

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

В. Д. Венцель

**Электробезопасность персонала
в производственных условиях и в электроуста-
новках до и выше 1000 В**

Учебное пособие

Омск

Издательство ОмГТУ
2010

УДК 621. 31: 658.382. 3 (075)

ББК 31.29ня 73

В 29

Рецензенты:

Ю. П. Локтев, начальник электроцеха ООО «Омсктехуглерод»;

С. А. Ковалев, канд. техн. наук, доцент, ОмГУ

Венцель, В. Д.

В 29 Электробезопасность персонала в производственных условиях и в электроустановках до и выше 1000 В.

учебное пособие / В. Д. Венцель, В. С. – Омск: Изд-во ОмГТУ,
2009. – 93 с.

В учебном пособии рассматриваются вопросы воздействия электрического тока на организм человека; воздействия электромагнитных излучений на биологические объекты; требования к персоналу, допущенному к работам в действующих электроустановках; порядок и условия производства работ в действующих электроустановках; основные требования к средствам защиты, применяемым при работе в действующих электроустановках.

Книга предназначена для студентов вузов и слушателей профессиональной переподготовки, обучающихся по специальности «Безопасность технологических процессов и производств», в качестве учебного пособия для изучения курса «Электробезопасность», а также может быть полезна для студентов электротехнических специальностей.

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

УДК 621. 31: 658.382. 3 (075)

ББК 31.29ня 73

© Омский государственный
технический университет, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие требования электробезопасности.....	7
1.1. Воздействие электрического тока на организм человека	7
1.2. Основные факторы, определяющие исход поражения электрическим током.....	11
1.3. Классификация помещений (условий работ) по опасности поражения электрическим током.....	16
2. Характер воздействия электромагнитных полей на биологические объекты.....	18
2.1. Электрическое поле Земли.....	18
2.2. Магнитное поле Земли	19
2.3. Формирование уровня адаптации к воздействию ЭМИ	22
2.4. Воздействие ЭМИ на биологические объекты	25
3. Обучение и подготовка персонала	34
3.1. Требования к персоналу	34
3.2. Особенности работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ	37
4. Порядок и условия производства работ в действующих электроустановках.....	39
4.1. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках	39
4.2. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения.....	44
4.3. Особенности организации работ в условиях воздействия электромагнитных излучений.....	45
5. Основные требования к средствам защиты, применяемым при работе в электроустановках.....	47
5.1. Общие требования.....	47
5.2. Порядок и общие правила пользования средствами защиты.....	50
6. Обеспечение и контроль электробезопасности	52
Приложение 1. Форма журнала учета присвоения группы 1 по электробезопасности неэлектротехническому персоналу	53
Приложение 2. Форма журнала учета проверки знаний норм и правил работы в электроустановках.....	54
Приложение 3. Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям.....	55
Контрольные вопросы.....	56
Библиографический список.....	58

ВВЕДЕНИЕ

О том, что электрические разряды воздействуют на человека, стало очевидным в последней четверти XVIII в. Одно из первых обстоятельных описаний этого действия принадлежит Ж. Марату (Франция), англичанину А. Уориш, итальянцам Гальвани и А. Вольту. Они установили, что на человека действует разряд, полученный не только от источника статического электричества, но и от электрохимического элемента. Однако никто из них не указал на опасность этого воздействия на человека.

Впервые установил эту опасность изобретатель первого в мире электрохимического высоковольтного источника напряжения В.В. Петров. Создав в Петербургской медико-хирургической академии хорошо оборудованную для своего времени физическую лабораторию, В.В. Петров приступил к систематическому изучению действия электрического тока на организм животного и человека, а также к разработке мероприятий по защите человека от тока.

Закономерно, что именно в этой академии был проведен ряд интересных исследований механизма взаимодействия электрического тока с человеком, имевших не только защитную, но и терапевтическую направленность.

С первых же номеров основанный в 1880 г. русский журнал “Электричество” начал систематическую публикацию о несчастных случаях, вызванных электрическим током. А в журнале “Электротехник” только за период 1898-1903 гг. были приведены данные более чем о 20 электротравмах, сопровождавшихся тяжелым исходом.

В 20-х годах прошлого века по инициативе П.Д. Войноровского началась разработка правил пользования электрическими устройствами.

8 июля 1898 г. были утверждены первые официальные документы, относившиеся к технике безопасности при устройстве и эксплуатации электрических устройств. На первом Всероссийском электротехническом съезде проф. П.Д. Войноровским был сделан доклад о правилах пользования электрическими устройствами. В обсуждении доклада участвовали врачи-гигиенисты. Было принято весьма профессиональное по тому времени предложение об обязательном расследовании всех случаев поражения электрическим током, причем, если поражение привело к смерти пострадавшего, то рекомендовалось обязательное вскрытие и тщательное патолого-аналитическое изучение тела пострадавшего.

Прогрессивная роль П.Д. Войноровского заключалась в том, что, предлагая нормирование пределов напряжения, они учитывали и необходимость снабжения электротехнических установок защитными средствами, создавая тем самым основы электробезопасности.

За последние годы во всем цивилизованном мире и в России стали отмечаться процессы усиления политической и общественной активности, связанные с ростом осознания той, казалось бы, и ранее очевидной истины, что сохранение и укрепление здоровья трудящихся – важнейшей производительной силы общества – определяют возможности и темпы экономического развития страны и ее национальную безопасность и по этой причине должны становиться основой государственной социальной политики.

Обеспокоенность вызывает ухудшение демографической ситуации, резкий рост преждевременной смертности трудоспособного населения, увеличение уровня трудопотерь от заболеваний, травм и инвалидности, ухудшение репродуктивного здоровья населения, что во многом связано с ростом экологических и профессиональных рисков.

Анализ состояния здоровья работников свидетельствует о его существенном ухудшении за последние годы. Уровень смертности населения трудоспособных возрастов от неестественных причин – несчастных случаев, отравлений и травм, в том числе производственно обусловленных, в настоящее время соответствует аналогичным показателям в России столетней давности и почти в 2,5 раза превышает показатели, сложившиеся в развитых странах. Смертность трудоспособного населения превышает аналогичный показатель по Евросоюзу в 4,5 раза.

Совершенно очевидно, что эта ситуация во многом обусловлена проводимыми в стране с начала 90-х годов прошлого века трансформациями без оценки социальных последствий. Реструктуризация и изменение организационно-правовых форм предприятий и организаций хозяйственного комплекса страны привели к спаду производства и неустойчивой работе многих предприятий, резкому сокращению объемов и финансирования работ по улучшению условий труда, повышению уровня промышленной безопасности на предприятиях.

Безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности от воздействия негативных факторов.

Электроэнергетика – фундаментальная отрасль, обеспечивающая нормальную деятельность других отраслей экономики, функционирование социальных структур и необходимые условия жизнедеятельности населения.

Электрификация народного хозяйства Российской Федерации развивается по пути разработки и внедрения электроустановок с использованием современных высокоэффективных электрических машин и аппаратов, линий электропередачи, разнообразного электротехнологического оборудования, средств автоматики и телемеханики.

Безопасная и безаварийная эксплуатация систем электроснабжения и потребителей электроэнергии требует от работников строительных, монтажных, наладочных и эксплуатационных организаций, предприятий и учреждений неукоснительного соблюдения правил электробезопасности и норм охраны труда.

Известно, что электротравмы в среднем составляют 3 % от общего числа травм, однако высок уровень смертельных исходов от электротравм – 12–13 % от общего числа смертельных случаев. Результаты расследования происшедших несчастных случаев показывают, что в них отсутствует элемент случайности. В основном причинами электротравм является недооценка нарушения и даже игнорирование Правил, а иногда и незнание опасности действия электрического тока.

Статистика электротравматизма в России показывает, что количество смертельных случаев от электротравм составляет 8,8 человек на 1 млн. жителей страны в год.

К наиболее неблагополучным отраслям относятся:

- легкая промышленность (электротравматизм составляет 17 % от общего числа смертельных случаев);
- электротехническая промышленность (14 %);
- химическая промышленность (13 %);
- строительство (40 %);
- сельское хозяйство (40 %);
- в быту (40 %).

Такая печальная статистика сложилась из-за возросшего потребления электроэнергии промышленными предприятиями и в бытовой сфере, недостаточного уровня обучения и подготовки персонала в области электробезопасности, многочисленных нарушений правил и норм технической эксплуатации электрооборудования, слабой пропаганды знаний электробезопасности среди населения.

Постоянный рост энергопотребления требует увеличения числа и мощности источников энергии, совершенствования систем защиты и управления с целью повышения надежности работы источников и сетей. В свою очередь, это требует повышения квалификации работников энергетического хозяйства предприятия, глубокого знания ими действующих Правил по охране труда в электроустановках, умения применять их при проектировании, монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте электрооборудования. Необходимо так организовать эксплуатацию электроустановок, чтобы была исключена всякая возможность ошибок и нарушений со стороны обслуживающего персонала. Высокая техническая грамотность персонала, а также строгое соблюдение дисциплины, неукоснительное выполнение требований инструкций по охране труда являются основой организации безопасной эксплуатации электроустановок.

Обязанность государства защищать право каждого человека на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, определена в Основном законе страны (п. 3 ст. 37 Конституции РФ). Направления государственной политики в области охраны труда обозначены ст. 210 Трудового Кодекса Российской Федерации. В этой статье закреплён метод решения задач в области охраны труда путем разработки и реализации целевых (федеральных, отраслевых и территориальных) программ улучшения условий и охраны труда. Эти программы позволяют координировать работу субъектов РФ и федеральных органов исполнительной власти, что способствует повышению эффективности государственной политики в области охраны труда и промышленной безопасности.

Обеспечение приоритета сохранения здоровья и жизни работников по отношению к любым другим результатам трудовой деятельности – один из главных общечеловеческих принципов, соответствующий:

- Всеобщей декларации прав человека;
- Международному пакту об экономических, социальных и культурных правах;
- Декларациям и Конвенциям Международной Организации Труда;

– международным обязательствам РФ, принятым в рамках ОБСЕ (СБСЕ);

– Конвенции Содружества Независимых Государств о правах и основных свободах человека;

– Конституции РФ.

Закрепление этого принципа в Трудовом Кодексе РФ выдвигает на первое место в ряду обязанностей работодателей и других организаторов производства обязанность обеспечивать нормальные и безопасные условия труда его участникам. Правовым регулированием охраны труда является принятие федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ об охране труда.

Органы государственной власти устанавливают правила, процедуры и критерии, обеспечивающие сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Государственный надзор и контроль за соблюдением нормативных требований охраны труда строятся на принципах, соответствующих положениям конвенций МОТ, ратифицированных Российской Федерацией.

1. ХАРАКТЕР ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

В современном и многообразном мире проблемы состояния среды обитания и здоровья населения приобретают первостепенное значение. Общеизвестно, что человек и окружающая среда находятся под постоянным воздействием различных факторов, создаваемых источниками как естественного, так и техногенного (искусственного) характера. Одним из таких факторов, характеризующих окружающую среду, является электромагнитное излучение (ЭМИ).

Естественными источниками электромагнитных полей являются: радиоизлучения Солнца и Галактик, атмосферное электричество, квазистатические электрические и магнитные поля Земли.

Воздушную оболочку Земли (атмосферу) условно разделяют на слои, различные по мощности и строению. Каждый слой несет свою физико-химическую нагрузку. Нижний слой – тропосфера – толщиной около 17 км содержит три четверти массы всей атмосферы, состоит из воздуха и водяных паров, здесь формируется климат. Выше – в стратосфере – располагается озоновый слой и здесь происходит поглощение основной энергии ультрафиолетовых лучей, попадающих на нашу планету от различных космических источников, т.е. это защитный экран для всего живого на Земле. Верхний слой атмосферы – ионосфера – состоит из ионизированного воздуха – холодной плазмы, которая отражает длинные радиоволны и поглощает короткие. Кроме этого Земля окружена электрическими и магнитными полями.

1.1. Электрическое поле Земли.

Электрическое поле (ЭП) Земли направлено перпендикулярно к земной поверхности, заряженной отрицательно относительно верхних слоев атмосферы. В общем случае можно считать, что это поле у поверхности земли однородно и постоянно по величине, если пренебречь изменениями величины напряженности ЭП на локальных территориях вследствие сезонности (зима – лето) и суточными изменениями, связанными с грозовой деятельностью. На земном шаре имеются отдельные области, где величина вертикальной составляющей напряженности ЭП имеет значение намного выше («положительные аномалии») или ниже («отрицательные аномалии») среднего.

Вспышки на Солнце вызывают изменение атмосферного электрического поля, в результате чего усиливается грозовая деятельность в атмосфере. Разряды молний в атмосфере являются естественным источником низкочастотных волн в диапазоне от сотен Герц до десятков мегаГерц. *Молнии* – искровой разряд атмосферного электричества, возникающий между облаками или между облаками и землей. Она может быть линейной, шаровой и точечной (состоящей из ярких сферических и продолговатых тел). Мощность молний грандиозна: скорость движения около 150 км/с, динамическое давление до 100 кгс/см². Сила тока линейной молнии достигает 100 тыс. ампер, длительность до 0,1мс, напряжение – миллион вольт. Длина линейной молнии – до нескольких километров.

На континентах тропического пояса площадь, занятая грозами, максимальна и достигает 500–600 тыс. км² (с 15 до 20 часов местного времени). В высоких широтах она значительно меньше. Интенсивность грозовой деятельности всегда и везде минимальна в утренние часы и повышается к ночи. Уменьшается интенсивность и в годы «спокойного» солнца, когда количество магнитных бурь минимально.

Для атмосферы характерны следующие виды излучений:

- интенсивное излучение при грозовых разрядах (его частота и длительность зависят от величины и интенсивности разрядного тока);
- предгрозовое радиоизлучение;
- непрерывно-шумовое радиоизлучение грозовых облаков и циклонов (на частотах от сотен килоГерц до сотен мегаГерц).

1.2. Магнитное поле Земли.

Более сложную картину представляет собой магнитное поле (МП) Земли (рис. 1), напоминающее по форме поле большого магнита, но оно в сотни раз слабее, чем поле между двумя концами подковы обычного школьного магнита. Однако, земное магнитное поле занимает огромный объем, простираясь на десятки тысяч километров от поверхности земли. А так как энергия МП пропорциональна объему, то влияние земного поля на процессы в окрестностях планеты весьма велико.

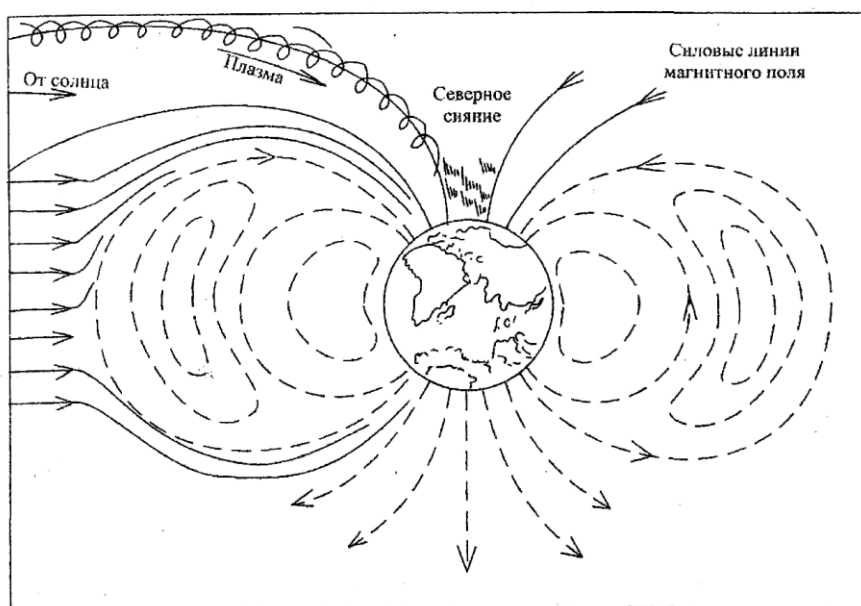


Рис.1. Магнитное поле Земли.

Постоянное магнитное поле нашей планеты состоит из двух частей. Основная часть поля обусловлена процессами в земном ядре, другая – вызывается горными породами, получившими намагниченность еще за время своего образования. Магнитное поле, создаваемое намагниченностью гор-

ных пород, на локальных территориях изменяется с изменением тех напряжений, в которых находятся горные породы в земной коре.

Земля постоянно находится в потоке «солнечного ветра», который образуется вследствие непрерывного расширения плазмы солнечной короны и состоит из заряженных частиц (протонов, ядер и ионов гелия) и более тяжелых положительных ионов и электронов.

Препятствием для «солнечного ветра» служит магнитное поле Земли, образующее магнитосферу. Частицы солнечной плазмы обтекают магнитосферу и попадают в так называемые магнитные ловушки и таким образом частицы высоких энергий (протоны и электроны) образуют радиационный пояс Земли, где присутствует повышенная космическая радиация. Иначе говоря, магнитосфера исполняет роль экрана, задерживающего вредные для живых организмов излучения.

Напряженность магнитного поля направлена по касательной к магнитным силовым линиям, поэтому у экватора максимальна горизонтальная составляющая напряженности, а на полюсах – ее вертикальная составляющая.

Электрическое и магнитное поля Земли, а также специфические слои воздушной оболочки Земли играют существенную роль в распределении и преобразовании солнечного излучения.

Солнечное излучение непостоянно по времени и составу. Оно имеет свои минимумы и максимумы, а так же свою периодичность в их чередовании. В годы солнечной активности, достигающей максимума один раз в 11 лет, усиливается ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоизлучение и выбрасывается огромное количество заряженных частичек – корпускул. Поток корпускул, встречаясь с магнитным полем Земли, воздействует на него, искажая сложившуюся картину МП. Возникает так называемая магнитная буря, то есть быстрые и беспорядочные изменения магнитного поля. Потоки корпускул «стекают» в полярные широты и там возникают полярные сияния.

При магнитной буре плотность МП Земли со стороны Солнца увеличивается, а с противоположной «теневой» стороны – МП разрезается (рис. 2). Кроме того, искажается сама форма магнитного поля.

Учитывая суточное вращение Земли, все мы в период магнитных бурь оказываемся в постоянно изменяющемся магнитном поле. Это явление вызывает у некоторых людей ухудшение состояния здоровья либо определенный дискомфорт, что доказывает корреляционный анализ рядов данных по уровню возмущения геомагнитного поля и медицинских данных (магнитные бури – частота вызовов скорой помощи, частота инфарктов, количество смертей и т.д.). Установлено [18] наличие связи числа «биосферных эксцессов» (резких изменений характеристик жизнедеятельности организма и последствий этого) с периодичностью магнитных бурь (например, магнитные бури – количество ДТП); в частности, наблюдается 27-ми дневная повторяемость биосферной реакции, что соответствует повторяемости магнитных бурь с таким же периодом.

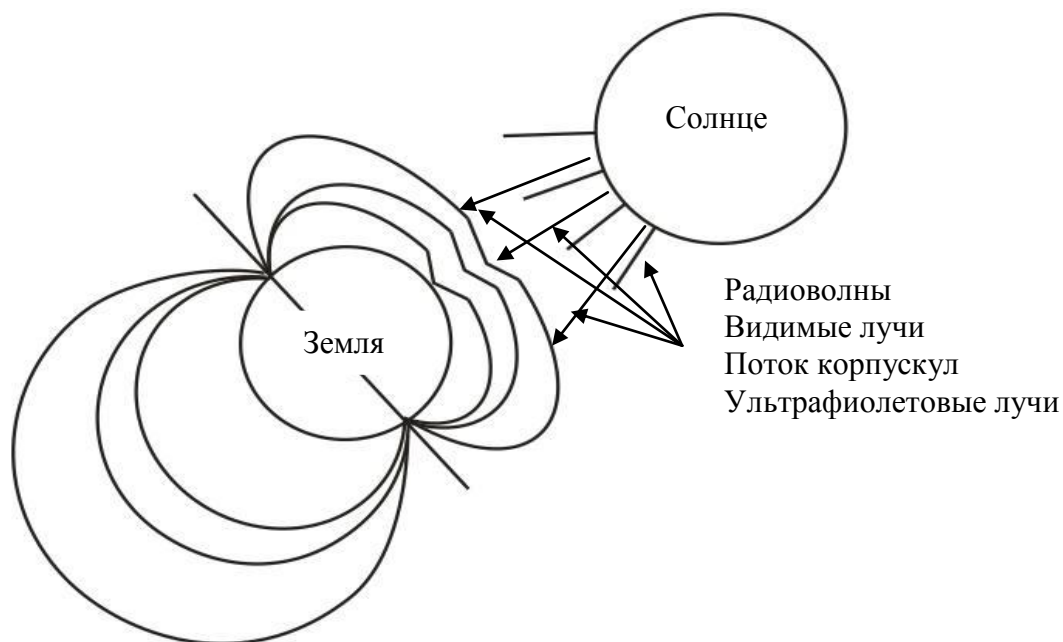


Рис. 2. Изменение формы магнитного поля Земли под воздействием солнечной вспышки

С началом магнитной бури и даже раньше ее протекает большое число разнообразных нестационарных процессов. Магнитные бури большой интенсивности могут вносить помехи в работу радиоэлектронных устройств. Активное излучение Солнца, воздействуя на высокие слои атмосферы, существенно влияет на циркуляцию воздушных масс, что отражается на погоде и климате всей Земли.

С точки зрения медицины и электромагнитобиологии в настоящее время уже не вызывает сомнений тот факт, что ЭМП естественного происхождения (естественный электромагнитный фон Земли) следует рассматривать как один из важнейших экологических факторов. Естественные ЭМП совершенно необходимы для нормальной жизнедеятельности, а их техногенное увеличение или дефицит приводит к серьезным негативным, порой даже необратимым последствиям для живого организма.

Каждый человек круглосуточно находится под воздействием природных и техногенных ЭМП широчайшего частотного диапазона, разнообразно модулированных и случайным образом изменяющихся во времени и пространстве. Мы живем в электромагнитном океане, в котором подавляющее большинство электромагнитных излучений пронизывает наш организм так же, как свет проходит через стекло. При этом, какая-то часть мощности облучения (в зависимости от длины волны), остается в организме, производя в нем какую-то работу, т. е. воздействуя определенным образом на различные биологические системы. Результат этой работы может быть как полезным, так и негативным. Это зависит от мощности облучения, времени воздействия, площади поражаемой не защищенной поверхности тела, уровня адаптации каждого индивидуума к воздействию ЭМИ.

1.3. Формирование уровня адаптации к воздействию ЭМИ.

Применительно к воздействию излучений от естественных источников, биологические организмы адаптированы вследствие своего эволюционного развития. Мысль о том, что живые организмы чувствуют изменения магнитного поля, высказывалась давно в связи со способностью птиц ориентироваться в пространстве. Оказалось, что, действительно, есть необычайно чувствительные к магнитному полю живые существа – бактерии, пчелы, голуби, дельфины, саламандры и др. Они обладают такой способностью благодаря присутствию зерен магнетита Fe_3O_4 в нервных окончаниях. Это помогает им ориентироваться в пространстве в условиях невозмущенного магнитного поля, но этот механизм может отказать во время магнитных бурь. Кроме того, птицы, пролетая над магнитными аномалиями, испытывают затруднения в выборе курса.

В 2009 году в США погибло около 60% пчел, в Европейских странах итого больше – около 70%. Ученые связывают это с потерей ориентации пчел из-за воздействия на них различных источников ЭМИ и, в основном, базовых станций сотовых телефонов. Пчелы погибали из-за того, что не могли вернуться в улей. Это печальное событие может иметь удручающие последствия, т.к. без опыления продовольственных культур может произойти аграрная катастрофа.

Однако если рассматривать систему «человек и ЭМИ», уровень адаптации к этим излучениям у каждого индивидуума свой.

Степень чувствительности к изменениям геомагнитного поля, уровням электромагнитных полей от источников техногенного происхождения закладывается еще в период внутриутробного развития. В момент формирования той или иной системы нашего организма (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и др.) у эмбриона, начиная с четырех – пяти недель, в этих системах отражается весь тот «код» колебаний внешней среды, с которым и пришлось встретиться в этот период. Чувствительность эмбриона к ЭМП значительно выше, чем чувствительность материнского организма. Характер воздействия факторов внешней среды (в рассматриваемой ситуации – ЭМИ) передается развивающемуся организму в виде информации, запоминается и, накладываясь на наследственные гены, образует определенный, характерный только для данного организма уровень адаптации к данному фактору. Этот процесс продолжается и после рождения ребенка, вплоть до окончания развития организма. Естественно, что в период становления адаптационного уровня, особенно на его ранних стадиях, необходимо оберегать и организм матери, и организм ребенка от воздействия ЭМИ техногенного характера. Такие меры предусматривают ряд нормативных документов.

В связи с недостаточной изученностью вопроса о возможных воздействиях ЭМИ, а также в целях защиты населения – пользователей подвижных (мобильных) станций сухопутной радиосвязи – Санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.1.8/2.3.4.1190-03) [6] рекомендуется женщинам в период беременности и лицам до 18 лет ограничить время пользования подвижными радиостанциями и мобильными телефонами. Рекомендуемый ре-

жим пользования такими устройствами – 3–4 минуты разговора – 30–40 минут перерыва. Это время необходимо для адаптации (восстановления) центральной нервной системы, в связи с происходящими во время разговора изменениями в биоэлектрической активности мозга. Следует особо отметить, что электромагнитная энергия, необходимая для связи между сотовым телефоном и базовой станцией, в значительной степени поглощается мозгом, который используется как элемент антенны. Кроме того, мозг ребенка поглощает значительно больше излучения, чем мозг взрослого человека. У малышей мозговая ткань более восприимчива, плюс очень мягкая ушная раковина, и поэтому они ближе, чем взрослые, подносят сам аппарат, сокращая расстояние между головой и телефоном, – следовательно, количество поглощенной энергии мозгом ребенка значительно увеличивается.

Последствия облучения мобильными телефонами у детей (ближайшие расстройства): ослабление памяти, снижение внимания, умственных и познавательных способностей, раздражительность, нарушение сна, склонность к стрессам, эпилептическим реакциям. Возможные удаленные последствия – это опухоли мозга (25 – 30 лет), болезнь Альцгеймера, депрессивный синдром и другие проявления дегенерации нервных структур головного мозга в пожилом возрасте. Наиболее безвредный способ пользования мобильным телефоном – это вести разговор через гарнитуру.

Мобильные телефоны, а также многие другие широко распространенные электронные устройства могут вызывать электромагнитные помехи в работе других электрических приборов. Поэтому следует соблюдать осторожность при использовании мобильных телефонов, в частности, вблизи чувствительного электронного медицинского оборудования в больничных отделениях интенсивной терапии. В редких случаях мобильные телефоны могут вызывать также помехи в работе некоторых других медицинских приборов, таких как кардиостимуляторы ритма сердца и слуховые аппараты. Лица, пользующиеся такими приборами, должны проконсультироваться с врачом в отношении чувствительности этих приборов к указанным воздействиям.

Исследования функционального состояния пользователя компьютера [17] показали, что при работе с ПЭВМ возможны различные заболевания кожи лица, ощущается сухость кожи рук, могут слоиться ногти на пальцах рук, появляются симптомы заболевания зрительных органов – так называемый "компьютерный зрительный синдром". При длительной систематической работе с ПЭВМ возможно появление близорукости.

Установлено, что даже при кратковременной работе (45 минут) в организме работающего под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга. Особенно ярко и устойчиво эти эффекты проявляются у женщин. В связи с чем, рекомендуется женщин со времени установления беременности (а по мнению некоторых специалистов – еще до зачатия) переводить на работы, не связанные с использованием ПЭВМ. При невозможности такого перевода для них ограничивается время работы с ПЭВМ (не более трех часов за рабочую смену) при условии соблюдения всех гигиенических

требований, установленных для данного рабочего места Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03) [7]. Трудоустройство беременных женщин следует осуществлять в соответствии с «Гигиеническими рекомендациями по рациональному трудоустройству беременных женщин», составленными на основе требований СанПиН 2.2.0.555-96 [8].

Этими же Санитарными правилами введены ограничения по времени работы на ПЭВМ лицам до 18 лет. Необходимо строго следить за продолжительностью работы детей с компьютером. В табл. 1 приведены требования, установленные на этот счет в СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03.

Таблица 1

Допустимое время работы детей за компьютером.

Дошкольники, возраст (лет)	Максимально допустимое время работы, мин
5	7
6	10
Школьники, класс	Максимально допустимое непрерывное время работы, мин
1 (шестилетки)	10
2-5	15
6-8	20
8-9	25
10-11	30 на первом часе занятий, 20 на втором часе

1.4. Воздействие ЭМИ на биологические объекты.

В зависимости от уровня адаптации к ЭМИ и от общего состояния здоровья (в особенности сердечно – сосудистой системы), некоторые люди испытывают определенный дискомфорт при нахождении в панельных домах, где уровень электромагнитного поля на 10 – 15 % ниже сложившегося в данной местности фоновое значения ЭМП, вследствие ослабления влияния излучений металлоконструкциями здания.

Установлено [18], что при ослаблении геомагнитного поля (ГМП) Земли в 2 – 5 раз относительно естественного магнитного поля, наблюдается увеличение на 40 % количества заболеваний у людей, работающих в условиях такого помещения, т.е. частота заболеваний у обследованных, сопровождающих синдром иммунологической недостаточности, существенно превышает таковую среди людей, не испытывающих ослабления геомагнитного поля.

При длительном нахождении человека в искусственных гипогомагнитных условиях (на подводной лодке, в космическом аппарате, морском судне и т. д.) отмечаются изменения психики, появляются нестандартные идеи, образы. Результаты клинико-физиологических обследований лиц, длительное время работавших в экранированных гипогомагнитных помещениях (при коэффициенте ослабления геомагнитного поля в 4 – 10 раз), свидетельствуют о развитии у них ряда функциональных изменений в ведущих системах организма.

Так, со стороны центральной нервной системы выявлены признаки дисбаланса основных нервных процессов в виде преобладания торможения, удлинения времени реакции на появляющийся объект в режиме непрерывного аналогового слежения, снижения критической частоты слияния световых мельканий. Нарушения механизмов регуляции вегетативной нервной системы проявляются в развитии функциональных изменений со стороны сердечнососудистой системы. В местах энергетических аномалий происходит устойчивое изменение биополей человека, что снижает иммунитет организма и приводит к повышению частоты заболеваний, переходящих в хронические формы.

Как правило, большинство людей, страдающих сердечнососудистыми заболеваниями, в период магнитных бурь испытывают головную боль и боли в сердце, разбитость, вялость, плохо спят, становятся раздражительными. Часть из этих людей реагирует на надвигающуюся бурю за день-два, другие – непосредственно в период магнитной бури, третьи – на следующий день. Лишь на вторые сутки после бури артериальное давление обычно вновь стабилизируется.

Это объясняется тем, что во время колебаний магнитного поля в организме изменяется кровоток. Кровь становится гуще и медленнее течет по сосудам. В том числе по тонким сосудам головного мозга. Отсюда головные боли, мигрени, быстрая и вроде бы беспричинная усталость. Нарушается регуляция тонуса сосудов, непредсказуемо скачет артериальное давление. Но главное, здесь кроются корни более серьезных последствий: сердечнососудистых катастроф – инфарктов миокарда, инсультов, тяжелых гипертонических кризов.

В основном взаимодействие ЭМП с биологическими объектами определяется:

- параметрами излучения (частотой или длиной волны, скоростью распространения волны);

- физическими и биохимическими свойствами объекта как среды распространения ЭМП (диэлектрической проницаемостью, электрической проводимостью, длиной электромагнитной волны в ткани, глубиной проникновения, коэффициентом отражения от границы воздух – ткань).

Важно учитывать, что опасность воздействия ЭМП на организм может усугубляться в случаях:

- использования сложных режимов электромагнитных излучений;
- при воздействии на больной организм, в частности, страдающий аллергическими заболеваниями или имеющий генетическую склонность к развитию опухоли;
- при облучении организма в период эмбриогенеза и в детском возрасте;
- при совместном действии ЭМП и других факторов внешней среды обитания человека.

Биологические объекты, подобно другим физическим телам, при температуре выше нуля градусов по шкале Кельвина излучают электромагнитные волны, которые фиксируются высокочувствительной аппаратурой. В процессе жизнедеятельности организмов возникают волновые и колебательные

процессы, отображаемые электроэнцефалограммой, электрокардиограммой, характеризующих работу сердца и других органов.

Одним из источников возникновения так называемого биополя живого организма, являются биотоки, которые зарождаются в рецепторах различных органов. Например, звуковые волны «заставляют» работать «молоточек» и «наковальню» в органе слуха, механические колебания преобразуются в электрические импульсы малой величины – биотоки, которые затем передаются через нервные окончания в анализатор – центральную нервную систему, где происходит обратное преобразование сигнала в определенную информацию. Таким образом, в зависимости от частоты и силы биотока мы различаем звуки. Подобные сигналы приходят постоянно от всех органов в головной и спинной мозг, где эти сигналы анализируются центральной нервной системой и посылаются обратные сигналы, поддерживающие жизнедеятельность всего организма. Причем, эти процессы происходят в организме постоянно, независимо от нашего сознания и регулируются центральной нервной системой.

В связи с тем, что большинство мягких тканей организма в отношении электропроводности представляют собой электрическое сопротивление, то под воздействием внешних электромагнитных полей в этих тканях возникает множество короткозамкнутых контуров, в которых протекают индукционные токи (иначе – вихревые токи или токи Фуко). Это явление сопровождается тепловым эффектом, т. е. переходом поглощенной электромагнитной энергии в тепло биоткани, вызывая локальное повышение температуры и вызывая возбуждение терморепцепторов. Нагрев особенно опасен для органов со слаборазвитой сосудистой системой с интенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок и др.). При облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что может вызвать катаракту.

Одновременно с тепловым эффектом проявляется и резонансный эффект, разрушающий ДНК и нарушающий солевой обмен.

В электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови, межклеточной жидкости и т.п., после приложения внешнего поля появляются ионные токи.

Нагрев тканей и возникновение ионных токов сопровождается специфическим воздействием на биологические ткани, поскольку нарушается тонкая структура электрических потенциалов, мембранная проводимость и, как следствие, циркуляция жидкости в клетках и во всех внутренних органах. Переменное магнитное поле приводит к изменению ориентации магнитных моментов атомов и молекул.

Кроме того, возникшие индукционные и другие токи, пересекая нервные окончания, возбуждают их и вынуждают давать ложный сигнал анализаторам и, тем самым, вносят хаос в работу данного органа и биоритмов в целом. Центральная нервная система старается препятствовать этому, поддерживая биологические ритмы в заданном режиме. При длительном (месяцы, годы), но слабом воздействии нервная система «устает». При сильном, но кратковременном воздействии (например, при импульсных электро-

магнитных полях) происходит энергетический срыв нервной системы, т.к. наступают признаки энергетического истощения и угнетения центров головного мозга. В обоих случаях появляются симптомы определенных заболеваний – не зря говорят: «все болезни от нервов».

Комплекс воздействия ЭМИ на организм человека очень широк. Длительное проживание в зонах воздействия ЭМИ приводит к развитию синдрома старения организма: снижается работоспособность и иммунитет, угнетается функция репродуктивной системы, развиваются возрастные патологии в ранние годы. Доказано увеличение лейкозов у детей, проживающих вблизи линий электропередач промышленной частоты, опухолей мозга у работников электротехнических профессий. При воздействии на иммунную систему может происходить изменение белкового обмена, наблюдается определенное изменение состава крови.

Имеющиеся результаты свидетельствуют о возможности комбинированного действия ЭМП и других факторов, т. е. модификации биоэффектов ЭМП как тепловой, так и нетепловой интенсивности под влиянием ряда факторов как физической, так и химической природы. Условия комбинированного действия ЭМП и других факторов позволили выявить значительное влияние ЭМП даже сверхмалых интенсивностей на реакцию организма, а при некоторых сочетаниях может развиваться ярко выраженная патологическая реакция.

Таким образом, совершенствуя настоящее, мы уничтожаем свое будущее!

Электромагнитный спектр излучений естественных и многих техногенных источников в зависимости от длины волны (а, следовательно, и характера воздействия на организм человека) принято подразделять на составляющие этого спектра.

На многих производствах имеется постоянная необходимость обслуживать эксплуатируемые электроустановки, которые излучают средневолновый спектр электромагнитных излучений, поэтому необходимо знать характер и специфику воздействия этих излучений на организм человека, необходимые защитные меры для сохранения жизни и здоровья обслуживающего персонала. Рассмотрим этот спектр подробнее.

Инфракрасное излучение (ИК) – часть электромагнитного спектра с длиной волны 0,78–1000 мкм оказывает тепловое воздействие на кожный покров и глаза. Источники излучений – составная часть солнечного спектра, нагретые поверхности твердых тел, расплавленные вещества, открытое пламя и др. Около 60% тепловой энергии распространяется в окружающей среде путём инфракрасного излучения. Лучистая энергия, проходя почти без потерь пространство, снова превращается в тепловую. Тепловое излучение не оказывает непосредственного воздействия на окружающий воздух, свободно пронизывая его.

Одной из количественных характеристик излучения является **интенсивность теплового облучения**, которую можно определить как энергию, излучаемую с единицы площади в единицу времени ($\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ или $\text{Вт}/\text{м}^2$).

Тепловой эффект воздействия облучения зависит от спектра излучения, интенсивности потока облучения, величины излучающей поверхности, размера облучаемого участка организма, длительности облучения, угла падения лучей, теплозащитных свойств одежды, специальных средств и мер защиты.

Воздействие инфракрасного излучения может быть общим и локальным. Длинноволновая часть спектра поглощается поверхностными тканями, а наибольший нагрев кожи вызывают лучи с длиной волны около 3 мкм. Коротковолновая часть спектра, в связи с проникаемостью поверхностных тканей для таких частот, сопровождается нагреванием более глуболежащих тканей. Коротковолновое излучение обладает наибольшей энергией фотонов, которые способны глубоко проникать в ткани организма и интенсивно поглощаться водой, содержащейся в тканях. Повреждающий эффект лучистой теплоты усиливается образованием биологически активных веществ, воздействующих на структурные элементы клеток.

В практических условиях тепловое излучение является интегральным, т. к. нагретые тела излучают одновременно в широком диапазоне длин волн. При остром повреждении кожи возможны ожоги, резкое расширение артериокапилляров, усиление пигментации кожи. Наиболее характерно проявление таких воздействий при хронических облучениях (например, у сталеваров, стеклодувов, электрогазосварщиков, поваров). Кроме того, у работников «горячих» цехов наблюдаются стойкие сдвиги в иммунной системе, увеличение заболеваний органов дыхания и нарушения в белковом обмене.

В общем случае под действием высоких температур и теплового облучения работающих происходит резкое нарушение теплового баланса в организме, биохимические сдвиги, появляются нарушения сердечно – сосудистой и нервной систем, усиливается потоотделение, происходит потеря нужных организму солей, нарушение зрения. Все эти изменения могут проявиться в виде заболеваний:

- *судорожная болезнь*, вызванная нарушением водно-солевого баланса, характеризуется появлением резких судорог, преимущественно в конечностях;

- *перегревание* (тепловая гипотермия) возникает при накоплении избыточного тепла в организме; основным признаком является резкое повышение температуры тела;

- *тепловой удар* возникает в особо неблагоприятных условиях: выполнение тяжелой физической работы при высокой температуре воздуха в сочетании с высокой влажностью. Тепловые удары возникают в результате проникновения коротковолнового инфракрасного излучения (до 1,5 мкм) через покровы черепа в мягкие ткани головного мозга. Человек при этом ощущает головную боль, головокружение, учащение пульса и дыхания, потемнение в глазах, нарушение координации движений, возможна потеря сознания. При интенсивном облучении головы происходит отёк оболочек и тканей мозга, проявляются симптомы менингита и энцефалита.

– воздействие на состояние верхних дыхательных путей может привести к развитию хронического *ларингоринита*, *синуситов*.

Главную опасность при воздействии ИК–излучения на глаза представляет термальное поражение сетчатки глаз, помутнение и ожог роговицы, а также травма хрусталика глаза, которая может привести к развитию *катаракты* (помутнение кристалликов) – профессиональное заболевание глаз, возникающее при длительном воздействии инфракрасных лучей с длиной волны 0,78 – 1,8 мкм.

Поток тепловой энергии, кроме непосредственного воздействия на работников, нагревает пол, стены, перекрытия, оборудование, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается, что также ухудшает условия труда.

В тех производственных помещениях, где используются ИК–излучатели, другие источники ИК–излучений, а допустимые нормативные показатели микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или из-за экономически обоснованной нецелесообразности, следует в целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата проводить защитные мероприятия. Такими мероприятиями могут быть: внедрение системы местного кондиционирования воздуха; воздушное душирование; компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого; применение спецодежды и других средств индивидуальной защиты по ГОСТ ССБТ 12. 4. 045 – 87; оборудование специальных помещений для отдыха; регламентация времени работы: перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы для более раннего ухода на пенсию; доплата за вредные и опасные условия труда и др.

Видимое излучение (400 – 780 нм). Основным источником видимых световых лучей является Солнце. Излучаемый белый свет состоит из множества цветных лучей (спектра) различной длины волны (в природных условиях – радуга). Видимое излучение может оказывать неблагоприятное воздействие на органы зрения, в первую очередь, за счет высокой яркости изображения источников излучения на сетчатке глаза, высокой освещенности, приводящей к перегреву глазных тканей, и высокой степени пульсации (например, ртутьсодержащие источники освещения, экран монитора), приводящей к повышенной утомляемости персонала на производстве.

Орган зрения – глаз – обладает высокой чувствительностью. Изменение размера зрачка от 1,5 до 8 мм позволяет глазу менять чувствительность в сотни тысяч раз. Сетчатка глаз физиологически не чувствует свет короче 400 и длиннее 780 нм. Наиболее чувствительна сетчатка глаза к желто-зеленым лучам, поэтому их используют в качестве сигнальных цветов.

Видимое излучение обеспечивает зрительное восприятие, дающее около 90 % информации об окружающей среде, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его им-

мунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет зрительную работу, вызывает повышенную утомляемость и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию и сонливость. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракту и другие нарушения.

При обеспечении безопасности необходимо учитывать время, требуемое для адаптации глаза. Приспособление зрительного анализатора к большей освещённости называется **световой адаптацией**. Она требует от 1-2 до 8-10 минут. Приспособление глаза к плохой освещённости (расширение зрачка и повышение чувствительности) называется **темновой адаптацией** и требует от 40 до 80 минут.

В период адаптации глаз деятельность человека связана с определённой опасностью. Чтобы исключить необходимость адаптации или уменьшить её влияние, в производственных условиях не разрешается использовать только одно местное освещение. Необходимо применять меры для защиты человека от слепящего действия источников света и различных блестящих поверхностей, устраивать тамбуры при переходе из тёмного помещения (например, в фотолaborаториях) в нормально освещённое и др.

С позиции безопасности должны учитываться все отклонения от нормы в восприятии цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота, дальтонизм и гемералопия ("куриная слепота"). Человек, страдающий **цветовой слепотой**, воспринимает все цвета как серые. **Дальтонизм** - частный случай цветовой слепоты. **Дальтоники** обычно не различают красный и зелёный цвета, а иногда жёлтый и фиолетовый. Им эти цвета кажутся серыми. Статистически примерно 5% мужчин и 0,5% женщин являются дальтониками. Люди, страдающие дальтонизмом, не могут работать там, где в целях безопасности используются сигнальные цвета (например, водителями). Человек, страдающий **гемералопией**, теряет способность видеть при ослабленном (сумеречном, ночном) освещении. Цвета оказывают на человека различное психофизиологическое воздействие, что необходимо учитывать при обеспечении безопасности и в технической эстетике.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) — электромагнитные волны, имеющие длину волны от 400 до 200 нм.

По биологическому эффекту УФИ делят на три области:

– УФА – длина волны 400 – 315 нм – биологический эффект выражен сравнительно слабо;

– УФБ – длина волны 315 – 280 нм – ярко выражен эффект загара и антирахиитический эффект;

– УФС – длина волны 280 – 200 нм – выраженное бактерицидное действие, тканевое (белковое) и липидное действие.

Основной источник – солнечная энергия. Высокие дозы УФИ могут стать источником неблагоприятных последствий – вызвать ожоги кожных покровов, приводит к кожным заболеваниям (дерматитам), к «старению» кожи, атрофии эпидермиса. Острое поражение глаз может вызвать электроофтальмию, катаракту, блефатит. Повышенные дозы УФ-излучения воздействуют и на центральную нервную систему, отклонения от нормы проявляются в виде тошноты, головной боли, повышенной утомляемости, повышения температуры тела и др.

Для организма человека вредное влияние оказывает как избыток ультрафиолетового излучения, так и его недостаток. Недостаток УФ-лучей опасен для человека, так как эти лучи являются стимулятором основных биологических процессов организма. Наиболее выраженное проявление "ультрафиолетовой недостаточности" – авитаминоз, при котором нарушается фосфорно-кальциевый обмен и процесс костеобразования, а также происходит снижение работоспособности и защитных свойств организма от заболеваний. Подобные проявления характерны для осенне-зимнего периода при значительном отсутствии естественной ультрафиолетовой радиации ("световое голодание"). В этот период рекомендуется умеренное, под наблюдением медицинского персонала, искусственное ультрафиолетовое облучение эритемными люминесцентными лампами в специально оборудованных помещениях – фотариях. Искусственное облучение ртутно кварцевыми лампами нежелательно, так как их более интенсивное излучение трудно нормировать.

При оборудовании помещений источниками искусственного УФ-излучения необходимо руководствоваться "Указаниями по профилактике светового голодания у людей", утверждёнными Министерством здравоохранения СССР (N547-65). Документом, регламентирующим допустимую интенсивность ультрафиолетового излучения на промышленных предприятиях, являются "Указания по проектированию и эксплуатации установок искусственного ультрафиолетового облучения на промышленных предприятиях".

Воздействие ультрафиолетового излучения на человека количественно оценивается эритемным действием, т.е. покраснением кожи, в дальнейшем приводящим к пигментации кожи (загару).

Невидимые ультрафиолетовые (УФ) лучи появляются в источниках излучения с температурой выше 1500°С и достигают значительной интенсивности при температуре более 2000°С. Искусственными источниками УФИ являются

газоразрядные источники света, электрические дуги (дуговые электропечи, сварочные работы), лазеры и др. Техногенные источники УФ-излучения вызывают, преимущественно, поражение роговицы глаз и слизистой оболочки, эритему кожи лица и век. УФ-излучение понижает чувствительность организма к некоторым вредным воздействиям вследствие усиления окислительных процессов и более быстрого выведения токсичных веществ из организма.

Ультрафиолетовое излучение в оптимальной дозе обладает биологически оздоравливающим и тонизирующим действием: улучшает обмен веществ, повышает активность ферментов дыхания, стимулирует работу сердца, легких и почек. В комбинации с химическими веществами УФ-излучение способствует повышению чувствительности организма к свету.

УФ-излучение обладает бактерицидным действием, т.е. способностью убивать микроорганизмы, которая зависит от длины волны. Так, например, УФ-лучи с длиной волны 0,344 мкм обладают бактерицидным эффектом в 1000 раз большим, чем ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,39 мкм. Максимальный бактерицидный эффект имеют лучи с длиной волны 0,254-0,257 мкм.

В общем случае защитные мероприятия почти те же, что и при воздействии ИК-излучения.

Электромагнитные поля низкочастотного диапазона. Наиболее часто мы подвергаемся воздействию ЭМП низкочастотного диапазона частотой 50 Гц. Следует иметь в виду, что область распространения электрического поля зависит от величины напряжения, а магнитного поля – от величины тока нагрузки. Так, при напряжении 220 В, вокруг любого проводника или не защищенного определенным образом токоприемника электрическое поле распространяется в радиусе 25 – 30 см., а магнитное поле от, например, утюга или современного электрического чайника распространится на расстояние до 5 м. в зависимости от их мощности. Если взять ЛЭП – 110 кВ., то охранная зона до возможного постоянного нахождения людей составляет уже 20 м. Если исходить из опасности воздействия этих полей, то кроме тепловых и других явлений (см. далее) эти поля близки по частоте с некоторыми биоритмами организма человека. Воздействие ЭМП этих частот на нервную систему может быть в противофазе (что может привести, например, к остановке сердца или дыхания), или наоборот – в режиме резонанса с сигналами (биотоками) и это может привести к разрыву, например, сердечной мышцы. Воздействие широкополосного ЭМП (например, телевизора или монитора) – гораздо многообразнее и представляется как суммарное воздействие каждой из частот.

Защита от воздействия ЭМП такого диапазона – токопроводящий экран, подключенный к сети зануления или к заземленным металлоконструкциям (категорически запрещено использовать для этих целей трубопроводы отопления или подачи воды т.к. в этом случае возникает опасность появления на них напряжения из-за возможного разрыва электрической связи с заземлением в местах соединения труб). Защитным экраном для электрообо-

рудования служат металлические щиты, в которых находится это оборудование. Для проводов и кабелей роль защитного экрана выполняют экраны наружной оболочки, которые, к сожалению, имеются только у кабелей и проводов специальных марок.

Что касается мониторов ПЭВМ, то необходимо иметь ввиду, что сложное по спектру ЭМП распространяется вокруг монитора в виде двух шаров. Впереди и сзади радиус распространения ЭМП доходит до двух метров, сбоку – до 1,2 – 1,5 м., в зависимости от размера экрана. С 1996 года все мониторы выпускаются согласно международного стандарта – со встроенной в экран специальной токопроводящей сеточкой, которая присоединена к третьему выводу евровилки. Если монитор подключен к евrorозетке с надежным занулением (определяется специалистами специальным прибором), то сеточка обеспечивает уменьшение радиуса распространения ЭМП от экрана до расстояния 0,5 м. Следует помнить, что сбоку и сзади от монитора величина и радиус распространения ЭМП не изменяются. Поэтому в этой зоне (общая площадь распространения ЭМП составляет в среднем около 6 кв. метра) постоянное или длительное нахождение людей должно быть исключено. Также следует иметь ввиду, что обычные стены помещений не обеспечивают защиту от распространения ЭМП в соседние помещения. Жидкокристаллические мониторы также создают ЭМП, но их мощность примерно на одну треть меньше и поэтому площадь распространения не превышает 4,5 кв. метра.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

С электричеством каждый из нас имеет дело практически ежедневно, поэтому знание основ электробезопасности необходимо как для производственной деятельности, так и в быту.

Электробезопасность – один из видов защиты от негативных воздействий на жизнедеятельность. Она обеспечивается системой организационных и технических мероприятий и средств, осуществляющих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля или статического электричества. Эти мероприятия и средства должны соответствовать требованиям нормативно-технических документов, национальных стандартов и правил, регламентирующих защитные меры электробезопасности. То есть, электробезопасность должна обеспечивать такую защиту человека от негативных воздействий, при которой не были бы превышены параметры стойкости его организма при сохранении работоспособности.

Электротравма – это травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Электротравматизм – это явление, характеризующееся совокупностью электротравм.

Электрозащитные средства – это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги или электромагнитного поля.

Опасное и вредное воздействие электрического тока, электрической дуги, электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень воздействия зависит от различных факторов:

- рода (переменный или постоянный) и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через человека или домашнего животного;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитных полей;
- условий внешней среды.

2.1. Воздействие электрического тока на организм человека.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействие.

Термическое воздействие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов и лимфатических узлов, нервных окончаний, сердца и других органов, вызывая в них функциональные расстройства (т.е. расстройства специфической деятельности органов).

Электролитическое воздействие тока является особым специфическим процессом и выражается в электролитическом разложении органических жид-

костей, в том числе крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое воздействие тока проявляется в возникновении значительного давления в кровеносных сосудах и тканях организма при испарении крови и другой жидкости, а также в смещении и механическом напряжении их под влиянием электродинамических сил. При этом могут произойти тяжелые повреждения различных тканей и сосудов.

Биологическое воздействие электрического тока на организм человека проявляется в раздражении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. Раздражение живых тканей электрическим током вызывает в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов и характеризующееся тем, что живые образования переходят от состояния относительного физиологического покоя в состояние специфической для них деятельности. Так, возбуждение мышечной ткани, обусловленное проходящим через нее током, проявляется в виде непроизвольных сокращений мышц, т.е. двигательных эффектов. Нарушение внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями, заключается в следующем. В живой ткани и, в первую очередь, в мышцах (в том числе в сердечной мышце), а также в центральной и периферической нервных системах постоянно возникают электрические потенциалы – биопотенциалы, являющиеся источниками возникновения биотоков. Под воздействием биотоков возникает и распространяется процесс возбуждения мышечных тканей, т.е. живая ткань переходит в состояние активной деятельности. Внешний электрический ток, воздействуя на мышечную ткань совместно с биотоком (значение которого весьма мало), может нарушить нормальный характер его действия на ткани и органы человека, подавить биотоки и тем самым вызвать специфические расстройства в организме вплоть до его гибели. Воздействие сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, что ведет к их механическому повреждению и нарушает деятельность органов дыхания и кровообращения.

При протекании электрического тока через организм человека возникает опасность поражения его отдельных органов или организма в целом. Поражающий ток, проходя через организм человека или животного, может обусловить патологические воздействия или вызвать травму.

Электрический ток, как опасный поражающий фактор, определяет степень физиологического воздействия на человека. В зависимости от этого воздействия различают:

- *ощутимый ток* – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения;
- *неотпускающий ток* – это электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник;

• *фибрилляционный ток* – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию (остановку) сердца. Внешне фибрилляция проявляется в том, что пропадает пульс, появляется синюшность, застой крови и отеки. Точно такие же признаки имеет и другое серьезное поражение – паралич сердца с необратимой его остановкой. Однако окончательное заключение о смерти может сделать только врач.

Опасное и вредное воздействие электрического тока, электрической дуги, электромагнитных полей, статического электричества проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторным, т. е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Таблица 2

Поражающее действие тока на различные органы человека [11]

Степень воздействия	Сила тока, мА	Поражающее действие электрического тока	
		Переменный ток с частотой 50-60 Гц	Постоянный ток
Ощутимый ток	2-3	Сильное дрожание пальцев рук	Не ощущается
	5-10	Судороги рук, других мышц	Зуд, ощущение нагрева
	12-15	Сильные боли в руках, руки трудно оторвать от токоведущих частей. Состояние терпимо 5-10 с	Усиление ощущения нагрева
Неотпускающий ток	20-50	Руки парализуются, оторвать их от токоведущих частей невозможно. Сильные боли в мышцах. Дыхание затрудняется. Состояние терпимо не более 5 с	Усиление нагрева, незначительные сокращения мышц рук
Фибрилляционный (смертельный) ток	50-80	Паралич дыхания	Сильный нагрев. Сокращение мышц рук. Судороги. Затруднение дыхания
	90-110	Паралич дыхания При контакте более 3 с – паралич сердца	Паралич дыхания
	300 и более	Паралич дыхания и сердца при контакте более 1 с	Поражение дыхания и сердца при контакте более 0,1 с

Это многообразие воздействий электрического тока (табл. 2) нередко приводит к различным электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: местным и общим электротравмам (электрическим ударам).

- *Местные электротравмы* – это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока (токовый или контактный ожог), а также воздействием электрической дуги на тело (дуговой ожог). В первом случае ожог возникает как следствие преобразования энергии электрического тока в тепловую энергию и является сравнительно легким (покраснение кожи, образование пузырей). Ожоги, вызванные электрической дугой носят, как правило, тяжелый характер (омертвление пораженного участка кожи, обугливание и сгорание тканей). Ожоги составляют две трети всех элек-

тротравм, при чем многие из них сопровождаются другими видами повреждений. При напряжении до 1000 В в основном обгорают ткань в месте контакта с токопроводящей частью, а при напряжении выше 1000 В дугой поражаются обширные участки тела. Во всех случаях ожоги током и дугой проникают в ткани, трудно излечиваются и могут вызвать тяжелую ожоговую болезнь.

Электрические знаки – это четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета диаметром 1-5 мм на поверхности кожи человека, подвергнутого действию тока. Электрические знаки возникают при плотном контакте с токоведущими частями, они безболезненны и имеют вид пятен серого или бледно-желтого цвета, которые впоследствии затвердевают, так как кожа в этом месте омертвевает. Бывают знаки с рисунком молнии или токопроводящих частей, которых коснулся пострадавший. Знаки появляются почти у каждого пятого пострадавшего. Повреждения кожи, как правило, излечиваются и постепенно проходят, лечение их заканчивается, как правило, благополучно.

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося или испарившегося под действием электрической дуги. Кожный покров становится жестким, болезненно напряженным. Металлизация кожи сопровождается десятой частью электротравм.

Обычно с течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид, болезненные ощущения исчезают.

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

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги. Обычно болезнь продолжается несколько дней. В случае поражения роговой оболочки глаз лечение оказывается более сложным и длительным.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Исход электрического удара может ограничиться ощущением страха, судорогой и учащенным сердцебиением без серьезных последствий. Чаще бывают тяжелые последствия, а нередко и смерть. Во всех случаях возникает угроза поражения сердца, т.к. оно очень чувствительно и наиболее уязвимо для электрического тока. Угроза особенно сильна, когда воздействию тока подвергалась левая половина тела (левая рука, левая нога).

Различают следующие четыре степени ударов: I – судорожное сокращение мышц без потери сознания; II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Клиническая (мнимая) смерть – переходный процесс от жизни к смерти, наступающий с момента 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. Однако в этот период жизнь в организме еще полностью не угасла, так как ткани его умирают не все сразу и не сразу угасают функции различных органов. В первый момент почти во всех тканях продолжают обменные процессы, хотя и на очень низком уровне, резко отличающемся от обычного, но достаточном для поддержания минимальной жизнедеятельности. Эти обстоятельства позволяют воздействием на более стойкие жизненные функции организма восстановить угасающие или только что угасшие функции, т. е. оживить умирающий организм.

Первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление. Поэтому 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 минут, а при гибели здорового человека от случайной причины, например, от электрического тока – 7-8 минут. После этого происходит множественный распад клеток коры головного мозга и других органов. Например, перестают функционировать печень и почки – через 10-20 мин; мышечная система – через 20-30 мин.

Биологическая (истинная) смерть – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти.

2.2. Основные факторы, определяющие исход поражения электрическим током.

Таковыми факторами являются: величина тока и направления, род тока, продолжительность воздействия, частота тока, электрическое сопротивление организма, путь прохождения тока через тело человека, условия внешней среды и другие факторы.

Величина тока и напряжения. Напряжение следует рассматривать как фактор, обуславливающий протекание того или иного тока в конкретных условиях. Очевидно, что чем выше напряжение, тем выше его потенциальная опасность и при прочих равных условиях степень физиологического воздействия электрического тока увеличивается практически в прямой зависимости от величины напряжения.

Восприятие электрического тока человеком во многом определяется его индивидуальными свойствами (состояние здоровья, настроение, состояние кожного покрова, состояние нервной системы и т. д.), которые могут значительно отличаться у разных людей и нестабильны у отдельного индивидуума. Эти факторы, а также продолжительность воздействия электрического тока, величина соприкасающейся поверхности и плотность контакта с токопроводящей частью, находящейся под напряжением, влажность и чистота кожного покрова, наличие в месте контакта ссадин и ран определяет величину сопротивления тела человека. Это сопротивление складывается из трех составляющих: сопротивления кожи (в местах контактов), внутренних органов и емкости кожного покрова.

Основную величину сопротивления составляет поверхностный кожный покров (толщиной до 0,2 мм). Это сопротивление резко снижается при увеличении плотности и площади соприкосновения с токоведущими частями. При напряжении 200 – 300 В наступает электрический прорыв верхнего слоя кожи. С уменьшением величины общего сопротивления увеличивается значение протекающего в организме тока и, следовательно, увеличивается тяжесть электрической травмы.

В обычных условиях для промышленной частоты 50 Гц сопротивление тела человека может быть в пределах от 1000 Ом до нескольких сотен кОм. В качестве расчетной величины во всех электротехнических расчетах по электробезопасности принимается наиболее опасная ситуация, когда сопротивление будет наименьшим, т.е. 1000 Ом.

Случаи поражения человека током возможны лишь при прикосновении его не менее чем к двум точкам электрической цепи, между которыми существует некоторое напряжение. Это возможно при включении человека в электрическую сеть, когда он касается одновременно двух проводников различных фаз, либо при одновременном касании одной из фаз и земли.

Двухфазное включение более опасно, поскольку к телу человека прикладывается линейное напряжение в $\sqrt{3}$ раз больше фазного.

$$J_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{лин}}}{R_{\text{чел}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{R_{\text{чел}}}, \quad (1)$$

где $J_{\text{чел}}$ – ток, проходящий через человека, А; $U_{\text{лин}}$ – линейное напряжение, т.е. напряжение между двумя фазными проводами сети, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление человека, Ом.

При однофазном поражении ток, проходящий через тело человека будет соответственно в $\sqrt{3}$ раз меньше.

Исходя из признаков поражающего действия тока, принято считать, что опасным током является величина в 0,05 А (50 мкА), а смертельным – 0,1 А (100 мкА). Приняв расчетное сопротивление человека за 1000 Ом, определим опасные пределы напряжений:

– опасное напряжение $U_{\text{оп}} = J'_{\text{чел}} \cdot R_{\text{чел}} = 0,05 \cdot 1000 = 50 \text{ В}$.

– смертельное напряжение $U_{\text{см}} = J''_{\text{чел}} \cdot R_{\text{чел}} = 100 \text{ В}$.

В соответствии с этим принято считать, что при переменном токе промышленной частоты 50 Гц безопасное напряжение будет любое, меньшее 50 В; учитывая специфичность воздействия постоянного тока, безопасным для этого рода тока считается напряжение до 110 В.

Несмотря на высокие расчетные значения $J_{\text{чел}}$, при попадании человека под фазное (наиболее частые случаи) напряжение в реальных условиях, смертельные случаи происходят довольно редко. Объясняется это фактически большим сопротивлением человека, чем принимается в расчетах. Кроме того, наличием, как правило, последовательно включенных в цепь воздействия тока дополнительных сопротивлений (обувь, резиновые коврики и другие средства индивидуальной защиты), и применением специальных мер защиты (защитное зазем-

ление, зануление, защитное отключение поврежденного участка сети и т. п.), которые применяются для исключения поражения электрическим током.

Продолжительность воздействия тока. Этот фактор имеет не только физиологическое, но и практическое значение при проектировании устройств защитного отключения поврежденного участка сети. Современные устройства достаточно быстродействующие и способны отключить аварийный участок сети за время не более 0,1 секунды. При малом времени воздействия человеческий организм способен выдержать достаточно большие значения тока. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [1] приводит зависимость допустимых для человека значений токов от продолжительности их воздействия (табл. 3).

Длительность протекания тока через организм человека влияет на исход поражения вследствие того, что с увеличением времени воздействия значения тока растут за счет уменьшения сопротивления тела из-за обугливания отдельных его участков и поэтому возрастают отрицательные последствия воздействия тока на организм человека.

По значениям предельно допустимых уровней воздействия за 1 секунду можно констатировать, что процесс изменения сопротивления тела человека происходит с разной скоростью, в зависимости от частоты и рода электрического тока.

Таблица 3

Допустимые токи при малой продолжительности их воздействия
на организм человека

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые уровни, не более, при продолжительности воздействия тока, t, сек					
		0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1
Переменный 50 Гц	J, мА	500	250	125	100	70	50
Переменный 400 Гц	J, мА	500	500	250	200	140	100
Постоянный	J, мА	500	400	300	300	230	200

Путь электрического тока через человека. Наиболее опасная ситуация создается тогда, когда ток проходит через жизненно важные органы: сердце, легкие, головной и спинной мозг. При поражении человека по пути «правая рука – ноги» через сердце проходит около 7 % общей величины электрического тока. По пути «нога – нога» через сердце проходит только 0,4 % общей величины тока.

С медицинской точки зрения величина и путь прохождения тока через человека являются основными травмирующими факторами.

Род тока и частота. Тело человека можно рассматривать как проводник особого рода, имеющий переменное сопротивление. Тело человека обладает в какой-то мере свойствами проводника, полупроводника и диэлектрика, а наличие воды (до 65 %) в большинстве тканей тела человека позволяет рассматри-

вать ткань как электролит. Иначе говоря, проводимость живой ткани обусловлена не только ее физиологическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи. Общее сопротивление организма человека можно представить как некую электрическую цепь, состоящую из внутреннего сопротивления тела (считается в большей мере активным сопротивлением) и сопротивления наружного слоя кожи (обладающего активно-емкостными свойствами).

Все эти сложные закономерности обуславливают различие воздействия на организм постоянного тока, низкочастотных, высокочастотных и импульсных токов.

Сопротивление тела человека постоянному току выше, чем переменному. При относительно малых напряжениях (40 – 50 В) в большей мере проявляются электролитические свойства жидкостей (особенно опасен электролиз крови), а при увеличении напряжения виды воздействия идентичны воздействию переменного тока (термическое, электрическое, биологическое), но степень поражения несколько ниже, чем при такой же продолжительности воздействия переменного тока.

Токи низких частот (10 – 100 Гц), особенно в диапазоне 50 – 70 Гц, наиболее опасны для организма человека, так как кроме вышеупомянутых видов воздействия они могут вызывать резонансные явления в отдельных мышцах или биологических циклах. Это может привести к возникновению судорог, фибрилляции желудочков сердца, остановке сердца, разрыву сердечных мышц, нарушению нормального функционирования биологических циклов и к другим опасным последствиям.

В теоретических основах электротехники доказывается, что с повышением частоты приложенного напряжения путь тока по проводнику изменяется – он вытесняется к поверхности проводника. Относительно организма человека это свойство проявляется в том, что малое активное внутреннее сопротивление исключается при больших частотах из цепи, поэтому путь тока будет пролегать через наружный слой кожи. Кроме того, при повышении частоты тока физиологические диполи организма не успевают «переориентироваться», в итоге значительно ослабевает реакция организма на такие воздействия. Иначе говоря, общее сопротивление организма возрастает с увеличением частоты, следовательно, при одном и том же значении величины напряжения, но с увеличением частоты ток, протекающий по организму, уменьшается и снижается опасность поражения. Однако в этом случае в большей мере проявляются такие последствия электрического тока, как поверхностный ожог. Доказано, что опасны токи частотой до 1 кГц, а выше 50 кГц практически не опасны.

Прерывистые (импульсные) токи, применяемые в различных технологических процессах, при 3 – 4 импульсах в секунду и выше с точки зрения физиологического воздействия и независимо от коэффициентов, формы и амплитуды импульсов воспринимаются как непрерывные токи.

К особому разряду необходимо отнести одиночные импульсы большой мощности (разряд конденсатора, пробой разрядника и т. п.), протекающие в короткий промежуток времени (микросекунды). Высокая скорость нарастания пи-

кового значения разряда большой мощности образует вокруг источника мощные импульсные электромагнитные поля, воздействие которых пока мало изучено, но на практике могут привести к непредсказуемым последствиям, вплоть до профессионального заболевания, связанного с нарушением работы отдельных органов и целых систем организма человека.

Прочие факторы. Из причин, уменьшающих общее сопротивление организма человека и влияющих на вероятность и степень поражения электрическим током и не указанных выше, можно выделить еще две группы.

1. Все, что изменяет темп работы сердца и других жизненно важных органов, способствует степени поражения. К таким причинам можно отнести: усталость, возбуждение, голод, жажду, испуг; принятие алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств; курение, болезни и т. п.

2. Наличие внешних факторов повышенной или особой опасности (повышенная температура и влажность, наличие агрессивных или токопроводящих газов или паров, токопроводящие полы, работа в колодцах и сосудах и т. п.).

Существуют также психологические факторы. В большей мере проявляются у профессионалов и выражаются в виде внутренней готовности к электрическому удару. В этом случае степень поражения от случайного прикосновения к токоведущим частям всегда ниже. Это объясняется тем, что организм мобилизует свои способности и общее сопротивление возможному воздействию электрического тока возрастает. Здесь, естественно, не идет речь о привыкании к опасности и также недопустимы нарушения мер безопасности при работе в электроустановках.

2.3. Классификация помещений (условий работ) и электроустановок по опасности поражения электрическим током.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) [10] **электроустановками** называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

В целях правильного выбора изоляции и принятия необходимого комплекса мер защиты Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) все электроустановки подразделяются на:

- **электроустановки с большими токами замыкания на землю**, в которых ток однополюсного глухого замыкания на землю, превышает 500 А;

- **электроустановки с малыми токами замыкания на землю**, в которых ток однополюсного глухого замыкания на землю равен или меньше 500 А.

Кроме того, все электроустановки по условиям электробезопасности разделяются ПУЭ на **электроустановки до 1 кВ и выше 1 кВ**.

Источник электрической энергии – электротехническое изделие (устройство), преобразующее различные виды энергии.

Потребитель электрической энергии – предприятие, организация, учреждение, территориально обособленный цех, строительная площадка, у которых

приемники электрической энергии присоединены к электрической сети и используют электрическую энергию.

Приемник электрической энергии (электроприемник) – устройство, в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии для ее использования.

Электрические сети – совокупность подстанций, распределительных устройств и соединяющих их электрических линий, размещенных на территории района, населенного пункта и потребителей электрической энергии.

Электрическая подстанция – электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии.

Распределительное устройство – электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии на одном и том же устройстве, содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Открытое распределительное устройство – распределительное устройство, где все или основное оборудование расположено на открытом воздухе.

Закрытое распределительное устройство – распределительное устройство, оборудование которого расположено в здании.

Распределительное устройство комплектное – распределительное устройство, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и электроавтоматики, поставляемые в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

Электроустановка действующая – электроустановка или ее части, которые находятся под напряжением либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

Открытыми или наружными электроустановками называются электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий. Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п. рассматриваются как наружные.

Закрытыми или внутренними электроустановками называют электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

Электропомещениями называются помещения или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки.

Сухими помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60% при температуре воздуха не выше +35 °С.

Влажными помещениями называются помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

Сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

Особо сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы находящиеся в помещении покрыты влагой).

Пыльными помещениями называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения разделяют на помещения с токопроводящей пылью, и помещения с непроводящей пылью.

Помещения с химически активной или органической средой – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Жаркими помещениями называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 суток) +35 градусов.

Существенное влияние на электробезопасность оказывает окружающая среда производственных помещений. В отношении опасности поражения электрическим током ПУЭ различают:

1. **Помещения без повышенной опасности**, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. **Помещения с повышенной опасностью**, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырости (опасная влажность воздуха длительно превышает 75 %) или токопроводящей пыли (оседающей на проводах, проникающей внутрь машин, аппаратов и т. п.);

- токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.);

- высокой температуры (длительно превышает + 35 °С);

- возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

3. **Особо опасные помещения**, характеризующиеся наличием следующих условий, создающих особую опасность:

- особой сырости (относительная влажность близка к 100 %, потолок, стены, пол, предметы покрыты влагой);

- химически активной или органической среды (длительно содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию или токоведущие части);

- одновременно двух или более условий повышенной опасности.

4. Территории размещения наружных электропроводок (на открытом воздухе, под навесом, за сетчатыми ограждениями) – приравниваются к особо опасным помещениям.

5. В ряде нормативных документов выделяются в отдельную группу работы в особо неблагоприятных условиях (в сосудах, аппаратах, котлах и др. металлических емкостях с ограниченной возможностью перемещения и выхода оператора). Опасность поражения электрическим током, а значит, и требования безопасности в этих условиях выше, чем в особо опасных помещениях.

Условия производства работ предъявляют определенные требования к питающей сети и состоянию изоляции таких потребителей, как электроинструмент, светильники местного освещения, переносные светильники и т.п. Так, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных помещениях такие потребители должны быть запитаны от источника напряжением не выше 50 В, а в особо неблагоприятных условиях – не более 12 В. Подробно эти вопросы рассмотрены в ПУЭ (п.п. 1.1.8.-1.1.13).

2.4. Защитные меры по обеспечению электробезопасности персонала.

В зависимости от вида электроустановки, номинального напряжения, режима нейтрали, условий среды помещения и доступности электроснабжения необходимо применять определенный комплекс необходимых защитных мер, создающих достаточную безопасность, которая весьма редко может быть обеспечена единственной мерой.

Безопасность должна обеспечиваться путем:

- применения малых напряжений;
- применения надлежащей изоляции, а в отдельных случаях – повышенной;
- применением двойной изоляции;
- соблюдения соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей (защита от случайного прикосновения);
- контроль и профилактика повреждений изоляции;
- применения блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- надежного и быстродействующего автоматического отключения частей электрооборудования, случайно оказавшихся под напряжением, и поврежденных участков сети, в том числе защитного отключения;
- заземления или зануления корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции;
- выравнивания потенциалов;
- применения разделительных трансформаторов;
- применения напряжений 42 В и ниже переменного тока частотой 50 Гц и 110 В и ниже постоянного тока;
- применения предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применения устройств, снижающих напряженность электрических полей;

- использования средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического поля в электроустановках, в которых его напряженность превышает допустимые нормы.

1. Применение малых напряжений. Эффективным средством защиты от поражения электрическим током является применение малых напряжений (12-42 В), что особенно важно для переносных электроприемников и для местного освещения в особо опасных помещениях, а также в наружных помещениях электроустановок. Источником малого напряжения могут быть батареи гальванических элементов, аккумуляторы, выпрямительные установки, преобразователи частоты и понижающие трансформаторы 220/12 и 36 В. Малые напряжения 2,5-6 В используются в электробытовых приборах, игрушках. Эти напряжения практически безопасны. В производстве используют напряжения 12 В в особо опасных помещениях и не более 42 В – при повышенной опасности. Выпрямительные установки, применяемые как источник малого напряжения, должны соединяться с питающей сетью через понижающий трансформатор. Это установки в отличие от других источников малого напряжения имеют простую конструкцию и большую надежность. Единственное слабое место понижающих трансформаторов – это возможность перехода высшего напряжения первичной обмотки на вторичную.

В качестве понижающего трансформатора запрещается пользоваться автотрансформатором: сеть малого напряжения автотрансформатора всегда связана с сетью высшего напряжения.

2. Электрическое разделение сетей. Вероятность замыканий на землю у разветвленной электрической сети большой протяженности велика. Такие сети имеют значительную емкость, а ток, проходящий через тело человека при однофазных прикосновениях, может быть смертельно опасен.

Если разветвленную электрическую сеть разделить на короткие участки разделяющими трансформаторами, у которых коэффициент трансформации 1:1 (220/220В), то эти малые сети будут обладать малой емкостью и высоким сопротивлением изоляции. Напряжение их при этом не изменяется. В коротких сетях ток при однофазных прикосновениях, проходящий через тело человека, можно понизить до еще ощутимого значения (10мА). Этот метод экономически не выгодный.

3. Контроль и профилактика поврежденной изоляции. Контроль изоляции – это измерение ее активного или омического сопротивления с целью обнаружения дефектов и предупреждения замыкания на землю и коротких замыканий.

Состояние изоляции в значительной мере определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок. При замыкании на корпус возникает опасность поражения людей электрическим током, так как нетоковедущие части оказываются под напряжением. Чтобы предотвратить замыкание на землю и другие повреждения изоляции, при которых возникает опасность поражения людей электрическим током, необходимо осуществлять контроль сопротивления изоляции.

Приемо-сдаточные испытания изоляции проводятся по нормам испытаний Правил эксплуатации электроустановок при вводе в эксплуатацию вновь смонтированных и вышедших из ремонта.

Периодический контроль изоляции – осуществляется периодически путем измерения ее сопротивления при приемке электроустановки после монтажа в сроки, установленные правилами, или в случае обнаружения дефектов. Измерение, согласно правилам, должно производиться на отключенной установке. При таком измерении можно определить сопротивление изоляции отдельных участков сети, электрических аппаратов, трансформаторов, электродвигателей и т.п.

4. Защита от случайного прикосновения к токоведущим частям. Прикосновение к токоведущим частям всегда может быть опасным. В электроустановках напряжением до 1000 В применение изолированных проводов уже обеспечивает достаточную защиту от напряжения при прикосновении к ним. Чтобы исключить возможность прикосновения или опасного приближения к неизолированным токоведущим частям, должна быть обеспечена недоступность посредством ограждения; блокировки; расположением токоведущих частей в недоступном месте.

Ограждения должны быть прочными и несгораемыми. Их выполняют, как правило, из сплошных металлических листов или сеток с размером ячеек не более 25х25 мм. Возможны смешанные ограждения - из сеток сплошного листа. Ограждения выполняют так, чтобы их можно было снять или открыть только с помощью ключей или инструментов. В производственных помещениях, как правило, не разрешается устанавливать распределительные устройства (РУ) с незащищенными токопроводящими частями. Их располагают внутри запирающихся щитов, шкафов, кожухов из несгораемых материалов.

5. Применение сигнализации, блокировок и знаков безопасности. Блокировки применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях.

Блокировкой называются автоматические устройства, с помощью которых заграждается путь в опасную зону или предотвращаются неправильные, опасные для человека действия, переключения коммутационной аппаратуры. Рабочими элементами блокировки могут быть механические приспособления – стопоры, защелки, фигурные вырезы (механические блокировки), блок-контакты, действующие на разрыв электрической цепи (электрические), электромагнитный ключ, разрешающий или запрещающий включение коммутационной аппаратуры (электромагнитная).

6. Защитное заземление и зануление (см. следующий раздел).

7. Защитное отключение. Это защита от поражения током в электроустановках напряжением до 1000 В автоматическим отключением фаз аварийного участка сети за время, допустимое по условиям безопасности для человека, опасность поражения возникает в случаях однофазных замыканий на корпус, снижения сопротивления изоляции ниже допустимого, прикосновения человека к токоведущей части.

Основные требования к защитному отключению:

- быстроедействие - длительность отключения поврежденного участка сети должна быть не более 0,2 с. Время отключения складывается из времени работы защиты (0,01-0,02 с), собственного времени отключающего коммутационного аппарата (0,01 с для автомата с электромагнитным расцепителем, 0,2 с для автомата с тепловым расцепителем);

- надежность отсутствия отказов, ложных срабатываний. Для этого в схеме должен осуществляться самоконтроль, сигнализирующий о неисправностях: наличие кнопки для периодической проверки исправности схемы;

- высокая чувствительность - выходной сигнал по току не должен превышать нескольких миллиампер, а по напряжению - нескольких десятков вольт;

- селективность - избирательность отключения только аварийного участка ближайшими к месту повреждения коммутационными аппаратами;

- простота, удобство обслуживания, дешевизна. Защитное отключение применяются как дополнение к занулению в передвижных электроустановках напряжением до 1000 В для отключения электрооборудования, удаленного от источника питания, в электрифицированном инструменте как дополнение к защитному заземлению или занулению.

8. Двойная изоляция означает применение, кроме основной изоляции токоведущих частей, еще одного слоя изоляции, который изолирует человека от металлических нетоковедущих частей, могущих случайно оказаться под напряжением. Двойная изоляция осуществляется путем покрытия металлических корпусов и рукояток электрооборудования слоем электроизоляционного материала.

Область применения двойной изоляции ограничивается электрооборудованием небольшой мощности – электрифицированным ручным инструментом, бытовыми приборами и ручными электрическими лампами.

9. Применение коллективных и индивидуальных средств защиты. В процессе эксплуатации электроустановок нередко возникают условия, при которых даже самое современное конструктивное исполнение их не обеспечивает безопасность работающего. В этом случае требуется применение специальных средств защиты приборов, аппаратов, переносных и перевозных приспособлений и устройств, служащих для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрическим током, электрического поля, продуктов горения, падения с высоты и т.д. Эти средства не являются конструктивными частями электроустановок; они дополняют ограждения, блокировки, сигнализацию, заземление, зануление и другие стационарные защитные устройства.

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, 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.д.).

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от вредных воздействий не электрических факторов – световых, тепловых и механических, а также от продуктов горения и падения с высоты.

К ним относятся защитные очки, щитки, специальные рукавицы, изготовленные из трудновоспламеняемой ткани, защитные каски, предохранительные монтерские пояса, страховочные канаты, монтерские когти.

Таким образом, под «Основами электробезопасности» следует понимать изложение совокупности организационных, технических, медицинских, административных и правовых мероприятий, вытекающих из современного представления о механизме действия электрического тока или электрической дуги. Эти данные должны быть основаны на всестороннем изучении электротравм человека, на обследовании очагов электротравм, на анализе аварий электрооборудования. Разработанные мероприятия по снижению травматизма должны быть направлены на повышение надежности как отдельных видов электрооборудования в процессе их проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации, так и электрических сетей в целом. Предпринятые меры должны обеспечивать предельно минимальную возможность возникновения несчастных случаев, вызываемых электрическим током.

2.5. Обеспечение надежности электроснабжения потребителей.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на три категории.

Электроприемники I категории – перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой:

- опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству;
- повреждения дорогостоящего оборудования, массовый брак продукции, нарушения функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Электроприемники этой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв в электроснабжении допускается лишь на время автоматического восстановления питания.

Из состава электроприемников I категории выделяется **особая группа электроприемников**, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей (например, операционные отделения больниц), взрывов, пожаров и повреждений дорогостоящего оборудования. Для потребителей этой группы должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого, взаимно резервирующего источника питания. Для этого могут быть использованы местные электростанции, специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

Электроприемники II категории – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям, нарушению нормальной деятельности значительного количества населения. Электроприемники этой категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания. Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного

персонала. Допускается питание одной линией, если ее возможно проведение аварийного ремонта и включения линии за время не более 1 суток.

Электроприемники III категории – все остальные. Могут запитываться от одного источника при условии, что перерывы необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы не превышают 1 суток.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

3.1. Общие положения.

В процессе эксплуатации электрооборудования может произойти нарушение целостности изоляции проводов, кабелей, обмоток машин и других, находящихся под напряжением токоведущих частей т.е. происходит т.н. замыкание токоведущих частей на землю. Это неизбежно влечет за собой появление напряжения на нетоковедущих частях оборудования и в результате этого работник оказывается под воздействием электрического тока, что может привести к несчастному случаю.

Электробезопасность обслуживающего персонала обеспечивается системой организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Одним из средств защиты персонала при пробое изоляции является применение защитного заземления.

Замыканием на землю называется случайное электрическое соединение с землей находящихся под напряжением электроустановок. Замыкание на землю может произойти вследствие появления контакта между токоведущими частями и заземленным корпусом или конструктивными частями оборудования при падении на землю оборванного провода, при нарушении изоляции оборудования и т.д. Во всех этих случаях ток от частей, находящихся под напряжением, проходит в землю через электроды, которые осуществляют контакт с грунтом. Специальные металлические электроды принято называть заземлителями.

Защитное заземление – это преднамеренное соединение с землей посредством заземляющего устройства металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановки.

Заземлитель – часть заземляющего устройства, состоящая из одного или нескольких электрически соединенных между собой заземляющих электродов.

Ток замыкания на землю – ток, проходящий через место замыкания на землю, который зависит от параметров сети (напряжения), внешних условий (сопротивление грунта) и режима нейтрали источника питания.

Процесс растекания тока в земле наблюдается при работе заземлителей, падении на землю оборванного провода, замыкание фазы на землю в результате повреждения изоляции. Удельное сопротивление грунта ρ – это сопротивление одного метра кубического грунта, к противоположным граням которого приложены измерительные электроды. Наибольшую величину ρ имеет зимой при промерзании почвы и летом при сухом грунте.

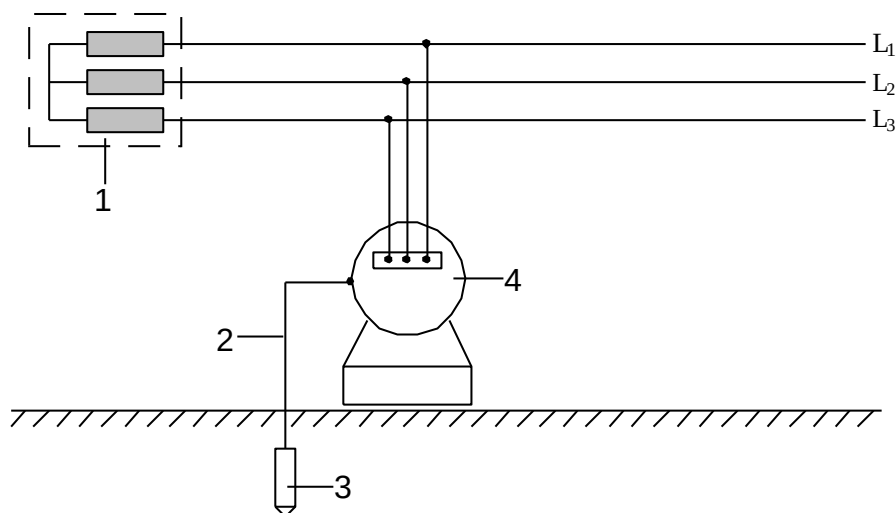


Рис. 3 Защитное заземление: 1-силовой трансформатор питания потребителей; 2-заземляющий проводник; 3-заземлитель; 4-заземляемое оборудование.

Нейтраль источника питания может быть изолированная и глухозаземленная.

Изолированной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству.

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформатор тока и т.п.)

Государственным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 50571.18-2000 (Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности) введены следующие термины:

Земля – проводящая электрический ток и находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя часть земной коры, электрический потенциал которой принимается равным нулю.

Замыкание на землю – случайное или преднамеренное возникновение проводящей цепи между находящейся под напряжением токоведущей частью и землей или не изолированной от земли проводящей частью.

Заземляющее устройство – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземляющий проводник – это проводник соединяющий заземляемую точку системы или установки, или оборудования с заземлителем.

Заземляющий электрод – проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, например через слой бетона или проводящее антикоррозийное покрытие.

Сопротивление заземляющего устройства – отношение напряжения на заземляющем устройстве (по отношению к земле) в точке заземления системы или устройства, или оборудования к току, стекающему с заземлителя в землю,

равное сумме сопротивления заземляющего проводника и сопротивления растеканию заземлителя.

Сопротивление растекания заземлителя – это отношение напряжения в точке на заземлителе в месте присоединения заземляющего проводника к току, стекающему с заземлителя в землю.

Напряжение прикосновения – это напряжение между двумя открытыми проводящими частями при одновременном прикосновении к ним человека или животного, а также напряжение между открытой токопроводящей частью, к которой прикасается человек или животное, и местом на поверхности земли или проводящего пола, на котором стоит человек или животное.

Шаговое напряжение (напряжение шага) – это напряжение между двумя точками на поверхности земли или проводящего пола, находящиеся на расстоянии 1 м одна от другой (применительно к человеку) и на расстоянии 1,4 м (применительно к крупному рогатому скоту), которое рассматривается как длина шага человека или как расстояние между передними и задними конечностями животного.

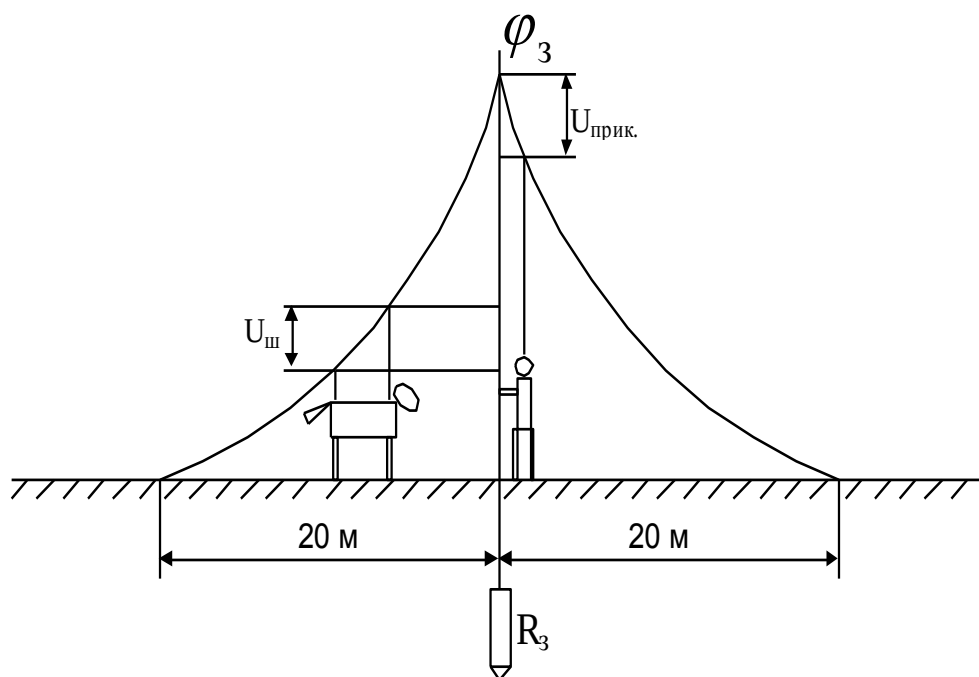


Рис. 4 . Распределение потенциала по поверхности земли: $U_{\text{прик}}$ – напряжение прикосновения; $U_{\text{ш}}$ – напряжение шага

При пробое изоляции токоприемника, либо иных случаях, когда на корпусе токоприемника, присоединенного к одиночному заземлителю появляется фазное напряжение вокруг этого заземлителя появляется ток растекания на землю. Сопротивление одиночного заземлителя колеблется в пределах 50-100 Ом что недостаточно для выполнения требований по допустимому сопротивлению заземляющего устройства. В зависимости от мощности установки и режима нейтрали трансформатора допустимое сопротивление заземляющего

устройства нормируется в пределах 0,5-10 Ом, поэтому количество заземлителей обычно составляет 20 шт. и более.

Распределение потенциала по поверхности земли (рис. 4) от одиночного заземлителя показывает, что вокруг заземлителя ток изменяется по закону гиперболы, уменьшаясь от своего максимального значения φ_3 до нуля по мере удаления от заземлителя. В реальных условиях, при правильно рассчитанном и выполненном заземляющем устройстве потенциал на поверхности земли практически равен нулю на расстоянии около 20 м.

3.2. Принцип действия защитного заземления.

В случае замыкания на землю происходит стекание тока (J_3) в землю через заземляющее устройство, имеющее определенную величину сопротивления (R_3) этому току. При этом потенциал заземленного оборудования становится равным:

$$\varphi_3 = J_3 * R_3 ; \quad (2)$$

$$J_3 = \frac{U_\phi}{R_\phi + R_3} , \quad (3)$$

где R_ϕ - сопротивление фазы (проводов и обмотки трансформатора);

U_ϕ - напряжение фазы.

В результате, учитывая формулы (2) и (3), получим:

$$\varphi_3 = U_\phi * \frac{R_3}{R_\phi + R_3} < U_\phi , \quad (4)$$

т. е. при протекании тока через заземлитель на оборудовании будет потенциал (φ_3), меньший U_ϕ . Если человек или животное будет в этот момент находиться в зоне тока растекания, то он может подвергнуться воздействию напряжения прикосновения или шагового напряжения, либо того и другого одновременно. Если обеспечить величину сопротивления защитного заземления R_3 значительно меньшей сопротивления R_ϕ , то можно добиться значительного снижения потенциала на корпусе оборудования. В случае, когда заземляющее устройство отсутствует на корпусе будет напряжение U_ϕ .

Таким образом, снижение до безопасных значений напряжения прикосновения (рис. 4) при нахождении человека в непосредственной близости к месту пробоя изоляции – это важнейшее назначение защитного заземления.

Кроме того, ток, протекающий через человека ($J_{чел.}$) будет весьма мал, т. к.

$$J_{чел.} = \frac{\varphi_3}{R_{чел}} ; \quad (5)$$

Выводы.

1. Чем меньше величина сопротивления защитного заземления, тем надежнее обеспечивается безопасность работающих на электроустановках.

2. При стекании тока в землю, наряду с положительным явлением (резкое снижение потенциала на заземленном оборудовании) возникает и отрицательное - появление на поверхности грунта вокруг заземлителя потенциала, который может быть опасен для жизни человека в виде напряжения шага ($U_{ш}$).

3.3. Устройство и нормирование защитного заземления.

Устройства защитного заземления регламентируются ГОСТом Р 50571.10-96 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж проводников. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники». В соответствии с этим нормативным документом заземляющие устройства должны быть выбраны и смонтированы таким образом, чтобы:

- значение сопротивления растеканию заземляющего устройства соответствовало требованиям защиты и работы установки в течение периода эксплуатации;
- протекание тока замыкания на землю и токов утечки не создавало опасности, в частности, в отношении нагрева, термической и динамической стойкости;
- были обеспечены необходимая прочность или дополнительная защита в зависимости от заданных внешних факторов.

В качестве заземлителей могут быть использованы находящиеся в соприкосновении с землей:

- металлические стержни или трубы;
- металлические полосы или проволока;
- металлические плиты, пластины или листы;
- фундаментные заземлители;
- стальная арматура железобетона, если это обосновано расчетными данными;
- стальные трубы водопровода в земле (при определенных условиях и после специальных расчетов и согласований с эксплуатирующей водопровод организацией).

В качестве заземлителей в первую очередь используются естественные заземлители (металлические конструкции зданий, трубопроводы с не горючей жидкостью, металлические оболочки кабелей и т.п.). Как правило, сопротивление растеканию тока в земле этих устройств гораздо выше нормируемых значений для заземляющих устройств, поэтому требуется дополнительно монтировать искусственное защитное заземляющее устройство. Для этих целей в грунт забиваются или укладываются стальные уголки или стержни, трубы, полосовая сталь и т. п. которые соединяются с заземляемым оборудованием стальными шинами.

Тип заземлителей и глубина их заложения должны быть такими, чтобы высыхание и промерзание грунта не вызывали превышения значения сопротив-

ления растеканию заземлителя свыше требуемого значения. Материал и конструкция заземлителей должны быть устойчивыми к коррозии.

Сопротивление заземляющего устройства растеканию тока зависит от материала заземлителей, их конфигурации, расположения электродов в земле, удельного сопротивления грунта (супесчаная почва, глина и т. д.) и коэффициента сезонности, учитывающим климатические особенности местности, где устраивается заземление.

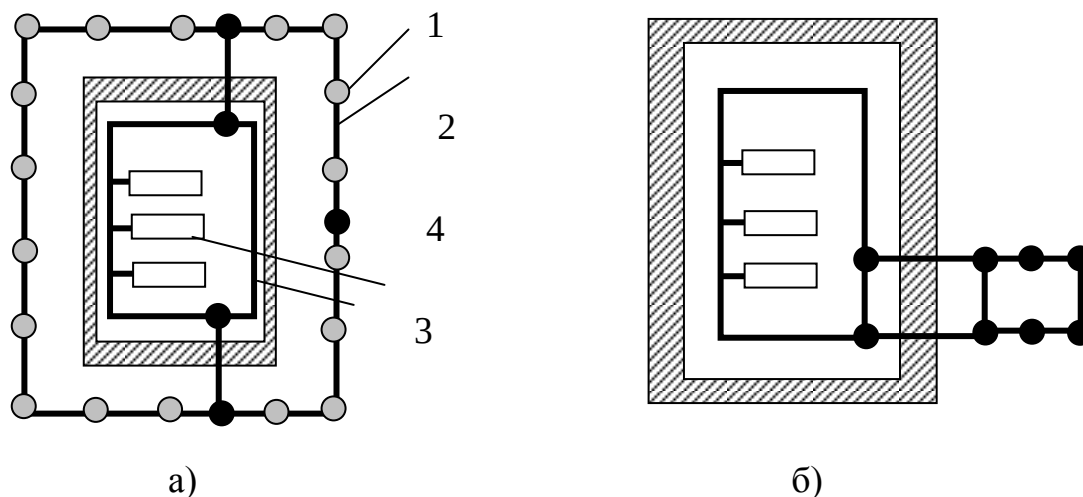


Рис. 5. Конструкции заземления: а) – контурное; б) – выносное:

1 – вертикальный заземлитель; 2 – горизонтальный заземлитель;

3 – внутренний контур заземления; 4 – электроустановки

Заземление конструктивно представляет собой устройство, состоящее из заземлителей и заземляющих проводников. В зависимости от расположения заземлителей относительно защищаемых объектов искусственные устройства делятся на контурные и выносные (рис. 5 а, б).

Для уменьшения влияния коэффициента сезонности, некоторых других факторов, повышения безопасности эксплуатации заземляющих устройств заземлители в стационарных установках всегда располагают в грунте на глубине не менее 0,5 м от поверхности. Так как одиночные заземлители не обеспечивают необходимой величины сопротивления растеканию тока, на практике (после специальных расчетов) несколько одиночных заземлителей из трубчатых или уголковых стержней длиной около 2,5 м забивают в землю и объединяют в один контур стальной полосой с помощью сварки. К контуру присоединяют стальную или медную шину и не менее двух выводов вводят в помещение, где надежно соединяют выводы с внутренним контуром заземления, к которому присоединяют корпуса оборудования. Места соединений на вводе в здание или в электроустановку должны быть разборными для того, чтобы имелась возможность периодически измерять сопротивление растеканию тока и оценивать состояние заземляющего устройства в чистом виде, т. е. без влияния дополнительных естественных заземлителей зданий и сооружений.

Искусственные заземлители чаще всего изготавливаются из стали различного профиля. Для обеспечения механической, термической и коррозионной стойкости рекомендуется принимать следующие минимальные размеры электродов (δ – толщина, S – площадь сечения) (табл.4).

Длину вертикальных электродов рекомендуется брать материалы длиной 2500-3000 мм, при погружении забиванием, и до 5000 мм и более, при погружении ввертыванием и при использовании в грунтах со слабой электропроводностью.

Таблица 4

Характеристики заземляющих электродов

Профиль заземляющего электрода	Минимальный размер
Круглый	$\varnothing \geq 10 \text{ мм}$
Круглый оцинкованный	$\varnothing \geq 6 \text{ мм}$
Прямоугольный	$\delta \geq 4 \text{ мм}$ или $S \geq 48 \text{ мм}^2$
Угловая сталь	$\delta \geq 4 \text{ мм}$
Водогазопроводная труба	$\delta_{\text{стенки}} \geq 3,5 \text{ мм}$

Заземляющие проводники обычно изготавливаются из стали прямоугольного или круглого сечения. Наименьшее сечение заземляющих проводников, проложенных в земле и не защищенных от коррозии – 50 мм^2 .

Эффективность заземлителей и устройства в целом зависит от конкретных грунтовых условий, поэтому в зависимости от этих условий и требуемого значения сопротивления растеканию должны быть выбраны количество и конструкция заземлителей. Значение сопротивления растеканию заземлителя обычно рассчитывается заранее, а после окончания монтажа заземляющего устройства это сопротивление измеряется и не должно превышать нормируемого значения для данного типа электроустановки.

Согласно «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), глава 1.7 «Заземление и защитные меры безопасности» к заземляющим устройствам предъявляются несколько различные требования по их исполнению и нормированию сопротивления растекания тока в земле в зависимости от исполнения электроустановки. Это связано с тем, что при нормальной эксплуатации или в случае пробоя изоляции на землю, при других обстоятельствах, когда возможно поражение человека или животного электрическим током, различные по конструктивному исполнению сети и электроустановки создают различные условия, в которых обеспечивается максимальная безопасность при эксплуатации этих сетей и электроустановок.

Все электрические сети и электроустановки в отношении мер электробезопасности подразделяются на:

а) электроустановки выше 1 кВ в сетях с заземленной нейтралью трансформатора (электроустановки с большими токами замыкания на землю, рис.6). Это, как правило, электроустановки и линии электропередач (ЛЭП) 110 кВ и выше.

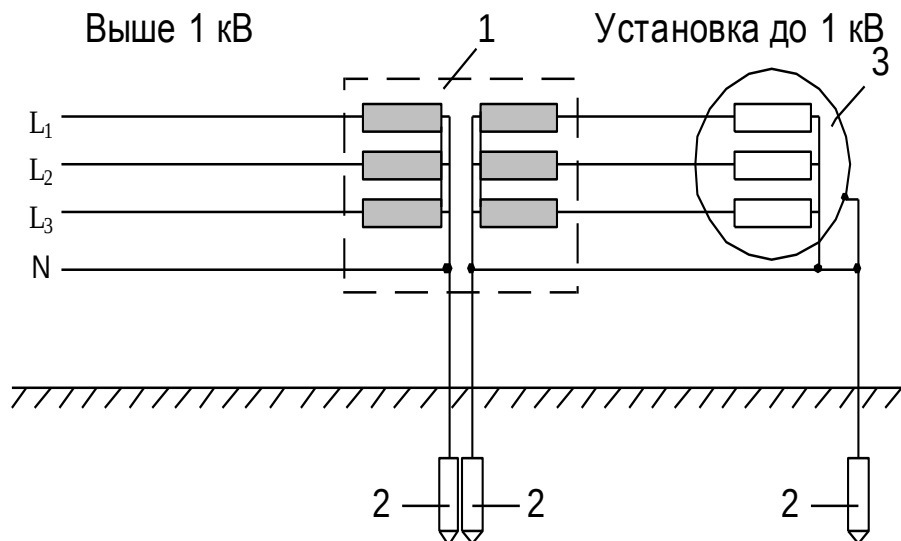


Рис. 6. Схема электроустановок выше 1 кВ в сетях с заземленной нейтралью: 1 - силовой питающий трансформатор; 2 - заземлители; 3 - эл. установка до 1 кВ

б) электроустановки выше 1кВ в сетях с изолированной нейтралью трансформатора (с малыми токами замыкания на землю). Это сети и установки от 3 до 35 кВ включительно (рис. 7).

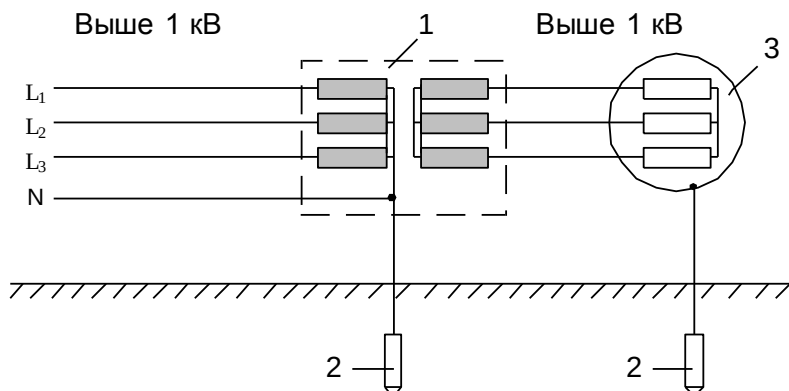


Рис. 7. Схема электроустановок выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью: 1- силовой питающий трансформатор; 2- заземлители; 3- потребитель.

Они наиболее распространены в населенной местности как распределительные сети питания трансформаторных подстанций. Такие сети имеют малые токи замыкания на землю, что значительно снижает вероятность и последствия поражения электрическим током населения.

в) электроустановки до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью питающего трансформатора (рис. 8). Это практически все низковольтные сети и оборудование напряжением 380/220 В, или 660/380 В.

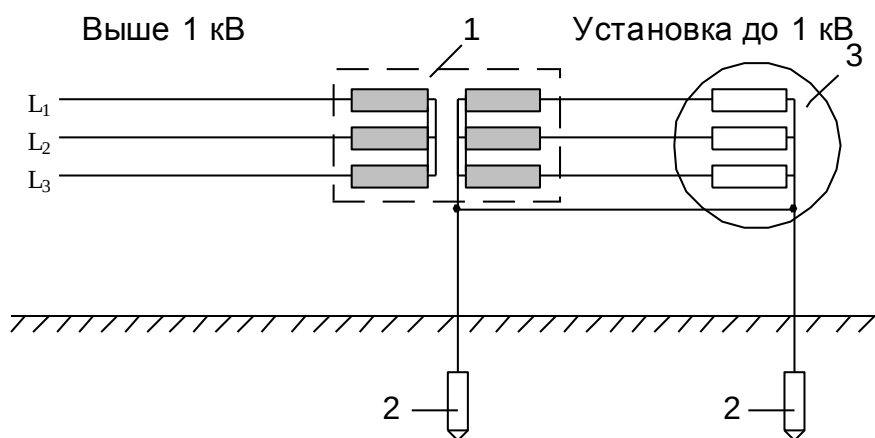


Рис.8. Схема электроустановок до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью питающего трансформатора: 1- силовой питающий трансформатор; 2- заземлители; 3 - потребитель.

Для электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с заземленной нейтралью, заземляющее устройство должно иметь в любое время года сопротивление растеканию тока в земле не более 0,5 Ом.

В электроустановках выше 1 кВ с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства, при прохождении расчетного тока замыкания на землю, в любое время года должно быть:

– при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ

$$R_3 = \frac{125}{J_{кз}} \text{ (Ом)}, \text{ но не более } 10 \text{ Ом}, \quad (6)$$

где $J_{кз}$ - расчетный ток замыкания на землю. При этом должны также выполняться требования, предъявляемые к заземлению электроустановок до 1 кВ (см. ниже);

– при использовании заземляющего устройства только для электроустановок выше 1 кВ

$$R_3 = \frac{250}{J_{кз}} \text{ (Ом)}, \text{ но не более } 10 \text{ Ом}. \quad (7)$$

В электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть не более 2 Ом, 4 Ом или 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 или 220 В.

В электроустановках напряжением до 1кВ с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть в любое время года не более 4 ом. Допускается при мощности питающего трансформатора (генератора) 100 кВА и менее увеличение этого сопротивления до 10 Ом не более.

В помещениях с повышенной опасностью (характеризуется наличием одного из признаков: повышенная влажность, наличие токопроводящей пыли, токопроводящих полов, повышенная температура и т. п.) либо особо опасных (особая сырость, химически активная среда, наличие одновременно двух и более признаков повышенной опасности) по условиям поражения электрическим током защитное заземление применяется в обязательном порядке в электроустановках выше 42В переменного и 110 В постоянного тока.

В электроустановках, размещаемых во взрывоопасных зонах внутри и вне помещений независимо от величины напряжения все металлические части электрооборудования, могущие оказаться под напряжением, либо на которых может накапливаться статический заряд должны быть заземлены, при этом способ присоединения защитного заземления к оборудованию должен исключать искрообразование при протекании тока замыкания на землю.

Рассмотрим принцип действия схемы с заземленной нейтралью трансформатора и отдельным (повторным) заземлением потребителя (рис.9).

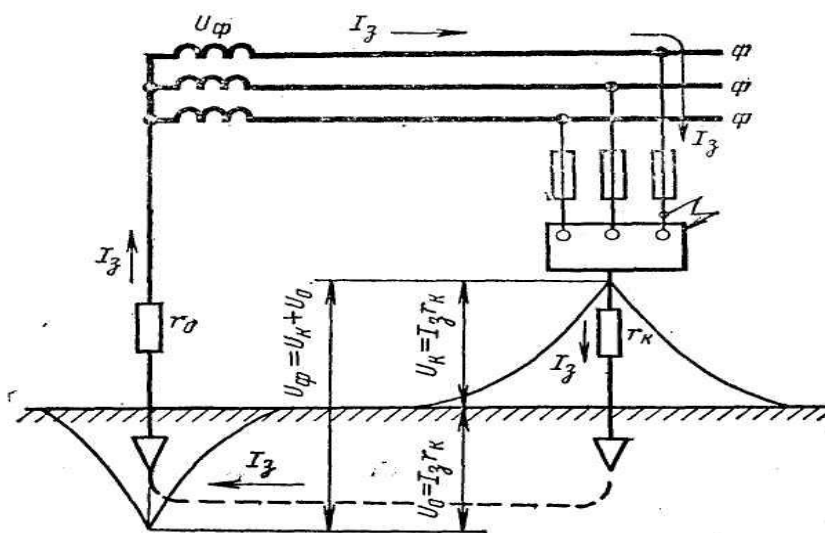


Рис.9. Схема с повторным заземлением электрооборудования потребителя

При замыкании фазы на корпус по цепи, образовавшейся через землю, будет проходить ток растекания на землю J_3 , А.

$$J_3 = \frac{U_\phi}{r_0 + r_k}, \quad (8)$$

где U_ϕ – фазное напряжение сети В; r_0 и r_k – сопротивления заземления нейтрали трансформатора и потребителя, соответственно, Ом.

Фазное напряжение сети распределится прямо пропорционально сопротивлениям, т.е. при последовательном соединении сопротивлений:

$$U_\phi = U_0 + U_k = J_3 r_0 + J_3 r_k. \quad (9)$$

В результате на корпусе потребителя образуется напряжение, величина которого зависит от соотношения значений сопротивлений r_0 и r_k , или

$$U_k = J_3 r_k = U_\phi * \frac{r_k}{r_0 + r_k} . \quad (10)$$

В данной схеме можно пренебречь сопротивлениями обмотки трансформатора и проводов, т.к. они очень малы по сравнению с r_0 и r_k , поэтому их в расчет не принимаем.

В подобных сетях сопротивления заземлителей регламентируются «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), глава 1.7 и не должны быть более 4 Ом. Следовательно, при $r_k = r_0 = 4$ Ом:

$$U_k = 220 * \frac{4}{4 + 4} = 110 \text{ В}$$

Для данного случая определим ток короткого замыкания, равный току J_3

$$J_3 = \frac{220}{4 + 4} = 27,5 \text{ А.},$$

т.е. на корпусе токоприемника по отношению к земле будет напряжение 110В, что является опасным при случайном прикосновении человека к корпусу в момент пробоя изоляции. Кроме того, ток $J_3 = 27,5 \text{ А}$ может оказаться недостаточным, чтобы вызвать быстрое срабатывание защиты (в данном случае – перегорания плавкой вставки предохранителя), что является неременным условием для защиты персонала при пробое изоляции.

3.4. Устройство и принцип действия защитного зануления.

Электрические трехфазные сети напряжением 380/220 В и однофазные сети 220 В являются наиболее распространенными на производстве и в быту, поэтому надежность и безопасность работы – важнейшее условие их эксплуатации.

Надежность в эксплуатации таких сетей обеспечивается правильным выбором сечений проводов и кабелей исходя из номинальной нагрузки и устойчивости их при коротком замыкании, выбором класса изоляции проводов, кабелей, электроаппаратуры и механической защиты сетей, в зависимости от условий их прокладки.

Кроме того, устойчивость работы таких сетей повышается при резервировании (автоматический либо ручной ввод резервного питания), селективности (правильной последовательности) срабатывания устройств защитного отключения участка электрической сети при перегрузке, пробое изоляции, возникновении короткого замыкания (К.З.) и иных режимах, отличающихся от номинального определенными параметрами.

Опасность поражения током при прикосновении к корпусу и другим нетоковедущим металлическим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением, вследствие замыкания на корпус и по другим причинам, может быть устранена **быстрым отключением** поврежденной электроустановки от питающей сети и, вместе с тем, **снижением напряжения на корпусе относительно земли..**

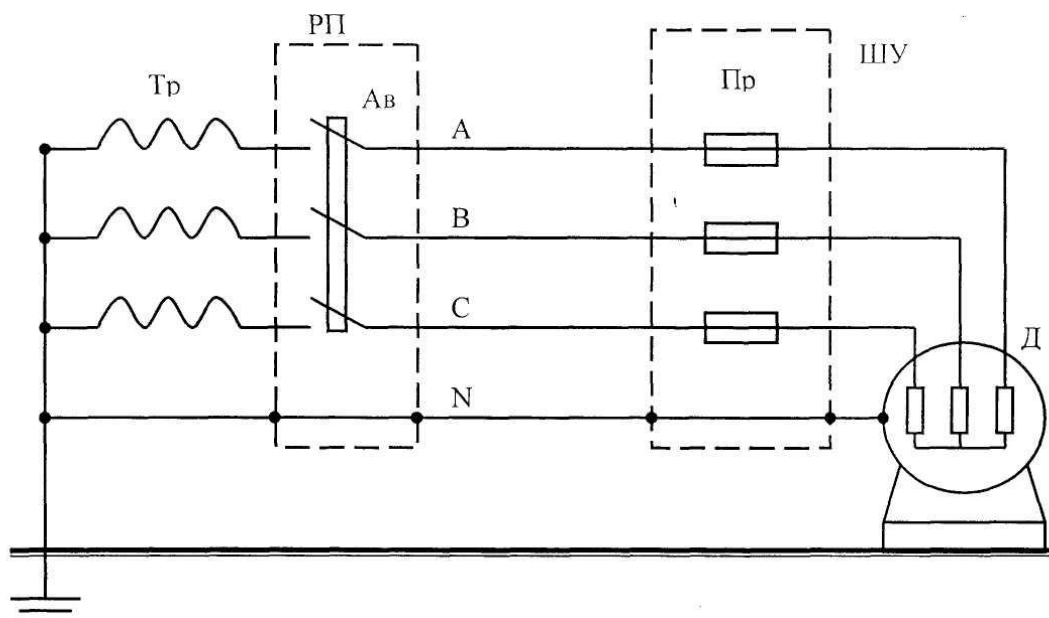


Рис.10. Упрощенная принципиальная схема электрической сети с занулением : Тр - силовой трансформатор; ШУ - шкаф управления; Ав - автоматический выключатель; Д – электродвигатель; Пр – предохранитель; РП –распределительный пункт (шкаф);
А, В, С, N – четырехпроводная электрическая сеть.

Чтобы обеспечить быстрое отключение поврежденной установки необходимо увеличить ток J_{Σ} , что в данной схеме возможно только за счет уменьшения сопротивления заземлителей r_k и r_0 . Однако, это технически сложно и экономически нецелесообразно. Проще и надежнее изменить эту схему соединив корпус токоприемника с заземленной нейтралью специальным нулевым защитным проводником. Такая схема получила название – **схема зануления**. (рис. 10).

Зануление – преднамеренное электрическое соединение нейтральной проводящей части (нейтрального проводника) в электроустановке до 1кВ с заземленной нейтралью трансформатора на подстанции.

Нулевой защитный проводник – это проводник в электроустановке до 1кВ, предназначенный для целей безопасности и соединяющий открытые проводящие части у потребителя с заземляющим устройством (ГОСТ Р 50571.20-2000).

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью вызвать такой ток, который способен обеспечивать быстрое и надежное срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от сети. Отсутствие в данной схеме повторного заземления потребителя электроэнергии и наличие нулевого защитного проводника с малым сопротивлением определяют резкое увеличение тока при коротком замыкании, т.к. изменяется путь прохождения тока $J_{кз}$ (см. расчетную схему, рис. 11). Для такой схемы зануления принципиально важно то, что сопротивление нулевого защитного проводника становится соизмеримым с сопротивлениями обмотки трансформатора и фазного проводника, которые теперь должны быть учтены в расчетах. Кроме того, в этой последова-

тельной цепи сопротивление нулевого защитного проводника много меньше суммы сопротивлений фазного провода и обмотки трансформатора, т.е.

$$r_3 \ll r_{mp} + r_{np} \quad (11)$$

Следовательно, при К.З. на корпус, фазное напряжение распределится прямо пропорционально сопротивлениям и большая его часть будет на сопротивлениях $r_{mp} + r_{np}$. Иначе говоря, зануление корпусов токоприемников через нулевой защитный проводник позволяет в аварийный период, т.е. с момента возникновения замыкания на корпус и до автоматического отключения поврежденного электрооборудования от сети, снизить до безопасной величины напряжение на корпусе. Таким образом созданы все условия для соблюдения принципа действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты в автоматическом режиме за возможно короткий промежуток времени.

Безопасность работы электрических сетей и оборудования определяется классом изоляции, реальными условиями эксплуатации, быстротой и надежностью отключения поврежденного оборудования или участка посредством предохранителей (Пр) или автоматических выключателей (автоматов).

Все электрические трехфазные сети до 1000 В выполняются четырехпроводными, т.е. три фазных провода (между двумя любыми из них напряжение 380 В) и один, так называемый, нулевой провод (между ним и любым из фазных проводов напряжение 220 В).

Нулевой провод присоединяется к нейтральной точке трансформатора (генератора) питания, с одной стороны, и к нулевой шине электрических щитов и шкафов управления, с другой стороны. Нулевая шина имеет нулевой потенциал, поэтому она наглухо присоединяется к корпусам щитов и шкафов и служит для подключения к ней нулевых и заземляющих проводников от токоприемников.

В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала, все металлические нетоковедущие части электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при пробое изоляции, в соответствии с ПУЭ, глава 1.7 «Заземление и защитные меры безопасности», должны быть занулены, т.е. присоединены к нейтрали источника питания через нулевой провод, либо иным способом.

В этом случае, при пробое изоляции, в любом месте электрической сети созданы определенные условия для возможности немедленного автоматического отключения поврежденного участка сети или электрооборудования. Для доказательства этого представим упрощенную принципиальную схему электрической сети в удобном для расчетов виде (рис. 11).

В нормальном режиме работы схемы величина тока нагрузки (J_n) определяется в основном сопротивлением нагрузки, т.к. оно во много раз больше суммарного сопротивления $r_{np} + r_{mp}$ (в каждой фазе).

$$J_n = \frac{U_\phi}{r_n + r_{np} + r_{mp}}, \quad (12)$$

где r_n – сопротивление нагрузки; r_{np} – сопротивление проводов; r_{mp} – сопротивление трансформатора.

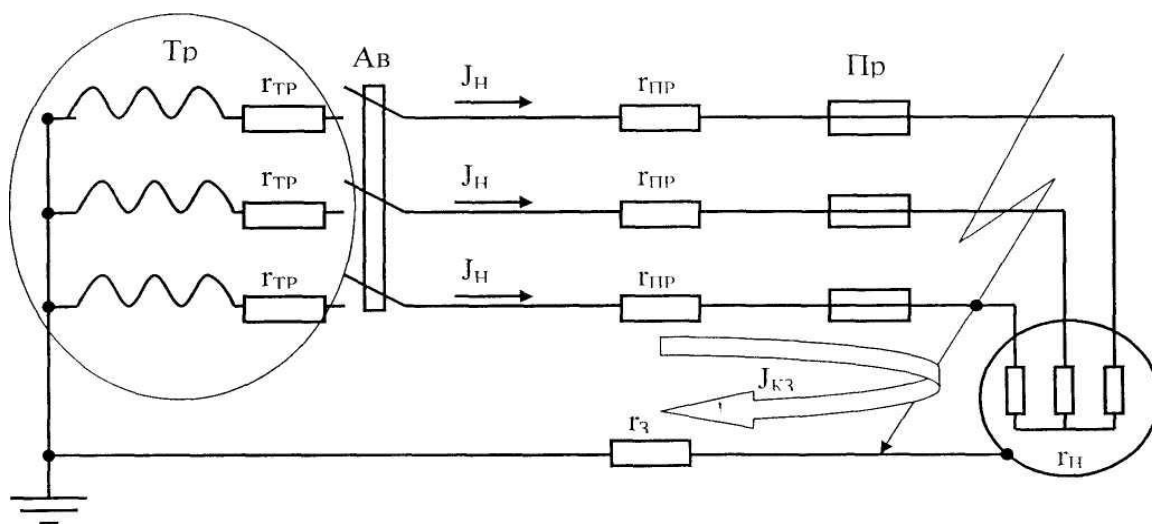


Рис. 11. Расчетная схема для режима работы сети при однофазном коротком замыкании (КЗ).

При однофазном КЗ. и целостности цепи зануления наибольшая составляющая сопротивлений (r_n) в знаменателе отсутствует, а вместо нее в последовательную цепь протекания тока включается сопротивление цепи заземления (r_z), которое во много раз меньше (r_n), а, следовательно, ток $J_{кз}$ должен быть во много раз больше тока J_n .

$$J_{кз} = \frac{U_{\phi}}{r_z + r_{np} + r_{mp}} \gg J_n . \quad (13)$$

На этой закономерности основано конструктивное исполнение защитных аппаратов (предохранителей и автоматов). Они выбираются исходя из условия, что могут работать сколь угодно долго при номинальной нагрузке (при правильном выборе тока J_n плавкой вставки), мгновенно отключать поврежденный участок от источника напряжения (при токе $J_{кз}$) и не реагировать на временные перегрузки защищаемой цепи.

В предохранителях это осуществляется за счет применения специальных материалов и сплавов для плавкой вставки, а в автоматах – за счет специальных отключающих устройств, реагирующих на величину тока.

При рассмотрении вопросов **защиты обслуживающего персонала** от неисправности в электрических сетях важное значение имеет путь прохождения тока $J_{кз}$. от места КЗ. до нейтрали источника питания. Рассмотренная выше система зануления достаточно надежна и поэтому получила наиболее широкое распространение.

Эксплуатация таких сетей связана с некоторыми особенностями. Прежде всего, это контроль за состоянием и целостностью цепи зануления, т.к. в целях экономии нулевой защитный провод от распределительного щита или пульта управления до токоприемника (в помещениях без повышенной опасности) допускается не прокладывать, а вместо него используются металлические конструкции установок, стальные трубы электропроводки и т.п. При таких условиях, целостность цепи зануления может быть нарушена изначально или в процессе

эксплуатации сетей (нарушение целостности сварных соединений, нарушение контакта в соединениях, вследствие окисления металлов, воздействия вибрации и т.п.). Поэтому перед сдачей в эксплуатацию, после реконструкции сетей (до подачи напряжения в электрическую сеть), и, с определенной периодичностью в процессе эксплуатации (1 раз в год или 1 раз в два года – в зависимости от условий эксплуатации и степени пожаро- взрывоопасности объекта), проводятся инструментальные замеры наличия цепи между заземлением (нейтралью источника питания) и заземляемыми элементами (токоприемниками). **Общее сопротивление цепи должно быть не более 0,1 Ом.** Сечение нулевого проводника должно быть таким, чтобы его проводимость составляла не менее 50% проводимости фазного провода (П.У.Э., глава 1, п. 7).

Результаты измерений оформляются протоколом «Протокол проверки наличия цепи между заземлителем и заземляемыми элементами». Соответствие цепи зануления предъявляемым к ней требованиям фиксируются в протоколе травмобезопасности при аттестации рабочих мест.

До ввода в эксплуатацию и с периодичностью не реже одного раза в пять лет предписано производить комплексную проверку целостности сети и величину полного сопротивления всего контура аварийного тока: источник питания – фазный провод – точка К.З. – нулевой провод – нейтраль источника питания или, сокращенно, сопротивление цепи (петли) фаза – ноль. Составляется протокол «Протокол измерения сопротивления петли фаза – ноль».

По величине сопротивления цепи определяется ток однофазного замыкания на корпус или нулевой провод. Этот ток должен обеспечивать надежное срабатывание защиты с учетом, регламентируемых ПУЭ, коэффициентов запаса. С целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка необходимо, чтобы общее сопротивление петли фаза - ноль было таковым, чтобы обеспечивало ток $J_{к.з.}$ в цепи, превышающий не менее чем:

- в 3 раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя, ближайшего к месту К.З.;
- в 3 раза номинальный ток теплового расцепителя автоматического выключателя, не имеющего токовой отсечки;
- в 1,4 раза ток отсечки автоматического выключателя с номинальным током менее 100 А и имеющего расцепитель (отсечку);
- в 1,25 раза для автоматических выключателей с номинальным током более 100 А (см. П.У.Э.; п. 1.7.79).

Защитное отключение – это защита от поражения током в электроустановках напряжением до 1000 В автоматическим отключением фаз аварийного участка сети за время, допустимое по условиям безопасности для человека. Опасность поражения возникает в случаях однофазных замыканий на корпус, снижения сопротивления изоляции ниже допустимого, прикосновения человека к токоведущей части.

Основные требования к защитному отключению:

- быстроедействие – длительность отключения поврежденного участка сети должна быть не более 0,2 с. Время отключения складывается из времени работы защиты (0,01-0,02 с), собственного времени отключающего коммутационного

аппарата (0,01 с для автомата с электромагнитным расцепителем, 0,2 с для автомата с тепловым расцепителем);

- надежность отсутствия отказов, ложных срабатываний. Для этого в схеме должен осуществляться самоконтроль, сигнализирующий о неисправностях: наличие кнопки для периодической проверки исправности схемы;

- высокая чувствительность – выходной сигнал по току не должен превышать нескольких миллиампер, а по напряжению – нескольких десятков вольт;

- селективность – избирательность отключения только аварийного участка ближайшими к месту повреждения коммутационными аппаратами;

- простота, удобство обслуживания, дешевизна. Защитное отключение применяют как дополнение к занулению в передвижных электроустановках напряжением до 1000 В для отключения электрооборудования, удаленного от источника питания, в электрифицированном инструменте как дополнение к защитному заземлению или занулению.

4. ОБУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА

Область и порядок применения Правил. «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» [12] распространяются на работников организаций (независимо от форм собственности и организационно-правовых форм) и других физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения.

Работодатель в зависимости от местных условий может предусматривать дополнительные меры безопасности труда, не противоречащие Правилам. Эти меры безопасности должны быть внесены в соответствующие инструкции по охране труда, доведены до персонала в виде распоряжений, указаний, инструктажа.

Электроустановки должны находиться в технически исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия труда.

Электроустановки должны быть укомплектованы испытанными и готовыми к использованию защитными средствами, а также средствами оказания первой медицинской помощи в соответствии с действующими правилами и нормами.

В организациях должен осуществляться контроль за соблюдением правил, требований, инструкций по охране труда, контроль за проведением и инструктажем. Ответственность за состояние охраны труда в организации несет работодатель, который имеет право делегировать свои полномочия по этому вопросу работнику организации.

Не допускается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям Правил.

Работники, виновные в нарушении требований Правил, привлекаются к ответственности в установленном порядке.

4.1. Требования к персоналу.

Проверка состояния здоровья работника проводится до приема его на работу, а также периодически в порядке, предусмотренном Минздравсоцразвитием Российской Федерации. Совмещаемые профессии должны указываться администрацией организации в направлении на медицинский осмотр.

К работе в электроустановках не допускаются:

- работники электротехнического персонала, не достигшие 18 лет;
- имеющие увечья и болезни (стойкой формы – сильная хромота или заикание и т. п.), мешающие производственной работе.

Работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.п.).

Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний и инструктажи проводятся в соответствии с требованиями го-

сударственных и отраслевых нормативных правовых актов по организации охраны труда и безопасной работе персонала.

Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

При поступлении на работу работнику приказом или распоряжением назначается **стажировка** от 2 до 14 смен. Стажировка – это практическое освоение непосредственно на рабочем месте навыков выполнения работы или группы работ, приобретенных при профессиональной подготовке, а также для изучения должностных и производственных инструкций, подготовке к *первичной* проверке знаний на группу допуска по электробезопасности. Стажировка проводится под руководством ответственного обучающего лица, назначенного приказом или распоряжением. При успешной сдаче экзамена работник приказом или распоряжением допускается к самостоятельной работе.

Персонал обязан соблюдать требования Правил, инструкций по охране труда, указания, полученные при инструктаже.

Инструктаж – доведение до персонала содержания основных требований к организации безопасного труда и соблюдение правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, разбор происшедших или возможных ошибок на рабочих местах инструктируемых, углубление знаний и навыков безопасного производства работ, поддержание и расширение знаний по правилам электро- и пожарной безопасности. **ИНСТРУКТАЖИ**

4.2. Классификация персонала относительно электробезопасности.

Квалифицированным обслуживающим персоналом называются специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие допуск к данному виду работ. Персонал может быть допущен либо только к работе в электроустановках (или с электрооборудованием) напряжением до 1 кВ, либо к работе в электроустановках напряжением выше 1кВ. Допускается и ситуация, когда работники имеют допуск к работе в электроустановках до и выше 1кВ.

Ответственный за электрохозяйство предприятия – работник из числа административно-технического персонала, на которого возложены обязанности по организации безопасного проведения работ в электроустановках в соответствии с действующими правилами и нормативно-техническими документами, имеющий группу V на электроустановках выше 1000 В и группу IV на электроустановках до 1000 В.

В соответствии с Правилами в отношении электробезопасности все работники предприятия подразделяются на три группы: электротехнический, электротехнологический и неэлектротехнический персонал. Степень квалификации персонала по электробезопасности определяется т.н. группой допуска (I , II, III, IV или V) по электробезопасности (в правилах указываются минимально до-

пустимые значения группы по электробезопасности, т.е. в каждом конкретном случае работник должен иметь группу, не ниже требуемой: II, III, IV или V).

1.Электротехнический персонал – это административно-технический, оперативный, оперативно-ремонтный, ремонтный персонал, организующий и осуществляющий монтаж, наладку, техническое обслуживание, ремонт, управление режимом работы электроустановок.

Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года, обязан пройти производственное обучение на рабочем месте в объеме:

- «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок»;
- «Правил эксплуатации электроустановок»;
- «Правил пользования электрической энергией»;
- «Правил устройства электроустановок»;
- должностных и производственных инструкций;
- инструкций по охране труда.

По окончании производственного обучения работник должен пройти проверку знаний и ему присваивается соответствующая квалификационная группа по электробезопасности.

Проверка знаний Правил, должностных и производственных инструкций должна производиться:

- первичная;
- периодическая;
- внеочередная.

Первичная проверка производится перед допуском работника к самостоятельной работе.

Периодическая проверка должна производиться в следующие сроки:

а) для административно–технического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров, очередная проверка знаний проводится один раз в год;

б) для административно – технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также для инженеров по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок, такую проверку предусмотрено проводить один раз в три года.

При переводе на другой участок, замещении отсутствующего работника, в некоторых иных случаях работник при проверке знаний должен подтвердить имеющуюся группу для допуска к оборудованию электроустановок на новом участке путем *внеочередной* проверки знаний.

Административно-технический персонал – это руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и опе-

ративного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках. Группа допуска по электробезопасности – не ниже IV.

Персонал электротехнический – к нему относится персонал оперативный, оперативно-ремонтный и ремонтный.

Оперативный персонал – это персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, техническое обслуживание, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск к работе и надзор за работающими в электроустановке, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации) с обязательным утверждением приказом по предприятию. Группа допуска по электробезопасности – не ниже III.

Оперативное обслуживание электроустановок – комплекс работ по ведению требуемого режима работы электроустановки; производство переключений, осмотр оборудования; подготовка рабочего места; техническое обслуживание оборудования, предусмотренное должностными инструкциями оперативного персонала.

Осмотр – визуальное обследование электрооборудования, зданий и сооружений электроустановок.

Ремонтный персонал – это персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования. Группа допуска по электробезопасности – не ниже II. Причем, работать самостоятельно под напряжением либо вблизи от токоведущих частей, находящихся под напряжением с группой допуска II, запрещено.

Техническое обслуживание – комплекс операций или операция по содержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, хранению и транспортированию.

Текущий ремонт – ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и восстановлении отдельных частей.

Капитальный ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурсу изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Плановый ремонт – ремонт, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Оперативно-ремонтный персонал – это ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного управления и обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ним электроустановок. Группа допуска по электробезопасности – не ниже III.

2.Электротехнологический персонал – это персонал, у которого в управляемом им технологическом процессе основной составляющей является электрическая энергия (например, электросварка, электродуговые печи, электролиз и т. д.), использующий в работе ручные электрические машины, переносной электроинструмент и светильники, и другие работники, для которых должностной инструкцией по охране труда установлено знание вышеупомянутых Правил. В своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому

и в техническом отношении подчиняется руководителю энергослужбы своего подразделения. Группа допуска по электробезопасности – не ниже II.

Электротехнический и электротехнологический персонал, обслуживающий электроустановки, должен пройти проверку знаний Правил и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности в соответствии с Правилами.

Руководители, в подчинении которых находится электротехнический персонал или электротехнологический персонал, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже, чем у подчиненного персонала.

Всем лицам электротехнического и электротехнологического персонала при успешной сдаче экзаменов присваивается соответствующая квалификационная группа (II-V) по электробезопасности, выдается удостоверение с указанием квалификационной группы, рода электроустановок (до 1кВ либо до и выше 1кВ), вида персонала (электротехнологический, оперативный и т. д.), результатов оценки знаний, даты сдачи экзамена. Эти же данные записываются в журнал соответствующего образца (см. приложение 2) и скрепляются подписями (не менее трех) членов специально образованной комиссии.

Если в отдельных отраслях (ведомствах) установлены по согласованию с федеральными органами государственного надзора иные формы удостоверений о проверке знаний норм и правил работы, в том числе и в электроустановках, разрешается по согласованию с Государственным энергетическим надзором РФ дальнейшее использование этих форм при условии приведения разделов по эксплуатации и инспектированию электроустановок в соответствии с Правилами.

3. Неэлектротехнический персонал – это персонал, не подпадающий под определение «электротехнического» или «электротехнологического».

Неэлектротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа по электробезопасности I или II. Обучение и инструктаж такого персонала проводит лицо из электротехнического персонала с квалификационной группой не ниже III.

Лица неэлектротехнического персонала проходят обучение на I группу по электробезопасности один раз в год по утвержденной программе, экзамены не сдают, но регистрируются в журнале установленной формы (приложение 1).

Обучение и проверка знаний неэлектротехнического персонала, прошедшего обучение на II группу по электробезопасности, производятся один раз в год и оформляются в журнале установленной формы (приложение 2) с выдачей удостоверения установленного образца.

Перечень профессий и рабочих мест, где работникам требуются знания основ электробезопасности в объеме I или II группы допуска определяет руководитель предприятия (ответственный за электрохозяйство предприятия). Перечень оформляется приказом или распоряжением.

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении.

Под специальными работами, право на проведение которых отражается в удостоверении после проверки знаний работника, следует понимать:

- работы на высоте или верхолазные работы;
- работы под напряжением на токоведущих частях: чистка, обмыв и замена изоляторов, ремонт проводов, контроль измерительной штангой изоляторов и соединительных зажимов, смазка тросов;
- испытания оборудования повышенным напряжением (за исключением работ с мегаомметром).

Перечень специальных работ может быть дополнен указанием работодателя.

Проверку знаний у руководителей и специалистов должны проводить квалификационные комиссии в составе не менее 3-х человек:

а) у ответственного за электрохозяйство предприятия, его заместителя и инженера по охране труда – комиссии в составе руководителя предприятия или его заместителя, инспектора предприятия «Энергонадзор» и представителя отдела охраны труда или комитета профсоюза предприятия; у ответственных за электрохозяйство структурных подразделений – комиссия предприятия с участием ответственного за электрохозяйство.

Состав комиссии утверждает руководитель предприятия.

б) у остального персонала – комиссии, состав которых определяет и утверждает ответственный за электрохозяйство предприятия. В состав указанных комиссий, как правило, должен входить непосредственный руководитель работника, чьи знания проверяет комиссия.

Инженеру по охране труда, прошедшему проверку знаний в объеме IV группы по электробезопасности, выдается удостоверение на право инспектирования электроустановок своего предприятия.

Группа III может быть присвоена работникам только по достижении ими 18-летнего возраста.

При переводе на другой участок, замещении отсутствующего работника, в некоторых иных случаях работник при проверке знаний должен подтвердить имеющуюся группу для допуска к оборудованию электроустановок на новом участке путем *внеочередной* проверки знаний.

Практиканты и работники, не обслуживающие электроустановки, допускаются в них в сопровождении и при постоянном надзоре лица электротехнического персонала, имеющего группу допуска по электробезопасности не ниже IV (в электроустановках напряжением выше 1кВ) и не ниже III (в электроустановках напряжением до 1кВ).

Эксплуатация электроустановок без устройств, обеспечивающих соблюдение санитарных норм, природоохранных требований или с неисправными устройствами, не обеспечивающими соблюдение соответствующих правил безопасности, запрещается.

Каждый работник, если он не может принять меры к устранению нарушений Правил, должен немедленно сообщить вышестоящему руководителю о всех

замеченных им нарушениях и представляющих опасность для людей неисправностях электроустановок, машин, механизмов, приспособлений, инструмента, средств защиты и т.д.

Необходимо отличное знание персоналом обслуживаемого им оборудования, правильное ведение режима работы. Нередки случаи, когда из-за незнания оборудования последнее перегружается или работает в недопустимых условиях и в результате повреждается, как это видно из следующего примера.

Пример 1. На одной из подстанций трансформатор 110/35/6 кв мощностью 31,5 тыс. кВА выведен из строя из-за несоблюдения его температурного режима.

Как известно, максимально допустимая температура верхних слоев масла не должна превышать + 95°, а дутьевое охлаждение трансформаторов необходимо включать при нагрузках выше 100 % вне зависимости от температуры масла и при температуре масла выше + 55° вне зависимости от нагрузки (ПТЭ § 696).

Эксплуатационный персонал, не зная указанного правила ведения режима работы трансформатора с дутьевым охлаждением, стремился не допускать температуры верхних слоев масла выше +95° и с целью экономии электроэнергии на собственные нужды подстанции не включал дутьевые вентиляторы при температуре масла выше +55°. При невысокой температуре окружающего воздуха, и особенно при температуре ниже нуля, превышение температуры масла над температурой окружающего воздуха было значительно выше 60°.

Указанному превышению температуры способствовал неправильный контроль за нагрузкой обмоток трансформатора. Мощность всех обмоток была одинакова: 100/100/100 %. Из-за неисправности контрольно-измерительных приборов на стороне ПО кв трансформатора контроль за его нагрузкой велся по приборам обмоток 35 и 6 кв. Так как нагрузка каждой из этих обмоток была менее 100 %, то считалось, что трансформатор не перегружается. В действительности нагрузка обмотки 110 кв значительно превышала номинальную мощность.

Через 2 года такой неправильной эксплуатации трансформатор вышел из строя. Как показало вскрытие, изоляция обмотки 110 кв была пересохшей и при сквозных токах короткого замыкания осыпалась. Потребовалась полная замена обмотки, что вызвало длительный перерыв в электроснабжении потребителей.

Проверка знаний персонала выявила, что он не знает правил эксплуатации трансформаторов и вообще незнаком с режимом их работы. Техническая учеба с персоналом на подстанции не проводилась.

4.3. Обязанности руководителя предприятия по обеспечению безопасной эксплуатации электрохозяйства.

Руководитель (владелец) предприятия должен обеспечить:

а) содержание электрического и электротехнологического оборудования и сетей, в том числе блок-станций, в работоспособном состоянии и его эксплуатацию в соответствии с ПТЭ и ПТБ;

б) своевременное и качественное проведение профилактических ремонтов, модернизации и реконструкции электрооборудования;

в) обучение электротехнического персонала и проверку знаний Правил эксплуатации, техники безопасности, должностных и производственных инструкций;

г) надежность работы электроустановок и безопасность их обслуживания;

д) учет и анализ нарушений в работе электроустановок, несчастных случаев и принятие мер по устранению причин их возникновения;

е) разработку должностных и производственных инструкций для электротехнического персонала;

ж) выполнение предписаний органов государственного надзора.

Для непосредственного выполнения функций по организации эксплуатации электроустановок руководитель предприятия должен назначить ответственного за электрохозяйство.

При наличии на предприятии должности главного энергетика эти обязанности, как правило, возлагаются на него.

Требование к ответственному за электрохозяйство. Ответственным за электрохозяйство может быть назначен инженерно-технический работник, приказом или распоряжением, после проверки знаний Правил эксплуатации, техники безопасности и инструкций и присвоения соответствующей группы по электробезопасности:

V группа – в электроустановках напряжением выше 1000 В;

IV группа – в электроустановках напряжением до 1000 В.

Допускается выполнение обязанностей ответственного за электрохозяйство по совместительству.

Ответственность за нарушение в работе электроустановок. За нарушение в работе электроустановок несут персональную ответственность:

а) работники, непосредственно обслуживающие электроустановки, – за нарушения, происшедшие по их вине, а также за неправильную ликвидацию ими нарушений в работе электроустановок на обслуживаемом участке;

б) работники, проводящие ремонт оборудования, – за нарушения в работе, вызванные низким качеством ремонта;

в) руководители и специалисты энергетической службы – за нарушения в работе электроустановок, происшедшие по их вине, а также из-за несвоевременного и неудовлетворительного технического обслуживания и невыполнение противоаварийных мероприятий;

г) руководители и специалисты технологических служб – за нарушения в эксплуатации электротехнологического оборудования.

Ответственность работников за нарушения в работе электроустановок должна быть определена в должностных инструкциях.

4.4. Особенности работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ.

Ввиду социальной значимости отрасли «Электроэнергетика», потенциальной опасности ее оборудования и устройств для обслуживающего персонала, на основании и в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации для работы с персоналом разработаны «Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации» [14]. Эти Правила являются руководящим документом для предприятий, организаций и учреждений независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности, осуществляющих проектирование, эксплуатацию, ремонт, наладку, испытание, организацию и контроль работы оборудования, зданий и сооружений, входящих в состав электроэнергетического производства, а также выполняющих другие виды работ в условиях действующего электроэнергетического объекта.

Правилами могут руководствоваться и любые другие организации, имеющие в своем составе электро- и теплотехнический персонал. Применение этих Правил в организации должно определяться приказом или распоряжением.

Работа с персоналом – это форма производственной деятельности организации, обеспечивающая поддержание необходимого профессионального образовательного уровня персонала для выполнения им производственных функций, определенной работы или группы работ. В частности, при подготовке определенных категорий персонала вводится обязательное **дублирование** – управление энергоустановкой или несение других функций на рабочем месте, исполняемые под наблюдением лица, ответственного за подготовку дублера.

Дублирование проходит после первичной проверки знаний, длительного перерыва в работе или в других случаях по усмотрению руководителя организации или структурного подразделения. Допуск к дублированию оформляется распорядительным документом, где указывается срок дублирования и лицо, ответственное за подготовку дублера. За все действия дублера на рабочем месте отвечает в равной мере как основной работник, так и дублер.

В Правилах вводится и ряд других видов подготовки персонала.

Специальная подготовка – форма поддержания квалификации работника путем его систематической тренировки в управлении производственными процессами на учебно-тренировочных средствах формирования его знаний, умения и навыков, проработки организационно-распорядительных документов и разборки технологических нарушений, пожаров и случаев производственного травматизма.

Повышение квалификации – одна из форм дополнительного повышения образовательного уровня персонала, осуществляемая путем систематического самообразования, проведения производственно-экономической учебы, краткосрочного и длительного периодического обучения в соответствующих образовательных учреждениях.

Пожарно-технический минимум – необходимый минимальный объем знаний работника по пожарной безопасности с учетом особенностей технологического процесса производства, средств и методов борьбы с пожарами.

Правилами устанавливаются обязательные формы работы с различными категориями работников. Например, *с руководящими работниками*:

- вводный инструктаж по безопасности труда;
- проверка знаний органами госэнергонадзора правил, норм по охране труда, правил технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;
- профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

С оперативными руководителями, оперативным и оперативно – ремонтным персоналом:

– вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по безопасности труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;

– подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка);

– проверка знаний правил, норм по охране труда, правилам технической эксплуатации, пожарной безопасности и других государственных норм и правил;

– дублирование;

– специальная подготовка;

– контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки;

– профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

Далее в Правилах разъясняется подробно, как применить ту или иную форму работы с персоналом.

5. ПОРЯДОК И УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Электроустановка действующая - электроустановка или ее части, которые находятся под напряжением либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

При производстве работ в электроустановках защита персонала, прежде всего, заключается в создании многоуровневой системы защиты от воздействия негативных факторов, обусловленных наличием напряжения на токоведущих частях. Можно представить три уровня защиты персонала, защищающих его от этих воздействий: организационный, технический, надзорный.

Организационный уровень включает медицинский осмотр, обучение, стажировку персонала, сдачу экзаменов на группу допуска по электробезопасности, разработку инструкций по охране труда, проведение различных инструктажей.

Технический уровень обеспечивает проведение технического обслуживания электроустановок, испытание и учет применяемых электрозащитных средств.

Уровень надзора предполагает контроль ответственных лиц за проведением работ в электроустановках, участие штатных и нештатных инспекторов по энергонадзору в техническом освидетельствовании электроустановок, а также проверку качества и полноту выполнения мероприятий первого и второго уровней.

Организует и проводит все эти мероприятия ответственный за электрохозяйство предприятия.

Согласно Правилам [12] все работы в действующих электроустановках должны проводиться либо по наряду-допуску (далее – наряду), либо по распоряжению, либо по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. Не допускается самовольное проведение работ, а также расширения рабочих мест и объема задания, определенных нарядом или распоряжением или утвержденным перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Электроустановки должны быть укомплектованы испытанными и готовыми к использованию защитными средствами, а также средствами оказания первой медицинской помощи в соответствии с действующими правилами и нормами.

В организациях должен осуществляться контроль за соблюдением правил, требований, инструкций по охране труда, контроль за проведением и инструктажем. Ответственность за состояние охраны труда в организации несет работодатель, который имеет право делегировать свои полномочия по этому вопросу работнику организации.

Не допускается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям Правил.

Работники, виновные в нарушении требований Правил, привлекаются к ответственности в установленном порядке.

5.1. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.

Таковыми мероприятиями являются:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевода на другое рабочее место, окончания работы.

Ответственными за безопасное ведение работ являются:

- выдающий наряд или распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- ответственный руководитель работ;
- допускающий;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады.

Выдающий наряд или распоряжение определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности, за качественный и количественный состав бригады и назначение ответственных за безопасность. Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа административно-технического персонала организации, имеющим группу V – в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV – в электроустановках напряжением до 1000 В.

Ответственный руководитель работ назначается, как правило, при работах в электроустановках напряжением выше 1000 В. В электроустановках напряжением до 1000 В ответственный руководитель обычно не назначается.

Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мер безопасности и их достаточность, за полноту и качество целевого инструктажа, в том числе проводимого допускающим и производителем работ, а также за организацию безопасного ведения работ. Ответственными руководителями работ назначаются работники из числа административно-технического персонала организации, имеющие группу V – в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV – в электроустановках напря-

жением до 1000 В. Необходимость назначения ответственного руководителя определяет выдающий наряд.

Допускающий отвечает за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствие их мерам, указанным в наряде или распоряжении, характеру и месту работы, за правильный допуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им целевого инструктажа. Допускающий назначается из числа оперативного персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В – группу III.

Производитель работ отвечает:

- за соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда, дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;

- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

- наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

- сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, переносных заземлений, запирающих устройств;

- безопасное проведение работы и соблюдение им самим и членами бригады действующих на предприятии правил безопасности;

- осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В – группу III.

Наблюдающий должен назначаться для надзора за бригадами, не имеющими права самостоятельно работать в электроустановках (например, ремонтно-строительные бригады). Наблюдающим может назначаться работник, имеющий группу III; он принимает рабочее место от допускающего и отвечает:

- за соответствие подготовленного рабочего места указаниям, предусмотренным в наряде;

- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;

- наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств при входов;

- безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Ответственность за безопасность, связанную с технологией выполняемой работы, несет работник, возглавляющий бригаду. Его фамилия указывается в строке наряда «Отдельные указания».

Каждый **член бригады** должен выполнять требования и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования инструкций по охране труда соответствующих организаций.

Письменным указанием руководителя организации должно быть оформлено предоставление его работникам прав: выдающего наряд (распоряжение); ответственного руководителя работ, допускающего, производителя работ (наблюдающего), а также права единоличного осмотра.

В отдельных случаях допускается одно из совмещений ответственных за безопасное ведение работ.

Порядок организации работ по наряду. Наряд – задание на производство работ, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения работы, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное проведение работы.

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по радио, телефону или иным способом – в трех экземплярах. В последнем случае выдающий наряд выписывает один экземпляр, а работник, принимающий текст, заполняет два экземпляра наряда и после обратной проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью.

Наряд выдается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд может быть продлен 1 раз на срок не более 15 календарных дней со дня продления. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Наряды, по которым работы полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего они могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, инциденты, несчастные случаи, то эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Учет работ по нарядам (распоряжениям) ведется в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям (приложение 3).

Организация работ по распоряжениям. Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителей. При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново. При перерывах в работе в течение дня производитель работ осу-

ществляет повторный допуск. По содержанию распоряжение не отличается от наряда, но оформляется, в отличие от наряда, не на бланке установленного образца, а в Журнале распоряжений.

Допуск к работе по нарядам и распоряжениям должен производиться непосредственно на рабочем месте после проверки подготовки рабочего места. При этом допускающий должен проверить соответствие состава бригады составу, указанному в наряде или распоряжении, по именным удостоверениям членов бригады; доказать бригаде, что напряжение отсутствует, показом установленных заземлений и проверкой отсутствия напряжения, а в электроустановках напряжением 35 кВ и ниже – последующим прикосновением голый рукой к токоведущим частям.

Началу работ по наряду или распоряжению должен предшествовать целевой инструктаж, предусматривающий помимо вопросов электробезопасности, четкие указания о границах рабочего места, технологии безопасного проведения работ, напоминания правил пользования грузоподъемными машинами и механизмами, инструментом и приспособлениями.

При выполнении работ по наряду допуск к работе оформляется в обоих экземплярах наряда, из которых один остается у производителя работ (наблюдающего), а второй – у допускающего их работника; при работах по распоряжению – в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

Надзор за соблюдением требований безопасности после допуска бригады к работе возлагается на производителя работ (наблюдающего), который должен так организовать свою работу, чтобы вести контроль за всеми членами бригады, находясь по возможности на том участке рабочего места, где выполняется наиболее опасная работа.

Не допускается наблюдающему совмещать надзор с выполнением какой-либо работы.

Перевод на другое рабочее место оформляется в двух экземплярах наряда, осуществляется допускающим с соблюдением всех процедур первичного допуска работников при работе по наряду.

Перерывы в работе на протяжении рабочего дня в наряде не оформляются. Бригада должна быть удалена с рабочего места, наряд остается у производителя работ (наблюдающего), допуск после такого перерыва выполняет производитель работ (наблюдающий).

При перерыве в работе в связи с окончанием рабочего дня бригада удаляется. Плакаты безопасности, ограждения, заземления не снимаются; производитель работ (наблюдающий) оформляет окончание работ в своем экземпляре наряда и сдает его допускающему. Повторный допуск в после-

дующие дни на подготовленное рабочее место осуществляет допускающий, что оформляется в обоих экземплярах наряда.

Окончание работы по наряду (распоряжению). После полного окончания работ бригада удаляется с рабочего места, производитель работ (наблюдающий) сдает рабочее место ответственному руководителю работ и в наряде оформляется их подписями полное окончание работ. Наряд сдается допускающему, который после осмотра места работы оформляет окончание работы в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям и в оперативном журнале.

Работник из числа оперативного персонала, получивший распоряжение на включение электроустановки после полного окончания работ, должен перед включением убедиться в готовности электроустановки к включению, снять временные ограждения, плакаты и заземления, восстановить постоянные ограждения и т. д., то есть восстановить рабочую схему электроустановки, которая была до начала работ по наряду или распоряжению.

Организация работ, выполняемых *в порядке текущей эксплуатации согласно перечню*. Небольшие по объему виды работ, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные к производству в порядке текущей эксплуатации, должны содержаться в заранее разработанном и подписанном техническим руководителем или ответственным за электрохозяйство, утвержденном руководителем организации перечне работ. При этом должны быть соблюдены следующие требования:

- работа в порядке текущей эксплуатации распространяется только на электроустановки напряжением до 1000 В. Причем, как правило, это должны быть электроустановки с простой и наглядной схемой без элементов автоматизации или дистанционного управления;

- работа выполняется силами оперативного или оперативно-ремонтного персонала на закрепленном за этим персоналом оборудовании или участке.

Работа в порядке текущей эксплуатации является постоянно разрешенной, на которую не требуется каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа. Однако следует учитывать все условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе. В перечне должен быть указан порядок регистрации этих работ.

5.2. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения.

Подготовка рабочего места – выполнение до начала работ технических мероприятий для предотвращения воздействия на работающего опасного производственного фактора на рабочем месте.

Рабочее место при выполнении работ в электроустановках – участок электроустановки, куда допускается персонал для выполнения работы по наряду, распоряжению или в порядке текущей эксплуатации.

Работа со снятием напряжения – работа, когда с токоведущих частей электроустановки, на которой будут производиться работы, отключены коммутационные аппараты отсоединением шин, кабелей и проводов, т.е. снято напряжение и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы.

Работа без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи них – работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимых.

Работы на высоте – рабочие места и проходы к ним находятся на высоте 1,3 м и более, но не выше 5м. Расстояния, менее 2 м от границы перепада по высоте, должны быть ограждены временными ограждениями в соответствии с требованиями ГОСТ12.4.059. При невозможности устройства этих ограждений работы на высоте следует выполнять с использованием предохранительных поясов (ГОСТ 12.04.089) и канатов страховочных (ГОСТ 12.3.107).

Верхолазные работы – работы, выполняемые на высоте не более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы, непосредственно с конструкции или оборудования при их монтаже или ремонте, при этом основным средством, предохраняющим работника от падения, является предохранительный пояс (СНиП 12-03-99).

Допуск к работам первичный – допуск к работам по наряду или распоряжению, осуществляемый впервые.

Допуск к работам повторный – допуск к работам, ранее выполнявшимся по наряду, а также после перерыва в работе.

Знак безопасности (плакат) – знак в виде значка для предупреждения о возможной опасности, запрещения или предпосылки определенных действий, а также информация об объекте. Использование знака безопасности связано с исключением или снижением последствий воздействия опасных или вредных производственных факторов.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения для производства работ в электроустановках должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;

- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты:

«Не включать! Работают люди», «Не открывать! Работают люди», «Не включать! Работа на линии»;

– проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены (для защиты людей от поражения электрическим током);

– установлено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления);

– вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты: «Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьет», «Влезать здесь», «Работать здесь».

5.3. Особенности организации работ в условиях воздействия электромагнитных излучений.

Нормирование электрического и магнитного полей промышленной частоты на рабочих местах [4], оценка ЭМП промышленной частоты (ПЧ) 50 Гц осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м и напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В), в мкТл (микроТесла). Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Электрическое поле. Предельно допустимый уровень напряженности электрического поля (ЭП) на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

При напряженностях в интервале от 5 до 20 кВ/м включительно, допустимое время пребывания в электрическом поле (Т) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \quad (14)$$

где Е – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

Т – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

При напряженности свыше 20 и до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 минут.

Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Допустимое время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП (приведенное время $T_{пр}$) вычисляют по формуле:

$$T_{\text{пр}} \approx 8 \cdot \left(\frac{tE_1}{TE_1} + \frac{tE_2}{TE_2} + \dots + \frac{tE_n}{TE_n} \right), \quad (15)$$

где $T_{\text{пр}}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности; $tE_1, tE_2, \dots, tE_n$ – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E_1, E_2, \dots, E_n$, ч; $TE_1, TE_2, \dots, TE_n$ – допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

В остальное рабочее время необходимо находиться вне зоны влияния ЭП или применять средства защиты.

Количество контролируемых зон определяется перепадом уровней напряженности ЭП на рабочем месте. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Требования действительны при условии, что проведение работ не связано с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условии защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП.

Магнитное поле. Предельно допустимые уровни напряженности *периодических (синусоидальных) магнитных полей (МП)* устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (табл. 5).

Таблица 5

ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл]	
	общее	локальное
≤ 1	1 600 / 2 000	6 400 / 8 000
2	800 / 1 000	3 200 / 4 000
4	400 / 500	1 600 / 2 000
8	80 / 100	800 / 1 000

Допустимая напряженность МП внутри временных интервалов определяется линейной интерполяцией.

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

Допустимое время пребывания может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня.

5.4. Порядок организации работ при обслуживании и ремонте электроустановок.

На каждом предприятии должны быть организованы техническое обслуживание, планово-предупредительные ремонты, модернизация и реконструкция оборудования электроустановок.

На все виды ремонтов должны быть составлены годовые графики, утвержденные ответственным за электрохозяйство.

Периодичность и продолжительность всех видов ремонта, а также продолжительность ежегодного простоя в ремонте для отдельных видов электрооборудования устанавливается в соответствии с Правилами, действующими отраслевыми нормами и указаниями заводов-изготовителей.

Вводимое после ремонта оборудование должно испытываться в соответствии с Нормами испытания электрооборудования.

Специальные испытания эксплуатируемого оборудования проводятся по схемам и программам, утвержденным ответственным за электрохозяйство.

Подготовка электрооборудования перед капитальным ремонтом заключается в том, что до вывода электрооборудования в капитальный ремонт должны быть:

- а) составлены ведомости объема работ и смета, график работ;
- б) заготовлены необходимые материалы и запасные части;
- в) составлена и утверждена техническая документация на работы в период капитального ремонта;
- г) укомплектованы и приведены в исправное состояние инструмент, приспособления, такелажное оборудование и подъемно-транспортные механизмы;
- д) подготовлены рабочие места для ремонта;
- е) укомплектованы и проинструктированы ремонтные бригады.

Техническая документация на предприятии. На каждом предприятии должна иметься техническая документация, в соответствии с которой электроустановки предприятия допущены к эксплуатации. В ее состав входят:

- а) акты приемки скрытых работ;
- б) генплан с нанесенными зданиями, сооружениями и подземными электротехническими коммуникациями;
- в) утвержденная проектная документация со всеми последующими изменениями;
- г) акты испытаний, наладки и приемки электроустановок в эксплуатацию;
- д) исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных электрических соединений;
- е) технические паспорта основного электрооборудования;
- ж) инструкции по обслуживанию электроустановок, а также должностные инструкции по каждому рабочему месту.

Техническая документация для оперативного персонала. На рабочих местах на подстанциях, в распределительных устройствах или в помещени-

ях, отведенных для обслуживающего электроустановки персонала, должна находиться следующая оперативная документация:

- а) оперативная схема или схема-макет;
- б) оперативный журнал;
- в) бланки нарядов-допусков на производство работ в электроустановках;
- г) бланки переключений;
- д) журнал или картотека дефектов и неполадок на электрооборудовании;
- е) ведомости показаний контрольно-измерительных приборов и электро-счетчиков;
- ж) перечень работ, выполненных в порядке текущей эксплуатации;
- з) журнал учета производственного инструктажа;
- и) журнал учета противоаварийных тренировок;
- к) списки: лиц, имеющих право единоличного осмотра электроустановок, лиц, имеющих право отдавать оперативные распоряжения, ответственных дежурных энергоснабжающей организации;
- л) журнал релейной защиты, автоматики и телемеханики и карты установок релейной защиты и автоматики;
- м) журнал распоряжений;
- н) журнал учета электрозащитных средств.

Выводы. Критерием оценок состояния электробезопасности на предприятии и в быту является набор определенных требований различных Правил и Норм в области электроэнергетики. Среди них наиболее важные:

- назначение приказом ответственного за электрохозяйство;
- проведение технического освидетельствования электроустановок;
- составление перечней работ, проводимых в электроустановках по нарядам, по распоряжениям, в порядке текущей эксплуатации;
- обучение и аттестация персонала на группу допуска по электробезопасности;
- организация планово-предупредительных ремонтов и эксплуатации электрооборудования и электрических сетей в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов, правил технической эксплуатации;
- наличие испытанных и зарегистрированных электрозащитных средств, соблюдение правил их хранения и эксплуатации;
- обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с требованиями норм;
- применение различных форм работы с персоналом;
- организация проведения плановых проверок и измерений параметров электрических сетей в жилых домах и служебных зданиях с определенной периодичностью;

– укомплектованность электроэнергетических служб предприятия (организации) необходимым количеством специалистов, способных профессионально решать все важные и многофункциональные задачи службы.

6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ЗАЩИТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАБОТЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

6.1. Общие требования.

Средства защиты, используемые в электроустановках, должны удовлетворять требованиям, соответствующим Государственному стандарту и «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» (в дальнейшем – Инструкция) [15].

Основные термины и определения:

– **средство защиты работающего** – это средство, предназначенное для предотвращения или уменьшения воздействия на работающего опасных и (или) вредных производственных факторов;

– **средство коллективной защиты** – это средство защиты, конструктивно и (или) функционально связанное с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением, производственной площадкой;

– **средство индивидуальной защиты** – это средство защиты, используемое одним человеком;

– **электрозащитное средство** – это средство защиты от поражения электрическим током, предназначенное для обеспечения электробезопасности;

– **основное изолирующее электрозащитное средство** – это изолирующее электрозащитное средство, изоляция которого длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которое позволяет работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением;

– **дополнительное изолирующее электрозащитное средство** – это изолирующее электрозащитное средство, которое само по себе не может при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняет основное средство защиты, а также служит для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага;

– **безопасное расстояние** – наименьшее допустимое расстояние между работающим и источником опасности, необходимое для обеспечения безопасности работающего;

– **указатель напряжения** – устройство для определения наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок;

– **экранирующее устройство** – средство коллективной защиты, снижающее напряженность электрического поля на рабочих местах в электроустановках, находящихся под напряжением;

– **сигнализатор наличия напряжения** – устройство для предупреждения персонала о нахождении в потенциально опасной зоне из-за приближения

к токоведущим частям, находящимся под напряжением; приближении на опасное расстояние или для предварительной оценки наличия напряжения на токоведущих частях электроустановок при расстоянии значительно превышающем безопасное (по отношению к работающему).

При работе в электроустановках используются:

- средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства);
- средства индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с Государственным стандартом (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная);
- средства защиты от электрических полей повышенной напряженности коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше).

Выбор необходимых электрозащитных средств от воздействия электрических полей повышенной напряженности и средств индивидуальной защиты регламентируется «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Санитарными нормами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты», «Руководящими указаниями по защите персонала, обслуживающего распределительные устройства и воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением 400, 500 и 750 кВ, от воздействия электрического поля» и другими соответствующими нормативно-техническими документами с учетом местных условий.

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты и ширмы);
- изолирующие накладки и колпаки;
- ручной изолирующий инструмент;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;

- специальные средства защиты, устройства и изолирующие приспособления для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше;

- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В;

- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

К **основным** изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **выше 1000 В** относятся:

- изолирующие штанги всех видов;

- изолирующие клещи;

- указатели напряжения;

- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);

- специальные средства защиты, устройства и изолирующие приспособления для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциалов).

К **дополнительным** изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок **выше 1000 В** относятся:

- диэлектрические перчатки и боты;

- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;

- изолирующие накладки и колпаки;

- штанги для переноса и выравнивания потенциала;

- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

К **основным** изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **до 1000 В** относятся:

- изолирующие штанги всех видов;

- изолирующие клещи;

- указатели напряжения;

- электроизмерительные клещи;

- диэлектрические перчатки;

- ручной изолирующий инструмент.

К **дополнительным** изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок **до 1000 В** относятся:

- диэлектрические галоши;

- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;

- изолирующие покрытия, накладки и колпаки;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

При использовании основных изолирующих электрозащитных средств достаточно применение одного дополнительного, за исключением особо оговоренных случаев.

К средствам защиты от воздействия электрических полей повышенной напряженности относятся индивидуальные экранирующие комплекты для работ на потенциале провода воздушной линии электропередачи (ВЛ) и на потенциале земли в открытом распределительном устройстве (ОРУ) и на ВЛ, а также съемные и переносные экранирующие устройства и плакаты безопасности.

Кроме перечисленных средств защиты в электроустановках применяются следующие СИЗ:

- средства защиты головы (каска защитные);
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
- средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные);
- одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).

6.2. Порядок и общие правила пользования средствами защиты.

Персонал, проводящий работы в электроустановках, должен быть обеспечен всеми необходимыми средствами защиты, обучен правилам применения и обязан пользоваться ими для обеспечения безопасности работ.

Средства защиты должны находиться в качестве инвентарных в помещениях электроустановок или входить в инвентарное имущество выездных бригад. Средства защиты могут также выдаваться для индивидуального пользования.

При работах следует использовать только средства защиты, имеющие маркировку с указанием завода-изготовителя, наименование или типа изделия и года выпуска, а также штамп об испытании.

Работники, получившие средства защиты в индивидуальное пользование, отвечают за их правильную эксплуатацию и своевременный контроль за их состоянием.

Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках – только в сухую погоду.

Перед каждым применением средств защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности (испытания).

Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности либо при обнаружении внешних повреждений. При обнаружении непригодности средств защиты они подлежат изъятию.

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

Экранирующие средства защиты должны храниться отдельно от электрозащитных.

Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и СИЗ должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, плакатов безопасности, защитных ограждений, штанг для переноса и выравнивания потенциала.

Нумерация устанавливается отдельно для каждого вида средств защиты с учетом принятой системы организации эксплуатации и местных условий.

Если средство защиты состоит из нескольких частей, общий для него номер необходимо ставить на каждой части.

В подразделениях предприятий и организаций необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты, а также регистрацию средств защиты, выданных в индивидуальное пользование.

Наличие и состояние средств защиты проверяется периодическим осмотром, который проводится не реже 1 раза в 6 месяцев (для переносных заземлений – не реже 1 раза в 3 месяца) работником, ответственным за их состояние, с записью результатов осмотра в журнал.

Электрозащитные средства, кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, защитных ограждений, плакатов и знаков безопасности должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний. На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, ставится штамп о пригодности к применению в электроустановках до соответствующего напряжения и указывается дата следующего испытания. Штамп должен быть отчетливо виден.

Эксплуатационные испытания средств защиты могут быть очередными и внеочередными (после падения, замены каких-либо деталей, при наличии признаков неисправности).

Назначение, общие требования, нормы, периодичность и объем эксплуатационных испытаний, правила пользования средствами защиты приве-

дены в Инструкции.

[illegible]

ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА
ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМ И ПРАВИЛ
РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество, занимаемая должность и стаж работы в этой должности	Дата предыдущей проверки, оценка знаний и группа по электробезопасности	Дата и причина проверки	Общая оценка знаний, группа по электробезопасности и заклЮчение комиссии	Подпись проверяемого работника	Дата следующей проверки

ЖУРНАЛ УЧЕТА РАБОТ ПО НАРЯДАМ И РАСПОРЯЖЕНИЯМ

Номер распо- ряже- ния	Номер наряда	Место и на- име- нова- ние рабо- ты	Производи- тель работы, наблюдаю- щий (ФИО, группа по электробезо- пасности)	Члены бригады (ФИО, группа по электро- безопасно- сти)	Работник, отдавший распоря- жение (ФИО, группа по электро- безопасно- сти)	Технические мероприятия по обеспечению безопасности работ с указани- ем необходимых отключений, мест установки заземлений и т.д.	Подпись работни- ков, про- водивших и полу- чивших целевые инструк- ции	К работе при- ступи- ли (дата, время)	Работа закон- чена (дата, время)

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит степень воздействия электрического тока на организм человека?
2. Что такое электроофтальмия и меры защиты от этого воздействия?
3. Какая величина сопротивления организма человека принята для расчетов по электробезопасности и почему?
4. Какой ток является смертельным для человека?
5. Какие помещения в отношении электробезопасности относятся к помещениям с повышенной опасностью?
6. Какое воздействие оказывает электрический ток, проходя через организм?
7. В чем особенность биологического действия тока?
8. Что называется неотпускающим током?
9. При какой величине тока может возникнуть фибрилляция сердца?
10. Какова величина сопротивления тела человека при расчетах?
11. Почему двухфазное включение человека в сеть считается наиболее опасным?
12. Каково назначение защитных средств, применяемых при работе в электроустановках?
13. От каких факторов зависит величина сопротивления организма человека?
14. В чем разница между понятиями «помещение с повышенной опасностью» и «помещение особо опасное»?
15. Происхождение и суть электрического поля Земли.
16. Назначение и форма магнитного поля Земли. Объясните процессы, происходящие в приземном пространстве при магнитной буре. Как это может отразиться на жизнедеятельности отдельных слоев населения?
17. Объясните процесс формирования у человека уровня адаптации к воздействию ЭМИ природного характера.
18. Какие меры безопасности рекомендуется применять при пользовании мобильными телефонами, при работе на компьютере и почему?
19. Какие биологические процессы происходят в организме человека при воздействии ЭМИ (в общем случае)?
20. Особенности воздействия на организм ИК-излучения и возможные последствия для здоровья человека.
21. Техногенные источники УФ-излучения, воздействие и меры защиты.
22. Лазерное излучение. Особенности воздействия и меры защиты.
23. В чем заключается воздействие на организм недостаточности или чрезмерной яркости источников освещения?
24. Какие меры защиты следует применять при высоких уровнях ЭМИ промышленной частоты?

25. На какие группы подразделяется электротехнический персонал?
26. Какие работники могут быть отнесены к электротехнологическому персоналу?
27. Какая наименьшая группа допуска может быть у оперативного или оперативно-ремонтного персонала в электроустановках до 1000 В?
28. Как и в какие сроки проводится обучение неэлектротехнического персонала? Как оформляется проверка знаний?
29. Какие работники не могут быть допущены к работе в действующих электроустановках?
30. Чем отличаются понятия «стажировка» и «дублирование»?
31. Какие формы работы с персоналом существуют в организациях электроэнергетики РФ?
32. Чем отличаются обязанности ответственного руководителя работ и выдающего наряд?
33. Кто проводит целевой инструктаж при допуске к работе по наряду?
34. Порядок допуска к работе по наряду.
35. Где фиксируются работы, проводимые в порядке текущей эксплуатации?
36. При каких работах назначается наблюдающий?
37. Чем отличается наряд от распоряжения?
38. Чем отличаются основные изолирующие электрозащитные средства от дополнительных?
39. Что относится к средствам индивидуальной защиты работника?
40. Что относится к основным изолирующим электрозащитным средствам в электроустановках до 1000 В?
41. Как определить пригодность к применению изолирующего электрозащитного средства?
42. Порядок учета и хранения изолирующих электрозащитных средств.

Библиографический список

1. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОССТАНДАРТ России. – М., 1982. – 5с.
2. ГОСТ Р 50571.8 – 94. Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током. ГОССТАНДАРТ России. – М., 1994. – 4с.
3. ГОСТ Р 50571.16-99. Электроустановки зданий. Часть 6. Испытания. Глава 61. Приемно-сдаточные испытания. ГОССТАНДАРТ России. – М., 1999. – 15с.
4. ГОСТ 12.1. 002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. – 12с.
5. ГОСТ 12.1.009 – 76. Электробезопасность. Термины и определения. – 8 с.
6. СанПиН 2.1.8/2.3.4.1190-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи // Российская газета. – 2003. – №84.
7. СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
8. СанПиН 2.2.0.555-96. Гигиенические рекомендации по рациональному трудоустройству беременных женщин.
9. ПОТ РО 14000 – 005 – 98. Работы с повышенной опасностью. Организация проведения. Министерство экономики РФ. Департамент экономики машиностроения. – М., 1998 – 38 с.
10. Правила устройства электроустановок. Шестое издание, с изменениями, исправлениями и дополнениями, принятыми Главгосэнергонадзором РФ в период с 01.01.92 по 01.01.99. – Санкт-Петербург, 2000. – 908 с.
11. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергия, 1970. – 407 с.
12. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ-016 – 2001 РД 153-34. 0-03. 150-00. – М.: «Энас», 2001. – 183 с.
13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2008. – 253 с.
14. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003. – 180 с.

15. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках. Утверждена приказом Минэнерго России от 30.06.2003 г. № 261. ЗАО «Энергосервис». – М.; 2006. – 107 с.
16. Венцель В. Д., Сердюк В. С. Электробезопасность. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 50 с.
17. Григорьев Ю. Г. Электромагнитная безопасность человека. Справочно-информационное пособие. Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений. – М., 1999. – 146 с.
18. Электромагнитные поля и здоровье человека. Материалы 2-й Международной конференции «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация». (Москва, 20 – 24 сентября 1999 г.) – М., 1999. – 406 с.
19. Венцель В.Д. Сердюк В.С. Электробезопасность персонала в производственных условиях. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – 60с.

Редактор Е.С. Воронкова
Компьютерная верстка – Т.А. Бурдель

ИД № 06039 от 12.10.2001 г.

Сводный темплан 2009 г.
Подписано в печать 16.04.09. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Отпечатано на дупликаторе. Уч. изд.л. 3,75. Усл.-печ. л. 3,75.
Тираж экз. Заказ .

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
Типография ОмГТУ

