 до 380 нм и свыше 1400 нм — для передних сред глаза. Повреждение кожи может быть вызвано лазерным излу­чением любой длины волны рассматриваемого спектраль­ного диапазона (180—105 нм). Нормируемыми параметрами лазерного излучения явля­ются энергетическая экспозиция и облученность.

Лазерные изделия должны маркироваться. Знаки должны быть четкими, хорошо видимыми и надежно укреплены на изделии. Рамки текста и обозначения должны быть чер­ными на желтом фоне.

Лазерное изделие I класса должно иметь пояснительный знак с надписью:

ЛАЗЕРНОЕ ИЗДЕЛИЕ КЛАССА I

Любое лазерное изделие II класса должно иметь предупре­ждающий знак (рис. 4) и пояснительный знак с надписью:

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!

НЕ СМОТРИТЕ В ПУЧОК!

ЛАЗЕРНОЕ ИЗДЕЛИЕ КЛАССА II



Рис. 4. Знак «Опасно. Лазерное излучение»

Лазерное изделие III класса должно иметь предупрежда­ющий знак и пояснительный знак с надписью:

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!

ИЗБЕГАЙТЕ ОБЛУЧЕНИЯ ГЛАЗ!

ЛАЗЕРНОЕ ИЗДЕЛИЕ КЛАССА III

Лазерное изделие IV класса должно иметь предупрежда­ющий знак и пояснительный знак с надписью:

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!

ИЗБЕГАЙТЕ ОБЛУЧЕНИЯ ГЛАЗ И КОЖИ ПРЯМЫМ И РАССЕЯННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ!

ЛАЗЕРНОЕ ИЗДЕЛИЕ КЛАССА IV

Лазерные изделия II—IV классов должны иметь апер­туру (отверстие, через которое испускается излучение) и пояс­нительный знак с надписью:

ЛАЗЕРНАЯ АПЕРТУРА

Лазерные изделия, за исключением изделий I класса, должны иметь на пояснительном знаке информацию об изго­товителе, максимальной выходной энергии (мощности) лазер­ного излучения и длине волны излучения. Панель защитного корпуса (кожуха), при снятии или сме­щении которой возможен доступ человека к лазерному излу­чению, должна иметь пояснительный знак с надписью:

ВНИМАНИЕ! ПРИ ОТКРЫВАНИИ -

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!

Лазерные изделия, генерирующие излучение вне диапа­зона 380—750 нм, должны иметь следующую надпись в пояс­нительном знаке:

НЕВИДИМОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!

Защиту от лазерного излучения осуществляют техниче­скими, организационными и лечебно-профилактическими методами и средствами.

Перечень мероприятий по обес­печению безопасности работ операторов лазерных установок во многом определяет класс лазера. Определение класса опас­ности основано на учете его выходной энергии (мощности) и предельно допустимых уровней при случайном однократ­ном воздействии генерируемого излучения. Лазеры подраз­деляют на четыре класса опасности.

К лазерам I класса относят полностью безопасные лазеры, т.е. такие лазеры, излучение которых не представляет опас­ности при воздействии ни на глаза, ни на кожу.

Лазеры II класса — это лазеры, выходное излучение кото­рых представляет опасность при облучении глаз и (или) кожи прямым или зеркально отраженным излучением (диффузно отраженное излучение безопасно как для глаз, так и для кожи). Лазеры этого класса не считаются безопасными, хотя для их использования достаточно непосредственного требования безопасности — не попадать под воздействие прямого и зер­кально отраженного излучения.

К лазерам III класса относят такие лазеры, выходное излу­чение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отра­женным излучением. Диффузно отраженное излучение для кожи не представляет опасности. Этот класс распространя­ется только на лазеры, генерирующие излучение в видимом и ближнем ИК-диапазонах спектра.

Лазеры IV класса — это такие лазеры, диффузно отраженное излучение которых представляет опасность для глаз и кожи.

Лазеры классифицирует предприятие-изготовитель. Класс опасности лазерного изделия определяется классом исполь­зуемого в нем лазера. Лазерные изделия III—IV классов до начала их эксплуа­тации должны быть приняты комиссией, назначенной адми­нистрацией учреждения, с обязательным включением в ее состав представителей органов санитарного надзора.

Основной принцип, которым следует руководствоваться при выборе помещений и установки в них лазеров, должен сводиться к тому, чтобы полностью исключить возможность случайного поражения (в особенности глаз прямым или отра­женным излучением лазера) как непосредственно людей, работающих с ним, так и посторонних. Учитывая это, рекомен­дуется размещать лазеры в специально отведенных для них помещениях или местах, оснащенных знаком лазерной опас­ности. Само помещение, оборудование и предметы, находящиеся в нем, не должны иметь зеркальных поверхно­стей, способных отражать излучение лазера. Специальная аппаратура, имеющая зеркальные поверхности и не относя­щаяся к самому лазеру, должна располагаться в помещении таким образом, чтобы исключалась возможность попадания на него лазерного луча.

К персоналу, связанному с эксплуатацией лазерной тех­ники, предъявляются повышенные требования, как в части профессионального отбора, так и в части обучения и про­верки знаний по безопасности труда. Персонал, допускаемый к работе с лазерными изделиями, должен пройти предвари­тельный медицинский осмотр, инструктаж и специальное обучение безопасным приемам и методам работы. Персонал, обслуживающий лазерные изделия, обязан изучить техни­ческую документацию, инструкцию по эксплуатации, озна­комиться со средствами защиты и инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях. Особое внимание необходимо уделять защите глаз, так как воздействие лазер­ного излучения может приводить к необратимым последст­виям — слепоте. В случае подозрения или очевидного облучения глаз (кожи) лазерным излучением следует немедленно обра­титься к врачу для специального обследования.

Средства индивидуальной защиты применяются при про­ведении пусконаладочных и ремонтных работ, работ с откры­тыми лазерными изделиями типа лидара и т.п. Средства индивидуальной защиты от лазерного излуче­ния включают в себя средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки, насадки), средства защиты рук, специальную одежду. При выборе средств индивидуаль­ной защиты необходимо учитывать:

* рабочую длину волны излучения;
* оптическую плотность светофильтра.

Защитные лицевые щитки необходимо применять в тех случаях, когда лазерное излучение представляет опасность не только для глаз, но и для кожи лица.

## **Защита от ионизирующего излучения**

Ионизирующее излучение – любое излучение, вызывающее ионизацию среды (космические лучи, природные источники радиоактивного вещества, ускорители, рентгеновские установки). Оно имеет естественное и техногенное происхож­дение. Чтобы оценить уровень опасности, которую может представлять радиация, рассмотрим свойства ионизирующих излучений и механизмы взаимодействия их с веществом.

Самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра другого типа, сопровождающееся испусканием частиц или гамма-квантов, называется радиоактивностью. Известны четыре типа радиоактивности: альфа-распад; бета-распад; спонтанное деление ядер; протонная радиоактивность. Испускаемые в процессе ядерных превращений альфа- и бета-частицы, нейтроны и другие элементарные частицы, а также гамма-излучение, представляют собой ионизирующие излучения, которые в процессе взаимодействия со сре­дой производят ионизацию и возбуждение ее атомов и моле­кул. При этом примерно половина переданной ионизирующим излучением веществу энергии расходуется на ионизацию и половина на возбуждение. На каждый акт ионизации и воз­буждения в воздухе в среднем расходуется 34—35 эВ энергии. Один электронвольт (эВ) — единица энергии, используемая в атомной физике, равная кинетической энергии электрона, приобретаемой им при прохождении разности потенциалов, равной 1В: 1 эВ = 1,6 • 10-19Дж = 1,6 •10-12эрг.

Заряженные частицы по мере прохождения через веще­ство теряют свою энергию малыми порциями, растрачивая ее на ионизацию и возбуждение атомов и молекул среды. Оба эти процесса всегда сопутствуют друг другу. Чем больше масса и заряд частицы, тем более интенсивно происходит передача энергии среде, т.е. тем больше число пар ионов образуется на единице пути, и, следовательно, меньше ее пробег в веще­стве. Длина пробега в воздухе альфа-частиц, испус­каемых радионуклидами, энергия которых лежит в пределе 4—9 МэВ, составляет 3—9 см. Что же касается бета-частиц (электронов и позитро­нов), заряд которых в два раза, а масса более чем в 7000 раз меньше, чем у альфа-частицы, то их пробег в воздухе при­мерно в 1000 раз больше.

Несколько по иному происходит взаимодействие с вещест­вом гамма-излучения (поток фотонов) и нейтронов, которые не обладают зарядами и поэтому непосредственно ионизации не производят. В процессе прохождения через вещество фотон взаимодействует в основном с электронами атомов и моле­кул среды. При этом в каждом акте взаимодействия фотон придает электрону часть или всю свою энергию. В резуль­тате образуются так называемые вторичные электроны, кото­рые в последующих процессах взаимодействия производят ионизацию и возбуждение. Таким образом, в случае гам­ма-излучения ионизация происходит не в первичных актах взаимодействия, как у альфа- и бета-частиц, а как результат передачи энергии вторичным частицам (электронам), которые растрачивают ее затем на ионизацию и возбуждение.

Для оценки радиационной обстановки, формируемый рентгеновским или гамма-излучением, используется внесистемная единица рентген. Рентген (Р) – единица экспозиционной дозы рентгеновского или гамма-излучения, которая определяет ионизирующую способность в воздухе: 1 Р (рентген) = 2,58\*10-4 Кл/кг. 1 Р – это такое количество гамма – излучения, которое при температуре 0 °С давлении 760 мм рт.ст. создает в 1 см3 сухого воздуха 2,08 \*109 пар ионов.

В качестве характеристик меры воздействия ионизирующего излучения на вещество используется величина поглощенной дозы D. Она характеризует поглощенную энергию ионизирующего излучения в единице массы вещества *D=dE/dm*, где*dE-* средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме, *dm*-масса вещества в этом объеме. Согласно Международной системы единиц (СИ) единицей поглощенной дозы является грей (Гр); 1 Гр соответствует поглощению 1 Дж энергии ионизируещего излучения в массе вещества 1 кг, т.е. 1 Гр=1 Дж/кг. Иногда используется внесистемная единица поглощенной дозы - рад; 1 Гр = 100 рад или 1 рад = 0. 01 Гр.

Поглощенная доза является основной величиной, характеризующей не само излучение, а его воздействие на вещество. Однако поглощенная доза не может служить мерой, характеризующей уровень биологического действия ионизирующего излучения на живой организм. Этот уровень зависит не только от величины поглощенной энергии, но и целого ряда других параметров, обусловленных характером и условиями облучения (равномерность распределения поглощенной дозы в организме и т.д.). Для оценки радиационной опасности введена эквивалентная доза *Н*. Эквивалентная доза – основная дозиметрическая величина в области радиационной безопасности, введенная для оценки возможного ущерба здоровью человека от хронического воздействия ионизирующего излучения произвольного состава.

Согласно Международной системе единиц (СИ) едини­цей эквивалентной дозы является зиверт (Зв). 1 Зв равен эквивалентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани на взвешивающий коэффи­циент равно 1 Дж/кг. Внесистемная единица эквивалентной дозы — бэр (биологический эквивалент рада); 1 бэр = 0,01 Зв или 1 Зв = 100 бэр.

В ряде случаев облучению подвергается не все тело, а один или несколько органов. Такая ситуация чаще всего реализу­ется при внутреннем облучении, т.е. при поступлении радионуклидов в организм с вдыхаемым воздухом или пищевыми продуктами. Радионуклид, как и неактивный нуклид данного химического элемента, накапливается в том или ином органе. В частности, радионуклиды иода поступают преимущественно в щитовидную железу, радия и стронция — в костную ткань, полония — в печень, селезенку, почки и т.д.

Поскольку органы и ткани человека обладают различной радиочувствительностью, то для оценки риска возникновения отдаленных последствий при облучении всего организма или отдельных органов используется понятие эффективной эквивалентной дозы *Е*. Она так же, как и эквивалентная доза, применима только для хронического облучения в малых дозах и является мерой оценки ущерба здоровью при отдаленных последствиях.

Кроме рассмотренных выше доз ионизирующего облуче­ния, рассматривается эффективная эквивалентная годовая доза, равная сумме эффективной эквивалентной дозы внеш­него облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной эквивалентной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Рассмотренные выше понятия описывают только инди­видуально получаемые дозы. В случае облучения боль­ших групп людей дают оценку суммарного ожидаемого эффекта. При облучении малыми дозами, незначительно превышающими естественный радиационный фон, можно ожидать лишь отдаленных последствий генетической или соматической природы. Соматические эффекты проявля­ются непосредственно у облученных лиц, генетические — в последующих поколениях. Мерой коллективного риска возникновения эффектов облучения служит эффективная эквивалентная коллективная доза, которая определяется как сумма индивидуальных эффективных доз. Единицей эффективной эквивалентной коллективной дозы является человеко-зиверт (чел.-Зв).

Многие радионуклиды распадаются очень медленно и останутся радиоактивными и в отдаленном будущем, т.е. их воздействию подвергнутся современные и последующие поколения. Коллективную эффективную эквивалентную дозу, которую получат многие поколения от какого-либо радио­активного источника за все время его дальнейшего суще­ствования, называют ожидаемой (полной) коллективной эффективной эквивалентной дозой.

Естественные источники излучения можно подразделить на следующие составляющие: внешние источники внеземного происхождения (космическое излучение); источники земного происхождения (естественные радионуклиды). Из космического пространства земную атмосферу непре­рывно атакует поток ядерных частиц очень высоких энер­гий. С удалением от поверхности Земли интенсивность кос­мического излучения возрастает. А поэтому дозовая нагрузка на людей, проживающих в горной местности, в несколько раз больше, она равна примерно 0,7 мЗв и 5,0 мЗв в год соответственно на высотах 2 и 4-5 км. На высоте поле­тов современных самолетов уровень космического излучения в несколько десятков раз больше, чем на уровне моря.

Внешнее облучение обусловлено радионуклидами, содер­жащимися в почве и горных породах, внутреннее — радио­нуклидами, содержащимися в воздухе, воде и продуктах питания. Эквивалентная годовая норма внешнего облучения от есте­ственных радионуклидов составляет в среднем 0,35 мЗв/год; а внут­реннего — 0,33 мЗв/год. Таким образом, эквивалентная доза, обусловленная излучением радионуклидов и космическим излучением, составляет около 1 мЗв/год для регионов, где проживает примерно 95% населения Земли. К техногенным источникам ионизирующих излучений относят совокупность факторов, обусловленных реализа­цией широкомасштабных программ использования атомной энергии в мирных и военных целях. Данная составляющая радиационного фона образуется и зависит от величины рассеянных в почве, воде, воздухе и других объектах внешней среды техногенных источников радиоактивных загрязне­ний, образовавшихся при ядерных взрывах, при использовании радиационных тех­нологий и методов в науке, промышленности и медицине, а также при обращении с радиоактивными отходами.

Из отходов АЭС наибольшую опасность представляют высокоактивные отходы, к которым относятся в первую оче­редь отработанные топливные элементы или отвержденные продукты переработки ядерного горючего. Для них характерна высокая удельная активность и высокое тепловыделение. Для указанных радионуклидов получены глобальные оценки для населения Земли, в соответствии с которыми суммарная доза оценивается на уровне 3400 чел.-Зв/ГВт в год. Приведенные международные оценки свидетельствуют, что дозы облучения каждого индивидуума в течение жизни не превысят 1 % годовой дозы за счет естественного радиационного фона. Это справедливо в условиях предполагаемого производства электроэнергии на АЭС порядка 10000 ГВт в год при безаварийной эксплуатации.

К другим основным источникам, оказывающим влияние на изменение техногенной составляющей радиационного фона, условно можно отнести следующие источники: облучение при применении медицинских процедур, радиоизотопных методов неразрушающего технологического контроля и другие причины попадания в окружающую среду искусственных и естественных радионуклидов. В таблице 7 приведены средние значения годовой дозы облучения от некоторых техногенных источников излучения.

Таблица 7. 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 | 75 – 200 |
| Телевизоры, дисплеи | 4 - 5 при расстоянии 2 м |
| Керамика, стекло | 10 |

При медицинских процедурах основную дозу облуче­ния население получает при рентгеновских исследованиях. Получаемая при их проведении эффективная эквивалентная доза (~1,5 мЗв) выше, чем при проведении иных диагностических методов медицинского обследования с использованием радиоизотопных методов (соответственно 90-95 и 10-15%).

Ниже приведен относительный усредненный для всего населения вклад различных источников излучения в экви­валентную дозу (%), получаемую организмом в целом:

* 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 %.

Уровень радиоактивности в жилом помещении зависит от строительных материалов: в кирпичном, железобетонном, шлакоблочном доме он всегда выше, чем в деревян­ном.

В настоящее время эффективная доза, обусловленная естественными и техногенными источниками радиации, составляет в России - 4.0 мЗв в год. При этом 27% приходится на естественный радиационный фон, 39% - на радон в помещениях и 34% - на рентгенодиагностические медицинские процедуры. Значения дозовых порогов для некоторых детерминированных эффектов облучения приведеныв табл. 8.

Таблица 8. Дозовые пороги возникновения некоторых

детерминированных эффектов облучения

|  |  |
| --- | --- |
| Состояние | Дозовые пороги |
| При кратковременном облучении, Зв | При хроническом многолетнем облучении, Зв/год |
| Легкое угнетение кроветворения (легкая лейкоцитопения, нарушение иммунитета) | 0,15 | 0,40 |
| Временная стерильность мужчин | 0,15 | 0,40 |
| Постоянная стерильность мужчин | 3,5-6,00 | 2,00 |
| Постоянная стерильность женщин | 2,5-6,00 | 0,2 (до суммарной ˃6,00 Зв) |
| Помутнение хрусталика глаза | 5,00 | 0,15 (до суммарной ˃8,00 Зв) |

Различные формы лучевой болезни развиваются при поглощенных дозах выше 1 Гр. В табл. 9 приведены значения поглощенных доз, при которых возникают острые лучевые поражения человека. Крайне тяжелая форма острой лучевой болезни, приводящая к смертельному исходу в 100% случаев, наблюдается при дозе, превышающей 6 Гр. Причиной смерти чаще всего являются поражение клеток костного мозга и внутренние кровоизлияния.

Таблица 9. Дозы, вызывающие острые лучевые поражения человека

|  |  |
| --- | --- |
| Лучевое поражение | Доза, Гр |
| Легкая степень острой лучевой болезни | 1-2 |
| Тяжелая лучевая болезнь, гибель — в 50% случаев | 4-6 |
| Кишечная форма лучевой болезни | > 10 |
| Нервная форма лучевой болезни | >80 |
| Местные поражения: |  |
|  эритема кожи (первичная, вторичная) | 8-10 |
|  пузырьки, трофические язвы | 12-20 |

Рассмотренная выше картина лучевой болезни различ­ной степени тяжести в зависимости от дозы относится к слу­чаю однократного облучения всего тела. Если же облучение до этой дозы произвести не однократно, а растянуть по вре­мени, то эффект облучения будет снижен. Это связано с тем, что живые организмы, в том числе и человек, способны вос­станавливать нормальную жизнедеятельность после тех или иных ее нарушений. В случае систематически повторяющегося облучения в дозах, не вызывающих острой лучевой болезни, но значи­тельно больших предельно допустимых, может развиваться хроническая лучевая болезнь. Наиболее характерными при­знаками хронической лучевой болезни являются изменения в составе крови (уменьшение числа лейкоцитов, малокровие) и ряд симптомов со стороны нервной системы.

Согласно установленным радиобиологическим данным, реакция организма на облучение может проявиться и в отда­ленные сроки (через 10—20 лет). Такими реакциями могут явиться лейкозы, злокачественные опухоли органов и тканей, катаракты, поражения кожи, старение, ведущее к прежде­временной смерти, не связанное с какой-либо определен­ной причиной.

На рис. 5 показана относительная среднестатистическая вероятность заболевания раком после получения однократ­ной дозы в один рад (0,01 Гр) при равномерном облучении всего тела. На графике, построенном на основании результатов обследования людей, переживших атомную бомбардировку, показано ориентировочное время злокачественных опухолей с момента облучения. Из графика следует, что пре­жде всего после двухлетнего скрытого периода развиваются лейкозы, достигая максимальной частоты через шесть-семь лет, затем частота плавно уменьшается и через 25 лет стано­вится практически равной нулю. Опухоли начинают разви­ваться через 10 лет после облучения.



Рис. 5. Вероятность возникновения рака

Основой нормиро­вания радиационного фактора является обеспечение допус­тимых уровней облучения людей в виде основных пределов доз, регламентированных Федеральным законом от 9 января 1996 г. №3-Ф3 «О радиационной безопасности населения» и Нормами радиационной безопасности НРБ—99.

Регламентируемые НРБ—99 значения устанавливаются для двух категорий облучаемых лиц: персонал (группы А и Б) и населения.

К персоналу группы А относятся лица, которые непосредст­венно работают с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. К персоналу группы Б — лица, которые в процессе производственной деятельности непосред­ственно не работают с радиоактивными веществами и источ­никами ионизирующих излучений, но по размещению рабочих мест могут подвергаться радиационному воздействию. Для указанных категорий нормативные требования к ограничению техногенного облучения в контролируемых условиях (основ­ные пределы доз) приведены в табл. 10.

Таблица 10

|  |  |
| --- | --- |
| Нормируемыевеличины | Пределы доз, мЗв |
| персонал (группа А)\*\* | население |
| Эффективная доза | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные пять лет, но не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные пять лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза за год:- в хрусталике глаза- коже- кистях и стопах | 150500500 | 155050 |

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) 1000 мЗв, а для насе­ления за период жизни (70 лет) - 70 мЗв.

Средства и методы защиты от ионизирующих излучений. Радиационная безопасность персонала обеспечивается:

* ограничениями допуска к работе с источниками излу­чения по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню пре­дыдущего облучения и другим показателям;
* знанием и соблюдением правил работы с источниками излучения;
* достаточностью защитных барьеров, экранов и расстояния от источников излучения, а также ограничением времени работы с источниками излучения;
* созданием условий труда, отвечающих требованиям НРБ—99;
* применением индивидуальных средств защиты;
* организацией радиационного контроля.

Радиационная безопасность населения обеспечивается:

* созданием условий жизнедеятельности людей, отве­чающих требованиям НРБ-99;
* организацией радиационного контроля;
* эффективностью планирования и проведения меро­приятий по радиационной защите в нормальных условиях и в случае радиационной аварии.

В целях защиты персонала и населения необходимо:

* использовать защитные ограждения, обеспечивающие снижение дозы, создаваемой внешними потоками излуче­ния на рабочих местах и в соседних помещениях до допус­тимых уровней;
* использовать «защиту временем», т.е. сокращать время пребывания в сфере воздействия излучения источника за счет совершенствования технологии проведения тех или иных операций;
* использовать защиту «расстоянием», применяя дис­танционные приспособления для манипулирования с источ­ником;
* направлять излучение в сторону земли или туда, где отсутствуют люди; вывешивать знак радиационной опасности и предупредительные плакаты, которые должны быть отчетливо видны с расстояния не менее 3 м.

Знак радиационной опасности (рис. 6) является предупреждением и предназначен для привлечения внимания к объектам потен­циальной или действительной опасности вредного воз­действия на людей ионизирующего излучения.



Рис. 6. Знак «Радиационная опасность»

По потенци­альной опасности объекты подразделяются на четыре кате­гории (таблица 11). Более опасными являются радиационные объекты, в результате деятельности которых при аварии воз­можно облучение не только работников объекта, но и насе­ления. Наименее опасными радиационными объектами являются те, где исключена возможность облучения лиц, не относящихся к персоналу.

Таблица 11

|  |  |
| --- | --- |
| Категория | Возможные последствия аварии на объекте |
| I | Радиационное воздействие на население с последующи­ми мерами защиты |
| II | Радиационное воздействие ограничено территорией са­нитарно-защитной зоны |
| III | Радиационное воздействие ограничено территорией объекта |
| IV | Радиационное воздействие ограничено помещениями, где проводятся работы с источниками излучения |

Вокруг радиационных объектов I и II категорий устанав­ливается санитарно-защитная зона, а вокруг радиационных объектов I категории — также и зона наблюдения. Санитарно-защитная зона для объектов III категории ограничивается территорией объекта, для объектов IV категории установле­ние санитарно-защитных зон не предусмотрено. Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения вокруг радиационного объекта устанавливаются с учетом уровней внешнего облучения, а также величины и площади возможного распространения радиоактивных выбросов и сбро­сов. Расчет допустимых выбросов и сбросов проводится исходя из требования, чтобы эффективная доза для населе­ния за 70 лет жизни, обусловленная годовым выбросом и сбро­сом, не превысила установленного значения предела дозы.

Коллективные средства защиты: они подразделяются на средства защиты:

- от внешнего излучения,

- от внутреннего облучения,

- от комбинированного облучения,

- общего применения.

 Средства защиты от внешнего облучения включают защитные экраны и приспособления для дистанционной защиты. Средства защиты от внутреннего облучения, используемые при работе с открытыми источниками ионизирующих излучений, в зависимости от способа защиты подразделяют на следующие группы: герметизирующие устройства (защитные камеры, защитные боксы, капсулы); защитные покрытия (лакокрасочные, полимерные, металлические, керамические); устройства очистки воздуха и жидкостей (вентиляционные, фильтрующие, конденсационные) и средства дезакцивации (дезактивирующие растворы).

 Средства защиты общего применения включают устройства автоматического контроля, блокировки и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности, емкости для радиоактивных отходов.

 Средства индивидуальной защиты: Они предохраняют человека от попадания радиоактивных веществ в органы дыхания, пищеварения и на кожу. Выбор СИЗ зависит от характера, класса и объема выполняемых работ, проводимых с радиоактивными веществами. К средствам повседневного использования относятся халаты, комбинезоны, костюмы, спецобувь и некоторые типы противопыльных респираторов. Применяют также средства защиты глаз – щитки из органического стекла. Для защиты рук применяются резиновые технические перчатки.

 Санитарно – профилактические мероприятия являются важным условием обеспечения радиационной безопасности. Перед допуском к работе с источниками ионизирующих излучений проводят обязательный предварительный медицинский осмотр для выявления особенностей состояния организма, предрасполагающих к профессиональному заболеванию.

# Глава 4. Обеспечение пожарной безопасности

## **4.1. Процессы горения и взрыва**

Горение – химическая реакция, обычно быстро протекающая и сопровождающаяся выделением большого количества теплоты, почти всегда света. В обычных условиях горение – реакция окисления, реакция соединения с кислородом. Однако известны некоторые вещества (сжатый ацетилен, хлористый азот, озон и др.) могут взрываться и без кислорода с образованием теплоты и пламени. Практически наиболее важное значение имеет конечно горение в атмосфере кислорода воздуха, для возникновения такого горения необходимо наличие достаточного импульса тепла.

 Горение подразделяется на полное и неполное. Полное горение происходит при достаточном количестве кислорода. Продукты горения – вещества, которые неспособны к дальнейшему окислению. Неполное сгорание происходит при недостатке кислорода, сопровождается образованием токсичных и горючих продуктов реакции (оксида углерода, спиртов, альдегидов и др.).

 В зависимости от скорости распространения пламени горение может происходить в форме нормального горения, взрыва и детонации. Нормальной скоростью горения называется скорость перемещения пламени по неподвижной смеси вдоль нормали к ее поверхности. Например, нормальная скорость горения смеси метана с воздухом равна 37 м/с. При изменении давления смесь может придти в движение, площадь соприкосновения с огнем увеличивается, растет скорость горения, и это может привести к взрыву.

Взрыв – быстрое горение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов. Скорость распространения достигает нескольких сотен метров в секунду. Увеличение скорости приводит к образованию ударной волны, группы ударных волн. Передача энергии идет не путем тепловой диффузии, а ударной волны, что приводит к детонации. Детонация газовых смесей может приходить только при определенных пропорциях. Классификация взрывов по происхождению выделившейся энергии:

— химические;

— физические;

— взрывы ёмкостей под давлением (баллоны, паровые котлы);

— взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости;

— взрывы при сбросе давления в перегретых жидкостях;

— взрывы при смешивании двух жидкостей, температура одной из которых намного превышает температуру кипения другой;

— кинетические (падение метеоритов);

— ядерные;

— электрические (например, при грозе).

 Горение бывает гомогенным – реагирующие вещества в одинаковом агрегатном состоянии, гетерогенным – вещества в различных агрегатных состояниях. Если вещества при гомогенном горении не перемешиваются, то скорость горения лимитируются процессом диффузии компонент смеси. Гетерогенное горение, связанное с выделением горючих газов, является одновременно и диффузионным.

 Пожары обычно характеризуются гетерогенным диффузным горением, которое лимитируется диффузией кислорода в очаг горения. Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Часто сопровождается рядом опасных факторов: открытый огонь, искры, дым, токсичные продукты горения.

Существует пять видов пожаров:

1. Горение твёрдых веществ – к этой категории относится дерево, текстиль, резина и так далее. Когда подобное вещество достигает своей точки возгорания, оно разлагается на химические элементы, часть из которых соединяется с кислородом и воспламеняется.

2. Горение жидких веществ – к этой категории относятся такие горючие жидкости как бензин, соляр, алкоголь, смола и так далее.

Горючие вещества проходят три стадии процесса горения:

– вспышка - уровень температуры, при котором жидкость выделяет количество паров, достаточное для возникновения горючей смеси. Для того, чтобы такая смесь загорелась, необходимо присутствие источника зажигания, удалив который горение прекратится.

– точка воспламенения - уровень температуры, при котором жидкость непрерывно выделяет пары в объёме, достаточном для образования горючей смеси. В случае присутствия источника зажигания возникнет пламя, даже если удалить источник зажигания.

– точка возгорания - уровень температуры, при котором горючая смесь из паров жидкости и воздуха загорается даже в том случае, когда поблизости нет огня. В соответствии с температурой "вспышки" определяется чувствительность вещества к возгоранию. Чем ниже температура "вспышки", тем чувствительней данное вещество к возгоранию.

3. Горение, связанное с электротоком – любой пожар, в котором электричество играет активную или пассивную роль.

4. Горение газов - к этой категории относятся все горючие газы: водород, ацетилен и т.д. Горючие газы в определённых смесях способны привести к взрыву.

5. Горение лёгких металлов - к этой категории относятся такие металлы как магний, литий и алюминий, а также их сплавов.

Классификация пожаров и горючих веществ: 1. по типу:

– индустриальные (пожары на заводах, фабриках и хранилищах.)

– бытовые пожары (пожары в жилых домах и на объектах культурно-бытового назначения).

–природные пожары (лесные, степные, торфяные и ландшафтные пожары).

2. по плотности застройки:

- Отдельный пожар - это пожар, возникший в отдельном здании или сооружении. Продвижение людей и техники по застроенной территории между отдельными пожарами возможно без средств защиты от теплового излучения.

- Сплошной пожар - одновременное интенсивное горение преобладающего количества зданий и сооружений на данном участке застройки. Продвижение людей и техники через участок сплошного пожара невозможно без средств защиты от теплового излучения.

- Огневой шторм - это особая форма распространяющегося сплошного пожара, характерными признаками которого являются наличие восходящего потока продуктов сгорания и нагретого воздуха, а также приток свежего воздуха со всех сторон со скоростью не менее 50 км/ч по направлению к границам огневого шторма.

- Массовый пожар представляет собой совокупность отдельных и сплошных пожаров.

3. от вида горящих веществ и материалов:

- Пожар класса «А» — горение твёрдых веществ.

А1 — горение твёрдых веществ, сопровождаемое тлением (уголь, текстиль).

А2 — горение твёрдых веществ, не сопровождаемых тлением (пластмасса).

- Пожар класса «B» — Горение жидких веществ.

B1 — горение жидких веществ нерастворимых в воде (бензин, эфир, нефтепродукты). Также, горение сжижаемых твёрдых веществ. (парафин, стеарин).

B2 — Горение жидких веществ растворимых в воде (спирт, глицерин).

- Пожар класса «C» — горение газообразных веществ.

Горение бытового газа, пропана и др.

- Пожар класса «D» — горение металлов.

D1 — (горение лёгких металлов, за исключением щелочных). Алюминий, магний и их сплавы.

D2 — Горение редкоземельных металлов (натрий, калий).

D3 — горение металлов, содержащих соединения.

- Пожар класса «E» — горение электроустановок.

## **4.2. Показатели пожаро- и взрывоопасных веществ**

Горючие вещества могут находиться в одном из трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом. Газы образуют воспламеняющую смесь при смешении их в определенном количестве с воздухом. Жидкости и твердые вещества образуют воспламеняющиеся смеси, если они нагреты до температуры, при которой вследствие испарения или разложения в достаточном количестве образуются парогазообразные продукты. Витающая в воздухе пыль твердых веществ воспламеняемся при условии, что ее аэрозоль с определенной плотностью насыщает воздух.

 Вещества подразделяются на горючие, трудногорючие и негорючие. Негорючие вещества – не горят в воздухе при t=900 °С. Трудногорючие вещества – могут загораться под действием источников зажигания в воздухе, но не способны к самостоятельному горению. Горючие вещества – загораются от источника и в воздухе нормального состава продолжают гореть.

 Горючие вещества в свою очередь подразделяются на легковоспламеняющиеся (спичка, искра, нагретый электропровод), средней воспламеняемости (возгораются от длительного действия источника зажигания с низкой энергией), трудновоспламеняющиеся (воспламеняются под действием мощного источника зажигания).

 Легковоспламеняемость свойственна жидкостям – ЛВЖ, их делят на три разряда:

* особо опасные t ≤ - 18 °С,
* постоянно опасные - 18 °С < t ≤ 23 °С,
* опасные при повышенной температуре 23 °С < t ≤ 61 °С.

Температура вспышки – наименьшая температура горючего вещества, пары которого вспыхивают при поднесении источника зажигания, но горение не продолжается из – за малой скорости образования паров.

Температура воспламенения – такая температура, при которой после воспламенения образуется устойчивое горение.

Температура самовоспламеняемости – самая низкая температура вещества, при которой оно выделяет горючие газы и пары, резко увеличивается скорость экзотермической реакции, заканчивающееся горением.

Таблица. Температура воспламенения некоторых веществ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | t воспламенения | t самовоспламенения |
| Бензин | > 36 °С |  |
| Дизельное топливо | > 35 °С |  |
| Керосин | > 40 °С |  |
| Масло вазелиновое | > 150 °С | +290 °С |
| Формалин тех. | +67 °С | +435 °С |
| Скипидар | +34 °С | +300 °С |

## **4.3. Причины и последствия пожаров и взрывов**

Причины пожаров и взрывов – это совокупность условий, способствующих возникновению горения:

- образование горючей среды (наличие концентрированного горючего вещества и окислителя);

- образование взрывоопасности среды (наличие газообразных горючего вещества и окислителя или взрывчатого вещества);

- образование в горючей или взрывоопасной среде или внесение в эти среды действующего источника зажигания.

Причинами возникновения пожаров чаще всего являются: неосторожное обращение с огнем, несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, самовозгорание веществ и материалов, разряды статического электричества, грозовые разряды, поджоги.

Взрывы происходят за счет высвобождения химической энергии (главным образом взрывчатых веществ), внутриядерной энергии (ядерный взрыв), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли и др.), энергии сжатых газов (при превышении давления предела прочности сосуда - баллона, трубопровода и пр.).

Последствия пожаров и взрывов обусловлены действием их поражающих факторов. Основными поражающими факторами пожара являются:

- непосредственное действие огня на горящий предмет;

- дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет облучения.

В результате происходит сгорание объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя. Уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненных и сгораемых материалов, действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и др. конструктивных деталей сооружения. Кирпичные стены и столбы деформируются. В кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500-6000 °С наблюдается его расслоение трещинами и разрушение материала.

При пожарах полностью или частично уничтожаются или выходят из строя технологическое оборудование и транспортные средства. Гибнут домашние и с/х животные. Гибнут или получают ожоги люди. Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, применяемая для тушения пожара.

Основными поражающими факторами взрывов являются:

- воздушная ударная волна (ВУВ), возникающая при ядерных взрывах, взрывах детонирующих и инициирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывов резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;

- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов.

Основными параметрами поражающих факторов являются:

- воздушной ударной волны - избыточное давление в ее фронте;

- осколочного поля - количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета.

В результате действия поражающих факторов взрыва происходит разрушение или повреждение зданий, сооружений, оборудования, элементов коммуникации, и гибель людей и животных. Вторичными последствиями взрывов являются поражение находящихся внутри объектов, обломками обрушенных конструкций здания, их погребение под обломками. В результате взрывов могут возникнуть пожары, утечка опасных веществ из поврежденного оборудования.

При пожарах и взрывах люди получают термические и механические травмы. Характерны ожоги верхних дыхательных путей, тела, черепно-мозговые травмы, множественные переломы и ушибы, комбинированные поражения.

## **4.4. Способы предотвращения пожаров и взрывов**

Под пожарной безопасностью понимается такое состояние объекта, при котором с большой вероятностью предотвращается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается эффективная защита людей и спасение материальных ценностей.

 Система предотвращения пожара должна разрабатываться по каждому конкретному объекту из расчета, что нормативная вероятность возникновения пожара и взрыва принимается равной не более 10-6 в год в расчете на отдельный пожароопасный узел (элемент) данного объекта. Вероятность воздействия опасный факторов взрыва на людей в течении года не должна превышать 10-6 на человека.

 Получение и использование в больших количествах искусственных диэлектриков (синтетических смолы, волокна, спирты, резины, пластмассы и др.) могут приводить к разрядам статического электричества, что часто приводит к образованию искры и последующему пожару или взрыву. Для борьбы с данной проблемой уменьшают процесс генерации статистического электричества (ограничение скорости обработки и транспортировки материалов, заземление проводящих объектов). Оборудование считается заземленным электрически, если сопротивление в любой ее точке при самых неблагоприятных условиях не превышает 106 Ом. Заземление диэлектрического оборудования может осуществляться нанесением металлического пленочного покрытия. Эффективным способом устранения опасной электризации является антиэлектростатическая обработка, вызывающая увеличение объемной или поверхностной проводимости. В производственных условиях широко применяют нейтрализаторы статического электричества, способствующие увеличению электропроводности воздуха путем его ионизации.

Защита от пожара и взрывов достигается путем:

- применением огнестойких материалов и строительных конструкций;

- замены пожаро- и взрывоопасных технологических процессов на безопасные;

- выбора способов и средств предупреждения пожаров и взрывов, в т.ч. выбора пожаро- и взрывобезопасного оборудования.

Процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара определяется как тушение пожара. Тушение пожара сводится к активному (механическому, физическому или химическому) воздействию на зону горения для нарушения устойчивости реакции одним из принятых средств пожаротушения.

Вода по сравнению с другими веществами имеет небольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. Кроме того вода обладает тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горение и изолирует горючие вещества от зоны горения. Воду нельзя применять при тушении ряда органических жидкостей и химических соединений.

Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей применяют пену – смесь газа с жидкостью. Эффективными огнетушащими химическими соединениями являются галогенуглеродные составы, в которые входят фтор, хлор, бром. Хорошие диэлектрические свойства этих составов делают их пригодными для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением. Низкая температура замерзания позволяет использовать их при минусовых температурах, а хорошая смачиваемость – тушить тлеющие материалы.

К недостаткам следует отнести высокую токсичность продуктов их термического разложения и высокую коррозионную активность.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой или другими огнетушащими веществами, применяются различные порошковые составы. Принцип тушения порошковыми составами заключается в изоляции горящих материалов от доступа к ним воздуха и в изоляции паров и газов от зоны горения.

Порошковые составы обладают следующими преимуществами:

- высокая огнетушащая эффективность

- универсальность;

- возможность тушения электрооборудования, находящегося под напряжением, использование при минусовых температурах. Они применяются для тушения металлов и металлоорганических соединений;

- тушения газового пламени.

На предприятии большое внимание должно уделяться наличию и исправности средств пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся внутренние пожарные краны (элемент внутреннего пожарного водопровода), различного типа ручные и передвижные огнетушители (пенные, газовые порошковые), песок, войлок, кошма, асбестовое полотно и др. К стационарным системам пожаротушения относятся установки, в которых все элементы смонтированы и находятся постоянно в готовности к действию. Стационарными установками оснащаются здания, сооружения, технологические линии, отдельное технологическое оборудование.

## **4.5. Молниезащита**

7 % пожаров происходит из - за разрядов молнии, перенос энергии может осуществляться по проводам. Молниезащита – это комплекс защитных устройств для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий, оборудования, материалов от взрывов, пожаров. На земном шаре ежегодно происходит до 16 миллионов [гроз](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B0), то есть около 44 тысяч за день. Опасность для зданий (сооружений) в результате прямого удара молнии может привести к:

* повреждению здания (сооружения) и его частей;
* отказу находящихся внутри электрических и электронных частей;
* гибели и [травмированию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B0) живых существ, находящихся непосредственно в здании (сооружении) или вблизи него.

Молниезащита зданий разделяется на внешнюю и внутреннюю. Внешняя молниезащита представляет собой систему, обеспечивающую перехват молнии и отвод её в землю, тем самым, защищая здание (сооружение) от повреждения и пожара. В момент прямого удара молнии в строительный объект правильно спроектированное и сооруженное молниезащитное устройство должно принять на себя ток молнии и отвести его по токоотводам в систему заземления, где энергия разряда должна безопасно рассеяться. Прохождение тока молнии должно произойти без ущерба для защищаемого объекта и быть безопасным для людей, находящихся как внутри, так и снаружи этого объекта.

Существуют следующие виды внешней молниезащиты:

* молниеприемная сеть;
* натянутый молниеприемный трос;
* молниеприемный стержень.

Внутренняя молниезащита представляет собой совокупность устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Назначение УЗИП защитить электрическое и электронное оборудование от перенапряжений в сети, вызванных резистивными и индуктивными связями, возникающих под воздействием тока молнии. Общепринято выделяют перенапряжения, вызванные прямыми и непрямыми ударами молнии. Первые происходят в случае попадания молнии в здание (сооружение) или в подведенные к зданию (сооружению) линии коммуникаций (линии электропередачи, коммуникационные линии). Вторые — вследствие ударов вблизи здания (сооружения) или удара молнии вблизи линий коммуникаций. В зависимости от типа попадания различаются и параметры перенапряжений.

Существует три категории молниезащиты:

I категория – защита зданий и сооружений с взрывоопасными зонами В – I, В - II.

Зоны В - I расположены в помещениях, где выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальном режиме работы. Зоны В - II расположены в помещениях, где выделяются во взвешенное состояние горючие пыль и волокна в таком количестве и с такими свойствами, что могут образовываться взрывоопасные смеси при нормальных условиях работы.

В I категории молниеотводы изолированы от защищаемого сооружения, присоединены к заземлителю с сопротивлением не более 10 Ом. Переходное сопротивление в контактах элементов молниеотвода не более 0,03 Ом.

II категория – сооружения и здания с зонами В – Iа, В – Iб, В – IIа.

Зоны В – Iа, В – Iб, В – IIа – взрывоопасные смеси в нормальных условиях не образуются, их образование возможно только в результате аварии.

В II категории кроме аналогичных молниеотводов I категории разрешается применять молниезащитную сетку, накладываемую на кровлю.

III категория – защита непроизводственных, с/х, жилых помещений, учебных и медицинских сооружений от прямых ударов молнии. Для этой категории молниеотводы с сопротивлением меньше 20 Ом.

## **4.6. Меры пожарной безопасности при строительстве и проекте промышленных предприятий**

Планирование территорий: Обеспечение безопасных расстояние до границ соседних предприятий, населенных пунктов. Требуется также обеспечение удобного подъезда пожарных машин, устройство противопожарных преград. Наличие дымовых люков и шахт способствует более эффективной борьбе с огнем. Важнейшее значение имеет обеспечение безопасной эвакуации людей. Время от начала пожара до возникновения опасной для человека ситуации называется критической продолжительностью пожара.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасно­сти людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла (научная разработка, проектирование, строительство и эксплуатация).

Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая орга­низационно-технические мероприятия.

Систему предотвращения пожарасоставляет комплекс организаци­онных мероприятий и технических средств, направленных на исклю­чение возможности возникновения пожара. Предотвращение пожара достигается: устранением образования горючей среды; устранением образования в горючей среде (или внесения в нее) источника зажига­ния; поддержанием температуры горючей среды ниже максимально допустимой; поддержание в горючей среде давления ниже максимально допустимого и другими мерами.

Систему противопожарной защитысоставляет комплекс организационных и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него. Противопожарная защита обеспечивается максимально возможным применением негорючих и трудно горючих веществ и материалов вместо пожароопасных; ограничением количества горючих веществ и их размещения; изоляцией горючей среды; предотвращением распространения пожара за пределы очага; применением средств пожаротушения; применением средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре; орга­низацией пожарной охраны промышленных объектов.

Ограничение горючих веществ и их размещения достигается регламентацией: коли­чества (массы, объема) горючих веществ и материалов, находящихся одновременно в помещении; наличия аварийного слива пожароопас­ных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из оборудо­вания; противопожарных разрывов и защитных зон; периодичности очистки помещений, коммуникаций, оборудования от горючих отхо­дов, отложений пыли и т.п.; числа рабочих мест, на которых исполь­зуются пожароопасные вещества; выноса пожароопасного оборудования в отдельные помещения и на открытые площадки, а также наличия системы аспирации отходов производства.

Пожарная опасность производственных зданийопределяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания. Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки строительные нормы и правила делят все производства и склады по взрыве- и пожароопасности на пять категорий, которые обозначают буквами: А и Б -взрывопожароопасные; В, Г и Д — пожароопасные.

Категории взрывопожароопасности производств указаны в нормах технологического проектирования или в специальных перечнях про­изводств, которые составляются и утверждаются отраслевыми мини­стерствами. Пожарная безопасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

Важное значение в обеспечении пожарной безопасности принад­лежит противопожарным преградам и разрывам. Противопожарные преграды предназначены для ограничения распространения пожара внутри здания. К ним относятся противопожарные стены, перекрытия, двери.

При строительстве здания предусматривают меры, предупреждаю­щие возникновение взрыва, а также уменьшающие ущерб от взрывной волны. Для защиты от взрывов в наружной части ограждения здания устраивают легкосбрасываемые конструкции (окна, двери, распашные ворота, облегченные конструкции). Легкосбрасываемые ограждения разрушаются при взрыве, в результате чего давление внутри здания уменьшается и основные несущие строительные конструкции не раз­рушаются. Должно быть предус­мотрено не менее двух эвакуационных выходов.

Пожарная техника, предназначенная для защиты промышленных предприятий, классифицируется на следую­щие группы: пожарные машины, установки пожаротушения, средства пожарной и охранной сигнализации, огнетушители, пожарное обору­дование, ручной инструмент, инвентарь и пожарные спасательные устройства.

## **4.7. Способы и средства тушения пожаров**

Прекращение доступа кислорода (окислителя) в зону горения или горючего вещества. Охлаждение зоны горения до температуры ниже температуры самовоспламенения. Для прекращения горения необходимо:

1.    Предотвратить доступ в зону горения окислителя (кислород воздуха) и горючего вещества.

2.    Охладить зону горения ниже температуры воспламенения.

3.    Разбавить горючие вещества негорючими веществами.

4.    Ингибирование химических реакций, вызвавших горение.

5.    Механически сбивать пламя (струей воды или газа).

К огнегасительным веществам относятся:

1.    Вода.

2.    Химическая и воздушно-механическая пены.

3.    Водные растворы солей.

4.    Инертные и негорючие газы.

5.    Сухие огнетушащие порошки.

Вода является наиболее распространенным и доступным средством тушения. При попадании в зону горения она испаряется, поглощая большое количество теплоты, что способствует охлаждению очага. Образующийся при испарении пар ограничивает доступ воздуха к очагу горения. Вода используется для тушения твердых материалов, нефтепродуктов. При тушении пожаров используется вода с добавлением поверхностно активных веществ (ПАВ), что во многом увеличивает эффективность тушения. Воду нельзя применять при тушении горящих веществ, которые при контакте с ней выделяют горючие газы.

Пена – это масса пузырькового газа, заключенного в жидкостные оболочки. Пена бывает двух типов:

1.     Химическая пена. Образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей.

2.     Воздушно-механическая пена. Это смесь воздуха (90%), воды (9,7%) и пенообразователя (0,3%). Растекаясь по поверхности горящей жидкости, она блокирует очаг от поступления кислорода воздуха.

Огнетушащее свойство пен заключается в блокировании очага возгорания и его охлаждении. Пены применяются для тушения жидких и твердых веществ. К примеру, воздушно-механическая пена, образующаяся пеногенератором ГВП-600, используется как основное средство тушения нефтепродуктов.

Инертные и негорючие газы (углекислый газ, азот, водяной пар, аргон, гелий и др.) понижают концентрацию кислорода воздуха в очаге возгорания. Они используются для тушения любых очагов, включая электроустановки. Их целесообразно использовать в случаях, когда применение воды может вызвать нежелательные последствия.

Огнетушащее свойство водных растворов солей (бикарбонат натрия, хлорид кальция, хлорид аммония и др.) заключается в образовании поверхностных пленок, которые формируются при выпадении солей в осадок из водного раствора. Выполняют изолирующую и ингибирующую функции.

Огнетушащие порошки (песок, бикарбонат натрия, аммофос, диаммонийфосфат и др.) представляют собой мелкодисперсные неорганические соли с различными добавками. Их огнетушащая способность заключается в ингибировании горения. Применяются для тушения легковоспламеняющихся веществ, применяются в случаях, когда воду для тушения использовать опасно, к примеру, при горении таких металлов, как натрий, кальций, калий и т.п., а так же при возгорании электроустановок. Отличными ингибиторами горения являются галоидоуглеводородные огнегасительные средства. Они представляют собой газы и легковоспламеняющиеся жидкости, которые ингибируют химические реакции. Однако они оказывают токсичное воздействие на человека, а пребывание работников в среде их применения является опасным для здоровья. Применение данных средств запрещено для тушения пожаров в электроустановках, потому что при высоких температурах горения электрической дуги они становятся взрывоопасными.

Все виды пожарной техники подразделяются на следующие группы:

1.     Пожарные машины.

2.     Установки пожаротушения.

3.     Огнетушители.

4.     Средства пожарной сигнализации.

5.     Пожарные спасательные устройства.

6.     Пожарный ручной инструмент.

7.     Пожарный инвентарь.

Каждое промышленное предприятие должно быть оснащено определенным числом тех или иных видов пожарной техники. Первичные средства пожаротушения служат для ликвидации начинающихся очагов возгорания силами персонала предприятия. Они располагаются в открытых и доступных местах, должны быть в состоянии готовности и пригодности. К ним относятся огнетушители, пожарные щиты с инструментарием, ящики с песком, емкости с водой. Простейшим и доступным средством пожаротушения помимо воды является песок. Он используется для тушения разлитой горящей жидкости, электрооборудования, деревянных предметов.

Огнетушители являются, на сегодняшний день, самыми распространенными первичными средствами пожаротушения. Они классифицируются по ряду признаков:

1.     По виду гасящего вещества (жидкостные, пенные, газовые, порошковые, аэрозольные, комбинированные).

2.     По размерам и количеству огнетушащего состава (малолитражные, промышленные ручные, передвижные, стационарные).

3.     По способу выброса огнетушащего вещества (выброс заряда под давлением газа, выброс заряда под давлением самого заряда).

На промышленных предприятиях применяются стационарные установки пожаротушения, в которых все элементы смонтированы и постоянно находятся в состоянии готовности. Они бывают автоматическими и дистанционными. Наибольшее применение приобрели спринклерные установки, которые представляют собой сеть водопроводных труб, в которых постоянно находится вода. В эти трубы через определенный интервал вмонтированы оросительные головки – спринклеры. В обычных условиях отверстие спринклерной головки закрыто легкоплавким клапаном. При повышении температуры в определенных пределах замок плавится и отбрасывается и вода под давлением разбрызгивается. Один спринклер орошает 9-12 м² площади. Если воду необходимо подавать сразу на всю площадь, то применяют *дренчерные установки*, в которых вместо спринклера установлен дренчер, отверстие в котором открыто, а установку пускают в действие дистанционно, подавая воду сразу во все трубы. Кроме водяных используют пенные спринклерные и дренчерные установки.

Средства пожарной сигнализации предназначены для обнаружения начальной стадии пожара и извещении о месте и времени его возникновения и при необходимости включения автоматических систем пожаротушения. Состоит из пожарных извещателей, коммуникаций, приемной станции. Пожарные извещатели преобразуют неэлектрические физические явления (тепло, свет) в электрические сигналы, которые по линиям коммуникации передаются на приемную станцию. Подразделяются на тепловые, световые, дымовые, ультразвуковые и комбинированные.

# Литература

* 1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 682 с.
	2. Безопасность жизнедеятельности: учебник для ВУЗов / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, А.Л. Михайлов, А.В. Старостенко и др. – Спб.: Питер, 2006. – 302 с.: ил.
	3. Безопасность жизнедеятельности с основами экологии и охраны природы: учебное пособие / Под ред. Д.Б. Гелашвили. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ,1996. Ч. 1, 2.
	4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / под ред. Э.А. Арустамова. – 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во «Дашков и К°», 2008. — 586 с.
	5. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для ВУЗов / под ред. О.Н. Русака. – Спб.: Издательство МАНЭБ, 2001. - 448 с.
	6. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015). - Раздел 10, охрана труда.
	7. Гордон Г.Ю., Вайнштпейн Л.И. Электротравматизм и его предупреждение. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 256 с.: ил.
	8. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984. - 398 с.: ил.
	9. Иванов В. Г. Охрана труда: Инженерные решения практических задач: Учеб. пособие для студ. всех Вуз(ов) / Украинская инженерно-педагогическая академия. — Х. : УИПА, 2005. — 284 с.
	10. Князевский Б.А. Охрана труда в электроустановках. - М.: Энергия, 1982. - 310 с.
	11. Кузнецов В. Охрана труда на предприятии. — 2-е изд., перераб. и доп. — Харьков : Издательский дом "Фактор", 2008. — 720 с.
	12. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для ВУЗов. – М.: Издат. Центр «Академия», 2003. – 336 с.
	13. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 2005. – 383 с.

14. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. — М.: Высшая школа, 2007. — 592 с.

* 1. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник. – М.: ФОРУМ, 2009. – 496 с.
	2. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учебник. – М, 2004. – 288 с.
	3. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. – Калуга: Облиздат, 2001. – 480 с.
	4. Тарасов В.В. Основы защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1998. – 195 с.
	5. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда: Учебное пособие / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, В.М. Попов, Н.И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2008. – 317 с.

 Нормативные документы:

1. ГОСТ 12.0.004-90 CCБТ. Обучение работающих безопасности труда.
2. ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.ГОСТ 12.1.003-83\* ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
4. ГОСТ 12.1.040-83 ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения.
5. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
6. ГОСТ 12.4.011-87 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
7. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
8. ГОСТ Р. 22.0.06-95. БЧС. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура поражающих воздействий.
9. ГОСТ Р 22.0.07-96 Безопасность в ЧС. Источники техногенных ЧС. Классификация и номенклатура поражающих факторов и параметров.
10. ГОСТ Р 22.1.10-02. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг химически опасных объектов. Общие требования.
11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. – М.: Минздрав России, 1998.
12. ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. – М.: Минздрав России, 1998.
13. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ВНИИПО МВД, 1995.
14. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). – М: Минздрав России, 1999. – 127 с.
15. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав РФ, 2003.
16. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав РФ, 1997.
17. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав РФ, 2003.
18. СН 2971-84. Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередач. – м.: Минздрав СССР, 1984.
19. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Минздрав России, 2000.

Анна Викторовна **Клемина**

Александр Иванович **Мартьянов**

**Безопасность жизнедеятельности**

***Учебно-методическое пособие***

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.