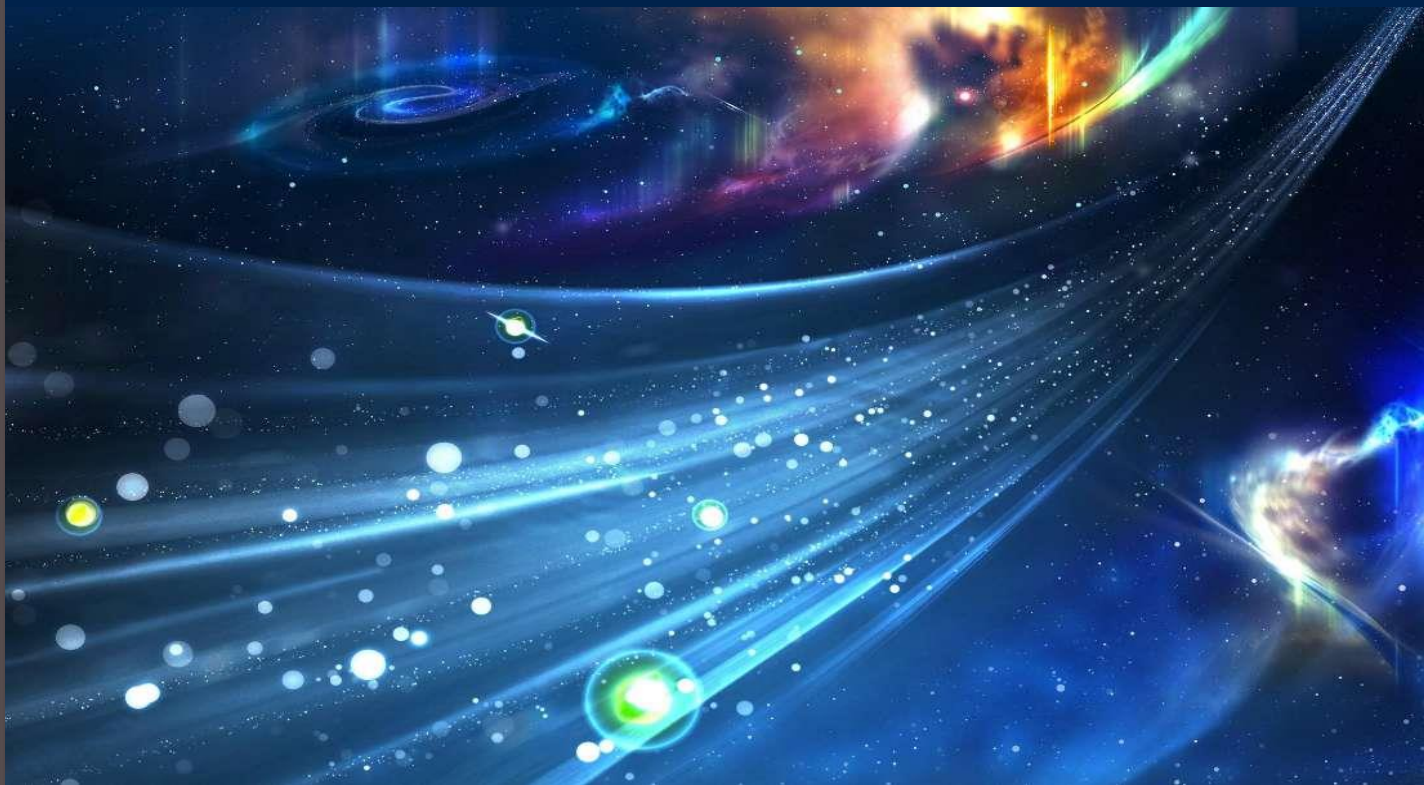




Л.Ф. Лисина, Н.В. Буякова

# **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

Учебное пособие



---

**Л.Ф. Лисина, Н.В. Буякова**

**ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

**Учебное пособие**

---

**2013**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.....	6
1.1. Основные термины и определения .....	6
1.2. Классификация помещений по условиям среды .....	11
1.3. Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током .....	11
1.4. Классификация помещений по доступности электрооборудования .....	12
1.5. Классификация помещений по условиям электробезопасности .....	13
1.6. Классификация электрических изделий, выпускаемых промышленностью, по способу защиты людей от поражения электрическим током .....	13
1.7. Электрическая сеть. Различие между приемником и потребителем электрической энергии.....	14
1.8. Классификация обслуживающего персонала .....	14
1.9. Область применения «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» .....	15
1.10. Особенности расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током .....	16
1.11. Состав комиссии по расследованию несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током .....	17
Вопросы для самопроверки: .....	21
ГЛАВА 2. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА .....	23
2.1. Основная опасность поражения электрическим током .....	23
2.2. Классификация электротравм .....	23
2.3. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током.....	27
2.4. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов .....	31
2.5. Влияние индивидуальных свойств человека и внешней среды на исход поражения электрическим током .....	32
Вопросы для самопроверки: .....	37
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЙ ТОКОМ В СЕТЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕЖИМАМИ НЕЙТРАЛЕЙ .....	38
3.1. Нейтрали трансформатора (генератора) и режимы ее работы.....	39
3.2. Напряжение прикосновения, зона растекания тока, напряжение шага .....	41
3.3. Особенности однофазных замыканий в сетях с заземленной и изолированной нейтралью .....	43
Вопросы для самопроверки: .....	46
ГЛАВА 4. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ .....	46
4.1. Системы заземления.....	46
4.2. Термины и определения.....	51
4.3. Общие требования, предъявляемые к системам заземления .....	55
4.4. Меры защиты от прямого прикосновения .....	60

4.5. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений.....	60
4.6. Меры защиты при косвенном прикосновении .....	62
4.7. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1кВ в сетях с изолированной нейтралью .....	66
4.8. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью .....	67
4.9. Заземлители.....	69
4.10. Заземляющие проводники .....	70
4.11. Главная заземляющая шина.....	71
4.12. Защитные проводники (РЕ-проводники) .....	72
4.13. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN- проводники) .....	73
4.14. Проводники системы уравнивания потенциалов .....	74
4.15. Проверка заземления и зануления .....	75
Вопросы для самопроверки: .....	78
<b>ГЛАВА 5. ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО И АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА....</b>	<b>78</b>
5.1. Статическое электричество и условия его возникновения .....	78
5.2. Опасное действие статического электричества в промышленности.....	79
5.3. Способы защиты от статического электричества .....	80
5.4. Методы борьбы со статическим электричеством при обслуживании средств автоматики и связи, вычислительных машин и пультов управления .....	81
5.5. Основные правила эксплуатации устройств защиты от разрядов статического электричества.....	82
5.6. Природа возникновения атмосферного электричества .....	83
5.7. Классификация зданий и сооружений по степени опасности их поражения молнией .....	83
5.8. Линейная молния. Шаровая молния .....	85
Вопросы для самопроверки: .....	87
<b>ГЛАВА 6. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ОПАСНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ</b> .....	<b>88</b>
6.1. Источники электромагнитных излучений, воздействие на человека электромагнитных излучений .....	88
6.2. Способы защиты человеческого организма от электромагнитных излучений .....	89
6.3. Организационные меры защиты .....	92
6.4. Ионизирующие излучения, защита от воздействия ионизирующего излучения.....	92
6.5. Рентгеновское излучение. Мероприятия для защиты от рентгеновского облучения .....	94
6.6. Лазерное излучение и меры защиты от него .....	96
6.7. Ультрафиолетовое излучение.....	97
Вопросы для самопроверки: .....	97

ГЛАВА 7. ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА .....	98
7.1. Классификация электрозащитных средств .....	98
7.2. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках напряжением выше 1000 В .....	99
7.3. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках напряжением до 1000 В .....	100
7.4. Общие правила пользования защитными средствами .....	100
7.5. Хранение, контроль за состоянием, учёт защитных средств .....	101
7.6. Виды испытаний средств защиты .....	103
7.7. Плакаты и знаки безопасности .....	104
7.8. Применение плакатов .....	105
Вопросы для самопроверки: .....	107
ГЛАВА 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА. ГРУППЫ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ. ВИДЫ ИНСТРУКТАЖЕЙ .....	107
8.1. Классификация персонала .....	107
8.2. Подготовка электротехнического персонала .....	109
8.3. Группы по электробезопасности .....	109
8.4. Периодичность проверки знаний у электротехнического персонала и состав квалификационной комиссии .....	114
8.5. Виды работ в электроустановках, которые относят к специальным работам .....	114
8.7. Виды инструктажей по охране труда и пожарной безопасности .....	115
Вопросы для самопроверки: .....	117
ГЛАВА 9. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ .....	118
9.1. Общие требования. Ответственные за безопасность проведения работ, их права и обязанности .....	118
9.2. Порядок организации работ по наряду .....	122
Вопросы для самопроверки: .....	124
ГЛАВА 10. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ СО СНЯТИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ .....	124
10.1. Отключения .....	125
10.2. Вывешивание запрещающих плакатов .....	126
10.3. Проверка отсутствия напряжения .....	127
10.4. Установка заземления .....	128
10.5. Ограждение рабочего места, вывешивание плакатов .....	129
Вопросы для самопроверки: .....	131
ГЛАВА 11. ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ .....	132
11.1. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника .....	132
11.2. Работы с электроизмерительными клещами и измерительными штангами .....	134

11.3. Работы с мегомметром.....	134
Вопросы для самопроверки: .....	135
ГЛАВА 12. ВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА .....	135
12.1. Причины электротравм .....	135
12.2. Причины поражения электрическим током.....	136
12.3. Врачебная помощь при воздействии электрического тока на человека .....	136
12.4. Последовательность действий при освобождении пострадавшего от действия электрического тока при напряжении выше 1000В.....	137
12.5. Порядок действий, если у пострадавшего от действия электрического тока нет сознания и нет пульса на сонной артерии.....	137
Вопросы для самопроверки: .....	137
ЛИТЕРАТУРА .....	138
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	139

## **ВВЕДЕНИЕ**

О том, что электрический заряд действует на человека, стало известно в последней четверти XVIII века. Одно из первых описаний этого действия принадлежит Марату, видному деятелю Великой французской революции. Англичанин Уориш, итальянцы Гальвани и Полетто и ряд других ученых установили, что на человека действует заряд, полученный не только от источника статического электричества, но и от электрохимического элемента. Однако никто из названных исследователей не указал на опасность этого действия на человека.

Первое указание на опасность электрического тока принадлежит В.В. Петрову, который в 1803 году, проводя наладку «гальвано-вольтовой батареи», случайно коснулся токоведущих частей, находящихся под напряжением (порядка 1800 В), в результате потерял сознание. В.В. Петров подробно описал происшествие, сделав попытку оценить величину опасного, по его мнению, напряжения.

Первый же случай поражения электрическим током на промышленной установке был зарегистрирован в 1863 году французом Леруа-де-Меркюром, описавшим производственную электротравму в результате электроудара. Именно с тех пор стало ясно, какую реальную опасность представляет электрический ток для человека. В результате, впервые за рубежом, а чуть позже и в России, возникает проблема электробезопасности, причем на первое место выдвигается вопрос о мерах устранения опасности от электрического удара путем проведения достаточно простых и эффективных мероприятий.

Наше время характеризуется повышением электровооружённости труда, широким внедрением электротехнологий. Поэтому большое значение приобретают вопросы защиты обслуживающего персонала и других лиц, которые занимаются эксплуатацией электроустановок, от опасности поражения электрическим током.

## **ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

### **1.1. Основные термины и определения**

Под *электробезопасностью* понимается система организационных, технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от

вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- выполнением требований (правил и норм) к конструкции и устройству электроустановок, установленных в стандартах Системы стандартов безопасности труда, а также в стандартах и технических условиях на электротехнические изделия;
- высоким уровнем организации эксплуатации электрохозяйства на предприятии (в организации, сельском хозяйстве);
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

*Электротравмой* называется травма, вызванная действием электрического тока или электрической дуги. Явления, характеризующиеся совокупностью электротравм, называются *электротравматизмом*.

Под очагом электротравм следует понимать место (например, цех или участок на предприятии, иногда то или иное помещение, производственную территорию и т.д.), где имеется совокупность причин, обуславливающих или могущих обусловить появление повторяющихся электротравм.

Число травм, вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет до 3% общего количества несчастных случаев.

Иная картина раскрывается при рассмотрении только смертельных несчастных случаев. Если в среднем по народному хозяйству около 12% смертельных несчастных случаев падает на поражение электрическим током, то в отдельных отраслях наблюдается увеличение до 30%, что, как правило, больше, чем по какой-либо иной причине.

Значительная часть пострадавших переходит на инвалидность. Есть данные и об отдаленных неблагоприятных последствиях электротравматизма.

Возникновение электротравмы чаще всего обусловлено следующими обстоятельствами:

- случайным прикосновением к токоведущим частям, находящимися под напряжением. Это происходит в результате ошибочных действий при выполнении работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением; неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасается к токоведущим



частям; отсутствия четкой и правильной маркировки электрооборудования; самовольного снятия ограждений, переносных защитных заземлений, блокировок и шунтирование их;

- появлением напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования (корпусах, кожухах), которые не должны находиться под напряжением. Напряжение на этих частях образуется в результате повреждения изоляции токоведущих частей электрооборудования (механическое воздействие, электрический пробой, естественное старение и др.); падения провода, находящегося под напряжением, на конструктивные части электрооборудования; замыкание фаз сети на землю;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых производится работа, в результате ошибочного включения установки под напряжение или вследствие обратной трансформации;
- возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек. Напряжение шага может возникнуть в результате замыкания фазы на землю, выноса потенциала различными протяженными электропроводящими предметами.

Весьма часто поражение электрическим током происходит при наличии повреждения в электроустановке (например, пробоя изоляции на корпус).

Изучение электротравм показывает, что поражение электрическим током носит вероятностный характер и наступает при совпадении двух факторов:  $P(A)$  – вероятности того, что при прикосновении к электроустановке человек попал под напряжение, и  $P(B)$  – вероятности того, что электрический ток, проходящий через человека, превысит с учетом времени воздействия допустимое значение.

Следует иметь в виду, что фактор  $A$  может наступить лишь в том случае если контакт человека с электроустановкой совпадает по времени с наличием напряжения по ней.

Возникновение электротравмы может быть также связано с действием атмосферного электричества при грозовых разрядах, с действием электрической дуги, с освобождением человека, находящегося под напряжением, от действия электрического тока.

Единой классификации причин травматизма, и в том числе электротравматизма, в стране нет. В «Методических указаниях по

расследованию производственного электротравматизма» (ПТЭ электроустановок потребителей и ПТБ - Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок) предпринята попытка подразделить причины электротравм на технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные.

К *техническим* причинам относятся: несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения, связанное с дефектами конструкторской документации, изготовления, монтажа и ремонта; неисправности установок, средств защиты и приспособлений, возникшие в процессе эксплуатации.

К *организационно-техническим* причинам следует относить несоблюдение технических мероприятий безопасности, которые должны осуществлять потребители на стадии эксплуатации (обслуживания) электроустановок. К организационно-техническим причинам относятся также несвоевременная замена неисправного или устаревшего оборудования и использование установок, не принятых в эксплуатацию в предусмотренном порядке (в том числе самодельных).

К *организационным* причинам электротравм следует относить невыполнение и неправильное выполнение организационных мероприятий безопасности. Организационной причиной электротравм является также несоответствие работы заданию.

К *организационно-социальным* причинам электротравм относятся:

- работа в сверхурочное время (в том числе работа по ликвидации последствий аварий);
- несоответствие работы специальности;
- нарушение трудовой дисциплины;
- допуск к работе в электроустановках лиц моложе 18 лет;
- привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о приеме на работу в организацию;
- допуск к работе лиц, имеющих медицинское противопоказание.

В учебной литературе часто отмечается важность установления санитарно-гигиенических причин, к числу которых можно отнести неблагоприятные метеорологические условия, неудовлетворительную освещенность, повышенный уровень шума и вибрации, наличие вредных облучений и т.д.

Кроме того, в последнее время все большее значение придается человеческому фактору, где главное место принадлежит социально-психологическим и психофизиологическим аспектам. Среди них следует отметить: несоответствие анатомно-физиологических и психологических особенностей организма человека условиям труда; совершение ошибочных действий вследствие высокой тяжести и напряженности труда, повышенной утомляемости, снижения внимательности; монотонные условия труда; недостаточную профессиональную подготовленность; неудовлетворительный психологический климат в коллективе; болезненное состояние; алкогольное опьянение и др.

С точки зрения системного подхода вероятность поражения электрическим током определяется состоянием системы человек-электроустановка-среда. Нарушения в этой системе чаще всего приводят к электротравмам и авариям.

Вероятность электротравм на производстве в большей степени повышается из-за воздействия следующих факторов:

- протяженности и разветвленности электрических сетей;
- необходимости постоянного контакта с нетоковедущими частями электроустановок и их связью с технологическим оборудованием;
- наличие орудий и предметов труда, проводящих электрический ток;
- подвижности механизмов, связанных с электроустановками, протяженными металлическими конструкциями, на которых возможно появление опасного для человека напряжения;
- значительного числа ручного электроинструмента и переносных пультов управления;
- большого объема электросварочных работ;
- значительного числа людей неэлектрических специальностей на предприятиях, но тем или иным образом связанных с эксплуатацией электроустановок;
- выполнения работ с использованием электроустановок в замкнутых токопроводящих резервуарах;
- повышенных температуры и влажности, отрицательно влияющих на изоляцию электроустановок в некоторых производственных помещениях.

## 1.2. Классификация помещений по условиям среды

По условиям среды производственные помещения разделяются на сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные (с токопроводящей и нетокопроводящей пылью), помещения с химически активной или органической средой.

*Сухими* называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

К *влажным* относятся помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно и, притом, в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

*Сырыми* являются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

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

К *жарким* относятся помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более суток)  $+35^{\circ}\text{C}$  (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

*Пыльными* называются помещения, где по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. и, отлагаясь на электроустановках, ухудшать условия охлаждения и изоляции. Пыльные помещения могут быть как токопроводящей пылью, так и с нетокопроводящей пылью.

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

## 1.3. Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током

Различаются:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
  - сырости или токопроводящей пыли;
  - токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
  - высокой температуры;
  - возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.
3. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
  - особой сырости;
  - химически активной или органической среды;
  - одновременно двух или более условий повышенной опасности.
4. Территории размещения наружных электроустановок. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

#### **1.4. Классификация помещений по доступности электрооборудования**

По доступности электрооборудования различаются следующие помещения:

1. Замкнутые электротехнические помещения, в которых установлено электрооборудование, не требующее постоянного надзора, и поэтому находящиеся под замком.
2. Электротехнические помещения или их отгороженные части, в которых установлено электрооборудование, требующее постоянного присутствия электротехнического персонала. Так как люди находятся в этих помещениях длительное время, то возможны ослабления внимания и как следствия – контакт с элементами электроустановки, находящимися под опасным напряжением.

3. Производственные помещения, в которых длительный контакт с электрооборудованием (электропроводами станков, осветительными устройствами и т.д.) имеют лица без специальной подготовки.

### **1.5. Классификация помещений по условиям электробезопасности**

*Электроустановками* называются 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.

*Действующими электроустановками* считаются такие установки или их участки, которые находятся под напряжением полностью или частично или на которые в любой момент может быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) *по условиям электробезопасности* электроустановки разделяются на установки до 1 кВ включительно и выше 1 кВ.

Классификация электроустановок *по степени защищенности* от влияния внешних условий: электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий, относятся к открытым или наружным электроустановкам. При этом электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматриваются как наружные.

Закрытыми или внутренними называются установки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

### **1.6. Классификация электрических изделий, выпускаемых промышленностью, по способу защиты людей от поражения электрическим током**

Все электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током подразделяется на пять классов.

К классу 0 относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию и не имеющие элементов заземления или другой защиты от поражения электрическим током.

К классу 0I относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу I относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления. В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с лишним заземляющим контактом для включения в специальную розетку с дополнительным гнездом.

К классу II относятся изделия, имеющую двойную изоляцию или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления

К классу III относятся изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей выше 42 В.

### **1.7 . Электрическая сеть. Различие между приемником и потребителем электрической энергии**

*Электрической сетью* называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

Приемником электрической энергии (электроприемником) называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Под потребителем электрической энергии понимается электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

### **1.8. Классификация обслуживающего персонала**

Квалифицированным обслуживающим персоналом называются специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП).

Приоритетность, которой следует придерживаться при наличии разночтений в нормативно-технических документах по электробезопасности:

Основополагающими документами являются государственные стандарты (ГОСТы), далее следуют «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП) и «Правила техники безопасности при эксплуатации

электроустановок потребителей», отраслевые стандарты и другие нормативно-технические документы отраслевого характера.

Для обозначения обязательности выполнения правил применяются слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. Слова «как правило» означают, что данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано. Слово «допускается» означает, что данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченности ресурсов необходимого оборудования материалов, материалов и т.п.). Слово «рекомендуется» означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

### **1.9. Область применения «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»**

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [2] распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые установки до 500 кВ, в том числе на специальные электроустановки, оговоренные правилами.

Устройство специальных электроустановок, не оговоренных правилами, должно регламентироваться другими директивными документами. Отдельные требования ПУЭ могут применяться для таких электроустановок в той мере, в какой они по исполнению и условиям работы аналогичны электроустановкам, оговоренным в правилах.

Отдельные требования правил можно применять для действующих электроустановок, если это упрощает электроустановку, если расходы по реконструкции обоснованы технико-экономическим расчетом или если эта реконструкция направлена на обеспечение тех требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки.

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования ПУЭ распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок, например на аппараты, заменяемые по условиям короткого замыкания.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей распространяются на действующие электроустановки потребителей, на установки электрических станций, электрических сетей Минэнерго и электрических сетей предприятий жилищно-коммунального хозяйства.



Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей распространяются на персонал, обслуживающий действующие электроустановки, производящий в них оперативные переключения, выполняющий и организующий ремонтные, монтажные, наладочные работы и испытания.

Как «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», так и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» являются общероссийскими, обязательными для выполнения организациями, ведомствами, предприятиями и учреждениями.

#### **1.10. Особенности расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током**

Основным документом, определяющим порядок расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, кроме «Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве», являются «Методические указания по расследованию электротравм на производстве».

В соответствии с этими указаниями при расследовании тяжелых, групповых и смертельных случаев дополнение к материалам специального расследования заполняется карта электротравмы, утвержденная Госкомстатом РФ.

Заполнение карты электротравмы возложены на инспектора энергонadzора, контролирующее данное предприятие, с участием лица, ответственного за электрохозяйство предприятия.

В этих указаниях изложены методологические основы расследования электротравм на производстве (порядок работы комиссии, расследования обстоятельств электротравм, установление причин электротравм, определение факторов, обуславливающих тяжесть электротравм, оформление и рассылка материалов расследования). Кроме того, даны указания по заполнению карты электротравмы.

### **1.11. Состав комиссии по расследованию несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током**

Работу комиссии по расследованию тяжелых, смертельных и групповых электротравм возглавляет инспектор энергонадзора, контролирующей организацию.

Если упомянутый инспектор не может немедленно прибыть на место происшествия, руководитель организации энергонадзора должен отправить на расследование другого инспектора.

От администрации и комитета профсоюза организации, где произошел несчастный случай, в комиссию целесообразно привлекать таких представителей, которые к расследуемому случаю не причастны.

Инспектор энергонадзора и технический инспектор труда (совместно) при участии привлеченных к расследованию представителей администрации и комитета профсоюза данного предприятия, представителя вышестоящего хозяйственного органа немедленно расследуют несчастный случай и в 7-дневный срок составляют акт о нем.

Указанные случаи электротравматизма, происшедшие на объектах, подконтрольных энергонадзору и технадзору, расследуются совместно инспекторами этих организаций и технической инспекцией труда.

Несчастные случаи, которым не предшествовал электроудар, к электротравмам не относятся. К таким случаям, в частности, относятся: ожог трансформаторным маслом, травмирование продуктами взрыва электрооборудования, падающей опорой воздушной линии, травмирование вращающимися частями электрических машин.

Расследованию подлежат электротравмы (легкие, тяжелые, смертельные и групповые), вызвавшие утрату трудоспособности не менее, чем на один день.

При расследовании электротравм производится техническая экспертиза. Техническая экспертиза производится, когда необходимо разрешить сложные технические вопросы, связанные с расчетами, измерениями и т.п.

В качестве экспертов приглашаются специалисты из других организаций – работники научно-исследовательских и учебных институтов, конторских бюро и т.п.

Установление виновности пострадавшего и других лиц в обязанности технических экспертов не входит.

К документам, с которыми следует ознакомиться комиссии, относятся: наряд на производство работы, оперативный журнал, оперативная схема, графики работ, журналы проверки изоляции, заземления, журналы инструктажа, противоаварийных тренировок, удостоверение пострадавшего на право работы в действующих электроустановках, его личная карточка по технике безопасности, приказы, распоряжения и другие документы, определяющие ответственность должностных лиц за соблюдение безопасности работ, предписания органов Государственного надзора, производственные инструкции для того вида работ, при выполнении которых произошла травма.

Опрос пострадавшего целесообразно проводить в процессе осмотра места, где произошла электротравма. Если пострадавший госпитализирован, то его следует опрашивать после осмотра места и только с разрешения врача.

При опросе пострадавшего необходимо выяснить следующее:

- какую именно работу он выполнял и что делал непосредственно перед несчастным случаем;
- от кого, когда и в какой форме он получил задание на выполнение данной работы;
- имелись ли у него средства индивидуальной защиты, инструмент и приспособления, предусмотренные технологией работ и правилами техники безопасности, пользовался ли он ими при работе, и если не пользовался, то почему;
- самочувствие перед электротравмой;
- кто присутствовал в момент травмы.

Опрос очевидцев нужно проводить на месте с тем, чтобы они могли показать, где находился пострадавший, и рассказать о его действиях в момент травмы и после нее.

В беседе с очевидцами необходимо выяснить:

- в связи с чем они были на месте происшествия и что делали сами;
- что именно видели и слышали в момент травмирования;
- как вел себя пострадавший до, в момент и после травмы (был ли он чем-либо подавлен или возбужден, жаловался ли на недомогание, был ли трезв,

звал ли на помощь, каким образом освободился от действия тока, терял ли сознание);

- кто еще был очевидцем происшествия.

Кроме очевидцев необходимо опросить работников цеха, участка, где произошла травма, с целью выяснения других обстоятельств, которые могли способствовать этому.

Очевидцы тяжелых, смертельных и групповых электротравм представляют после опроса объяснительные записки, которые впоследствии прилагаются к материалам расследования.

При осмотре места, где произошла электротравма, следует установить:

- расположение источника травмы (электроопасного элемента), способ электропитания установки, техническое состояние проводов, шин и других токоведущих частей, изоляции, наличие следов оплавления, обугливания, поломок, кусков одежды и пр.;
- категорию помещения (территории) с точки зрения электроопасности;
- наличие защитного заземления, зануления, ограждений, блокировок, знаков безопасности, средств индивидуальной защиты и приспособлений, их состояние и возможность использования и др.

При расследовании обстоятельств электротравмы, вызванной молнией, необходимо проверить качество молниезащиты (расстояние между молниеотводом и защищаемым объектом, наличие соединений с землей металлических конструкций, трубопроводов, оболочек кабелей, крюков изоляторов и т.п.).

Если поражение молнией произошло вне зоны действия молниезащиты, то следует выяснить, в каком именно месте находился пострадавший во время грозы (поле, лес, комбайн, опора воздушной линии и т.п.) и в связи с какой работой.

В случае поражения наведенным зарядом, шаговым напряжением, вынесенным потенциалом, определяют откуда (с какой установки) появился заряд (потенциал), расстояние между этой установкой (шиной, проводом) и местом, где находился пострадавший, их взаимное расположение, связь с землей и т.п.

В программу расследования входят:

- выявление обстоятельств получения электротравмы;

- установление причин электротравмы и определение мероприятий по предотвращению подобных травм;
- определение факторов, обуславливающих тяжесть электротравмы;
- оформление результатов (материалов) расследования.

До начала расследования нужно сохранить обстановку на месте происшествия такой, какой она была в момент несчастного случая (если это не помешают оказанию помощи пострадавшему, не будет угрожать жизни и здоровью окружающих, не вызовет аварий и не нарушит электроснабжение объектов, которые по условиям техпомощи должны работать непрерывно). Если до начала расследования объект (часть объекта), на котором произошла электротравма, остается под напряжением, то следует при необходимости оградить опасный участок, вывесить знаки безопасности, поставить наблюдающих; крупногабаритные агрегаты и приспособления (автокраны, телескопические вышки, лестницы и т.п.), находившиеся в момент несчастного случая в соприкосновении с проводами, шинами и другими токоведущими частями, должны быть удалены из опасной зоны и оставлены вблизи нее.

Методологические основы анализа производственного электротравматизма изложены в методических рекомендациях.

В соответствии с этими рекомендациями в программу анализа должны входить:

- составление и исследование статистических распределений электротравм по признакам, характеризующим пострадавших, электроопасные установки и работа в них, цепи тока электропоражения, а также место и время травмирования;
- определение технических, организационно-технических, организационных и организационно-социальных причин электротравматизма и установление объективной значимости каждой отдельно взятой причины;
- обобщение информации о нарушении действующих нормативных документов, несовершенстве применяемых средств защиты, медико-биологических факторах электропоражения, конструктивных недостатках и неисправностях электроустановок;
- оценка материального ущерба от электротравматизма;
- подготовка предложений по снижению электротравматизма.

Возможно рассчитать материальные потери от электротравм.

Рекомендуется следующая формула для расчета материальных потерь (МП) от электротравм:

$$МП = V_{ЛН} + C_{АЛ} + C_{КЛ} + П_{НС} + П_{ПК} + Д_{Р} + П_{О} + C_{Н},$$

где  $V_{ЛН}$  – выплата пострадавшему;

$C_{АЛ}$  – стоимость амбулаторного лечения;

$C_{КЛ}$  – стоимость клинического лечения;

$П_{НС}$  – размер пенсии, назначенной пострадавшему;

$П_{ПК}$  – размер пенсии, назначенной родственникам пострадавшего;

$Д_{Р}$  – сумма доплаты пострадавшему в виде доплаты в виде разницы между назначенной пенсией и среднемесячной зарплатой;

$П_{О}$  – материальные потери в следствие простоя оборудования, на котором работал пострадавший;

$C_{Н}$  – стоимость разрушенных оборудования, инструмента, зданий и сооружений (или стоимость восстановительных работ), а также испорченных материалов.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что понимается под электробезопасностью?
2. Что положено в основу обеспечения электробезопасности?
3. Что такое электротравма и электротравматизм?
4. Что понимается под очагом электротравм?
5. Каково основное отличие электротравматизма от других видов производственных и бытовых травм?
6. В каких случаях может произойти поражение электрическим током?
7. Каковы причины электротравматизма?
8. Какие факторы повышают вероятность возникновения электротравм на промышленных предприятиях?
9. Как разделяются производственные помещения по условиям среды?
10. Как классифицируются помещения по степени опасности поражения электрическим током?
11. Как различаются производственные помещения по доступности электрооборудования?
12. Что относится к электроустановкам?
13. Какие электроустановки считаются действующими?
14. Как разделяются электроустановки по условиям электробезопасности?

15. Как разделяются электроустановки по степени защищенности от влияния внешних условий?
16. Как подразделяются электрические изделия, выпускаемые промышленностью, по способу защиты людей от поражения электрическим током?
17. Что понимается под электрической сетью?
18. Какое различие между приемником и потребителем электрической энергии?
19. Кто относится к квалифицированному обслуживающему персоналу?
20. Какой приоритетности следует придерживаться при наличии разночтений в нормативно-технических документах по электробезопасности?
21. Что обозначают применяемые в правилах слова «должен», «следует», «необходимо», «допускается», «рекомендуется», «как правило». В чем их смысл?
22. В каком документе изложены особенности расследования несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током?
23. Каков должен быть состав комиссии по расследованию несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током?
24. Какие несчастные случаи, связанные с эксплуатацией электроустановок, не относятся к электротравмам?
25. Какие электротравмы подлежат расследованию?
26. В каких случаях при расследовании электротравм производится техническая экспертиза?
27. Какие документы должны быть представлены комиссии по расследованию электротравмы?
28. Как производится опрос пострадавшего, очевидцев и других лиц?
29. Что необходимо выяснить при осмотре места, где произошла электротравма?
30. Что входит в программу расследования?
31. Какие мероприятия должны быть выполнены до начала расследования?
32. Каковы основы анализа производственного травматизма?

## **ГЛАВА 2. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

### **2.1. Основная опасность поражения электрическим током**

Для обнаружения на расстоянии электрического тока у человека нет специальных органов чувств. Невозможно без приборов почувствовать, находится ли данная часть установки под напряжением до тех пор, пока электрическая энергия не превратится в энергию другого вида (например, в световую – искрение) или пока человек сам не попадет под напряжение.

Электрический ток не имеет запаха, цвета и бесшумен. Неспособность организма человека обнаруживать его до начала действия приводит к тому, что работающие часто не осознают реально имеющиеся опасности и не принимают своевременно необходимых защитных мер. Опасность поражения электрическим током усугубляется еще и тем, что пострадавший не может оказать себе помощь. При неумелом оказании помощи может пострадать и тот, кто пытается помочь.

Действие электрического тока на человека носит сложный и разнообразный характер. Проходя через его организм, электрический ток производит термическое, электролитическое, биологическое и механическое (динамическое) действия.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве до высоких температур других органов.

Электролитическое действие тока выражается в разложении органических жидкостей и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов

Механическое (динамическое) действие тока выражается в повреждениях различных тканей организма, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани в результате электродинамического эффекта.

### **2.2. Классификация электротравм**

Электротравмы условно могут быть разделены на три вида: местные, общие (электрические удары) и смешанные. На местные электротравмы приходится 20% учитываемых электротравм, на электрические удары 25% и



на смешанные (местные электротравмы и электрические удары одновременно) 55%.

Под *местными электротравмами* понимаются четко выраженные местные нарушения целостности тканей организма. Чаще всего это поверхностные повреждения, т.е. повреждения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей. Обычно местные электротравмы излечиваются, и работоспособность восстанавливается полностью или частично. Иногда (при тяжелых ожогах) человек погибает. Непосредственной причиной смерти является не электрический ток (или дуга), а местное повреждение организма, вызванное током (дугой). Характерные виды местных электротравм – электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

*Электрические ожоги* наиболее распространенные электротравмы: они возникают у большинства пострадавших (60-65%), причем около третьей части их сопровождаются другими электротравмами.

Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой. Токовый ожог получается в результате контакта человека с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Эти ожоги возникают в электроустановках относительно малого напряжения – не выше 1-2 кВ, в большинстве случаев сравнительно легкие.

Дуговой ожог обусловлен воздействием на тело электрической дуги, обладающей высокой температурой и большой энергией. Дуговой ожог возникает в электроустановках различных напряжений, часто является следствием случайных коротких замыканий в установках выше 1000 В и до 10 кВ или следствием ошибочных операций с коммутационной аппаратурой в установках более высоких напряжений. В последнем случае дуга может переброситься на человека, и через него проходит большой ток – до нескольких десятков ампер. При дуговом ожоге высушиваются и обугливаются ткани на пути протекания тока, т.е. возможны весьма серьезные последствия.

*Электрические знаки* (знаки тока или электрические метки) представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергнувшегося действию тока. Знаки имеют круглую и овальную форму с углублением в центре. Они

бывают в виде царапин, небольших ран или ушибов, бородавок, кровоизлияний в коже, мозолей. Иногда их форма соответствует форме токоведущей части, к которой прикоснулся пострадавший, а также напоминает форму молнии.

В большинстве случаев электрические знаки безболезненны, и их лечение заканчивается благополучно: с течением времени верхний слой кожи и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность. Знаки возникают примерно у 20% пострадавших от тока

*Металлизация кожи* – проникновение в ее верхние слои мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т.п.

Пораженный участок кожи имеет шероховатую поверхность, окраска которой определяется цветом соединений металла, попавшего на кожу: зеленая при контакте с медью, серая – с алюминием, сине-зеленая – с латунью, желто-серая – со свинцом.

Пострадавший в месте поражения испытывает напряжение кожи от присутствия в ней инородного тела и боль от ожога за счет теплоты занесенного в кожу металла. С течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид и болезненные ощущения исчезают. При поражении глаз лечение может оказаться длительным и сложным.

Металлизация кожи наблюдается примерно у 10% пострадавших.

*Электроофтальмия* – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги (например, при коротком замыкании), которая является источником интенсивного излучения не только видимого света, но и ультрафиолетовых и инфракрасных лучей

Электроофтальмия возникает сравнительно редко – у 1-2% пострадавших.

*Механические повреждения* возникают в результате резких, произвольных, судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы

кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и переломы костей. Механические повреждения, как правило, - серьезные травмы, требующие длительного лечения. Они происходят сравнительно редко.

*Электрический удар* – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся сокращениями мышц. Исход воздействия тока на организм при этом может быть различен – от легкого, едва ощутимого судорожного сокращения мышц пальцев руки до прекращения работы сердца или легких, т.е. до смертельного поражения.

Электрические удары условно можно разделить на четыре степени:

- 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 период от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких.

Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период почти во всех тканях организма еще продолжают слабые обменные процессы, достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности.

При клинической смерти первыми начинают погибать чувствительные к кислородному голоданию клетки 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 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины, например от электрического тока, - 7-8 мин. В состоянии клинической смерти путем воздействия на органы дыхания и кровообращения возможно восстановление угасающих или только что угасших функций, т.е. оживление умирающего организма.

Под *биологической смертью* понимают необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур. Она наступает после клинической смерти.

*Прекращение работы сердца* – результат прямого воздействия тока на мышцу сердца, т.е. прохождение тока непосредственно в области сердца, а иногда и результат рефлекторного действия. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить фибрилляция.

*Фибрилляция* – это хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает выполнять функции насоса, т.е. оно не в состоянии обеспечить движение крови по сосудам. В результате в организме нарушается кровообращение и как следствие прекращается доставка кислорода кровью из легких к тканям и органам, что и вызывает гибель организма.

Длительная остановка дыхания происходит, когда ток пересекает дыхательный центр, расположенный в мозгу.

Остановка дыхания может быть вызвана также удушьем, которое возникает в том случае, если ток некоторое время проходит через грудную полость и величина его достаточно сильная, позволяющая держать грудные мышцы в сокращенном состоянии.

### **2.3. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током**

Опасность воздействия электрического тока на человека зависит от сопротивления тела человека и величины приложенного к нему напряжения, силы тока, проходящего через тело, длительности его воздействия, пути прохождения, рода и частоты тока, индивидуальных свойств пострадавшего и факторов окружающей среды.

**Электрическое сопротивление тела человека.** Тело человека является проводником электрического тока. Разные ткани тела оказывают току разное сопротивление: кожа, кости, жировая ткань – большое, а мышечная ткань, кровь и особенно спинной и головной мозг – малое. Наибольшим сопротивлением по сравнению с другими тканями обладает кожа, и главным образом ее верхний слой, называемый эпидермисом.

Электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже при напряжении 15-20 В находится в пределах от 3 тыс. до 10 тыс. Ом, а иногда и более. При удалении всего верхнего слоя кожи сопротивление снижается до 500-700 Ом. При полном удалении кожи сопротивление внутренних тканей тела составит всего лишь 300-500 Ом. При расчетах обычно принимают сопротивление тела человека, равное 1000 Ом.

Наличие на коже различного рода повреждений – потертостей, порезов, ссадин – резко уменьшает ее электрическое сопротивление в этих местах.

Сопротивление тела человека – величина переменная, зависящая от множества факторов, в том числе и от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды (влажность, температура и т.п.). Состояние кожи влияет на электрическое сопротивление тела человека.

Так, повреждения рогового слоя, в том числе порезы, царапины и другие микротравмы, могут снизить сопротивление до величины, близкой к величине внутреннего сопротивления, при этом возрастает опасность поражения человека током. Такое же влияние оказывает и увлажнение кожи водой или потом, а также загрязнение ее токопроводящей пылью и грязью.

В связи с различным электрическим сопротивлением кожи на разных участках тела на сопротивление в целом влияют место приложения контактов и их площадь.

Сопротивление тела человека падает при увеличении значения тока и длительности его прохождения за счет усиления местного нагрева кожи, приводящего к расширению сосудов, а, следовательно, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

Повышение напряжения, приложенного к телу человека, уменьшает в десятки раз сопротивление кожи, а, следовательно, и полное сопротивление тела, которое приближается к своему наименьшему значению 300-500 Ом. Это объясняется пробоем рогового слоя кожи, ростом тока, проходящего через кожу, и другими факторами.

Род тока и частоты также влияет на значение электрического сопротивления. При частотах 10-20 кГц наружный слой кожи практически утрачивает сопротивление электрическому току.

Сопротивление тела человека зависит от пола и возраста людей: у женщин это сопротивление меньше, чем у мужчин, у детей – меньше, чем у

взрослых, у молодых меньше, чем у пожилых. Объясняется это толщиной и степенью огрубления верхнего слоя кожи. Кратковременное (на несколько минут) снижение сопротивления тела человека (на 20-50%) вызывают внешние неожиданно возникающие физические раздражения: болевые (удары, уколы), световые и звуковые.

**Влияние величины тока на исход поражения.** Сила электрического тока, проходящего через тело человека, и есть основной фактор, обуславливающий исход поражения.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока величиной 0,6-1,4 мА. Этот ток называется пороговым ощутимым.

При токе 10-15 мА человек не может оторвать рук от электропроводов, самостоятельно разорвать цепь поражающего его тока. Такой ток принято называть неотпускающим. Ток меньшего значения называется отпускающим.

Ток 50 мА поражает органы дыхания и сердечнососудистую систему. При 100 мА наступает фибрилляция сердца, заключающаяся в беспорядочном, хаотическом сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца. Оно останавливается, кровообращение прекращается.

Ток больше 5 А, как правило, фибрилляцию сердца не вызывает. При таких токах происходит немедленная остановка сердца и паралич дыхания. Если действие тока кратковременное (до 1-2 с) и не вызывает повреждения сердца (в результате нагрева, ожога и т.п.), то после отключения тока сердце самостоятельно возобновляет нормальную деятельность, а для восстановления дыхания требуется немедленная помощь в виде искусственного дыхания.

**Участки тела человека, особенно уязвимые к электрическому току.** По наблюдениям некоторых исследователей такие «опасные» участки тела есть. Это так называемые акупунктурные точки площадью 2-3 мм<sup>2</sup>. Их электрическое сопротивление всегда меньше электрического сопротивления зон, лежащих вне акупунктурных зон.

Наиболее уязвимыми местами человеческого тела, находящимися в зоне акупункции, являются тыльная часть кисти, рука на участке выше кисти, шея, висок, спина, передняя часть ноги, плечо.

Электрическая цепь, возникающая через чувствительные к току зоны даже при небольших токах, может в ряде случаев привести к смертельному исходу.

**Влияние на исход поражения длительности прохождения тока через организм человека.** Чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействие тока на живую ткань возрастает значение этого тока (за счет уменьшения сопротивления тела), накапливаются последствия воздействия тока на организм и повышается вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с особенно уязвимой для тока фазой Т сердечного цикла (кардиоцикл).

В этот период заканчивается сокращение желудочков, которые переходят в расслабленное состояние, и возникновение фибрилляции при прохождении тока наиболее вероятно.

**Путь тока в теле пострадавшего влияет на исход поражения.** Если на пути тока оказываются жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг, опасность их поражения весьма велика. Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, благодаря чему вероятность тяжелого исхода резко уменьшается.

Поскольку путь тока зависит от того, какими участками тела пострадавший прикасается к токоведущим частям, его влияние на исход поражения проявляется еще и потому, что сопротивление кожи на разных участках тела различно.

Наиболее характерные цепи тока через человека – это рука – нога, рука – рука, рука – туловище (соответственно 56,7; 12,2 и 9,8% травм).

Наименее опасен путь тока по цепи нога – нога – нога. Однако и в этом случае человек может упасть, и в результате возникнет новая цепь тока рука – нога.

**Влияние рода и частота тока на исход поражения.** Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного тока частотой 50 Гц. Однако это характерно для относительно небольших напряжений – до 250 - 300 В. При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

Уже в интервале напряжений 400 - 600 В опасность постоянного тока практически равна опасности переменного тока практически равна опасности

переменного тока с частотой 50 Гц, а при напряжении более 600 В постоянный ток даже опаснее переменного. Особенно резкие болевые ощущения при попадании под постоянное напряжение в момент замыкания и размыкания электрической цепи.

С увеличением частоты переменного тока, проходящего через тело человека, полное сопротивление тела уменьшается, а величина проходящего тока возрастает. Однако уменьшение сопротивления возможно лишь в пределах частот от 0 до 50 - 60 Гц; дальнейшее же повышение частоты сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450 - 500 кГц. Но эти токи сохраняют опасность ожогов, как в случае возникновения электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через тело человека. Снижение опасности поражения током с увеличением частоты становится практически заметным при частоте 1000 - 2000 Гц.

#### **2.4. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов**

В соответствии с действующими ГОСТами для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам напряжения  $U$  прикосновений и сила  $I$  тока, протекающего через тело человека при нормальном (аварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблицах 2.1, 2.2.

Указанные напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

*Таблица 2.1*

**Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов  
в нормальном режиме работы электроустановки**

Род тока	U(В)	I(мА)
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1

Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше  $+25^{\circ}\text{C}$ ) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в 3 раза.



Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с заземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью не должны превышать значений, указанных в таблице 2.2.

Таблица 2.2

**Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов  
в аварийном режиме работы электроустановки**

Нормируемая величина	Предельно допустимые уровни (не более) при продолжительности воздействия тока (с)											
	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	свыше 1
U, В I, мА	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36 6

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновений и силы токов, протекающих через тело человека при продолжительности воздействия более 1 с и приведенные выше, соответствуют отпускающим (переменным) и неболевым (постоянным) токам.

## **2.5. Влияние индивидуальных свойств человека и внешней среды на исход поражения электрическим током**

Индивидуальные особенности человека оказывают значительное влияние на исход поражения при электротравмах. Характер воздействия тока зависит от массы человека и его физического состояния.

Установлено, что здоровые и физически здоровые люди легче переносят электрические удары, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью к электрическому току обладают лица, страдающие рядом заболеваний, в первую очередь болезнями кожи, сердечнососудистой системы, органов внутренней секреции, нервными и др.

Более уязвимы к воздействию электрического тока люди, имеющие повышенную потливость. Повышенная температура окружающей среды и высокая влажность не единственная причина высокой потливости. Интенсивное потоотделение часто наблюдается при вегетативных расстройствах нервной системы, а также как результат испуга, волнения.

В состоянии возбуждения нервной системы, депрессии, утомления, состояния опьянения и после него люди более чувствительны к

протекающему току. Существенную роль играет и «фактор внимания». Это особое состояние настороженности и собранности человека, сознающего опасность, выполняемой им работы. Если человек усилием воли направляет свое внимание на ожидаемое событие (в нашем случае электротравму), то опасность ее в этом случае резко снижается, в то время как неожиданный удар приводит к более тяжелым последствиям.

*Влияние алкоголя на возможность электропоражения.* К сожалению, еще существует ошибочное мнение о безвредности небольших доз алкоголя. Но и малые дозы алкоголя серьезно действует на организм человека.

При превышении содержания алкоголя в крови 0,2 промилле (промилле – количество миллиграммов алкоголя в 100 мл крови) нарушается способность к сосредоточению внимания, координация и связность мышления. При концентрации 0,5 промилле (1 бутылка пива) появляется снижение реакции зрачка и ограничение поля зрения, нарушается способность слежения за движущимися предметами и оценки параметров движения – направления, скорости и расстояния. Концентрация, превышающая 0,5 промилля, приводит к дальнейшему замедлению нервных реакций, еще большему снижению способности к принятию правильных решений. При концентрации алкоголя в крови 0,5 - 1 промилль, время реакции на слуховые и зрительные сигналы увеличивается на 40%.

Отметим также, что алкоголь, принятый даже в небольших количествах, действует угнетающе на головной мозг и центральную нервную систему, в результате чего затрудняется управление системами дыхания и кровообращения. Это, в свою очередь, ведет к значительному уменьшению электрического сопротивления тела человека.

Кроме того, из-за утраты контроля за своими действиями лица, находящегося в состоянии алкогольного опьянения, обычно совершают грубые ошибки при работе в электроустановках, становятся жертвами собственной неосторожности, а порой являются виновниками гибели других. Работа в электроустановках в состоянии опьянения – преступление.

Говоря об алкоголе, прежде всего, имеют в виду водку. Однако в 100-150 г вина или в 0,75 л пива содержится столько же алкоголя, сколько и в 50 г водки. Но ведь чаще всего вино пьют стаканами, а пиво кружками. Вот почему все напитки, содержащие алкоголь, в равной степени вредны и их употребление следует исключить.

Бытует мнение, будто алкоголь действует до тех пор, пока сохраняется состояние опьянения, и якобы с его исчезновением, т.е. после того, как человек протрезвеет, исчезает и повышенная подверженность опасности. Научные исследования показывают, что повышение подверженности опасности гораздо устойчивее, чем период опьянения, и сохраняется чуть ли не до тех пор, пока процессы обмена веществ в организме не выделяют из него последнюю молекулу алкоголя. Этот процесс занимает около двух недель. Установлено в то же время, что подавленность и разбитость, сменяющие состояние опьянения, также значительно повышают подверженность работника опасности несчастных случаев.

Электрики, склонные к употреблению спиртных напитков, не находящие в себе силу воли отказаться от пагубной привычки, должны обратиться к врачу-наркологу и лечиться, хотя бы анонимно, так как от пьянства до алкоголизма один шаг.

Лица, страдающие хроническим алкоголизмом, не могут быть допущены к работе по обслуживанию действующих электроустановок.

*Влияние внешней среды на механизм поражения.* Присутствие в воздухе помещений ряда производств химически активных и токсичных газов, попадающих в организм человека, снижает электрическое сопротивление его тела. Во влажных и сырых помещениях происходит увлажнение кожи, что в значительной степени снижает ее сопротивление. Влага, попавшая на кожу, растворяет находящиеся на ней минеральные вещества и жирные кислоты, выведенные из организма вместе с потом и кожным салом, поэтому кожа становится более электропроводной.

При работе в помещениях с высокой температурой окружающей среды кожа нагревается и происходит усиленное потовыделение. Пот – хороший проводник электрического тока. Следовательно, работа в таких условиях усугубляет опасность воздействия электрического тока на человека. Последними исследованиями установлено, что величина сопротивления тела человека в подобных условиях значительно уменьшается. Она зависит как от продолжительности пребывания в среде с повышенной температурой, так и от температуры этой среды и интенсивности тепловых нагрузок.

В ряде случаев имеет место загрязнение кожи различными веществами, хорошо проводящими электрический ток, что снижает ее

сопротивление. Люди с такой кожей подвержены большей опасности поражения электрическим током.

Кроме этих факторов на опасность поражения электрическим током влияют атмосферное давление, содержание кислорода и углекислого газа в воздухе, электрические и магнитные поля, ультрафиолетовая радиация, наличие микрофлоры.

Повышение атмосферного давления уменьшает, а понижение увеличивает опасность. Увеличение содержания кислорода в воздухе ослабляет, а уменьшение его увеличивает опасность поражения. Содержание углекислого газа в воздухе носит противоположный характер. Электрическое поле уменьшает чувствительность организма человека к электрическому току. Повышенные значения ультрафиолетовой радиации могут отяготить исход электротравмы. Наличие микрофлоры (пыли, газов и паров), различных химических примесей снижает сопротивляемость организма к воздействию физических факторов, включая действие электрического тока.

В отдельных производственных помещениях возникают шум и вибрации, отрицательно действующие на весь организм человека: повышается кровяное давление, нарушается ритм дыхания. Сильный шум влияет на слух, на нервную систему, вызывая физиологические и психические нарушения в деятельности человеческого организма: понижение внимания, затруднение реагирования работающих на звуковые сигналы. Эти факторы, а также недостатки освещения ряда производств, вызывают замедление психических реакций, понижают внимание, что играет не последнюю роль в ошибочных действиях персонала и приводит к авариям и несчастным случаям, в том числе и электротравм

При несмертельной электротравме, независимо от того, по какой петле проходил ток, электрокардиограмма несет на себе печать коронарной недостаточности, а морфологические исследования показывают наличие инфаркта миокарда. Эти данные подтверждены многочисленными клиническими наблюдениями многих авторов.

Таким образом, обоснован существенный практический вывод. Человек, перенесший электротравму, даже если он чувствует себя хорошо, не может быть оставлен без наблюдения, отпущен домой (как это нередко делается), а должен быть госпитализирован минимум на трое суток, поскольку его следует считать потенциальным тяжелобольным.

Через продолжительное время после электротравмы наблюдались случаи развития диабета, заболеваний щитовидной железы, половых органов, отмечены различные болезни аллергической природы (крапивница, экзема, и др.), а также стойкие органические изменения сердечно-сосудистой системы и вегетативно-эндокринные расстройства.

Описаны случаи поздних осложнений в виде нервно-психических расстройств (шизофрения, истерия, психоневрозы, импотенция), развитие катаракт спустя 3-6 месяцев после электротравм.

У лиц, побывавших в электрической цепи, возникают в процессе лечения неожиданные кровотечения, ненаблюдаемые при обычных травматических повреждениях.

Среди электромонтеров чаще, чем у лиц других профессий, отмечается раннее развитие склероза, эндоартрита, вегетативных и других расстройств.

Наблюдения показали, что последствия электротравмы в ряде случаев появляются много лет спустя с момента происшествия.

Таким образом, действие электрического тока не всегда проходит бесследно и нередко ведет к понижению трудоспособности, а иногда и к хроническим заболеваниям.

Анализ статистических материалов показал, что если принять за 100% возможность возникновения тяжелых последствий, то частота этих последствий распределится в следующей закономерности:

В первые десять дней – 30%;

через два месяца – 15%;

через год – 35%;

спустя более двух лет – 20%.

*Биологические ритмы* – циклические изменения состояния различных функций организма. В последние годы много говорят о так называемых расчетных низкочастотных ритмах: физическом – с периодом 23 дня, эмоциональном – 28 дней и интеллектуальном – 33 дня. По мнению авторов этой теории, ритмы «запускаются» в момент рождения и сохраняются затем с удивительным постоянством в течение всей жизни. Первая половина периода каждого ритма характеризуется нарастанием, а вторая – спадом физической, эмоциональной или интеллектуальной активности. Переход от одной фазы к другой образует так называемый критический день, в который, по утверждению авторов, чаще всего происходят несчастные случаи.

Имеющие на этот счет статистические данные по отдельным отраслям промышленности и видам работ противоречивы и чаще всего говорят не в пользу сторонников данной теории. Рассматривая эту теорию, нельзя согласиться с основным постулатом ее – неизменностью и одновременным запуском всех ритмов. Установлено, что в процессе индивидуального развития функции организма созревают и угасают с возрастом не одновременно. На фоне полного здоровья в зрелом организме биологические ритмы также способны изменяться. Так, ритм биения сердца меняется на протяжении суток в зависимости от уровня обмена веществ, ритм температуры искажается при заболеваниях и т.п.

Кроме того, по данным нейрофизиологии, физическая, эмоциональная и интеллектуальная формы активности человека столь тесно связаны, что их искусственное разделение не представляется возможным.

Имеющиеся факты уменьшения несчастных случаев в так называемые критические дни объясняются тем, что работавшие предупреждались об этих днях, работали на менее опасных работах или были более насторожены, четче соблюдали правила техники безопасности.

Таким образом, утверждения отдельных авторов книг по электробезопасности о влиянии биологических ритмов на электротравматизм беспочвенны, так как не имеют четкого научного обоснования и не подтверждены практикой.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. В чем заключается основная опасность поражения электрическим током?
2. На какие виды можно разделить электротравмы?
3. Что представляют собой местные электротравмы?
4. Что такое электрический ожог?
5. Чем характеризуются электрические знаки?
6. Что такое металлизация кожи?
7. Каковы условия возникновения электроофтальмии?
8. Чем характеризуются механические повреждения?
9. Что такое электрический удар?
10. Чем характеризуется клиническая (мнимая) смерть?
11. Что такое биологическая (истинная) смерть?
12. Чем вызывается прекращение работы сердца?

13. Что такое фибрилляция?
14. Каковы причины прекращения дыхания?
15. Какие факторы определяют опасность поражения электрическим током?
16. Что представляет собой электрическое сопротивление тела человека?
17. Как влияет величина тока на исход поражения?
18. Есть ли у человека участки тела, особенно уязвимые к электрическому току?
19. Какое влияние оказывает на исход поражения длительность прохождения тока через организм человека?
20. Какое значение в исходе поражения имеет путь тока в теле пострадавшего?
21. Как влияет род и частота тока на исход поражения?
22. Каковы предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов допускаются при нормальном режиме электроустановки?
23. Каковы допустимые уровни напряжений прикосновения и токов для переменного тока 50 Гц при аварийном режиме?
24. Каково влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения электрическим током?
25. Как влияет внешняя среда на механизм поражения?
26. В чем особенность смертельной электротравмы?
27. Известны ли случаи отдельных последствий электротравмы?
28. Что такое биологические ритмы? Можно ли говорить об их влиянии на производственный травматизм и, в частности, на электротравматизм?

### **ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЙ ТОКОМ В СЕТЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕЖИМАМИ НЕЙТРАЛЕЙ**

Оценка опасности поражения практически сводится к определению значения тока, протекающего через тело человека в различных условиях, в которых он может оказаться при эксплуатации электроустановок, или напряжении прикосновения. Опасность поражения зависит от ряда факторов: схемы «включения» человека в электрическую цепь, напряжения сети, схемы малой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли и т.п.

Таким образом, указанная опасность не является однозначной: в одних случаях замыкание цепи тока через тело человека будет сопровождаться

прохождением через него малых токов и окажется допустимым, в других – токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение.

Наиболее характерными являются две схемы включения: между двумя фазами электрической сети, между одной фазой и землей. Кроме того, возможно прикосновение к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением, а также включение человека под шаговое напряжение.

### **3.1. Нейтраль трансформатора (генератора) и режимы ее работы**

Нейтраль или нейтральная точка – это общая точка соединения начала или концов обмоток генератора или трансформатора в звезду.

Нейтраль источника питания может быть изолированная и заземленная.

*Заземленной* называется нейтраль генератора (трансформатора), присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока).

Выбор схемы сети, а, следовательно, и режима нейтрали источника тока производят, исходя из технологических требований и условий безопасности.

При напряжении до 1000 В широкое распространение получили обе схемы трехфазных сетей: трехпроводная с изолированной нейтралью и четырехпроводная с заземленной нейтралью.

По технологическим требованиям предпочтение часто отдается четырехпроводной сети, она использует два рабочих напряжения – линейное и фазное. Так, от четырехпроводной сети 380 В можно питать как силовую нагрузку – трехфазную, включая ее между фазными проводами на линейное напряжение 380 В, так и осветительную, включая ее между фазным и нулевым проводами, т.е. на фазное напряжение 220 В. При этом становится значительно дешевле электроустановка за счет применения меньшего числа трансформаторов, меньшего сечения проводов и т.п.

По условиям безопасности выбирают одну из двух сетей, исходя из положения: по условиям прикосновения к фазному проводу в период нормального режима работы сети более безопасной является сеть с изолированной нейтралью, а в аварийный период – сеть с заземленной нейтралью. Поэтому сети с изолированной нейтралью целесообразно



применять, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень изоляции сети, когда емкость сети относительно земли незначительна. Это могут быть малоразветвленные сети, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором квалифицированного персонала. Примером могут служить сети небольших предприятий, передвижных установок, торфяных разработок, шахт.

Для таких электроустановок в качестве защитной меры должно быть выполнено заземление в сочетании с контролем изоляции сети или защитное отключение.

Сети с заземленной нейтралью применяют там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию электроустановок (из-за высокой влажности, агрессивной среды и пр.) или нельзя быстро отыскать и устранить повреждение изоляции, когда емкостные токи сети вследствие значительной ее разветвленности достигают больших значений, опасных для жизни человека. К таким сетям относятся сети крупных промышленных предприятий, городские распределительные и пр.

Существующее мнение о более высокой степени надежности сетей с изолированной нейтралью, недостаточно обоснованно.

Статистические данные указывают, что по условиям надежности работы обе сети практически одинаковы.

При напряжении выше 1000 В, вплоть до 35 кВ, сети по технологическим причинам имеют изолированную нейтраль, а выше 35 кВ – заземленную.

Поскольку такие сети имеют большую емкость проводов относительно земли, для человека одинаково опасно прикосновение к проводу сети как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

Однако по условиям безопасности в сетях напряжением выше 1000 В заземленная нейтраль предпочтительнее.

Дело в том, что в сетях выше 1000 В с изолированной нейтралью при дуговых замыканиях фазы на землю вокруг места замыкания могут возникать и длительно существовать высокие потенциалы и разности потенциалов опасные для людей. В случае же заземленной нейтрали произойдет быстрое отключение поврежденного участка релейной защитой и тем самым будет устранена возникшая опасность.

Какая сеть в электроустановках напряжением до 1000 В является более безопасной – с изолированной или заземленной нейтралью?

При прочих равных условиях прикосновение человека к одной фазе сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с заземленной нейтралью. Однако этот вывод справедлив лишь для нормальных (безаварийных) условий работы сетей, при наличии незначительной емкости относительно земли.

В случае же аварии, когда одна из фаз замкнута на землю, сеть с изолированной нейтралью может оказаться более опасной. Объясняется это тем, что при такой аварии в сети напряжение с неповрежденной фазы относительно земли может возрасти с фазного до линейного, в то время как в сети с заземленной нейтралью повышение напряжения окажется незначительным.

### **3.2. Напряжение прикосновения, зона растекания тока, напряжение шага**

*Напряжением прикосновения* называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

Так, для человека, который стоит на грунте и касается оказавшегося под напряжением заземленного корпуса, напряжение прикосновения численно равно разности потенциалов корпуса и точек почвы, где находятся ноги человека.

Напряжение прикосновения увеличивается по мере удаления от заземлителя (места замыкания на землю) и за пределами зоны растекания тока равно напряжению на корпусе оборудования относительно земли.

*Зона растекания тока* – это зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю, может быть условно принят равным нулю.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения установлены ГОСТами для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки, исходя из реакции ощущения.

Напряжения прикосновения и сила тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать следующих значений, приведённых в таблице 3.

Напряжения прикосновения и сила тока

Род тока	U (В) не более	I (мА) не более
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	0,1

Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25<sup>0</sup>С) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в 3 раза.

**Напряжение шага.** Под напряжением шага понимается напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Величина шага обычно принимается равной 0,8 м.

Для некоторых животных (лошади, коровы) величина напряжения шага больше, чем для людей, и путь тока захватывает грудную клетку. По этим причинам они более подвержены шаговым напряжениям.

Шаговые напряжение возникает вокруг места перехода тока из поврежденной электроустановки в землю. Наибольшая величина будет около места перехода, а наименьшая – на расстоянии свыше 20 м, т.е. за пределами, ограничивающими поле растекания тока в грунте.

На расстоянии 1 м от заземлителя падение напряжения составляет 68% полного напряжения, на расстоянии 10 м – 92%, на расстоянии 20м потенциалы точек настолько малы, что практически могут быть равны нулю.

Такие точки поверхности почвы считаются находящимися вне зоны растекания тока и называется «землей».

Опасность напряжения шага увеличивается, если человек, подвергшийся его воздействию, падает. И тогда напряжение шага возрастает, так как путь тока происходит уже не через ноги, а через все тело.

Случаи поражения людей из-за воздействия напряжения шага относительно редки. Они могут произойти, например, вблизи упавшего на землю провода (в такие моменты до отключения линии нельзя допускать людей и животных на близкое расстояние к месту падения провода). Наиболее опасны напряжения шага при ударе молнии.

Оказавшись в зоне шагового напряжения, выходить из нее следует небольшими шагами в сторону, противоположную месту предполагаемого замыкания на землю, и в частности, лежащего на землю провода.

**Опасность двухфазного прикосновения.** Под двухфазным прикосновением понимается одновременное прикосновение к двум фазам электроустановки, находящейся под напряжением.

Двухфазное прикосновение более опасно. При двухфазном прикосновении ток, проходящий через тело человека по одному из самых опасных для организма путей (рука-рука), будет зависеть от прикладываемого к телу человека напряжения, равного линейному напряжению сети, а также от сопротивления тела человека:

$$I_{чел} = \frac{U_{л}}{R_{чел}},$$

где  $U_{л}$  – линейное напряжение, т.е. напряжение между фазными проводами сети;  $R_{чел}$  – сопротивление тела человека.

В сети с линейным напряжением  $U_{л} = 380$  В при сопротивлении тела человека  $R_{чел} = 1000$  Ом, ток проходящий через тело человека, будет равен:

$$I_{чел} = \frac{380}{1000} = 380 \text{ мА}$$

Этот ток для человека смертельно опасен. При двухфазном прикосновении ток, проходящий через тело человека, практически не зависит от режима нейтрали сети. Следовательно, двухфазное прикосновение одинаково опасно как в сети с изолированной, так и с заземленной нейтралью (при условии равенства линейных напряжений этих сетей).

Случаи прикосновения человека к двум фазам происходит сравнительно редко.

### **3.3. Особенности однофазных замыканий в сетях с заземленной и изолированной нейтралью**

*Однофазным прикосновением* называется прикосновение к одной фазе электроустановки, находящейся под напряжением.

Однофазное прикосновение менее опасно, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньшим оказывается и ток, проходящий через тело человека. Кроме того, на

этот ток большое влияние оказывают режим нейтрали источника тока, сопротивление изоляции проводов сети относительно земли, сопротивление пола (или основания), на котором стоит человек, сопротивление его обуви и некоторые другие факторы.

Вместе с тем однофазное прикосновение происходит во много раз чаще и случаи смертельных поражений не редки. По этой причине какого-либо ослабления настороженности и снижения требований безопасности при работе, когда возможно однофазное прикосновение, быть не должно.

Опасность однофазного прикосновения в сети с заземленной нейтралью: в сети с заземленной нейтралью цепь тока, проходящего через тело человека, включает в себя сопротивление тела человека, его обуви, пола (или основания), на котором стоит человек, а также сопротивление заземления нейтрали источника тока.

С учетом указанных сопротивлений ток, проходящий через тело человека, определяется из следующего выражения:

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_{чел} + R_{об} + R_{п} + R_{о}},$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение сети, В;

$R_{чел}$  – сопротивление тела человека, Ом;

$R_{об}$  – сопротивление обуви человека, Ом;

$R_{п}$  – сопротивление пола (основания), на котором человек стоит, Ом;

$R_{о}$  – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

При наиболее неблагоприятных условиях (человек, прикоснувшийся к фазе, имеет на ногах токопроводящую обувь – сырую или подбитую металлическими гвоздями, стоит на сырой земле или на проводящем основании – металлическом полу, на заземленной металлоконструкции), т.е. когда  $R_{об} = 0$  и  $R_{п} = 0$ , уравнение принимает вид:

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_{чел} + R_{о}}.$$

Поскольку сопротивление нейтрали  $R_{о}$  обычно во много раз меньше сопротивления тела человека, то им можно пренебречь. Тогда:

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_{чел}}.$$

Однако при этих условиях и однофазное прикосновение, несмотря на меньший ток, весьма опасно. Так, в сети с фазным напряжением  $U_{\phi} = 220 \text{ В}$  при  $R_{\text{чел}} = 1000 \text{ Ом}$  ток, проходя через тело человека, будет иметь значение:

$$I_{\text{чел}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А} = 220 \text{ мА}$$

Такой ток смертельно опасен для человека.

Если человек имеет на ногах не проводящую обувь (например, резиновые галоши) и стоит на изолирующем основании (например, на деревянном полу), то:

$$I_{\text{чел}} = \frac{220}{1000 + 45000 + 100000} = 0,0015 \text{ А} = 1,5 \text{ мА},$$

где  $R_{\text{чел}} = 1000$  – сопротивление человека, Ом;

$R_{\text{об}} = 45000$  – сопротивление обуви человека, Ом;

$R_{\text{пол}} = 100000$  – сопротивление пола, Ом.

Ток такой силы ток не опасен для человека.

Из приведенных данных видно, что для безопасности работающих в электроустановках большое значение имеют изолирующие полы и не проводящая ток обувь.

В сети с изолированной нейтралью ток, проходящий через тело человека в землю, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов сети, которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

С учетом сопротивления обуви  $R_{\text{об}}$  и пола или основания  $R_{\text{п}}$ , на котором стоит человек, включенных последовательно сопротивлению тела человека  $R_{\text{чел}}$ , ток, проходящий через тело человека, определяется уравнением:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + \frac{R_{\text{из}}}{3}},$$

где  $R_{\text{из}}$  – сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом.

При наиболее неблагоприятном случае, когда человек имеет проводящую ток обувь и стоит на токопроводящем полу, т.е.  $R_{\text{об}} = 0$  и  $R_{\text{п}} = 0$ , уравнение значительно упростится:

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_{чел} + \frac{R_{из}}{3}}.$$

Для этого случая в сети с фазным напряжением  $U_{\phi} = 220$  В и сопротивлением изоляции фазы  $R_{из} = 90000$  Ом при  $R_{чел} = 1000$  Ом ток, проходящий через человека, будет равен:

$$I_{чел} = \frac{220}{1000 + 30000} = 0,007 \text{ А} = 7 \text{ мА}.$$

### Вопросы для самопроверки:

1. Чем определяется опасность поражения током в различных электрических сетях?
2. Каковы схемы «включения» человека в электрическую цепь?
3. Что называется нейтралью трансформатора (генератора) и каковы режимы ее работы?
4. Что положено в основу выбора режима нейтрали?
5. Какая сеть в электроустановках напряжением до 1000 В является более безопасной – с изолированной или заземленной нейтралью?
6. Что такое напряжение прикосновения?
7. Что понимается под зоной растекания тока на землю?
8. Каковы предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и тока?
9. Что такое напряжение шага?
10. Какова опасность двухфазного прикосновения?
11. Чем характеризуется однофазное прикосновение?
12. Какова опасность однофазного прикосновения в сети с заземленной нейтралью?
13. Каковы особенности однофазного прикосновения в сети с изолированной нейтралью?

## ГЛАВА 4. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

### 4.1. Системы заземления

Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Существуют следующие системы заземления: **система TN, TN-C, TN-S, TN-C-S, IT, TT.**

*Первая буква* обозначает - состояние нейтрали источника питания относительно земли:

**T** - заземленная нейтраль;

**I** - изолированная нейтраль.

*Вторая буква* - состояние открытых проводящих частей относительно земли:

**T** - открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

**N** - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

*Последующие (после N) буквы* - совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

**S** - нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

**C** - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);

**N** - / - нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

**PE** - / - защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

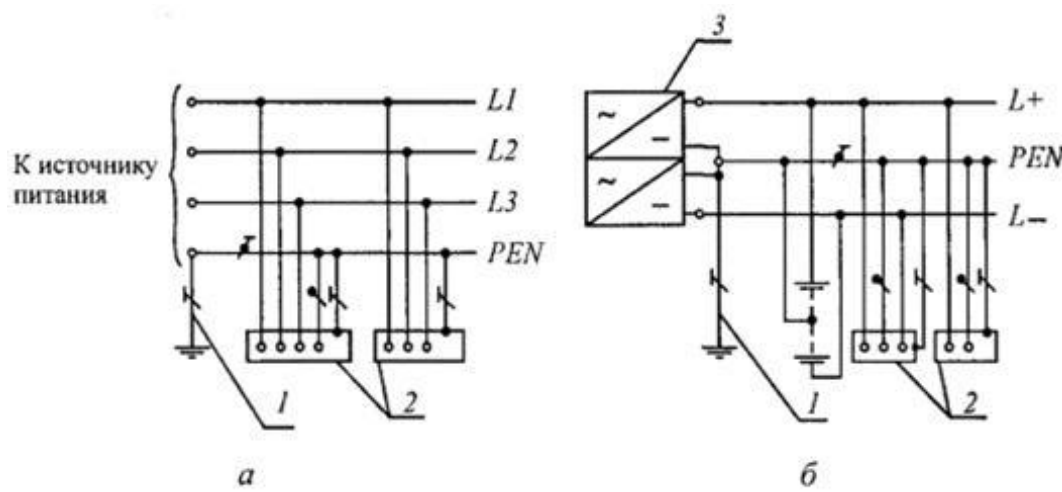
**PEN** - / - совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

**Система TN** - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.



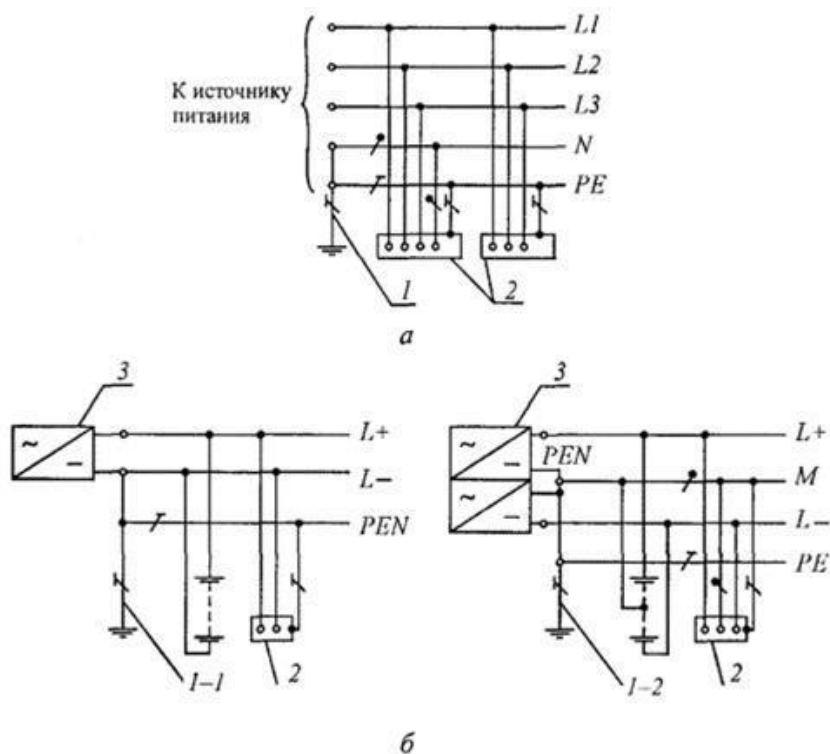
**Система TN-C** - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Система TN-C переменного (а) и постоянного (б) тока.**

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике:  
1 - заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания; 2 - открытые проводящие части; 3 – источник питания постоянного тока.

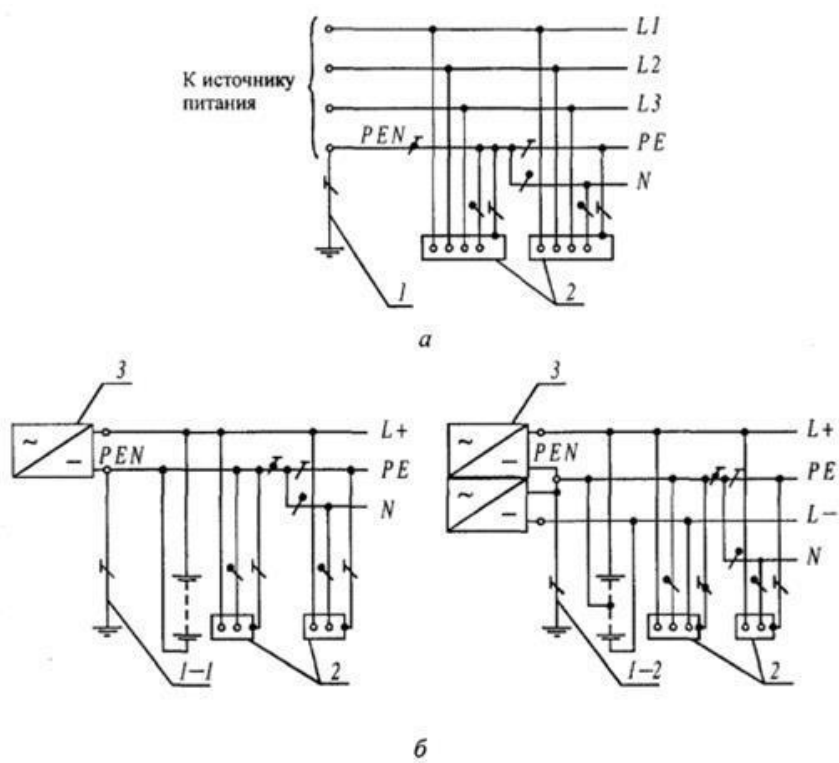
**Система TN-S** - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Система TN-S переменного (а) и постоянного (б) тока.**

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены:  
1 - заземлитель нейтрали источника переменного тока; 1-1 - заземлитель вывода источника постоянного тока; 1-2 - заземлитель средней точки источника постоянного тока; 2 - открытые проводящие части; 3 – источник питания.

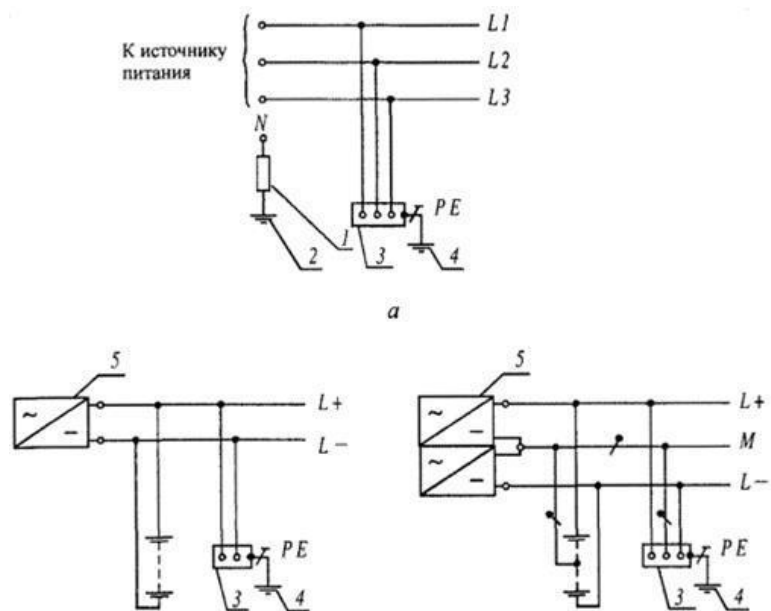
**Система TN-C-S** - система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Система TN-C-S переменного (а) и постоянного (б) тока.**

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части системы: 1 - заземлитель нейтрали источника переменного тока; 1-1 - заземлитель вывода источника постоянного тока; 1-2 - заземлитель средней точки источника постоянного тока; 2 - открытые проводящие части, 3 – источник питания.

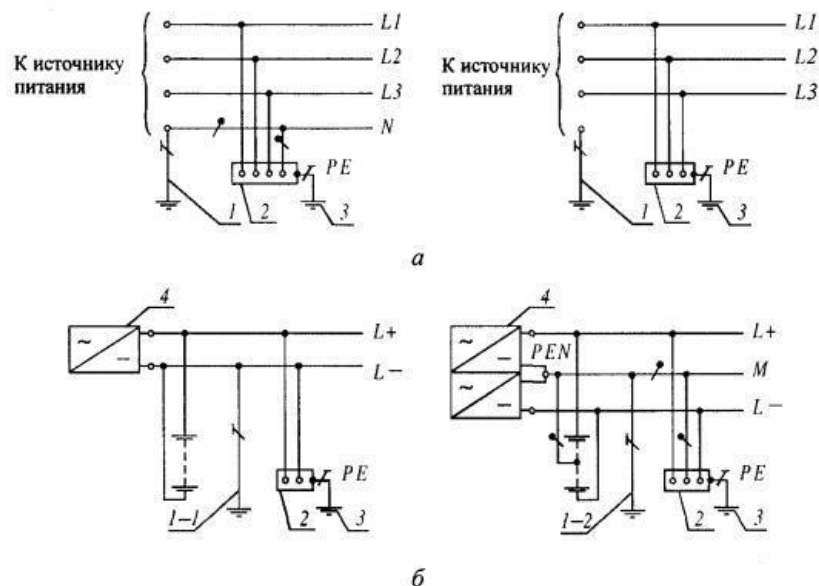
**Система IT** - система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 4.4).



**Рис. 4.4. Система IT переменного (а) и постоянного (б) тока.**

Открытые проводящие части электроустановки заземлены. Нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление: 1 - сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 - заземлитель; 3 – открытые проводящие части; 4 - заземляющее устройство электроустановки; 5 - источник питания.

**Система TT** - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис.4.5).



**Рис. 4.5. Система TT переменного (а) и постоянного (б) тока.**

Открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя нейтрали: 1 - заземлитель нейтрали источника переменного тока; 1-1 - заземлитель вывода источника постоянного тока; 1-2 - заземлитель средней точки источника постоянного тока; 2 - открытые проводящие части; 3 - заземлитель открытых проводящих частей электроустановки; 4 - источник питания.

## 4.2. Термины и определения

Электрическая сеть с эффективно - заземленной нейтралью - трехфазная электрическая сеть напряжением выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

**Коэффициент замыкания** на землю в трехфазной электрической сети - отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и землей в этой точке до замыкания.

**Глухозаземленная нейтраль** - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

**Изолированная нейтраль** - нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

**Проводящая часть** - часть, которая может проводить электрический ток.

**Токоведущая часть** - проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).

**Открытая проводящая часть** - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

**Сторонняя проводящая часть** - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

**Прямое прикосновение** - электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

**Косвенное прикосновение** - электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

**Защита от прямого прикосновения** - защита для предотвращения прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

**Защита при косвенном прикосновении** - защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции.

Термин **повреждение изоляции** следует понимать как единственное повреждение изоляции.

**Заземлитель** - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

**Искусственный заземлитель** - заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.

**Естественный заземлитель** - сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

**Заземляющий проводник** - проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

**Заземляющее устройство** - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Зона нулевого потенциала** (относительная земля) - часть земли, находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю.

**Зона растекания** (локальная земля) - зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала.

Термин земля, используемый в главе, следует понимать как земля в зоне растекания.

**Замыкание на землю** - случайный электрический контакт между токоведущими частями, находящимися под напряжением, и землей.

**Напряжение на заземляющем устройстве** - напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала.

**Напряжение прикосновения** - напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного.

**Ожидаемое напряжение прикосновения** - напряжение между одновременно доступными прикосновению проводящими частями, когда человек или животное их не касается.

**Напряжение шага** - напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

**Соппротивление заземляющего устройства** - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

**Эквивалентное удельное сопротивление земли** с неоднородной структурой - удельное электрическое сопротивление земли с однородной структурой, в которой сопротивление заземляющего устройства имеет то же значение, что и в земле с неоднородной структурой.

Термин удельное сопротивление, используемый в главе для земли с неоднородной структурой, следует понимать как эквивалентное удельное сопротивление.

**Заземление** - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

**Защитное заземление** - заземление, выполняемое в целях электробезопасности.

**Рабочее (функциональное) заземление** - заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

**Защитное зануление** в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

**Уравнивание потенциалов** - электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Защитное уравнивание потенциалов - уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Термин уравнивание потенциалов, используемый в главе, следует понимать как защитное уравнивание потенциалов.

**Выравнивание потенциалов** - снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности

и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

**Защитный (РЕ) проводник** - проводник, предназначенный для целей электробезопасности.

**Защитный заземляющий проводник** - защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.

**Защитный проводник системы уравнивания потенциалов** - защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов.

**Нулевой защитный проводник** - защитный проводник в электроустановках до 1кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания.

**Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N)** - проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока.

**Совмещенные нулевой защитный и нулевой рабочий (PEN) проводники** - проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающие функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников.

**Главная заземляющая шина** - шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов.

**Защитное автоматическое отключение питания** – автоматическое размыкание цепи одного или нескольких фазных проводников (и, если требуется, нулевого рабочего проводника), выполняемое в целях электробезопасности.

Термин автоматическое отключение питания, следует понимать как защитное автоматическое отключение питания.

**Основная изоляция** - изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

**Дополнительная изоляция** - независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

**Двойная изоляция** - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляций.

**Усиленная изоляция** - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

**Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН)** - напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

**Разделительный трансформатор** - трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей.

**Безопасный разделительный трансформатор** - разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизким напряжением.

**Защитный экран** - проводящий экран, предназначенный для отделения электрической цепи и/или проводников от токоведущих частей других цепей.

**Защитное электрическое разделение цепей** - отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ с помощью: двойной изоляции; основной изоляции и защитного экрана; усиленной изоляции.

**Непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки** - помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части.

#### **4.3. Общие требования, предъявляемые к системам заземления**

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током, как в



нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований других глав ПУЭ, следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока - во всех случаях.

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно.

Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сближенных, следует, как правило, применять одно общее заземляющее устройство.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д. в течение всего периода эксплуатации.

В первую очередь должны быть соблюдены требования, предъявляемые к защитному заземлению.

Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок зданий и сооружений и молниезащиты 2-й и 3-й категорий этих зданий и сооружений, как правило, должны быть общими.

При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Для объединения заземляющих устройств разных электроустановок в одно общее заземляющее устройство могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники. Их число должно быть не менее двух.

Требуемые значения напряжений прикосновения и сопротивления заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года.

При определении сопротивления заземляющих устройств должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

Электроустановки напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок должны, как правило, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью с применением системы TN.

Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ от источника с глухозаземленной нейтралью и с заземлением открытых проводящих частей при помощи заземлителя, не присоединенного к нейтрали (система 77),

допускается только в тех случаях, когда условия электробезопасности в системе TN не могут быть обеспечены.

Для защиты при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания с обязательным применением УЗО.

При этом должно быть соблюдено условие:

$$R_a I_a < 50 \text{ В},$$

где  $I_a$  - ток срабатывания защитного устройства;

$R_a$  - суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника, при применении УЗО для защиты нескольких электроприемников - заземляющего проводника наиболее удаленного электроприемника.

При применении защитного автоматического отключения питания должна быть выполнена основная система уравнивания потенциалов, а при необходимости также дополнительная система уравнивания потенциалов в соответствии.

При применении системы TN рекомендуется выполнять повторное заземление РЕ- и PEN-проводников на вводе в электроустановки зданий, а также в других доступных местах.

Для повторного заземления, в первую очередь, следует использовать естественные заземлители. Сопротивление заземлителя повторного заземления не нормируется.

Внутри больших и многоэтажных зданий аналогичную функцию выполняет уравнивание потенциалов посредством присоединения нулевого защитного проводника к главной заземляющей шине.

Если время автоматического отключения питания не удовлетворяет условиям для системы TN и для системы IT, то защита при косвенном прикосновении для отдельных частей электроустановки или отдельных электроприемников может быть выполнена применением двойной или усиленной изоляции (электрооборудование класса II), сверхнизкого напряжения (электрооборудование класса III), электрического разделения цепей изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей.

В таких электроустановках должна быть предусмотрена возможность быстрого обнаружения замыканий на землю. Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение по всей электрически связанной сети в тех случаях, в которых это необходимо по условиям безопасности (для линий, питающих передвижные подстанции и механизмы, торфяные разработки и т.п.). Электрооборудование, должно соответствовать требованиям гл. 2.4 и 2.5. ПТБ.

#### **4.4. Меры защиты от прямого прикосновения**

Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе ее эксплуатации. Удаление изоляции должно быть возможно только путем ее разрушения. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током, за исключением случаев, специально оговоренных техническими условиями на конкретные изделия.

В случаях, когда основная изоляция обеспечивается воздушным промежутком, защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние, в том числе в электроустановках напряжением выше 1 кВ, должна быть выполнена посредством оболочек, ограждений, барьеров или размещением вне зоны досягаемости.

#### **4.5. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений**

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) в электроустановках напряжением до 1 кВ может быть применено для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновениях в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания.

В качестве источника питания цепей СНН в обоих случаях следует применять безопасный разделительный трансформатор в соответствии с ГОСТ 30030 «Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы» или другой источник СНН, обеспечивающий равноценную степень безопасности.

Токоведущие части цепей СНН должны быть электрически отделены от других цепей так, чтобы обеспечивалось электрическое разделение,

равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора.

Проводники цепей СНН, как правило, должны быть проложены отдельно от проводников более высоких напряжений и защитных проводников, либо отделены от них заземленным металлическим экраном (оболочкой), либо заключены в неметаллическую оболочку дополнительно к основной изоляции.

Вилки и розетки штепсельных соединителей в цепях СНН не должны допускать подключение к розеткам и вилкам других напряжений.

Штепсельные розетки должны быть без защитного контакта.

При значениях СНН выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока должна быть также выполнена защита от прямого прикосновения при помощи ограждений или оболочек или изоляции, соответствующей испытательному напряжению 500 В переменного тока в течение 1 мин.

При применении СНН в сочетании с электрическим разделением цепей открытые проводящие части не должны быть преднамеренно присоединены к заземлителю, защитным проводникам или открытым проводящим частям других цепей и к сторонним проводящим частям, кроме случая, когда соединение сторонних проводящих частей с электрооборудованием необходимо, а напряжение на этих частях не может превысить значение СНН.

СНН в сочетании с электрическим разделением цепей следует применять, когда при помощи СНН необходимо обеспечить защиту от поражения электрическим током при повреждении изоляции не только в цепи СНН, но и при повреждении изоляции в других цепях, например, в цепи, питающей источник.

При применении СНН в сочетании с автоматическим отключением питания один из выводов источника СНН и его корпус должны быть присоединены к защитному проводнику цепи, питающей источник.

В случаях, когда в электроустановке применено электрооборудование с наибольшим рабочим (функциональным) напряжением, не превышающим 50 В переменного или 120 В постоянного тока, такое напряжение может быть использовано в качестве меры защиты от прямого и косвенного прикосновения.

#### 4.6. Меры защиты при косвенном прикосновении

Требования защиты при косвенном прикосновении распространяются на:

- 1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- 2) приводы электрических аппаратов;
- 3) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открывающихся частей, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 50 В переменного или 120 В постоянного тока (в случаях, предусмотренных соответствующими главами ПУЭ - выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока);
- 4) металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные муфты, оболочки и броню контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, оболочки и опорные конструкции шинопроводов (токопроводов), лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с зануленной или заземленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- 5) металлические оболочки и броню контрольных и силовых кабелей и проводов
- 6) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- 7) электрооборудование, установленное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

При применении в качестве защитной меры автоматического отключения питания указанные открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания в системе TN и заземлены в системах IT и TT.

Не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали источника в системе TN и заземлять в системах IT и TT:

- 1) корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на металлических основаниях: конструкциях, распределительных устройствах, щитах, шкафах, станинах станков, машин и механизмов, присоединенных к

нейтрали источника питания или заземленных, при обеспечении надежного электрического контакта этих корпусов с основаниями;

2) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т.п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование;

3) арматуру изоляторов воздушных линий электропередачи и присоединяемые к ней крепежные детали;

4) открытые проводящие части электрооборудования с двойной изоляцией;

5) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах и прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до  $100 \text{ см}^2$ , в том числе протяжные и ответвительные коробки скрытых электропроводок.

При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT. При этом характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения поврежденной цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети.

В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов.

Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

Время срабатывания защиты указано в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Номинальное линейное напряжение $U_0$ , В	Время отключения, с
220	0,8
380	0,4
660	0,2
Более 660	0,1



Не допускается применять УЗО, реагирующие на дифференциальный ток, в четырехпроводных трехфазных цепях (система TN-C). В случае необходимости применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от системы TN-C, защитный РЕ-проводник электроприемника должен быть подключен к PEN-проводнику цепи, питающей электроприемник, до защитно-коммутационного аппарата.

Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

- 1) нулевой защитный РЕ- или PEN-проводник питающей линии в системе TN;
- 2) заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;
- 3) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);
- 4) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.

Если трубопровод газоснабжения имеет изолирующую вставку на вводе в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединяется только та часть трубопровода, которая находится относительно изолирующей вставки со стороны здания;

- 5) металлические части каркаса здания;
- 6) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования.

При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ щитов питания вентиляторов и кондиционеров.

- 7) заземляющее устройство системы молниезащиты 2-й и 3-й категорий;
- 8) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если такое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;
- 9) металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части.

Защита при помощи двойной или усиленной изоляции может быть обеспечена применением электрооборудования класса II или заключением электрооборудования, имеющего только основную изоляцию токоведущих частей, в изолирующую оболочку.

Проводящие части оборудования с двойной изоляцией не должны быть присоединены к защитному проводнику и к системе уравнивания потенциалов.

Защитное электрическое разделение цепей следует применять, как правило, для одной цепи.

Наибольшее рабочее напряжение отделяемой цепи не должно превышать 500 В.

Питание отделяемой цепи должно быть выполнено от разделительного трансформатора.

Токоведущие части цепи, питающейся от разделительного трансформатора, не должны иметь соединений с заземленными частями и защитными проводниками других цепей.

Проводники цепей, питающихся от разделительного трансформатора, рекомендуется прокладывать отдельно от других цепей. Если это невозможно, то для таких цепей необходимо использовать кабели без металлической оболочки, брони, экрана или изолированные провода, проложенные в изоляционных трубах, коробах и каналах при условии, что номинальное напряжение этих кабелей и проводов соответствует

наибольшему напряжению совместно проложенных цепей, а каждая цепь защищена от сверхтоков.

Если от разделительного трансформатора питается только один электроприемник, то его открытые проводящие части не должны быть присоединены ни к защитному проводнику, ни к открытым проводящим частям других цепей.

#### **4.7. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1кВ в сетях с изолированной нейтралью**

В электроустановках напряжением выше 1 кВ сети с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства при прохождении расчетного тока замыкания на землю в любое время года с учетом сопротивления естественных заземлителей должно быть  $R \leq 250/I$ , но не более 10 Ом, где  $I$  - расчетный ток замыкания на землю, А.

В качестве расчетного тока принимается:

- 1) в сетях без компенсации емкостных токов - ток замыкания на землю;
- 2) в сетях с компенсацией емкостных токов:
  - для заземляющих устройств, к которым присоединены компенсирующие аппараты, - ток, равный 125 % номинального тока наиболее мощного из этих аппаратов;
  - для заземляющих устройств, к которым не присоединены компенсирующие аппараты, - ток замыкания на землю, проходящий в данной сети при отключении наиболее мощного из компенсирующих аппаратов.

Расчетный ток замыкания на землю должен быть определен для той из возможных в эксплуатации схем сети, при которой этот ток имеет наибольшее значение.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью должны быть выполнены условия: не требуется принимать значение сопротивления заземляющего устройства менее 4 Ом.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 2,4 или 8

Для подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ должно быть выполнено одно общее заземляющее устройство, к которому должны быть присоединены:

- 1) нейтраль трансформатора на стороне напряжением до 1 кВ;
- 2) корпус трансформатора;
- 3) металлические оболочки и броня кабелей напряжением до 1 кВ и выше;
- 4) открытые проводящие части электроустановок напряжением до 1 кВ и выше;
- 5) сторонние проводящие части.

Вокруг площади, занимаемой подстанцией, на глубине не менее 0,5 м и на расстоянии не более 1 м от края фундамента здания подстанции или от края фундаментов открыто установленного оборудования должен быть проложен замкнутый горизонтальный заземлитель (контур), присоединенный к заземляющему устройству.

#### **4.8. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью**

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью нейтраль генератора или трансформатора трехфазного переменного тока, средняя точка источника постоянного тока, один из выводов источника однофазного тока должны быть присоединены к заземлителю при помощи заземляющего проводника.

Искусственный заземлитель, предназначенный для заземления нейтрали, как правило, должен быть расположен вблизи генератора или трансформатора.

Для внутрицеховых подстанций допускается располагать заземлитель около стены здания.

Если фундамент здания, в котором размещается подстанция, используется в качестве естественных заземлителей, нейтраль трансформатора следует заземлять путем присоединения не менее чем к двум металлическим колоннам или к закладным деталям, приваренным к арматуре не менее двух железобетонных фундаментов.

При расположении встроенных подстанций на разных этажах многоэтажного здания заземление нейтрали трансформаторов таких подстанций должно быть выполнено при помощи специально проложенного

заземляющего проводника. В этом случае заземляющий проводник должен быть дополнительно присоединен к колонне здания, ближайшей к трансформатору, а его сопротивление учтено при определении сопротивления растеканию заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль трансформатора.

Во всех случаях должны быть приняты меры по обеспечению непрерывности цепи заземления и защите заземляющего проводника от механических повреждений.

Если в PEN-проводнике, соединяющем нейтраль трансформатора или генератора с шиной PEN распределительного устройства напряжением до 1 кВ, установлен трансформатор тока, то заземляющий проводник должен быть присоединен не к нейтрали трансформатора или генератора непосредственно, а к PEN-проводнику, по возможности сразу за трансформатором тока. В таком случае разделение PEN-проводника на PE- и N-проводники в системе TN-S должно быть выполнено также за трансформатором тока. Трансформатор тока следует размещать как можно ближе к выводу нейтрали генератора или трансформатора.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений PEN- или PE-проводника ВЛ напряжением до 1 кВ при количестве отходящих линий не менее двух. Сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали генератора или трансформатора или вывода источника однофазного тока, должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

При удельном сопротивлении земли  $\rho > 100$  Ом допускается увеличивать указанные нормы в  $0,01 \rho$  раз, но не более десятикратного.

На концах ВЛ или ответвлений от них длиной более 200 м, а также на вводах ВЛ к электроустановкам, в которых в качестве защитной меры при косвенном прикосновении применено автоматическое отключение питания,

должны быть выполнены повторные заземления PEN-проводника. При этом в первую очередь следует использовать естественные заземлители, например, подземные части опор, а также заземляющие устройства, предназначенные для грозовых перенапряжений.

#### **4.9. Заземлители**

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

- 1) металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе железобетонные фундаменты зданий и сооружений, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;
- 2) металлические трубы водопровода, проложенные в земле;
- 3) обсадные трубы буровых скважин;
- 4) металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы, закладные части затворов и т.п.;
- 5) рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами;
- 6) другие находящиеся в земле металлические конструкции и сооружения;
- 7) металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле.

Оболочки кабелей могут служить единственными заземлителями при количестве кабелей не менее двух. Алюминиевые оболочки кабелей использовать в качестве заземлителей не допускается.

Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей и трубопроводов канализации и центрального отопления.

Не следует использовать в качестве заземлителей железобетонные конструкции зданий и сооружений с предварительно напряженной арматурой, однако это ограничение не распространяется на опоры ВЛ и опорные конструкции ОРУ.

Возможность использования естественных заземлителей по условию плотности протекающих по ним токов, необходимость сварки арматурных стержней железобетонных фундаментов и конструкций, приварки анкерных болтов стальных колонн к арматурным стержням железобетонных

фундаментов, а также возможность использования фундаментов в сильноагрессивных средах должны быть определены расчетом.

Искусственные заземлители могут быть из черной или оцинкованной стали или медными.

Сечение горизонтальных заземлителей для электроустановок напряжением выше 1 кВ следует выбирать по условию термической стойкости при допустимой температуре нагрева  $400^{\circ}\text{C}$  (кратковременный нагрев, соответствующий времени действия защиты и отключения).

В случае опасности коррозии заземляющих устройств следует выполнить одно из следующих мероприятий:

- увеличить сечения заземлителей и заземляющих проводников с учетом расчетного срока их службы;
- применить заземлители и заземляющие проводники с гальваническим покрытием или медные.

При этом следует учитывать возможное увеличение сопротивления заземляющих устройств, обусловленное коррозией.

Траншеи для горизонтальных заземлителей должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора.

Не следует располагать (использовать) заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т.п.

#### **4.10. Заземляющие проводники**

Сечения заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ должны соответствовать требованиям ПУЭ, к защитным проводникам.

Прокладка в земле алюминиевых неизолированных проводников не допускается.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ сечения заземляющих проводников должны быть выбраны такими, чтобы при протекании по ним наибольшего тока однофазного КЗ в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью или тока двухфазного КЗ в электроустановках с изолированной нейтралью температура заземляющих проводников не превысила  $400^{\circ}\text{C}$  (кратковременный нагрев, соответствующий полному времени действия защиты и отключения выключателя).

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников сечением до 25 мм<sup>2</sup> по меди или равноценное ему из других материалов должна составлять не менее 1/3 проводимости фазных проводников.

Как правило, не требуется применение медных проводников сечением более 25 мм<sup>2</sup>, алюминиевых - 35 мм<sup>2</sup>, стальных - 120 мм<sup>2</sup> при помощи инструмента.

Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего (функционального) заземления к главной заземляющей шине в электроустановках напряжением до 1 кВ, должен иметь сечение не менее: медный - 10 мм<sup>2</sup>, алюминиевый – 16 мм<sup>2</sup>, стальной - 75 мм<sup>2</sup>.

У мест ввода заземляющих проводников в здания должен быть предусмотрен опознавательный знак

#### **4.11. Главная заземляющая шина**

Главная заземляющая шина может быть выполнена внутри вводного устройства электроустановки напряжением до 1 кВ или отдельно от него.

Внутри вводного устройства в качестве главной заземляющей шины следует использовать шину РЕ.

При отдельной установке главная заземляющая шина должна быть расположена в доступном, удобном для обслуживания месте вблизи вводного устройства.

Сечение отдельно установленной главной заземляющей шины должно быть не менее сечения РЕ (PEN)-проводника питающей линии.

Главная заземляющая шина должна быть, как правило, медной. Допускается применение главной заземляющей шины из стали. Применение алюминиевых шин не допускается.

В конструкции шины должна быть предусмотрена возможность индивидуального отсоединения присоединенных к ней проводников. Отсоединение должно быть возможно только с использованием инструмента.

В местах, доступных только квалифицированному персоналу (например, щитовых помещениях жилых домов), главную заземляющую шину следует устанавливать открыто. В местах, доступных посторонним лицам (например, подъездах или подвалах домов), она должна иметь



защитную оболочку - шкаф или ящик с запирающейся на ключ дверцей. На дверце или на стене над шиной должен быть нанесен знак.

Если здание имеет несколько обособленных вводов, главная заземляющая шина должна быть выполнена для каждого вводного устройства. При наличии встроенных трансформаторных подстанций главная заземляющая шина должна устанавливаться возле каждой из них. Эти шины должны соединяться проводником уравнивания потенциалов, сечение которого должно быть не менее половины сечения РЕ (PEN)-проводника той линии среди отходящих от щитов низкого напряжения подстанций, которая имеет наибольшее сечение.

#### **4.12. Защитные проводники (РЕ-проводники)**

В качестве РЕ-проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ могут использоваться:

1) Специально предусмотренные проводники:

- жилы многожильных кабелей;
- изолированные или неизолированные провода в общей оболочке с фазными проводами;
- стационарно проложенные изолированные или неизолированные проводники.

2) Открытые проводящие части электроустановок:

- алюминиевые оболочки кабелей;
- стальные трубы электропроводок;
- металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления.

Металлические короба и лотки электропроводок можно использовать в качестве защитных проводников при условии, что конструкцией коробов и лотков предусмотрено такое использование, о чем имеется указание в документации изготовителя, а их расположение исключает возможность механического повреждения.

3) Некоторые сторонние проводящие части:

- металлические строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т.п.);
- арматура железобетонных строительных конструкций зданий при условии выполнения;

- металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамления каналов и т.п.).

Не допускается использовать в качестве РЕ-проводников: металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, несущие тросы при тросовой электропроводке, металлорукава, а также свинцовые оболочки проводов и кабелей; трубопроводы газоснабжения и другие трубопроводы горючих и взрывоопасных веществ и смесей, трубы канализации и центрального отопления; водопроводные трубы при наличии в них изолирующих вставок.

Нулевые защитные проводники цепей не допускается использовать в качестве нулевых защитных проводников электрооборудования, питающегося по другим цепям, а также использовать открытые проводящие части электрооборудования в качестве нулевых защитных проводников для другого электрооборудования, за исключением оболочек и опорных конструкций шинпроводов и комплектных устройств заводского изготовления, обеспечивающих возможность подключения к ним защитных проводников в нужном месте.

Использование специально предусмотренных защитных проводников для иных целей не допускается.

#### **4.13. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники)**

В многофазных цепях в системе TN для стационарно проложенных кабелей, жилы которых имеют площадь поперечного сечения не менее  $10\text{мм}^2$  по меди или  $16\text{мм}^2$  по алюминию, функции нулевого защитного (РЕ) и нулевого рабочего (N) проводников могут быть совмещены в одном проводнике (PEN-проводник).

Не допускается совмещение функций нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в цепях однофазного и постоянного тока. В качестве нулевого защитного проводника в таких цепях должен быть предусмотрен отдельный третий проводник. Это требование не распространяется на ответвления от ВЛ напряжением до 1 кВ к однофазным потребителям электроэнергии.

Не допускается использование сторонних проводящих частей в качестве единственного PEN-проводника.

Это требование не исключает использования открытых и сторонних проводящих частей в качестве дополнительного PEN-проводника при присоединении их к системе уравнивания потенциалов.

Изоляция PEN-проводников должна быть равноценна изоляции фазных проводников. Не требуется изолировать шину PEN сборных шин низковольтных комплектных устройств.

Когда нулевой рабочий и нулевой защитный проводники разделены начиная с какой-либо точки электроустановки, не допускается объединять их за этой точкой по ходу распределения энергии.

В месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники необходимо предусмотреть отдельные зажимы или шины для проводников, соединенные между собой. PEN-проводник питающей линии должен быть подключен к зажиму или шине нулевого защитного РЕ-проводника.

#### **4.14. Проводники системы уравнивания потенциалов**

В качестве проводников системы уравнивания потенциалов могут быть использованы открытые и сторонние проводящие части, или специально проложенные проводники, или их сочетание.

Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника электроустановки, если сечение проводника уравнивания потенциалов при этом не превышает  $25\text{мм}^2$  по меди или равноценное ему из других материалов. Применение проводников большего сечения, как правило, не требуется. Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов в любом случае должно быть не менее: медных -  $6\text{мм}^2$ , алюминиевых -  $16\text{мм}^2$ , стальных -  $50\text{мм}^2$ .

Сечение проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее:

- при соединении двух открытых проводящих частей - сечения меньшего из защитных проводников, подключенных к этим частям;

- при соединении открытой проводящей части и сторонней проводящей части – половины сечения защитного проводника, подключенного к открытой проводящей части.

#### **4.15. Проверка заземления и зануления**

Проверку защитного заземления начинают с ознакомления с проектом и актом на скрытые работы, выполненные электромонтажной организацией. Затем приступают к осмотру открытых частей заземляющего устройства. Площадь сечения заземляющих проводников и заземлителей должна удовлетворять требованиям проекта и действующих правил. Сварка проводников должна быть выполнена внахлестку; надежность соединений проверяют простукиванием. Осматривают также места подключения естественных заземлителей.

Сопротивление заземляющих устройств рекомендуется измерять в период наименьшей проводимости грунта, когда он промерзает зимой или просыхает летом. При разветвленной заземляющей сети отдельно измеряют сопротивление заземлителей и заземляющих проводников, т.е. металлической связи корпусов электрооборудования с контуром заземления.

Сопротивление заземлителя определяется как отношение напряжения на заземлителе к току, проходящему через него в землю. Для создания цепи испытательного тока сооружается вспомогательный заземлитель.

В зоне нулевого потенциала (зоной нулевого потенциала называется зона земли за пределами той области, где ток растекания создает заметную разность потенциалов) забивается потенциальный электрод - зонд, относительно которого и измеряется падение напряжения на заземлителе. Электроды следует забивать в землю прямыми ударами на глубину не менее 0,5 м, не раскачивая их, во избежание увеличения переходного сопротивления. В качестве вспомогательного заземлителя и зонда применяются стальные неокрашенные стержни диаметром 10-20 мм, длиной 0,8-1 м. Один конец стержня должен быть заострен, а другой снабжен барашком для присоединения провода.

Если вблизи проходят металлические трубопроводы или кабели, имеющие связь с испытуемым заземлителем, вспомогательный заземлитель следует относить от них на расстояние не менее 100 м, а зонд - 50 м.

Чтобы исключить влияние ЭДС поляризации, измерения производят на переменном токе. Соединение выполняют изолированными проводами сечением от 2,5 до 10 мм<sup>2</sup> со струбцинами для подключения к испытуемому заземлителю.

Измерение сопротивления заземления  $R_z$  производится приборами, серийно выпускаемыми промышленностью. В приборе МС-08 использован метод амперметра-вольтметра. Измерительная часть его выполнена в виде логометра постоянного тока с токовой и потенциальной рамками. Источником питания служит электромашинный генератор, приводимый во вращение рукояткой.

Для компенсации сопротивления зонда и соединительных проводов служит подстроечный резистор, с помощью которого стрелку прибора устанавливают на красную черту шкалы. Если сделать это не удастся, необходимо уменьшить сопротивление зонда. Колебание стрелки свидетельствует о наличии в земле блуждающих переменных токов. Если при измерениях стрелка прибора устанавливается вяло и неуверенно, следует уменьшить сопротивление вспомогательного заземлителя.

Вместо МС-08 выпускается прибор типа М-416, более портативный и чувствительный. Действие прибора основано на компенсационном принципе: падение напряжения на измеряемом сопротивлении уравнивается падением напряжением на калибровочном резисторе. Последний имеет цифровую шкалу, по которой и учитывается значение измеряемого сопротивления. В качестве источника питания используются сухие элементы. Переменный ток вырабатывается с помощью транзисторного преобразователя и усилителя.

Однако в ряде случаев прибор М-416 дает большую погрешность. С 2004 г. Выпускается новый, более совершенный измеритель заземления типа Ф4103. Он обладает повышенной разрешающей способностью (нижний предел измерения 0,03 Ом), высоким входным сопротивлением (в 2 тыс. раз больше, чем у М-416), защищен от помех; средняя погрешность в 7, раз ниже, чем у М-416, и в 3,5 - по сравнению с лучшим зарубежным измерителем фирмы NORMA (Австрия). Эти преимущества имеют важное значение в условиях современных распределительных подстанций, где сопротивление заземляющих устройств составляет 0,1 Ом и менее, а блуждающие токи могут превышать полезный сигнал более, чем в 1000 раз.

Измерения могут производиться при очень высоких сопротивлениях грунта (песок, вечная мерзлота).

Расстояние между токовым и потенциальным проводами должно быть не менее 1 м. Потенциальный зонд П устанавливают поочередно на расстояниях (0,2;0,3;...0,8)- 1 и в каждой точке определяют сопротивление  $R_z$ .

Место установки вспомогательного токового электрода Т считается выбранным правильно, если сопротивление  $R_z$  в точках 0,4-1 и 0,6-1 отличается не более, чем на 10%. Тогда за истинное принимают значение  $R_z$ , измеренное в точке 0,5 1. При разнице более 10% необходимо увеличить расстояние 1 в 1,5-2 раза и повторить измерения. Если в этом случае получаются неприемлемые результаты, следует расположить электрод Т в другом направлении от заземляющего устройства и снова повторить измерения. Прибор питается от сухих батарей; масса его не более 3 кг.

Проверка соединения заземлителей с заземляемыми элементами. Простукиванием и осмотром выявляют видимые дефекты и обрывы. Для окончательного заключения об исправности заземляющих проводников, надежности болтовых и сварочных соединений измеряют сопротивление участков цепи между заземлителем и заземленными элементами.

Сопротивление металlosвязи не нормируется, но практика показывает, что в исправных сетях оно не превышает 0,05-0,10 Ом. Результаты, полученные в период наладки, могут быть использованы как исходные для сравнения при последующих эксплуатационных проверках. В сетях простой конфигурации измеряется непосредственно сопротивление между заземлителем и каждым заземляемым элементом.

В сложных, разветвленных сетях сначала измеряют сопротивление между заземлителем и отдельными участками магистрали заземления (например, внутри цеха), а затем - между этими участками и заземляемыми элементами. Перед измерением необходимо убедиться в отсутствии напряжения на корпусах проверяемого оборудования.

Для присоединения провода к металлическим корпусам удобно пользоваться специальным щупом из трехгранного напильника с изолирующей ручкой и контактным зажимом. В этом случае работу выполняют два человека: один касается щупом корпуса, другой производит измерение прибором, жестко присоединенным к магистральной шине

проводом со струбциной. При большой длине соединительных проводов следует учитывать их сопротивление.

Измерения можно производить омметрами любого типа, а также измерителями заземления типов М-416, Ф4103 и др. Скрытые дефекты проводки могут быть выявлены при измерениях методом амперметра-вольтметра: протекание токов 10-30 А вызывает нагрев или искрение в плохих контактных соединениях, выгорание случайных перемычек. В качестве источника тока может быть применен трансформатор безопасности со вторичным напряжением 12-42 В.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Перечислите существующие системы заземления.
2. Что такое сеть с эффективно заземлённой нейтралью?
3. Что такое глухозаземленная нейтраль?
4. Что такое изолированная нейтраль?
5. Что такое главная заземляющая шина?
6. Из какого материала выполняется главная заземляющая шина?
7. Что может использоваться в качестве естественных заземлителей?
8. Что может использоваться в качестве искусственных заземлителей?
9. Что может использоваться в качестве РЕ - проводников в электроустановках напряжением до 1кВ?
10. В какие цвета окрашиваются РЕ, PEN, N проводники?
11. Какие требования, предъявляются к величине сопротивления заземляющего устройства?

## **ГЛАВА 5. ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО И АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

### **5.1. Статическое электричество и условия его возникновения**

Под статическим электричеством принято понимать электрические заряды, находящиеся в состоянии относительного покоя, распределенные на поверхности или в объеме диэлектрика на поверхности изолированного проводника. Перемещение зарядов статического электричества в пространстве обычно происходит вместе с наэлектризованными телами.

Наиболее ярко способность к электризации проявляется у диэлектрических материалов. Диэлектриками называются такие вещества, в которых не происходит передвижения зарядов под действием электрического поля подобно тому, как это имеет место в проводниках. Эти материалы оказывают большое сопротивление прохождению через них электрического тока.

В процессе производства и эксплуатации изделий из диэлектрических материалов практически всегда возникает статическая электризация. Возникновение зарядов статического электричества происходит при транспортировании, сушке, деформации, дроблении, разбрызгивании веществ, смешении материалов, переработке и эксплуатации, под воздействием шума, вибрации, звуковых и ультразвуковых волн, облучения.

Заряды статического электричества могут возникнуть при соприкосновении или трении твердых материалов, при размельчении или пересыпании однородных и разнородных непроводящих материалов, при разбрызгивании диэлектрических жидкостей, при транспортировке сыпучих веществ и жидкостей по трубопроводам и др.

## **5.2. Опасное действие статического электричества в промышленности**

Опасное действие статического электричества проявляется в возможности пожаров и взрывов от электростатических зарядов. Пожары и взрывы создают непосредственную угрозу жизни человека. Известны случаи пожаров и взрывов, вызванных разрядами статического электричества на танкерах, при пневматической транспортировке сыпучих веществ, загрузке топливозаправщиков и т.п., связанные с человеческими жертвами. Особенно опасны разряды статического электричества в помещениях, резервуарах и аппаратах, заполненных горючими паро- и газовоздушными смесями.

Неблагоприятно также воздействие статического электричества на ряд технологических процессов в ряде отраслей промышленности. Технологические помехи нарушают нормальный ход того или иного процесса, приводят к снижению производительности труда и браку продукции.

Физиологическое воздействие статического электричества на организм человека может проявляться в форме малого тока, длительного



протекающего через тело человека; кратковременного электрического разряда, а также электрического поля, действующего на организм человека.

Человек может подвергаться длительному процессу электризации при контактировании с различного рода предметами, выполненными из материалов с высокими диэлектрическими свойствами. К числу подобных источников электризации относятся: полы, ковры, ковровые дорожки из синтетических и других электронепроводящих материалов.

Действие статического электричества на человека смертельной опасности не представляет, поскольку сила тока составляет небольшую величину. Искровой разряд статического электричества человек ощущает как толчок или судорогу. При внезапном уколе может возникнуть испуг, и вследствие рефлекторных движений человек может сделать непроизвольно движения, приводящие к падению с высоты, попаданию в неогражденные части машин и др. Длительное воздействие статического электричества неблагоприятно отражается на состоянии здоровья.

Вызываемые статическим электричеством неприятные ощущения могут явиться этиологическим фактором неврастенического синдрома, головной боли, плохого сна, раздражительности, неприятных ощущений в области сердца и т.д.

### **5.3. Способы защиты от статического электричества**

Для предупреждения возможности возникновения опасных искровых разрядов с поверхности оборудования, а также с тела человека предусматривают следующие меры, обеспечивающие стекание возникающих зарядов статического электричества:

- отвод зарядов, достигаемый заземлением оборудования и коммуникаций, а также обеспечение постоянного электрического контакта тела человека с заземлением;
- отвод зарядов, обеспечиваемый уменьшением удельных объемных и поверхностных электрических сопротивлений. Известны способы увеличения поверхностной и объемной электропроводности для твердых и жидких диэлектриков;
- поддержание влажности воздуха не менее 65-75%, если это допустимо по условиям технологического процесса;
- химическая обработка поверхности электропроводными покрытиями;

- нанесение на поверхность антистатических веществ, добавление антистатических присадок в горючие диэлектрические жидкости;
- нейтрализация зарядов, достигаемая применением различных типов нейтрализаторов (индукционных, высоковольтных, высокочастотных, радиоактивных и др.).

#### **5.4. Методы борьбы со статическим электричеством при обслуживании средств автоматики и связи, вычислительных машин и пультов управления**

Электронные полупроводниковые приборы весьма чувствительны к электростатическим разрядам: для полевых транзисторов с изолированным затвором и ИМС опасное напряжение составляет 30 В, для маломощных высокочастотных транзисторов – 200 В. Полупроводниковые приборы могут повреждаться не только избыточным напряжением, но и избыточным током, причем персонал может вызывать оба вида повреждений: как полем статически заряженного человека, так и переходными токами, протекающими при его прикосновении.

При отсутствии специальной защиты и наличии пластиковых полов, мебели с покрытием из пластмасс и т.п. на человеке могут генерироваться значительные потенциалы (до 15 кВ), представляющие опасность не только для аппаратуры, но и для персонала.

Эффективным методом борьбы с электризацией является применение проводящих материалов для покрытия полов, рабочих столов, сидений (саженнаполненные или с металлическими нитями пластмассы, резина).

Практически могут быть использованы маты, коврики, чехлы и т.п., соединяемые с землей через сопротивление 1-100 МОм. Персонал должен носить обувь, обеспечивающую контакт с токопроводящим полом, и антистатическую одежду, изготовленную из хлопка, обработанных антистатиком синтетических материалов электропроводных тканей. Длинные волосы должны быть убраны под головной убор, каску. В целях безопасности на случай прикосновения к токоведущим частям необходимо применять браслеты металлические или из токопроводящей ленты, присоединяемые к земле через резистор 1-10 МОм.

Бороться со статическим электричеством можно также нанесением на поверхность антистатиков (поверхностно-активных веществ), а также ионизацией воздуха при коронировании электродов, питаемых от

высоковольтного источника, нейтрализаторами. Для контроля электризации целесообразно использовать измерительные приборы: статические вольтметры, динамические электрометры.

### **5.5. Основные правила эксплуатации устройств защиты от разрядов статического электричества**

Согласно действующим нормативным документам, ответственность за исправность устройств защиты от статического электричества в цехе возлагается на начальника цеха, а по заводу - на главного энергетика. Осмотр и текущий ремонт защитных устройств необходимо производить одновременно с осмотром и текущим ремонтом всего технологического и электротехнического оборудования. Заземляющие устройства при помощи приборов нужно контролировать не реже одного раза в год. Результаты ревизии и ремонтов заносятся в специальный журнал.

Для каждого цеха (с учетом специфических особенностей) в технологические инструкции или инструкции по технике безопасности должны быть включены разделы «Защита от статического электричества» и «Эксплуатация устройств защиты от статического электричества».

Установка и эксплуатация радиоактивных нейтрализаторов должны производиться в соответствии с инструкциями на них. Радиоактивные нейтрализации допускаются к применению при условии соответствия «Санитарным правилам по устройству и эксплуатации радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества с эмалевыми источниками альфа- и бета-излучения И-879-96», «Основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений № ОСП-72» и «Нормам радиационной безопасности НРБ-96».

Профилактические осмотры и ремонты радиоактивных нейтрализаторов целесообразнее выполнять, прибегая к услугам специализированных организаций, например, специализированного управления по монтажу и наладке радиационной техники. При расширении или реконструкции производства следует проверить наличие, достаточность и эффективность действующих устройств защиты от статического электричества и при необходимости внести соответствующие изменения.

## **5.6. Природа возникновения атмосферного электричества**

Процессы разделения и накопления электрических зарядов в облаках связаны с возникновением в них мощных восходящих воздушных потоков, с интенсивной конденсацией водяных паров и разбрызгиванием водяных капель. Образующаяся при разбрызгивании мелкая водяная пыль заряжена отрицательно, а тяжелые капли – положительно. Ветер разносит отрицательно заряженную водяную пыль, которая составляет основной массив грозового облака. Крупные положительно заряженные капли воды выпадают в виде дождя на землю или удерживаются во взвешенном состоянии, образуя в облаке местное скопление положительных зарядов. В большинстве случаев нижняя часть грозовых облаков заряжается отрицательно, а на поверхности земли индуктируются положительные заряды. Так образуется как бы гигантский заряженный конденсатор, одной обкладкой которого служит грозовое облако, а второй – земля. По мере концентрации зарядов увеличивается напряженность электрического поля этого конденсатора и, когда она достигает критической величины (около 300 В/м), создаются условия для развития молнии.

Воздействия разрядов молнии могут быть двух видов: во-первых, молния может поражать здания и установки непосредственно; такое поражение называется прямым ударом молнии (первичным воздействием); во-вторых, молния может оказывать вторичные воздействия, объясняемые электростатической и электромагнитной индукцией, а также заносом высоких потенциалов через надземные и подземные металлические коммуникации.

## **5.7. Классификация зданий и сооружений по степени опасности их поражения молнией**

Классификация зданий и сооружений по степени опасности их поражения молнией и выбору необходимых мер молниезащиты учитывает вероятность возникновения взрыва или пожара, а также масштабы возможных разрушений. На основании «Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений» (РД 34.21.122-87) все здания и сооружения подразделяются на три категории:

*I категория* - здания и сооружения с взрывоопасными зонами, относимыми по ПУЭ к классам В-I и В-II;

*II категория* - здания и сооружения с взрывоопасными зонами, относимыми по ПУЭ к классам В-Iа, В-Iб и В-IIа. Ко II категории относятся также наружные установки, содержащие взрывоопасные газы и пары, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости (например, газгольдеры, емкости, сливо-наливные эстакады, реакторы, абсорберы, ректификационные колонны), относимые по ПУЭ к классу В-Iг.

*III категория* - здания и сооружения с производствами, помещения которых по ПУЭ относятся к классам II-I, II-II, и II-IIа. К III категории относятся также наружные установки, относимые по ПУЭ к II-III классам; здания и сооружения III, IV и V степени огнестойкости, в которых отсутствуют производства с помещениями, относимыми по ПУЭ к взрыво- и пожароопасным; производственные здания и сооружения сельскохозяйственных предприятий; жилые и общественные здания, здания детских лагерей, санаториев, больниц, клубов, театров, дымовые трубы, водонапорные башни и др.

Здания и сооружения I категории защищают отдельно стоящими или изолированными стержневыми и тросовыми молниеотводами.

Защита зданий и сооружений II категории от прямых ударов молнии осуществляется, как правило, молниеотводами, установленными на самом защищаемом объекте. Если защищаемое здание имеет металлическую кровлю, то последнюю можно использовать в качестве молниеприемника при условии прокладки специальных токоотводов, соединяющих кровлю с заземлителем. Защита зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей может быть осуществлена также наложением на нее молниеприемной сетки, выполненной из стальной проволоки диаметром 6-8 мм.

Защита зданий и сооружений III категории может быть выполнена молниеотводами любых систем. Для зданий с металлической кровлей последнюю можно использовать в качестве молниеприемника.

Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом металлическое устройство, воспринимающее прямой удар молнии и отводящее токи молнии в землю. Каждый молниеотвод, независимо от типа, состоит из следующих основных элементов: молниеприемника, воспринимающего прямой удар молнии, несущей конструкции, предназначенной для установки молниеприемника, токоотвода,

обеспечивающего отвод тока к заземлителю, и заземлителя, отводящего ток молнии в землю.

На металлических или железобетонных молниеотводах в качестве токоотводов могут служить металлическая ферма или стальная арматура несущей конструкции.

Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения.

Молниезащита деревянных домов осуществляется так же, как и домов сельского типа, т.е. молниезащита дома с железной крышей, к которому подходят провода воздушной электросети, выполняется заземлением крыши в двух противоположных углах дома. Для защиты кирпичной дымовой трубы по периметру верхней ее грани прокладывается стальная проволока диаметром 8 – 10 мм, присоединяемая к крыше. Импульсное сопротивление каждого заземлителя должно быть не более 20 Ом.

Крюки изоляторов электропроводки на доме должны быть отсоединены металлической проволокой с токоотводом, идущим от крыши к заземлителю. Крюки также должны быть заземлены на ближайшей к дому деревянной опоре линии. Сопротивление заземления должно быть не более 20 Ом.

Для защиты дома с неметаллической крышей по коньку крыши и пристройки прокладывается молниеприемник – стальная проволока диаметром 8-10 мм к заземлителю. Защита трубы осуществляется так, как было уже сказано.

## **5.8. Линейная молния. Шаровая молния**

**Линейные молнии** представляют собой электрические разряды между облаками или между облаком и землей. Они происходят за десятитысячные доли секунды. Обычно это разветвленные и ярко светящиеся разряды, сопровождающиеся громом и протеканием тока на десятки и сотни километров. Линейная молния наиболее опасна при прямом ударе, который чаще всего происходит в предметы, имеющие большую высоту, чем другие, расположенные поблизости. Однако молния может чаще ударять и в предметы, которые находятся над зонами с хорошей электрической

проводимостью грунта: места выхода ключей, берега рек с близким к поверхности расположением грунтовых вод.

Поэтому человеку, застигнутому грозой на холмистой местности, не следует находиться не только на вершинах холмов, но и в лощинах. Лучше переждать грозу на склоне холма, особенно среди больших камней или у песчаных откосов, там электрическое сопротивление грунта больше и вероятность попадания молнии меньше. Нельзя укрываться вблизи одиноко стоящих деревьев, кустов, прислоняться к стогам сена, купаться. В лесу для укрытия надо пользоваться более низкими деревьями, не прислоняясь к их стволам. Во время грозы не следует ходить босиком. На открытом месте рекомендуется присесть, накрывшись чем-нибудь, но не бежать.

**Шаровая молния.** Иногда в атмосфере вблизи земли наблюдается светящиеся тела, плавающие в воздухе и известные под названием шаровых молний. Они быстро появляются в конце грозы с шипящим, свистящим или жужжащим звуком. Эти молнии представляют собой шаровидные или грушевидные тела из раскаленных газов диаметром от нескольких миллиметров до 20 см красного или ослепительно белого цвета. Природа шаровой молнии не вполне изучена. Предполагают, что это пламенное образование с температурой 5000 °С. Продолжительность существования шаровой молнии составляет от долей секунды до нескольких минут (среднее время 3-5 с). Скорость движения шаровой молнии около 2 м/с.

Известны единичные случаи, когда шаровая молния проникала в здание через узкую щель, в замочную скважину, по электропроводке или просто образовывались внутри помещения, однако чаще всего шаровые молнии проникают в помещения через открытые окна или двери, щели и дымовые трубы. Покружившись в помещении, шаровая молния обычно покидает его по тому же пути, по которому она проникла в него. Иногда шаровые молнии оседают на хорошо проводящие предметы или катятся по ним.

Шаровая молния может прекратить свое существование постепенно и тихо, но чаще она взрывается без видимой причины или столкнувшись с чем-либо. Передвигаясь по телу человека, иногда под одеждой, шаровая молния вызывает тяжелые ожоги. В ряде случаев шаровая молния вызывала сильные разрушения при соприкосновении с хорошо заземленными предметами.

При взрыве шаровой молнии возникает воспламенение горючих предметов, механические повреждения и иногда гибель людей.

Во время грозы следует закрывать окна, двери, печные трубы. Однако достаточно надежных методов защиты от шаровой молнии пока не предложено.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое статическое электричество и каковы условия его возникновения?
2. В чём заключается опасное действие статического электричества в промышленности?
3. Каковы способы защиты от статического электричества?
4. Каковы методы борьбы со статическим электричеством при обслуживании средств автоматики и связи, вычислительных машин и пультов управления?
5. Каковы основные правила эксплуатации устройств защиты от разрядов статического электричества?
6. Какова природа возникновения атмосферного электричества?
7. Каковы воздействия разрядов молнии?
8. Как классифицируются здания и сооружения по степени опасности поражения молнией?
9. Каковы основные условия защиты зданий и сооружений от прямых ударов молнии?
10. Что из себя представляет молниеотвод?
11. Каким образом осуществляется молниезащита деревянных зданий и сооружений?
12. Что такое линейная молния и как от нее защитится?
13. Что такое линейная молния?
14. Что такое шаровая молния?



## **ГЛАВА 6. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ОПАСНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

### **6.1. Источники электромагнитных излучений, воздействие на человека электромагнитных излучений**

Электромагнитная энергия высоких частот (ВЧ) и ультразвуковых частот (УВЧ) широко применяется в радиосвязи, радиовещании, телевидении, для нагрева металлов и диэлектриков.

Причиной возникновения электромагнитных полей ВЧ и УВЧ в рабочих помещениях является некачественное экранирование высокочастотных элементов в блоках передатчиков, разделительных фильтрах, линиях передач и др.

При нагреве диэлектриков и металлов электромагнитные поля возникают у пластин конденсаторов, индукторов и подводящих к ним энергию фидерных линиях.

Энергия сверхвысоких частот (СВЧ) широко применяется в радиоастрономии, радиоспектроскопии, ядерной физике, радионавигации и особенно в радиолокации.

Источник СВЧ энергии – электровакуумные приборы миллиметрового, сантиметрового и дециметрового диапазонов (магнетроны, клистроны, лампы бегущей волны, лампы обратной волны и др.).

При испытании и эксплуатации генераторов СВЧ энергии источниками излучения являются сам генератор электромагнитных колебаний, излучающие системы – антенна или эквивалент антенны, открытый конец волновода. Кроме того, излучения СВЧ энергии могут проникнуть через неплотности фланцевых соединений СВЧ тракта, волноводно-коаксиальные переходы, места катодных выводов генерируемых приборов, конструктивные отверстия и щели в элементах волноводного тракта, смотровые окна и неплотности дверей установок, где находятся источники СВЧ энергии.

При облучении человека электромагнитными волнами в тканях его организма происходят сложнейшие физико-биологические процессы, которые могут стать причиной нарушения нормального функционирования как отдельных органов, так и организма в целом.

Вследствие чрезмерного электромагнитного облучения люди обычно быстро утомляются, жалуются на головные боли, общую слабость, боли в области сердца. У них увеличивается потливость, повышается

раздражительность, становится тревожным сон. У отдельных лиц при длительном облучении появляются судороги, наблюдается снижение памяти, отмечаются трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей и т.д.). Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменения состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер.

## **6.2. Способы защиты человеческого организма от электромагнитных излучений**

Длительное нахождение людей в зонах с повышенной напряженностью электрического поля приводит к ряду функциональных (проходящих) расстройств организма. Органически необратимых его изменений не наблюдалось.

Действующими правилами предусмотрено ограничение продолжительности пребывания человека в зонах подстанций и вблизи воздушных линий электропередачи (ВЛ) с повышенной напряженностью поля (5 кВ/м и более). При напряженности электрического поля выше 25 кВ/м работы могут производиться только с применением средств защиты.

При работе на ВЛ СВН с непосредственным прикосновением к проводу предполагается обязательное использование высокоэффективных средств защиты от электрического поля.

К таким средствам защиты относится экранирующий комплект, включающий в себя костюм (куртку и брюки), экран для лица, накатник, носки, перчатки, изготавливаемые из тканей с токопроводящими нитями (бикарболон, металлическая мишура, микропровод), обувь из токопроводящей резины. Экранирующий комплект снижает токи смещения, протекающие через человека, не менее в 100 раз, что обеспечивает надежную его защиту.

Для обеспечения безопасных условий труда обслуживающего персонала источников излучения и окружающих лиц установлены нормы допустимого облучения.

Напряженность электромагнитных полей на рабочих местах не должна превышать:

- по электрической составляющей: в диапазоне частот 60 кГц – 3 МГц – 50 В/м; 3-30 МГц – 20 В/м; 30 – 50 МГц – 10 В/м; 50-300 МГц – 5 В/м;

- по магнитной составляющей: в диапазоне частот 60 ГГц - 1,5 МГц - 5 А/м; 30 МГц - 50 МГц - 0,3 А/м.

Предельно допустимая плотность потока энергии электромагнитных полей в диапазоне частот 300 МГц - 330 ГГц и время пребывания на рабочих местах и местах возможного нахождения персонала, связанного профессионально с воздействием полей (кроме случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн), взаимосвязаны следующим образом: пребывание в течение рабочего дня – до 0,1 Вт/м<sup>2</sup>, не более 2 ч – 0,1-1 Вт/м<sup>2</sup>, в остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м<sup>2</sup>; пребывание не более 20 мин – 1-10 Вт/м<sup>2</sup> при условии пользования защитными очками. В остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м<sup>2</sup>.

Напряженность электрического поля промышленной частоты (50 Гц) в электроустановках напряжением 400 кВ и выше для персонала, систематически (в течении каждого рабочего дня) обслуживающего их, не должна превышать при пребывании человека в электрическом поле: без ограничения времени – до 5 кВ/м; не более 180 мин в течении одних суток – 5-10 кВ/м; не более 90 мин в течение одних суток – 10-15 кВ/м; не более 10 мин в течение одних суток – 15-20 кВ/м; не более 5 мин в течение суток – 20-25 кВ/м. Остальное время суток человек обязан находиться в местах, где напряженность электрического поля не превышает 5 кВ/м.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного облучения осуществляется способами, основными из которых являются: уменьшение излучения непосредственно от самого источника, экранирование источника излучения и рабочего места, поглощение электромагнитной энергии, применение индивидуальных средств защиты, организационные меры защиты.

Для реализации этих способов применяются средства защиты: экраны, поглотительные материалы, аттенюаторы, эквивалентные нагрузки и индивидуальные средства.

Экраны предназначены для ослабления электромагнитного поля в направлении распространения волн. Степень ослабления зависит от конструкции экрана и параметров излучения. Существенное влияние на эффективность защиты оказывает также материал, из которого сделан экран. Часто для экранирования применяется металлическая сетка. Экраны из сетки

имеют ряд преимуществ: они просматриваются, пропускают поток воздуха, позволяют достаточно быстро ставить и снимать экранирующие устройства. Конструкция экрана в каждом отдельном случае должна обеспечивать наибольший эффект экранирования.

Экранированию подлежат генераторы, фидерные линии, элементы высоковольтных установок, разъемы рабочих контуров, индукционные катушки, рабочие конденсаторы, смотровые окна и установки в целом.

Поглотительный материал осуществляет защиту путем превращения энергии электромагнитного поля в тепловую. В качестве поглотительного материала применяют каучук, пенополистирол, ферромагнитный порошок со связывающим диэлектриком, волосяные маты, пропитанные графитом, и другие материалы.

Для повышения поглотительной способности материала ему придают форму, обеспечивающую хорошее поглощение при незначительной толщине материала. Кроме того, многократное отражение волн приводит к взаимному их уничтожению. Использование таких материалов особенно эффективно в диапазонах высоких и сверхвысоких частот излучения.

Хорошие результаты дает совместное применение экрана и поглотительного материала. Поглотительный материал наносится на металлический лист, выполняющий роль экрана. Эта конструкция обеспечивает двукратное прохождение электромагнитной волны через поглотительный материал.

Индивидуальные средства предназначены для защиты человека или отдельных его органов при работе в сильных электромагнитных полях. Они применяются в тех случаях, когда другие меры защиты не могут быть использованы или не обеспечивают необходимого ослабления излучения. К индивидуальным средствам относятся защитные халаты, комбинезоны, очки. Они являются своеобразными экранами. Их защитные свойства определяются степенью отражения волн.

Материалом для защитных халатов и комбинезонов служит специальная ткань, в структуре которой тонкие металлические нити скручены с хлопчатобумажными, что придает ткани плотность, эластичность и теплозащитные свойства.

Индивидуальные средства защиты должны применяться в исправном состоянии, а их защитные свойства периодически проверяются.

### **6.3. Организационные меры защиты**

Организационные меры защиты направлены на обеспечение безопасных условий труда при использовании электромагнитной энергии. Они должны учитываться прежде всего при организации производства, рабочего места и режима труда. Наибольшее значение при этом необходимо уделять выбору расстояния от источника излучения до рабочего места и сокращению времени пребывания человека в электромагнитном поле.

Эти меры иногда называются соответственно: «защита расстоянием» и «защита временем».

Что такое ионизирующее излучение и каковы его источники?

Ионизирующим излучением называется любое излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды (образование заряженных атомов или молекул-ионов). Ионизирующими свойствами обладают космические лучи, природными источниками ионизирующих излучений на земле являются естественно распределенные на ней радиоактивные вещества. Искусственными источниками ионизирующих излучений являются ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц, рентгеновские установки, искусственные радиоактивные изотопы.

Источники ионизирующих излучений широко применяются в различных областях хозяйства, например: для дефектоскопии металлов, контроля качества сварных соединений, автоматического контроля технологических операций, определение уровня агрессивных сред в замкнутых объемах, борьбы со статическим электричеством и др. Они используются также в сельском хозяйстве, геологической разведке, медицине, атомной энергетике и т.п.

### **6.4. Ионизирующие излучения, защита от воздействия ионизирующего излучения**

Контакт с ионизирующими излучениями представляет собой серьезную опасность для человека. В результате воздействия ионизирующего излучения на организм человека в тканях могут происходить сложные физические, химические и биохимические процессы, нарушающие обмен веществ в организме. В зависимости от поглощенной дозы излучения и от индивидуальных особенностей организма вызванные изменения могут быть обратимыми и необратимыми. При небольшой дозе поражения ткань

восстанавливает свою функциональную деятельность. Длительное воздействие доз, превышающих предельно допустимую, может вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма и проявиться в хронической форме лучевой болезни. Отдельными последствиями лучевого поражения могут быть лучевые катаракты, злокачественные опухоли и т.п.

Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологическое изменение в организме как при внешнем (источник находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например, через рот или органы дыхания).

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с закрытыми источниками излучения, основные усилия направляются на предупреждение переоблучения персонала путем увеличения расстояния между оператором и источником (защита расстоянием); сокращения продолжительности работы в поле излучения (защита временем); экранирования источника излучения (защита экранами).

Закрытыми называются источники ионизирующих излучений, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в окружающую среду. Например, на атомных электростанциях процессы управления работой реактора автоматизированы и осуществляются дистанционно. Активную зону реактора, систему отвода теплоты от реактора, помещения хранения и извлечения отработанных стержней и другие участки ограждают системой защитных оболочек, ослабляющих уровень излучения до безопасного. В лабораторных условиях также широко применяется дистанционное управление работой оборудования, дающее возможность выполнять операции с радиоактивными веществами на расстоянии (копирующие и координатные манипуляторы, смотровые системы) и контроль за технологическим процессом. Чаще всего используются копирующие манипуляторы с комплектом инструментов, необходимых для работы (захваты, зажимы и т.п.). Эти манипуляторы представляют собой механические устройства, имеющие ряд блоков, позволяющих копировать движения рук оператора.

Защита от внутреннего облучения требует исключения непосредственного контакта с радиоактивными веществами в открытом виде и предотвращения попадания их в воздух рабочей зоны.

При работе с радиоактивными веществами большое значение имеют средства индивидуальной защиты (СИЗ), правила личной гигиены и организации дозиметрического контроля. Применяемые средства индивидуальной защиты зависят от вида и класса работ.

Лица, производящие уборку помещений, а также работающие с радиоактивными растворами и порошками, кроме основной спецодежды и спецобуви снабжаются дополнительными СИЗ, а именно: фартуками, нарукавниками или полухалатами из поливинилхлорида или полиэтилена, дополнительной спецобувью (резиновой или пластиковой) или резиновыми сапогами.

Если в воздух возможно поступление радиоактивных аэрозолей, применяются фильтрующие или изолирующие средства защиты органов дыхания.

Дополнительными средствами индивидуальной защиты являются очки, щитки, ручные захваты. При использовании всех этих средств должны выполняться специальные правила их хранения, использования и дезактивации.

### **6.5. Рентгеновское излучение. Мероприятия для защиты от рентгеновского облучения**

Рентгеновские лучи являются высокочастотным электромагнитным колебанием. Они обладают малой ионизирующей способностью, но большой глубиной проникновения. Под влиянием этих лучей в организме человека может происходить торможение функций кроветворных органов, расстройство функций кроветворных органов, расстройство деятельности желудочно-кишечного тракта и истощение организма, снижение сопротивляемости организма инфекционными заболеваниями и др. В результате облучения и химических реакций возможно образование вредных для человека веществ – токсинов. Распространение токсических веществ по организму приводит к нарушению обмена веществ.

Степень поражения организма зависит от величины поглощенной дозы, мощности дозы и времени облучения.

Мерой опасности облучения является эквивалентная доза. Ее единица измерения – биологический эквивалент рада (бэр), равный количеству энергии любого вида излучения, поглощенного тканью, биологический

эффект которого эквивалентен воздействию 1 рада рентгеновского излучения.

Нормы радиационной безопасности устанавливают дозовые пределы облучения для трех категорий облучаемых лиц:

- категория А – персонал, т.е. лица, непосредственно работающие с источниками ионизирующих излучений;
- категория Б – ограниченная часть населения, которая по условиям проживания или работы может подвергаться облучению;
- категория В – население области, края, республики, страны.

Годовая доза облучения персонала допускается в пределах 5 бэр. Во всех случаях суммарная доза облучения персонала к 30 годам не должна превышать 60 бэр.

При облучении в пределах допустимой дозы у человека не наблюдается заметных изменений.

Соблюдение норм допустимого облучения обеспечивается организационными мероприятиями и защитными средствами.

Санитарными правилами все источники рентгеновского излучения (кроме медицинского назначения) разделяются на две основные группы: I группа – источники используемого рентгеновского излучения; II группа – источники неиспользуемого рентгеновского излучения.

К источникам I группы относятся установки рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализов, рентгеновские установки для химических и биохимических экспериментов, установки для рентгенодефектоскопии сплавов, рентгеновские толщиномеры и уровнемеры.

Во II группу входят высоковольтные электронные лампы, электронные микроскопы, катодные осциллографы, электроручевые установки для плавления, сварки и других видов электронной обработки металлов.

В зависимости от группы источника рентгеновского излучения предъявляются соответствующие требования к конструкции установки и правилам ее эксплуатации. Если конструкция установки не обеспечивает снижения уровня рентгеновского излучения ниже допустимой величины, то необходимо применять защитные средства. Основным защитным средством является экран. Для стационарных экранов (стен, перегородок и т.д.) используются обычные строительные материалы. Нестационарные экраны,



как правило, изготавливаются из свинца (свинцовых листов, просвинцованной резины, свинцового стекла) или железных листов.

Организационные меры для обеспечения безопасности работ с рентгеновскими лучами применяются в том случае, когда экраны не могут обеспечить необходимого ослабления. В этих случаях защиту можно осуществить увеличением расстояния между источниками излучения и рабочим местом или сокращением времени нахождения в зоне облучения.

## **6.6. Лазерное излучение и меры защиты от него**

Источниками лазерного излучения являются оптические квантовые генераторы (лазеры), генерирующие электромагнитную энергию в оптическом (световом) диапазоне.

Лазерное излучение воздействует на весь организм, но наибольшую опасность представляет для глаз.

Поражение при лазерном облучении обычно сходно с тепловым ожогом, в особенности с ожогом токами высокой частоты.

Организация защиты человека от вредного воздействия лазерного излучения представляет собой комплекс задач, включающий органы контроля за уровнем излучения на рабочих местах лиц, обслуживающих различные устройства квантовой электротехники; создание методов измерения интенсивности лазерного излучения, разработка комплекса защитных мероприятий по снижению интенсивности лазерного излучения.

Основными защитными средствами кожи от лазерного излучения являются экранирующие шторы и спецодежда, которые изготавливаются из плотной черной ткани. Для экранирования могут также применяться гетинакс, картон, фанера, пластик. Для защиты глаз от лазерного излучения используются защитные светофильтры (очки).

При разработке организационных защитных мероприятий обращается внимание на необходимость использования блокировок, рациональное размещение оборудования; на необходимость применения предупредительных знаков, сигналов, плакатов, на необходимость использования автоматических мер защиты и дистанционного управления лазером.

## **6.7. Ультрафиолетовое излучение**

Ультрафиолетовым излучением (УФИ) называется электромагнитное излучение в оптической области, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету.

Естественным источником УФИ является солнце.

Искусственными источниками УФИ служат газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры.

Ультрафиолетовое излучение необходимо для нормальной жизнедеятельности человека. При длительном отсутствии УФИ в организме развиваются неблагоприятные явления, получившие название «светового голодания» или «ультрафиолетовой недостаточности». В то же время длительное воздействие больших доз УФИ может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика. Длительное воздействие больших доз УФИ может привести к развитию рака кожи.

Для профилактики неблагоприятных последствий, вызванных дефицитом УФИ, используют как солнечное излучение (устройство соляриев), так и искусственные источники УФИ.

Для защиты от избытка УФИ применяют противосолнечные экраны, которые могут быть химическими (химические вещества и покровные кремы, содержащие ингредиенты, поглощающие УФИ) и физическими (различные преграды, отражающие, поглощающие и рассеивающие лучи). Хорошим средством защиты является специальная одежда, изготовленная из тканей, наименее пропускающих УФИ (например, из поплина). Для защиты глаз в производственных условиях используют очки с защитными стеклами.

При отделке помещений необходимо учитывать, что отражающая способность различных отделочных материалов для УФИ другая, чем для видимого света. Хорошо отражают УФИ полированный алюминий и лиловая побелка, в то время как оксиды цинка и титана, краски на масляной основе – плохо.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Каковы источники электромагнитных излучений?
2. В чем заключается вредное воздействие на человека электромагнитных излучений?

3. Как воздействует электромагнитное поле на человека при работе его в установках сверхвысокого напряжения и каковы способы защиты человеческого организма при этом?
4. Каковы пределы допустимого облучения обслуживающего персонала?
5. Каким образом обеспечивается защита человека от электромагнитного облучения?
6. Для чего предназначены экраны?
7. Каким образом обеспечивается защита от электромагнитного излучения с помощью поглотительного материала?
8. Для чего используются индивидуальные средства защиты?
9. В чём заключаются организационные меры защиты?
10. В чём заключается опасность ионизирующих излучений?
11. Что представляет собой рентгеновское излучение?
12. Что является мерой опасности облучения и каковы предельно допустимые дозы?
13. Какие мероприятия предусматриваются для защиты от рентгеновского облучения?
14. Что такое лазерное излучение и каковы меры защиты от него?
15. Чем характеризуется ультрафиолетовое излучение?

## **ГЛАВА 7. ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА**

### **7.1. Классификация электрозащитных средств**

Под средствами защиты понимаются средства, применение которых предотвращает или уменьшает воздействие на работников опасных и вредных производственных факторов.

Средства защиты должны создавать наиболее благоприятные для организма человека соотношения с окружающей внешней средой и обеспечивать оптимальные условия для трудовой деятельности. По характеру применения они подразделяются на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

Части конструкции электроустановки (постоянные ограждения, стационарные заземляющие ножи и т.п.), выполняющие защитные функции, в понятие средств защиты не входят.

Классификация электрозащитных средств:

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

К электрозащитным средства относятся:

- изолирующие штанги (оперативные, для наложения заземлений, измерительные), изолирующие клещи (для операций с предохранителями) и электроизмерительные указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки т.д.;
- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением выше 1000В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками в ЭУ U до 1000В;
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие накладки и подставки;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;
- оградительные устройства и диэлектрические колпаки.

Кроме перечисленных при необходимости применять средства индивидуальной защиты: очки, каски, противогазы, предохранительные пояса и страховочные канаты.

Средства защиты делятся на основные и дополнительные.

Основным считается защитное средство, которое выдерживает рабочее напряжение электроустановки.

## **7.2. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках напряжением выше 1000 В**

Основные:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и измерительные клещи;
- указатели напряжения;

- указатели напряжения для фазировки;
- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (изолирующие лестницы, площадки, тяги, канаты, корзины телескопических вышек д.р.).

Дополнительные:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

### **7.3. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках напряжением до 1000 В**

Основные:

- диэлектрические перчатки;
- инструмент с изолированными ручками;
- указатели напряжения;
- изолирующие клещи;
- изолирующие штанги

Дополнительные:

- диэлектрические резиновые коврики;
- диэлектрические калоши;
- изолирующие подставки;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

### **7.4. Общие правила пользования защитными средствами**

Пользоваться электрозащитными средствами нужно согласно их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше, на которое они рассчитаны.

Основные электрозащитные средства рассчитаны на применение их в закрытых или открытых распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи только в сухую погоду.

Использование их на открытом воздухе и в сырую погоду (во время дождя, снега, тумана, измороси) запрещается.

В открытых распределительных устройствах в сырую погоду можно применять изолирующие средства специальной конструкции для работы в таких условиях.

Изготовление, испытание и пользование такими защитными средствами должны производиться в соответствии с ГОСТами, техническими условиями и инструкциями.

Перед каждым применением защитного средства персонал обязан:

- проверить исправность и отсутствие внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли; резиновые перчатки проверить на отсутствие проколов;
- проверить по штампу, для какого напряжения допустимо применение данного средства и не истек ли срок периодического его испытания;
- проверить наличие проколов путём скручивания перчаток в сторону пальцев.

Пользоваться защитными средствами, срок испытания которых истек, запрещается, так как они считаются непригодными.

## **7.5. Хранение, контроль за состоянием, учёт защитных средств**

Средства защиты, находящиеся в эксплуатации и в запасе, должны храниться и перевозиться в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к употреблению без предварительного восстановительного ремонта. Поэтому защитные средства должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

Средства защиты нужно хранить в закрытых помещениях.

Находящиеся в эксплуатации средства защиты из резины хранят в специальных шкафах, на стеллажах, в ящиках отдельно от инструмента. Они должны быть защищены от воздействия масел, бензина, веществ, разрушающих резину, а также от солнечных лучей и находиться вдали от нагревательных приборов.

Средства защиты из резины, для запаса, хранятся в отапливаемом темном сухом помещении при температуре 0-25 °С.

Изолирующие штанги и клещи должны храниться в вертикальном положении подвешенными или установленными в стояках, не прикасаясь к стене.

Допускается хранение штанг в горизонтальном положении. При этом исключается возможность их прогиба.

Изолирующие клещи хранят на специальных полках так, чтобы они не касались стен.

Указатели напряжения и электроизмерительные клещи должны находиться в футлярах или чехлах.

Специальные места для развески (при хранении) переносных заземлений снабжаются номерами в соответствии с номерами на переносных заземлениях.

Противогазы хранятся в сухих помещениях в специальных сумках.

Средства защиты, находящиеся в эксплуатации, размещают на специально отведенных местах, как правило, у входа в помещение, а также на щитах управления.

В местах хранения средств защиты необходимо иметь перечни средств защиты, а также крючки или кронштейны для штанг, клещей, переносных заземлений, плакатов и знаков безопасности, шкафчики, стеллажи для перчаток, бот, галош, диэлектрических ковров, колпаков, изолирующих накладок и подставок, рукавиц, предохранительных поясов и канатов, защитных очков, противогазов, указателей напряжения и т.д.

Электрозащитные средства, находящиеся в пользовании оперативно-выездных и ремонтных бригад, лабораторий или в индивидуальном пользовании, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах.

Изолирующие средства и приспособления для работ, выполняемых без снятия напряжения, следует содержать в сухом проветриваемом помещении, при перевозке или временном хранении на открытом воздухе их нужно упаковывать в чехлы. Перед применением изолирующее устройства и приспособления протирают сухой ветошью, во время работы нельзя допускать их увлажнения. Если они отсырели, их прослушивают и подвергают внеочередным электрическим испытаниям.

Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и приспособления (за исключением диэлектрических ковров, подставок, плакатов и знаков безопасности, нумерация которых не обязательна) должны

быть пронумерованы. Нумерация устанавливается на электростанции, электросети, подстанции предприятия отдельно для каждого вида защиты.

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

В цехах электростанции, на подстанции, в лаборатории, на участках строительно-монтажных организаций необходимо вести «Журнал учета и содержания средств защиты», где указывают наименование, инвентарные номера, местонахождение, даты периодических осмотров и испытаний.

Средства защиты, находящиеся в индивидуальном пользовании, также регистрируются в журнале с указанием даты выдачи и подписи лица, получившего их.

## **7.6. Виды испытаний средств защиты**

После изготовления средства защиты подвергают приемо-сдаточным и типовым испытаниям.

Приемо-сдаточные испытания – контрольные испытания продукции, проводимые периодически в объемах, и сроки, которые установлены в соответствующей документации.

При эксплуатации средств защиты следует подвергать приемо-сдаточным, периодическим и тепловым испытаниям.

Внеочередные испытания осуществляют после ремонта, который может отразиться на основных электрических и механических характеристиках средств защиты.

Объем таких испытаний определяется в зависимости от характера неисправности и вида ремонта. Испытания после ремонта ведутся по нормам приемо-сдаточных испытаний.

Результаты электрических и механических испытаний заносятся в журнал лаборатории, производящей испытания.

На защитные средства, прошедшие испытания (кроме инструмента с изолированными рукоятками), ставится штамп специальной формы.

Штамп должен быть хорошо виден. Его либо выбивают, либо наносят прочной несмываемой краской, либо наклеивают на изолирующей части около упорного кольца изолирующих защитных средств (штанг, указателей, клещей, устройств и приспособлений для ремонта под напряжением) или у края резиновых изделий. Если защитное средство состоит из нескольких



частей, штамп ставится только на одной части. На защитных средствах, которые при периодическом испытании или в промежутках между ними признаны непригодными, штамп перечеркивают крест-накрест красной краской.

## **7.7. Плакаты и знаки безопасности**

Плакаты и знаки безопасности необходимо применять для запрещения действия с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работ, для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, для разрешения определенных действий только при выполнении конкретных требований безопасности труда и указания местонахождения различных объектов и устройств и т.п.

Плакаты и знаки делятся на четыре группы:

1. Запрещающие плакаты.
2. Предупреждающие знаки и плакаты.
3. Предписывающие плакаты.
4. Указательные плакаты.

### *1. Плакаты запрещающие:*

***Не включать работают люди***

***Не включать работа на линии***

***Не открывать работают люди***

***Опасное электрическое поле без средств защиты проход запрещен***

***Работа под напряжением повторно не включать***

Запрещающие плакаты предназначены для запрещения действий с коммутационными аппаратами, при ошибочном действии которых может быть подано напряжение на место работы.

### *2. Предупреждающие знаки и плакаты*

Знаки: ***стрела на желтом и белом фоне***

Плакаты:

***Стой! напряжение***

***Испытание опасно для жизни***

***Не влезай убьёт!***

Предупреждающие знаки и плакаты предназначены для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям,

находящимся под напряжением, и передвижения без средств защиты в ОРУ 330 кВ и выше с напряжённостью электрического поля выше допустимой.

### *3. Предписывающие плакаты:*

***Работать здесь***

***Влезать здесь***

Предписывающие плакаты предназначены для разрешения конкретных действий только при выполнении определённых требований безопасности.

### *4. Плакат указывающий:*

***Заземлено***

Плакат указывающий предназначен для указания местонахождения различных объектов и установок.

По характеру применения они бывают **постоянные и переносные**.

Постоянные плакаты изготавливаются из пластических материалов или посредством нанесения красками через трафарет на бетонные или металлические поверхности (двери камер, опоры воздушных линий и т.п.).

Переносные плакаты делают из картона, фанеры, пластмасс и других материалов.

Для ОРУ допускается изготавливать переносные плакаты со специальными приспособлениями (крючок, зажим, шнур и т.п.) для их закрепления на месте установки.

## **7.8. Применение плакатов**

**«Стоять! Напряжение».** Плакат переносной для предупреждения об опасности поражения электрическим током. Применяется в электроустановках напряжением до и выше 1000 В электростанций и подстанций. В ЗРУ вывешивают на временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под напряжением (когда снято ограждение); на временных ограждениях и проходах, куда не следует заходить; на постоянных ограждениях камер, соседних с рабочим местом. В ОРУ вывешивают при работах, выполняемых с земли, на канатах и шнурах, ограждающих рабочее место; на конструкциях вблизи рабочего места на пути к ближайшим токоведущим частям, находящимся под напряжением.

**«Испытание. Опасно для жизни».** Плакат переносной для предупреждения об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний при повышенном напряжении. Вывешивают надписью наружу на

оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытания повышенным напряжением.

**«Не влезай. Убьет».** Плакат переносной для предупреждения об опасности подъема по конструкции, где возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Плакат вывешивают в РУ на конструкциях, соседних с той, которая предназначена для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте.

**«Не включать, работают люди».** Плакат переносной для запрещения подачи напряжения на рабочее место, предназначается для использования в электроустановках до и выше 1000 В. Плакат вывешивают на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000 В (на автоматах, рубильниках, выключателях), при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на рабочее место. На присоединениях до 1000 В, не имеющих в схеме коммутационных аппаратов, плакат вывешивают у снятых предохранителей.

**«Не включать, работа на линии».** Плакат переносной для запрещения подачи напряжения на линию, на которой работают люди. Используется в электроустановках напряжением до и выше 1000 В. Плакат вывешивают на приводах, ключах и кнопках управления тех коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на ВЛ или КЛ, на которой работают люди.

**«Не открывать, работают люди».** Плакат переносной для запрещения подачи сжатого воздуха, газа. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Плакат вывешивают на клапанах и задвижках: воздухопроводов к воздухозаборникам и пневматическим приводам выключателей и разъединителей, при ошибочном открытии которых может быть подан сжатый воздух на работающих людей и приведен в действие выключатель или разъединитель, на котором работают люди; водородных, углекислотных и прочих трубопроводов, при ошибочном открытии которых может возникнуть опасность для работающих людей.

**«Работать здесь».** Плакат переносной для указания рабочего места, применяемый в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешиваются в ЗРУ на месте работ, а в ОРУ (при наличии ограждений рабочего места) – в месте прохода за ограждение.

**«Влезать здесь».** Плакат переносной для указания безопасного пути подъема к рабочему месту, расположенному на высоте. Вывешивается на конструкциях или стационарных лестницах, по которым разрешен подъем к расположенному на высоте рабочему месту.

**«Заземлено».** Плакат переносной для указания о недопустимости подачи напряжения на заземленный участок электроустановки. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивается на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановок, на ключах и кнопках дистанционного управления.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что понимается под средствами защиты?
2. Что относится к основным и дополнительным электрозащитным средствам в ЭУ  $U > 1000$  В?
3. Что относится к основным и дополнительным электрозащитным средствам для работы в ЭУ напряжением до 1000 В?
4. Каковы общие правила пользования защитными средствами?
5. Как правильно следует хранить защитные средства?
6. Как осуществляется контроль за состоянием средств защиты и их учет?
7. Какие существуют виды испытаний средств защиты?
8. В каких случаях применяются плакаты и знаки безопасности?
9. На какие группы подразделяются плакаты?
10. Где применяются предупреждающие плакаты и знаки?
11. Как используются запрещающие плакаты?
12. Где вывешиваются предписывающие плакаты?
13. Где применяются указательные плакаты?

## **ГЛАВА 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА. ГРУППЫ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ. ВИДЫ ИНТРУКТАЖЕЙ**

### **8.1. Классификация персонала**

Эксплуатацию электроустановок осуществляет подготовленный электротехнический персонал.

*Электротехнический персонал* подразделяется на:

- административно-технический;
- оперативный;
- оперативно-ремонтный;
- ремонтный.

**Персонал административно-технический.** Руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в ЭУ.

**Персонал оперативный.** Персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации).

**Персонал оперативно-ремонтный.** Ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного обслуживания в утверждённом объёме закреплённых за ним установок.

**Персонал ремонтный.** Персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования.

**Персонал электротехнологический.** 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 установлено знание настоящих правил (Межотраслевые правила по охране труда (ПБ) при эксплуатации электроустановок), где требуется II или более высокая группа по электробезопасности.

После получения группы по электробезопасности электротехнологический персонал в своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому персоналу.

**Персонал неэлектротехнический.** Производственный персонал, не попадающий под определение «электротехнического», «электротехнологического» персонала.

## 8.2. Подготовка электротехнического персонала

Работники, принимаемые для работ в электроустановки (возраст не менее 18 лет), должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии таковой, работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.д.).

Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний и инструктажи должны проводиться в соответствии с требованиями государственных и отраслевых нормативных и правовых актов по организации ОТ (охране труда) и безопасной работе персонала.

Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок, выдаётся **удостоверение установленной формы** [см. П1].

При исполнении служебных обязанностей удостоверение должно находиться у работника.

Электротехнический персонал перед допуском к самостоятельной работе должен: иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы; пройти медицинское освидетельствование; быть обучен приёмам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказать первую помощь, пройти проверку знаний и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Допуск к самостоятельной работе оперативного и оперативно-ремонтного персонала должен быть оформлен соответствующим распоряжением руководителя организации. Работник может быть допущен к самостоятельной работе после дублирования, что оформляется соответствующим документом руководителя Потребителя.

Продолжительность дублирования – от 2 до 12 рабочих смен. Для конкретного работника она устанавливается решением комиссии по проверке знаний в зависимости от уровня его профессиональной подготовки, стажа и опыта работ.

## 8.3. Группы по электробезопасности

Групп по электробезопасности пять.

**Группа I** по электробезопасности неэлектротехническому персоналу присваивается после ежегодной проверки знаний безопасных методов работы на обслуживаемой установке лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, организации, цеха, участка или по его письменному указанию лицом с группой по электробезопасности не ниже III. Присвоение группы I оформляется в специальном журнале с подписью проверяемого и проверяющего.

Удостоверение о проверке знаний при этом выдавать не требуется.

В процессе работы персонал с группой I помимо ежегодной проверки знаний периодически проходит инструктаж в соответствии с ГОСТ.

Лица с I квалификационной группой, хотя и не имеют специальной электротехнической подготовки, должны иметь элементарное представление об опасности электрического тока, о мерах безопасности при работе на обслуживаемом участке, а также практическое знакомство с правилами оказания первой помощи.

К лицам с I квалификационной группой, правилами отнесен:

- электротехнический персонал;
- вновь принятый на работу и еще не прошедший проверки знаний по правилам и инструкциям;
- специально выделенный только для уборки электропомещений;
- имеющий ранее присвоенную квалификационную группу (II-V) по ТБ, но в данный момент работающий с просроченным удостоверением о проверке знаний;
- неэлектротехнический персонал;
- обслуживающий электротехнические установки (электропечи, электрофильтры, ВЧ-установки, электролизеры для расплава солей, электродоилки и т.п.), если по возложенным функциям ему не требуется присвоение более высокой квалификационной группы;
- обслуживающий передвижные машины и механизмы с электроприводом;
- работающий с электроинструментом;
- водители всех автомашин с постоянно (или временно) установленными на них кранами, механизмами или негабаритными грузами, при перевозке которых может возникнуть опасность прикосновения к проводам воздушных линий электропередачи и связи;

- работающий в помещениях и вне их, где при возникновении неблагоприятных условий и отсутствии необходимых знаний по электробезопасности может появиться опасность поражения электрическим током.

Перечень профессий этого персонала определяется руководством предприятия совместно с инженером по технике безопасности.

**Группа II** может быть присвоена лицам, имеющим минимальный стаж работы на электроустановках:

Электротехнологический персонал – 2 месяца;

Электротехнический персонал, не имеющий среднего образования и не прошедший специального обучения – 2 месяца;

Электротехнический персонал, не имеющий среднего образования, но прошедший специальное обучение, и электротехнический персонал со средним образованием, прошедший специальное обучение – 1 месяц

Стаж работы для практикантов институтов и техникумов не нормируется.

Для лиц с группой II обязательны:

- элементарное техническое знакомство с электроустановками;
- отчётливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям;
- знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках;
- практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.

Ни группа I, ни группа II не дают право самостоятельной работы в электроустановках. Только III и выше группы дают право вести самостоятельно некоторые работы, регламентированные правилами.

**III квалификационная группа** по электробезопасности присваивается лицам, имеющим минимальный стаж работы в электроустановках:

- электротехнический персонал – 10 месяцев в предыдущей группе;
- электротехнический персонал, не имеющий среднего образования и не прошедший специального обучения – 4 месяца в предыдущей группе;
- электротехнический персонал, не имеющий среднего образования, но прошедший специальное обучение – 3 месяца в предыдущей группе;



- электротехнический персонал со средним образованием, прошедший специальное обучение – 2 месяца в предыдущей группе;
- электротехнический персонал со специальным средним и высшим техническим образованием – 1 месяц в предыдущей группе;
- практиканты институтов и техникумов – 3 месяца в предыдущей группе, профтехучилищ – 6 месяцев.

*Квалификационные требования электротехническому персоналу с III группой по электробезопасности (только работникам по достижении 18 лет):*

- элементарные познания в общей электротехнике;
- знание электроустановки и порядка её технического оборудования;
- знание общих правил ТБ, в том числе правил допуска к работе, и специальных требований, касающихся выполняемой работы;
- умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках;
- знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи и умение практически оказать её пострадавшему.

**IV квалификационная группа** по электробезопасности может быть присвоена лицам электротехнического персонала с минимальным стажем работы в электроустановках:

- не имеющим среднего образования и не прошедшим специального обучения – 12 месяцев в предыдущей группе;
- не имеющим среднего образования, но прошедшим специальное обучение – 8 месяцев в предыдущей группе;
- со средним образованием и прошедшим специальное обучение – 3 месяца в предыдущей группе;
- со специальным средним образованием и высшим техническим образованием – 2 месяца в предыдущей группе.

*Квалификационные требования электротехническому персоналу с IV группой по электробезопасности:*

- знание электротехники в объёме специализированного профессионально-технического училища;
- полное представление об опасности при работах в электроустановках;

- знание настоящих правил (МПБЭЭ), ПТЭ ЭО, устройства электроустановок и пожарной безопасности в объёме занимаемой должности;
- знание схем электроустановок и оборудования обслуживающего участка, знание технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ;
- умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ, осуществлять надзор за членами бригады;
- знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи;
- умение обучить персонал правилам ТБ, практическим приёмам оказания первой помощи.

**V квалификационная группа** как высшая группа присваивается лицам, ответственным за электрохозяйство, в котором имеются установки напряжением до 1000 В, ответственным руководителем работ и другому инженерно-техническому персоналу в зависимости от возложенных на него обязанностей.

При этом установлен следующий минимальный стаж работы в электроустановках:

- не имеющим среднего образования и не прошедшим специального образования и не прошедшим специального обучения – 42 месяца в предыдущей группе;
- не имеющим среднего образования, но прошедшим специальное обучение – 24 месяца в предыдущей группе;
- со средним образованием и прошедшим специальное обучение – 12 месяцев в предыдущей группе;
- со специальным средним и высшим техническим образованием – 3 месяца в предыдущей группе.

*Квалификационные требования электротехническому персоналу IV группой по электробезопасности:*

- знание схем ЭУ, компоновки оборудования технологических процессов производства;

- знание настоящих Правил, правил пользования и испытаний средств защиты, чёткое представление о том, чем вызвано то или иное требование;
- знание ПТЭ и пожарной безопасности в объёме занимаемой должности;
- умение организовать безопасное проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в ЭУ любого напряжения;
- умение чётко обозначать и излагать требования о мерах безопасности при проведении инструктажа работников;
- умение обучать персонал правилам ТБ, практическим приёмам оказания первой помощи.

#### **8.4. Периодичность проверки знаний у электротехнического персонала и состав квалификационной комиссии**

Для электротехнического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющих в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров периодичность проверки знаний – 1 раз в год;

Для административно - технического персонала, не относящегося к первой группе, а также для специалистов по ОТ, допущенных к инспектированию ЭУ периодичность проверки знаний – 1 раз в 3 года.

*Состав комиссии:* Комиссия в составе не менее пяти человек. Председатель должен иметь группу V у потребителей с ЭУ до и выше 1000В, и группу IV у потребителей с ЭУ только до 1000В. Председателем комиссии назначается, как правило, ответственный за электрохозяйство Потребителя.

Состав комиссии структурного подразделения: не менее трёх членов комиссии, в том числе обязательно председатель (заместитель председателя) комиссии.

#### **8.5. Виды работ в электроустановках, которые относят к специальным работам**

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

- 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 мегомметром).

Перечень работ может быть дополнен указанием работодателя с учётом местных условий.

**Верхолазными** работами в ЭУ считаются работы, выполняемые на высоте более 5м от поверхности земли, перекрытия или рабочего, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте, при этом основным средством, предохраняющим работающих от падения, является предохранительный пояс.

## 8.7. Виды инструктажей по охране труда и пожарной безопасности

Вновь принятые работники получают право на самостоятельную работу после прохождения необходимых инструктажей по безопасности труда, обучения (стажировок) и проверки знаний, дублирования.

Виды инструктажей по охране труда и пожарной безопасности:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

**Вводный инструктаж** проводит инженер по ОТ или лицо, на которое эти обязанности возложены приказом руководителя со всеми принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

О прохождении делается запись в «Журнале регистрации вводного инструктажа», с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

**Первичный инструктаж** проводит непосредственный руководитель работника на рабочем месте по программам, разработанным и утверждённым руководителем структурного подразделения (организации). Он проводится с

каждым работником индивидуально с практическим показом безопасных приёмов и методов труда.

**Повторный инструктаж.** Не реже одного раза в 6 месяцев все работающие независимо от квалификации, образования, стажа работы, характера выполняемой работы проходят повторный инструктаж. В целях повышения качества инструктажа и более полного усвоения работниками норм и правил безопасности допускается сокращение периодичности повторного инструктажа до 1 месяца.

Повторный инструктаж проводится непосредственным руководителем работника индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

**Внеплановый инструктаж** проводится при введении новых или переработанных норм и правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним; при изменении технологического процесса, замене и модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда; при нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению; при перерывах в работе более 30 дней; по требованию органов государственного контроля. Он **проводится непосредственным руководителем** (старший мастер, мастер, начальник смены и др.) работника индивидуально или с группой работников одной профессии.

Регистрируются первичный инструктаж на рабочем месте, повторный и внеплановый записываются в журнал регистрации инструктажей на рабочем месте с подписью инструктируемого и инструктирующего, хранится 1 год у ответственного за инструктажи, после чего сдаётся в архив, где хранится еще 10 лет.

**Целевой инструктаж** проводится при производстве: разовых работ, несвязанных с выполнением прямых обязанностей по специальности; работ по ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий, катастроф; работ на которые оформляется наряд-допуск. После проведения инструктажа делается запись в наряд-допуске, в оперативном журнале или другой документации, разрешающей производство работ. Форма записи произвольная, но с обязательным указанием должности и фамилии инструктирующего.

Лицо, выдающее задание на производство работ, проводит инструктаж лица, которому непосредственно выдаётся задание на работу.

Инструктажи завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения. Лица, показавшие неудовлетворительные знания к самостоятельной работе не допускаются и обязаны вновь пройти инструктаж.

*Виды проверки знаний:* первичная и периодическая (очередная и внеочередная).

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Как подразделяется электротехнический персонал?
2. Какой персонал относится к административно-техническому?
3. Какой персонал относится к оперативному?
4. Какой персонал относится к оперативно-ремонтному?
5. Какой персонал относится к ремонтному?
6. Какой персонал относится к электротехнологическому?
7. Какие требования, предъявляются к электротехническим персоналу перед допуском к самостоятельной работе?
8. Кого можно отнести к лицам с I квалификационной группой?
9. Кому присваивается II квалификационная группа по электробезопасности?
10. Кто может иметь III квалификационную группу по электробезопасности?
11. Какая квалификационная группа дает право самостоятельной работы в электроустановках?
12. Кто может быть отнесен к IV квалификационной группе по электробезопасности?
13. Чем характеризуется V квалификационная группа по электробезопасности?
14. Где должно хранить удостоверение о проверке знания ПТЭ и ПТБ?
15. Назовите виды инструктажей по охране труда и пожарной безопасности.

## ГЛАВА 9. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

### 9.1. Общие требования. Ответственные за безопасность проведения работ, их права и обязанности

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, 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 место, окончания работы.

*Наряд-допуск (наряд)* — задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы.

*Распоряжение* — это письменное задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием группы по электробезопасности.

*Работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации* — это небольшие по объему (не более одной смены) ремонтные и другие работы по техническому обслуживанию, выполняемые в электроустановках напряжением до 1000 В оперативным, оперативно-ремонтным персоналом на закрепленном оборудовании в соответствии с утвержденным руководителем организации перечнем.

**Ответственными за безопасное ведение работ являются:**

- выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- ответственный руководитель работ;

- допускающий;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады.

**Выдающий наряд**, отдающий 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, а также за соответствие выполняемой работе групп перечисленных в наряде работников, проведение целевого инструктажа ответственного руководителя работ (производителя работ, наблюдающего).

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.

В случае отсутствия работников, имеющих право выдачи нарядов и распоряжений, при работах по предотвращению аварий или ликвидации их последствий допускается выдача нарядов и распоряжений работниками из числа оперативного персонала, имеющими группу IV. Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов должно быть оформлено письменным указанием руководителя организации.

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

Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мер безопасности и их достаточность, за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ, за полноту и качество целевого инструктажа бригады, 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, имеющие группу V в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV в



электроустановках напряжением до 1000 В. В тех случаях, когда отдельные работы (этапы работы) необходимо выполнять под надзором и управлением ответственного руководителя работ, выдающий наряд должен сделать запись об этом в строке «Отдельные указания».

Ответственный руководитель работ назначается при выполнении работ в одной электроустановке (ОРУ, ЗРУ):

- с использованием механизмов и грузоподъемных машин при работах в электроустановках, а на ВЛ – при работах в охранной зоне ВЛ;
- с отключением электрооборудования, за исключением работ в электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей, в электроустановках с простой и наглядной схемой электрических соединений, на электродвигателях и их присоединениях в РУ;
- на КЛ и КЛС в зонах расположения коммуникаций и интенсивного движения транспорта;
- по установке и демонтажу опор всех типов, замене элементов опор ВЛ;
- в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ;
- по подключению вновь сооруженной ВЛ
- по изменению схем присоединений проводов и тросов ВЛ;
- на отключенной цепи многоцепной ВЛ с расположением цепей одна над другой или числом цепей более 2, когда одна или все остальные цепи остаются под напряжением;
- при одновременной работе двух и более бригад в данной электроустановке;
- по пофазному ремонту ВЛ;
- под наведенным напряжением;
- без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли.

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет выдающий наряд, которому разрешается назначать ответственного руководителя работ и при других работах, помимо перечисленных.

**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.

Допускающие должны назначаться из числа оперативного персонала, за исключением допуска на ВЛ, при соблюдении условий, перечисленных в п. 2.1.11 настоящих Правил. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В – группу III.

***Производитель работ*** отвечает:

- за соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда, дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;
- за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
- за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- за сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, заземлений, запирающих устройств;
- за безопасное проведение работы и соблюдение настоящих Правил им самим и членами бригады;
- за 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, кроме работ в подземных сооружениях, где возможно появление вредных газов, работ под напряжением, работ по перетяжке и замене проводов на ВЛ напряжением до 1000 В, подвешенных на опорах ВЛ напряжением выше 1000 В, при выполнении которых производитель работ должен иметь группу IV.

***Наблюдающий*** должен назначаться для надзора за бригадами, не имеющими права самостоятельно работать в электроустановках.

Наблюдающий отвечает:

- за соответствие подготовленного рабочего места указаниям, предусмотренным в наряде;
- за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
- за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов;

- за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Наблюдающим может назначаться работник, имеющий группу III.

Ответственным за безопасность, связанную с технологией работы, является работник, возглавляющий бригаду, который входит в ее состав и должен постоянно находиться на рабочем месте. Его фамилия указывается в строке «Отдельные указания» наряда.

**Каждый член бригады** должен выполнять требования настоящих Правил 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; допускающего, ответственного руководителя работ; производителя работ (наблюдающего), а также права единоличного осмотра.

Допускается одно из совмещений обязанностей ответственных за безопасное ведение работ в соответствии с табл. 9.1.

Допускающий из числа оперативного персонала может выполнять обязанности члена бригады.

Таблица 9.1

Ответственный работник	Совмещаемые обязанности
Выдающий наряд, отдающий распоряжение	Ответственный руководитель работ Производитель работ Допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Ответственный руководитель работ	Производитель работ Допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Производитель работ из числа оперативно-ремонтного персонала	Допускающий (в электроустановках с простой и наглядной схемой)
Производитель работ, имеющий группу IV	Допускающий (в случаях, предусмотренных п. 8.5 ПТЭЭП [1])

## 9.2. Порядок организации работ по наряду

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по телефону, радио – в трех экземплярах. В последнем случае выдающий наряд выписывает один

экземпляр, а работник, принимающий текст в виде телефоне – или радиогаммы, факса или электронного письма, заполняет два экземпляра наряда и после обратной проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью.

В тех случаях, когда производитель работ назначается одновременно допускающим, наряд независимо от способа его передачи заполняется в двух экземплярах, один из которых остается у выдающего наряд.

В зависимости от местных условий (расположения диспетчерского пункта) один экземпляр наряда может оставаться у работника, разрешающего подготовку рабочего места (диспетчера).

Число нарядов, выдаваемых на одного ответственного руководителя работ, определяет выдающий наряд.

Допускающему и производителю работ (наблюдающему) может быть выдано сразу несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним.

Выдавать наряд разрешается **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.

Продлевать наряд может работник, выдавший наряд, или другой работник, имеющий право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Разрешение на продление наряда может быть передано по телефону, радио или с нарочным допускающему, ответственному руководителю или производителю работ, который в этом случае за своей подписью указывает в наряде фамилию и инициалы работника, продлившего наряд.

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

Учет работ по нарядам ведется в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям [Приложение 4].

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какие мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, являются организационными?
2. Что такое наряд?
3. На какой срок может быть выдан наряд?
4. Какие правила хранения наряда?
5. Что такое распоряжение?
6. Какие работы относятся к работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации?
7. Кто может являться ответственным за безопасное ведение работ?
8. Что определяет и за что отвечает выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации?
9. Каким работникам предоставляется право выдачи нарядов и распоряжений?
10. За что несёт ответственность ответственный руководитель работ?
11. За что несёт ответственность допускающий?
12. Какую группу по электробезопасности должен иметь допускающий?
13. За что несёт ответственность производитель работ?
14. Какую группу должен иметь производитель работ?
15. Для чего назначается наблюдающий?
16. За что несёт ответственность наблюдающий?
17. Какую группу должен иметь наблюдающий?
18. Какие обязанности членов бригады?
19. Какие совмещение обязанностей ответственных за безопасное ведение работ допускают настоящие правила ТБ (МПБЭЭ)?

## **ГЛАВА 10. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ СО СНЯТИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ**

При подготовке рабочего места со снятием напряжения 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;
- 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.

### 10.1. Отключения

После отключения выключателей, разъединителей (отделителей) и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

В электроустановках напряжением выше 1000 В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры:

- у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты на механический замок (в электроустановках напряжением 6-10 кВ с однополюсными разъединителями вместо механического замка допускается надевать на ножи диэлектрические колпаки);
- у разъединителей, управляемых оперативной штангой, стационарные ограждения должны быть заперты на механический замок;
- у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха должна быть закрыта и заперта на механический замок задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;
- должны быть вывешены запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирающие рукоятки или дверцы шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок и др. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшивкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В с недоступными для осмотра контактами определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами. Проверку отсутствия напряжения в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления допускается производить с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

## **10.2. Вывешивание запрещающих плакатов**

На приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди».

У однополюсных разъединителей плакаты вывешиваются на приводе каждого полюса, у разъединителей, управляемых оперативной штангой, - на ограждениях. На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивается плакат «Не открывать! Работают люди».

На присоединениях напряжением до 1000 В, не имеющих коммутационных аппаратов, плакат «Не включать! Работают люди» должен быть вывешен у снятых предохранителей.

Плакаты должны быть вывешены на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

На приводах разъединителей, которыми отключена для работ ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад, вывешивается один плакат «Не включать! Работа на линии». Этот плакат вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, ведущего учет числа работающих на линии бригад.

### **10.3. Проверка отсутствия напряжения**

Проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения, исправность которого перед применением должна быть установлена с помощью предназначенных для этой цели специальных приборов или приближением к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.

В электроустановках напряжением выше 1000 В пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В электроустановках напряжением 35 кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания. На одноцепных ВЛ напряжением 330 кВ и выше достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования.

В РУ проверять отсутствие напряжения разрешается одному работнику из числа оперативного персонала, имеющему группу IV - в электроустановках напряжением выше 1000 В и имеющему группу III - в электроустановках напряжением до 1000 В.

На ВЛ проверку отсутствия напряжения должны выполнять два работника: на ВЛ напряжением выше 1000 В - работники, имеющие группы IV и III, на ВЛ напряжением до 1000 В - работники, имеющие группу III.



Проверять отсутствие напряжения выверкой схемы в натуре разрешается:

- в ОРУ, КРУ и КТП наружной установки, а также на ВЛ при тумане, дожде, снегопаде в случае отсутствия специальных указателей напряжения;
- в ОРУ напряжением 330 кВ и выше и на двухцепных ВЛ напряжением 330 кВ и выше.

При выверке схемы в натуре отсутствие напряжения на вводах ВЛ и КЛ подтверждается дежурным, в оперативном управлении которого находятся линии.

Выверка ВЛ в натуре заключается в проверке направления и внешних признаков линий, а также обозначений на опорах, которые должны соответствовать диспетчерским наименованиям линий.

На ВЛ напряжением 6 - 20 кВ при проверке отсутствия напряжения, выполняемой с деревянных или железобетонных опор, а также с телескопических вышек, указателем, работающим на принципе протекания емкостного тока, за исключением импульсного, следует обеспечить требуемую чувствительность указателя. Для этого его рабочую часть необходимо заземлять.

На ВЛ при подвеске проводов на разных уровнях проверять отсутствие напряжения указателем или штангой и устанавливать заземление следует снизу вверх, начиная с нижнего провода. При горизонтальной подвеске проверку нужно начинать с ближайшего провода.

В электроустановках напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами, так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником. Допускается применять предварительно проверенный вольтметр. *Не допускается пользоваться контрольными лампами.*

#### **10.4. Установка заземления**

Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала нужно присоединить к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части.

Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущих частей, а затем отсоединить от заземляющего устройства.

Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой или непосредственно руками в диэлектрических перчатках.

Не допускается пользоваться для заземления проводниками, не предназначенными для этой цели.

Переносные заземления следует присоединять к токоведущим частям в местах, очищенных от краски.

В электроустановках напряжением до 1000 В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1000 В устанавливать переносные заземления должны два работника: один – имеющий группу IV (из числа оперативного персонала), другой – имеющий группу III; работник, имеющий группу III, может быть из числа ремонтного персонала, а при заземлении присоединений потребителей – из персонала потребителей.

Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления единолично может работник из числа оперативного персонала, имеющий группу III.

### **10.5. Ограждение рабочего места, вывешивание плакатов**

В электроустановках должны быть вывешены плакаты «Заземлено» на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки, и на ключах и кнопках дистанционного управления коммутационными аппаратами.

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны и т.п., изготовленные из изоляционных материалов.

На временные ограждения должны быть нанесены надписи «Стой! Напряжение» или укреплены соответствующие плакаты.

В электроустановках напряжением до 20 кВ в тех случаях, когда нельзя оградить токоведущие части щитами, допускается применение изолирующих накладок, помещаемых между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями (например, между контактами отключенного разъединителя). Эти накладки могут касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Устанавливать и снимать изолирующие накладки должны два работника, имеющие группы IV и III. Старший из них должен быть из числа оперативного персонала. При операциях с накладками следует использовать диэлектрические перчатки, изолирующую штангу (клещи).

На ограждения камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «Стой! Напряжение».

В ОРУ при работах, проводимых с земли, и на оборудовании, установленном на фундаментах и отдельных конструкциях, рабочее место должно быть ограждено (с оставлением проезда, прохода) канатом, веревкой или шнуром из растительных либо синтетических волокон с вывешенными на них плакатами «Стой! Напряжение», обращенными внутрь огражденного пространства.

Разрешается пользоваться для подвески каната конструкциями, не включенными в зону рабочего места, при условии, что они остаются вне огражденного пространства.

При снятии напряжения со всего ОРУ, за исключением линейных разъединителей, последние должны быть ограждены канатом с плакатами «Стой! Напряжение», обращенными наружу огражденного пространства.

В ОРУ при работах во вторичных цепях по распоряжению ограждать рабочее место не требуется.

В ОРУ на участках конструкций, по которым можно пройти от рабочего места к граничащим с ним участкам, находящимся под напряжением, должны быть установлены хорошо видимые плакаты «Стой!

Напряжение». Эти плакаты может устанавливать работник, имеющий группу III, из числа ремонтного персонала под руководством допускающего.

На конструкциях, граничащих с той, по которой разрешается подниматься, внизу должен быть вывешен плакат «Не влезай! Убьет».

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым для проведения работ разрешено подниматься, должен быть вывешен плакат «Влезать здесь!».

На подготовленных рабочих местах в электроустановках должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест допускающим.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какие технические мероприятия должны быть проведены при подготовке рабочего места со снятием напряжения?
2. Какие части электроустановки должны быть отключены при подготовке рабочего места?
3. Какие меры должны быть приняты в электроустановках выше 1000В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы?
4. Где должны быть вывешены запрещающие плакаты во избежание подачи напряжения на рабочее место?
5. Каким прибором необходимо проверять отсутствие напряжения?
6. Чем можно проверять отсутствие напряжения в электроустановках 3кВ и выше?
7. Кому разрешено проверять отсутствие напряжения в РУ?
8. Какой порядок установки заземления?
9. Какой порядок снятия заземления?
10. Какие требования при установке и снятии переносных заземлений?
11. Каким работникам разрешается единолично выполнять операции по установке и снятию заземлений в электроустановках до 1000 В?
12. Каким работникам разрешается устанавливать переносные заземления в электроустановках выше 1000 В?

13. На какие элементы электроустановки должны быть вывешены плакаты «Заземлено» ?
14. Какие надписи или плакаты должны быть на временных ограждениях?
15. Какие плакаты должны быть вывешены на ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом?
16. В каких случаях ограждать рабочее место в ОРУ не требуется?
17. На каких участках ОРУ необходимы плакаты?
18. Кто может устанавливать плакаты в ОРУ?

## **ГЛАВА 11. ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ**

### **11.1. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника**

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в настоящем разделе, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям оборудования, имеющие группу V – в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV – в электроустановках напряжением до 1000 В.

Право на проведение испытаний подтверждается записью в строке «Свидетельство на право проведения специальных работ» удостоверения о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках [см.П2].

Испытательные установки (электролаборатории) должны быть зарегистрированы в органах Госэнергонадзора.

Производитель работ, занятый испытаниями электрооборудования, а также работники, проводящие испытания единолично с использованием стационарных испытательных установок, должны пройти месячную стажировку под контролем опытного работника.

Испытания электрооборудования, в том числе и вне электроустановок, проводимые с использованием передвижной испытательной установки, должны выполняться по наряду.

Допуск к испытаниям электрооборудования в действующих электроустановках осуществляет оперативный персонал, а вне электроустановок – ответственный руководитель работ или, если он не назначен, производитель работ.

Проведение испытаний в процессе работ по монтажу или ремонту оборудования должно оговариваться в строке «Поручается» наряда.

Испытания электрооборудования проводит бригада, в которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады группу III, а член бригады, которому поручается охрана, группу II.

В состав бригады, проводящей испытание оборудования, можно включать работников из числа ремонтного персонала, не имеющих допуска к специальным работам по испытаниям, для выполнения подготовительных работ и надзора за оборудованием.

Испытываемое оборудование, испытательная установка и соединительные провода между ними должны быть ограждены щитами, канатами и т.п. с предупреждающими плакатами «Испытание. Опасно для жизни», обращенными наружу. Ограждение должен устанавливать персонал, проводящий испытание.

При необходимости следует выставить охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу II, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытываемому оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

При испытаниях КЛ, если ее противоположный конец расположен в запертой камере, отсеке КРУ или в помещении, на дверях или ограждении должен быть вывешен предупреждающий плакат «Испытание. Опасно для жизни». Если двери и ограждения не заперты либо испытанию подвергается ремонтируемая линия с разделанными на трассе жилами кабеля, помимо вывешивания плакатов у дверей, ограждений и разделанных жил кабеля должна быть выставлена охрана из членов бригады, имеющих группу II, или оперативного персонала, находящегося на дежурстве.

После испытания оборудования со значительной емкостью (кабели, генераторы) с него должен быть снят остаточный заряд специальной разрядной штангой.

## **11.2. Работы с электроизмерительными клещами и измерительными штангами**

В электроустановках напряжением выше 1000 В работу с электроизмерительными клещами должны проводить два работника: один - имеющий группу IV (из числа оперативного персонала), другой – имеющий группу III (может быть из числа ремонтного персонала). При измерении следует пользоваться диэлектрическими перчатками. Не допускается наклоняться к прибору для отсчета показаний.

В электроустановках напряжением до 1000 В работать с электроизмерительными клещами допускается одному работнику, имеющему группу III, не пользуясь диэлектрическими перчатками.

Не допускается работать с электроизмерительными клещами, находясь на опоре ВЛ.

Работу с измерительными штангами должны проводить не менее двух работников: один – имеющий группу IV, остальные имеющие группу III.

Подниматься на конструкцию или телескопическую вышку, а также спускаться с нее следует без штанги.

Указанная работа должна проводиться по наряду, даже при единичных измерениях с использованием опорных конструкций или телескопических вышек.

Работа со штангой допускается без применения диэлектрических перчаток.

## **11.3. Работы с мегомметром**

Измерения мегомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения производятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В и во вторичных цепях - по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерять сопротивление изоляции мегомметром может работник, имеющий группу III.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд

путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегомметра.

При измерении мегомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000 В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При работе с мегомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какой персонал допускается к проведению испытаний оборудования?
2. Какие испытания электрооборудования должны выполняться по наряду?
3. Какой персонал осуществляет допуск к испытаниям электрооборудования?
4. Кто может производить испытания электрооборудования?
5. Какой персонал должен проводить работу в электроустановках выше 1000В с электроизмерительными клещами?
6. Какой порядок работы с электроизмерительными клещами в электроустановках до 1000 В?
7. Какой персонал должен работать с измерительными штангами?
8. Кто может выполнять измерения мегомметром в процессе эксплуатации?
9. На каких элементах сети должно осуществляться измерение сопротивления изоляции?
10. Какие основные правила безопасности при работе с мегомметром?

## **ГЛАВА 12. ВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА**

### **12.1. Причины электротравм**

Человек дистанционно не может определить находится ли установка под напряжением.

Ток, протекающий через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на кровеносную, дыхательную и сердечнососудистую системы.



Возможность получения электротравм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага и через электрическую дугу.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает термическое воздействие, которое приводит к ожогам (от покраснения, до обугливания), электролитическое (химическое), механическое, которое может привести к разрыву тканей и мышц, поэтому все электрические травмы делятся на местные и общие (электроудары).

## **12.2. Причины поражения электрическим током**

К основным причинам поражения электрическим током можно отнести:

1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.
2. Прикосновение к отключенным частям, которые могут находиться под напряжением в случае: остаточного заряда; ошибочного включения электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; разряда молнии в электроустановку или вблизи нее; прикосновения к металлическим не токоведущим частям или связанного с ними электрооборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (возникновение аварийной ситуации – пробой на корпус).
3. Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электрического тока, в случае замыкания на землю.
4. Поражение электрической дугой при напряжении электроустановки выше 1кВ, в случае приближения на недопустимое расстояние.
5. Действие атмосферного электричества при газовых разрядах.
6. Освобождение человека, находящегося под напряжением.

## **12.3. Врачебная помощь при воздействии электрического тока на человека**

При оказании первой помощи необходимо соблюдать следующую последовательность:

- устранить воздействие на организм повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавшего (освободить от действия электрического тока), оценить состояние пострадавшего;
- определить характер и тяжесть травмы, наибольшую угрозу для жизни пострадавшего и последовательность мероприятий по его спасению;

- поддерживать основные функции пострадавшего до прибытия медицинского работника;
- вызвать скорую помощь.

#### **12.4. Последовательность действий при освобождении пострадавшего от действия электрического тока при напряжении выше 1000В**

Последовательность действий при освобождении пострадавшего от действия электрического тока при напряжении выше 1000В:

1. Надеть диэлектрические перчатки, резиновые боты или калоши.
2. Взять изолирующую штангу или изолирующие клещи.
3. Замкнуть провода накоротко методом наброса.
4. Сбросить изолирующей штангой провод с пострадавшего.
5. Оттащить пострадавшего за одежду не менее, чем на 8 метров от места касания земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

#### **12.5. Порядок действий, если у пострадавшего от действия электрического тока нет сознания и нет пульса на сонной артерии**

Порядок действий, если у пострадавшего от действия электрического тока нет сознания и нет пульса на сонной артерии:

1. Обесточить пострадавшего (не забывая о собственной безопасности).
2. При отсутствии пульса на сонной артерии - нанести удар кулаком по груди и приступить к реанимации.
3. Вызвать скорую помощь.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Назовите причины электротравм?
2. Назовите причины поражения электрическим током?
3. Перечислите последовательность действий при оказании первой помощи?
4. Перечислите последовательность действий при освобождении пострадавшего от действия электрического тока при напряжении выше 1000В?
5. Перечислите порядок действий, если у пострадавшего от действия электрического тока нет сознания и нет пульса на сонной артерии?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергосервис. 2003. – 386с.
2. Правила устройств электроустановок. Шестое издание. – М.: Энергосервис. 2002. – 610с.
3. Правила устройств электроустановок. Седьмое издание. – М.: НЦ ЭНАС. 2007. – 550с.
4. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТРМ–016–2001. РД 153–34.0–03.150–00. – М.: НЦ ЭНАС. 2001. – 180с.
5. Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках. – М.: Электроком. 2003. – 72с
6. А.И. Панфилов. Настольная книга энергетика. – М.: Энергосервис. 2004. – 651с.
7. А.П. Бодин. Электроустановки потребителей. Справочник. – М.: Энергосервис. 2006. – 612с.
8. Крюков А.В., Закарюкин В.П., Буякова Н.В. Электромагнитная обстановка на объектах железнодорожного транспорта. / Монография. – Иркутск: ИрГУПС. – 2012. – 84 с.

#### **УДОСТОВЕРЕНИЕ О ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЙ НОРМ И ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

1. Удостоверение о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках является документом, удостоверяющим право предъявителя на самостоятельную работу в указанной должности (профессии).
2. Удостоверение выдается работнику при его оформлении на работу и действительно только после соответствующих записей о результатах проверки знаний норм и правил работы в электроустановках.
3. На второй странице проставляется общая оценка знаний правил устройства электроустановок, технической эксплуатации электроустановок, настоящих Правил и правил пожарной безопасности.
4. Третья страница заполняется для персонала, которому по его должностным обязанностям и характеру производственной деятельности требуется аттестация по правилам промышленной безопасности и другим специальным правилам.
5. Четвертая страница заполняется для персонала, допускаемого к проведению специальных работ (верхолазные работы, проведение испытаний и др.).
6. Удостоверение должно постоянно находиться при работнике во время выполнения им служебных обязанностей и предъявляться по требованию контролирующих работников.
7. Удостоверение подлежит замене в случае изменения должности.
8. Удостоверение состоит из твердой переплетной крышки на тканевой основе и блока из четырех страниц. Размер удостоверения 95 мм × 65 мм. Предпочтительный цвет переплета - темновишневый.
9. На лицевой стороне переплетной крышки вытиснена контрастным (белым или желтым) цветом надпись:



10. Удостоверение имеет следующую форму:

Первая страница:

<p>УДОСТОВЕРЕНИЕ № _____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">(организация)</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">(фамилия, имя, отчество)</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">должность (профессия)</p> <p>Допущен к работе в электроустановках напряжением _____</p> <p>В качестве _____</p> <p>Дата выдачи « _____ » _____ 200_ г.</p> <p>М.П.</p> <p>Работодатель(ответственный за электрохозяйство) _____</p> <p style="text-align: right;">(подпись) (фамилия, инициалы)</p> <p>Без записей результатов проверки знаний недействительно.</p> <p>Во время выполнения служебных обязанностей работник должен иметь удостоверение при себе.</p>
---

Вторая страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ					
Дата проверки	Причина проверки	Группа по электро-безопасности	Общая оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Третья страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ДРУГИХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРАВИЛ			
Дата проверки	Наименование нормативных документов	Решение комиссии	Подпись председателя комиссии

Четвертая страница:

СВИДЕТЕЛЬСТВО НА ПРАВО ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ		
Дата	Наименование работ	Подпись председателя комиссии

**УДОСТОВЕРЕНИЕ О ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ,  
КОНТРОЛИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ**

Первая страница:

<p><b>УДОСТОВЕРЕНИЕ</b></p> <p>О проверке знаний</p> <p>норм и правил работы в электроустановках</p> <p>и Правил по охране труда (правил безопасности)</p> <p>при эксплуатации электроустановок</p>
---

Вторая страница:

Министерство (ведомство) _____ Организация _____ <p align="center"><b>УДОСТОВЕРЕНИЕ № _____</b></p> _____ (фамилия, имя, отчество) Должность _____ Допущен к инспектированию электроустановок напряжением _____ М.П. _____ Дата выдачи «__» _____ 200__ г. Работодатель (главный инженер) _____ (подпись) (фамилия, инициалы)
--

Третья страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ					
Дата проверки	Причина проверки	Группа по электробезопасност и	Общая оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Четвертая страница:

Без записи проверки знаний удостоверение недействительно. Во время исполнения служебных обязанностей работник должен иметь удостоверение при себе.
---

**ФОРМА НАРЯДА-ДОПУСКА ДЛЯ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ  
И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ЗАПОЛНЕНИЮ**

Лицевая сторона наряда (стр. 1)

Организация \_\_\_\_\_  
Подразделение \_\_\_\_\_

**НАРЯД-ДОПУСК № \_\_\_\_\_  
для работы в электроустановках**

Ответственному руководителю  
работ \_\_\_\_\_ допускающему \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы) (фамилия, инициалы)

Производителю  
работ \_\_\_\_\_ наблюдающему \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы) (фамилия, инициалы)

с членами бригады \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)  
\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

поручается \_\_\_\_\_

Работу начать: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
(дата) (время)

Работу закончить: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
(дата) (время)

**Меры по подготовке рабочих мест**

Наименование электроустановок, в которых нужно провести отключения и установить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено
1	2

Отдельные указания \_\_\_\_\_

Наряд выдал: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
(дата) (время)

Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, инициалы)

Наряд продлил по: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
(дата) (время)

Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, инициалы)

Дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
(дата) (время)

**Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ**

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ выдал (должность, фамилия или подпись)	Дата, время	Подпись работника, получившего разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ
1	2	3

Оборотная сторона наряда (стр. 2)

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: \_\_\_\_\_

Допускающий \_\_\_\_\_  
(подпись)

Ответственный руководитель работ  
(производитель работ или наблюдающий) \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Ежедневный допуск к работе и время ее окончания**

Бригада получила целевой инструктаж и допущена на подготовленное рабочее место				Работа закончена, бригада удалена	
Наименование рабочего места	Дата, время	Подписи (подпись) (фамилия, инициалы)		Дата, время	Подпись производителя работ (наблюдающего)  (подпись) (фамилия, инициалы)
		допускающего	производителя работ (наблю- дающего)		
1	2	3	4	5	6

**Изменения в составе бригады**

Введен в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Выведен из состава бригады (фамилия, инициалы, группа)	Дата, время (дата) (время)	Разрешил (подпись) (фамилия, инициалы)
1	2	3	4



### Регистрация целевого инструктажа при первичном допуске

Инструктаж провел		Инструктаж получил	
Лицо, выдавшее наряд	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div>	Ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий)	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div>
Допускающий	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div>	Ответственный руководитель, производитель работ (наблюдающий), члены бригады  Члены бригады	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилии, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подписи)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div>
Ответственный руководитель работ  Производитель работ, (наблюдающий)	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div>	Производитель работ  Члены бригады	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилия, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подпись)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(фамилии, инициалы)</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 1.2em; margin-top: 2px;"></div> <div style="text-align: center;">(подписи)</div>

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому) \_\_\_\_\_  
 (должность)

\_\_\_\_\_  
 (фамилия, инициалы)

Дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
 (дата) (время)

Производитель работ (наблюдающий) \_\_\_\_\_  
 (подпись) (фамилия, инициалы)

Ответственный руководитель работ \_\_\_\_\_  
 (подпись) (фамилия, инициалы)

## ЖУРНАЛ УЧЕТА РАБОТ ПО НАРЯДАМ И РАСПОРЯЖЕНИЯМ

[illegible]

**ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА ПРИСВОЕНИЯ ГРУППЫ I  
ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ НЕЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРСОНАЛУ**

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Наименование подразделения	Должность (профессия)	Дата предыдущего присвоения	Дата присвоения	Подпись	
						проверяемого	проверяющего

**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

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, фамилия, инициалы)

Члены комиссии \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, фамилия, инициалы)

**ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМ И ПРАВИЛ РАБОТЫ В  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Формат А4

Заглавный лист

_____ (наименование организации)	_____ (структурное подразделение)
<b>ЖУРНАЛ УЧЕТА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМ И ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ</b>	
Начат «___» _____ 200__ г.	
Окончен «___» _____ 200__ г.	

**Последующие листы:**

№ п/п	Фамилия, имя, отчество, должность (профессия)	Номер протокола, фамилия председателя комиссии	Дата	Общая оценка	Группа до электробезопасности
1	2	3	4	5	6

**Примечания:** 1. Страницы журнала должны быть пронумерованы и защищены от изъятия и вложений.  
 2. Проверка знаний норм и правил работы в электроустановках персонала организаций электроэнергетики оформляется в журнале на основании протокола проверки знаний (приложение № 9 к настоящим Правилам).

**ПРОТОКОЛ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМ И ПРАВИЛ  
РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ № \_\_\_\_\_**

Дата проверки \_\_\_\_\_

Причина проверки \_\_\_\_\_

Комиссия \_\_\_\_\_

(наименование комиссии)

в составе:

председатель комиссии \_\_\_\_\_

(должность, фамилия и инициалы)

члены комиссии (должность (профессия), фамилия и инициалы):

\_\_\_\_\_

провела проверку знаний ПУЭ, ПТБ, ПТЭ, ППБ и других нормативно-технических документов (ненужное зачеркнуть)

**Проверяемый**

Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_

Место работы \_\_\_\_\_

Должность (профессия) \_\_\_\_\_

Дата предыдущей проверки, \_\_\_\_\_

оценка, группа по электробезопасности \_\_\_\_\_

**Результаты проверки знаний:**

По устройству электроустановок и технической эксплуатации \_\_\_\_\_

По охране труда \_\_\_\_\_

По пожарной безопасности \_\_\_\_\_

Других правил и инструкций органов государственного надзора \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(наименование правил)

**Заключение комиссии**

Общая оценка \_\_\_\_\_

Группа по электробезопасности \_\_\_\_\_

Продолжительность дублирования\* \_\_\_\_\_

Допущен к работе в качестве \_\_\_\_\_

Дата следующей проверки \_\_\_\_\_

**Подписи:**

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

(подпись, фамилия и инициалы)

Члены комиссии \_\_\_\_\_

(подпись, фамилия и инициалы)

Представитель(ли) органов государственного надзора и контроля\*\* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись, фамилия и инициалы)

С заключением комиссии ознакомлен \_\_\_\_\_

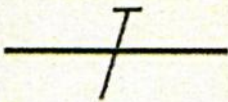
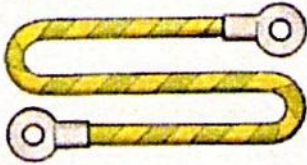
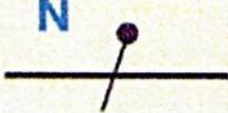
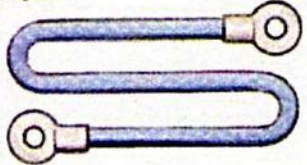



(подпись, фамилия и инициалы)

\* Указывается для оперативного руководителя, оперативного и оперативно-ремонтного персонала.

\*\* Подписывает, если участвует в работе комиссии.

## Классификация систем заземления

### ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДО 1000 В

ОБОЗНАЧЕНИЯ (буквенное и графическое)	ОПРЕДЕЛЕНИЕ	ЦВЕТ
<b>PE</b> 	<p>Защитный - проводник для целей электробезопасности</p> <p>Защитный заземляющий - проводник для защитного заземления</p> <p>Защитный проводник уравнивания потенциалов - проводник для защитного уравнивания потенциалов</p> <p>Нулевой защитный - проводник для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания</p>	<p>зелено-желтый</p> 
<b>N</b> 	<p>Нулевой рабочий (нейтральный) - проводник для питания электроприемников, соединенный:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока</li> <li>с глухозаземленным выводом источника однофазного тока</li> <li>с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока</li> </ul>	<p>голубой</p> 
<b>PEN</b> 	<p>Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий - проводник, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников</p>	 <p>метки на концах линий</p>
<b>L1 L2 L3</b>	<p>ЦВЕТА ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ФАЗНЫХ ПРОВОДНИКОВ:</p> <p>красный, оранжевый, бирюзовый, белый, серый, фиолетовый, коричневый, черный, розовый</p>	



## КЛАССИФИКАЦИЯ

ПЕРВАЯ БУКВА - состояние нейтрали источника питания (генератора, трансформатора) относительно земли	ВТОРАЯ БУКВА - состояние открытых проводящих частей электроустановки относительно земли	ПОСЛЕДУЮЩИЕ БУКВЫ - устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводников
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">T</div> <p>Глухозаземленная нейтраль</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">T</div> <p>Непосредственное присоединение открытых проводящих частей к земле (защитное заземление)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">S</div> <p>Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно на всем протяжении системы</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">I</div> <p>Изолированная нейтраль</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">N</div> <p>Непосредственное присоединение открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания (защитное зануление)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">C</div> <p>Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены на всем протяжении системы</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">IT</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 60px; margin: 0 auto;">C-S</div> <p>Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены на части протяжения системы</p>
<p>● Система применяется при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю</p> <p>● Для жилых и общественных зданий <b>НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ</b></p>		

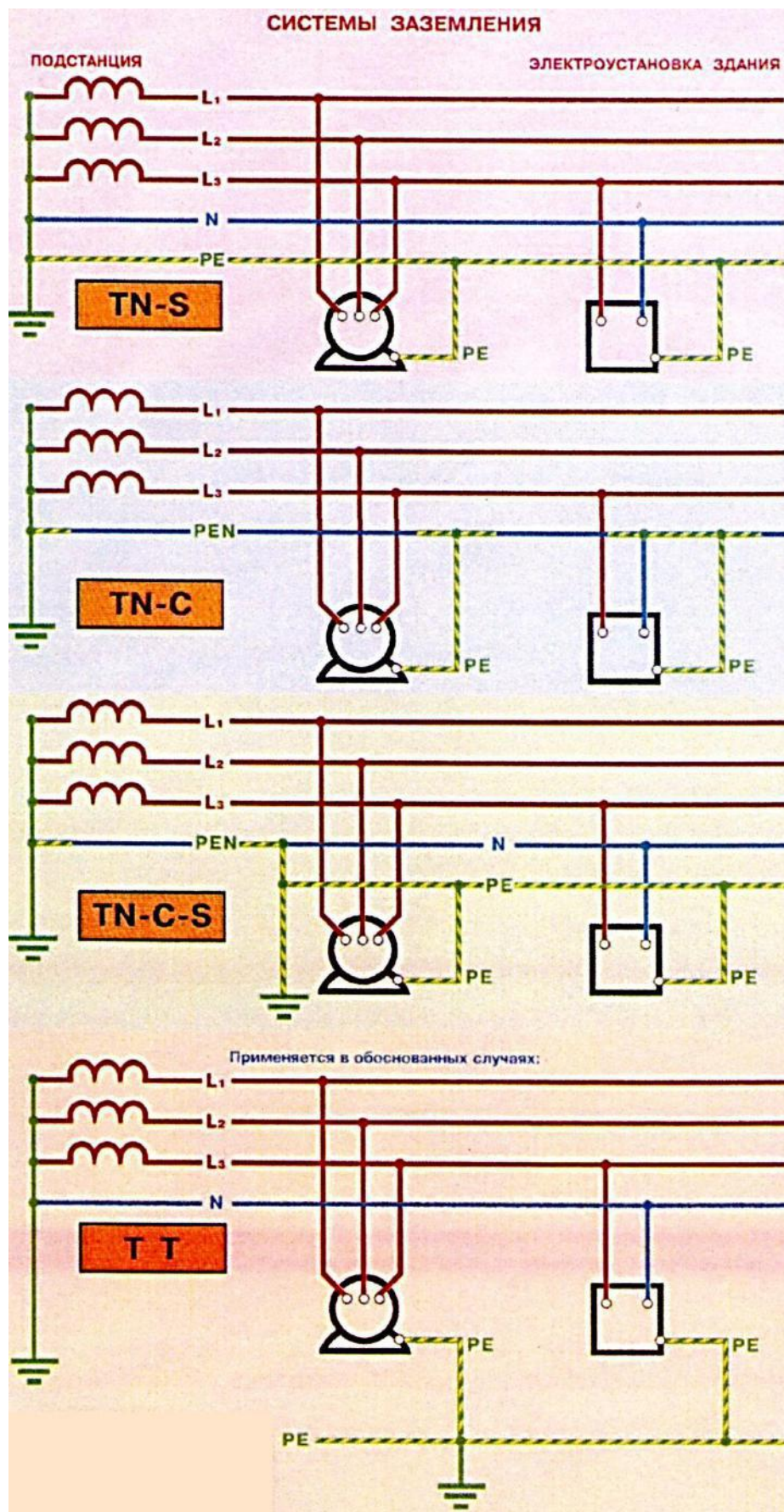
**В** соответствии с требованиями глав 1.7 и 7.1 ПУЭ («Правила устройства электроустановок», изд. 7-е), а также в соответствии с комплексом стандартов Р50571 «Электроустановки зданий», разработанным на основе стандартов МЭК - Международной электротехнической комиссии, - предъявляются дополнительные требования к безопасности людей, животных и сохранности имущества при эксплуатации электроустановок независимо от их ведомственной принадлежности. **Введена классификация систем заземления электроустановок напряжением до 1000 В**

Требования распространяются на электроустановки:

- жилых, общественных и производственных зданий
- торговых предприятий
- строительных и монтажных площадок
- сельскохозяйственных строений и сооружений
- передвижные
- мобильных зданий из металла

Требования относятся к электроустановкам проектируемых, строящихся и реконструируемых зданий и сооружений, а также рекомендуются к применению с целью повысить электробезопасность в действующих электроустановках







## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

КЛАСС*	МАРКИРОВКА	НАЗНАЧЕНИЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ	УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ
<b>0</b>	Знак 	Защита при косвенном прикосновении	1. В непроводящих помещениях 2. Питание от разделительного трансформатора (ГОСТ 30030) только одного электроприемника
<b>I</b>	Знак  Буквы <b>РЕ</b> Цвет 		Присоединение элемента для заземления к нулевому защитному РЕ-проводнику электроустановки
<b>II</b>	Знак 		В любых помещениях и вне помещений независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
<b>III</b>	Знак 	Защита от прямого прикосновения и при косвенном прикосновении	Питание от безопасного разделительного трансформатора (ГОСТ 30030). Безопасное сверхнизкое напряжение

\* Класс электрооборудования по ГОСТ 12.2.007.0. и ГОСТ Р МЭК 536-94

**0** - наличие рабочей изоляции, отсутствие элемента для заземления

**I** - наличие рабочей изоляции и элемента для заземления

**II** - наличие рабочей и дополнительной изоляции; двойная (усиленная) изоляция; отсутствие элемента для заземления

**III** - отсутствие внутренних и внешних электрических цепей напряжением свыше 42 В

### НАИБОЛЬШЕЕ ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ (с) ЗАЩИТНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ TN:









#### В помещениях

Номинальное фазное напряжение (В)	без повышенной опасности	с повышенной опасностью и особо опасных
127 .....	0,8	0,35
220 .....	0,4	0,2
380 .....	0,2	0,05
>380 .....	0,1	0,02

Если аппарат защиты от сверхтока не обеспечивает нормированное время отключения, требуется дополнительная система уравнивания потенциалов либо установка УЗО



# Средства защиты

Изолирующее электрозащитное средство	Напряжение, В							
	до 1000	выше 1000						
Изолирующие штанги всех видов								
Изолирующие клещи								
Указатели напряжения								
Указатели напряжения для проверки совпадения фаз								
Электроизмерительные клещи								
Устройства для прокола кабеля								
Диэлектрические ковры								
Изолирующие подставки								
Изолирующие колпаки								
Изолирующие накладки								
Изолирующие приставные лестницы и стремянки	<table><tr><td>Дополнительное</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">Основное</td><td>Дополнительное</td></tr><tr><td></td></tr><tr><td></td></tr></table>		Дополнительное		Основное	Дополнительное		
Дополнительное								
Основное			Дополнительное					
								
Диэлектрические боты								
Диэлектрические галоши								
Диэлектрические перчатки								
Ручной изолирующий инструмент								

**ОСНОВНОЕ** - изоляция длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и позволяет работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением

**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ** - не обеспечивает защиту при данном напряжении, но дополняет основное средство. Защищает от напряжения прикосновения и напряжения шага



## ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ И ШИТКИ



## ЗАЩИТНАЯ КАСКА



Проверяй обувь  
на отсутствие дефектов!

## ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БОТЫ И ГАЛОШИ



## ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕРЧАТКИ

Латексные бесшовные Штанцованные



Допускаются только с маркировкой Э<sub>1</sub> или Э<sub>2</sub>.  
Подвертывать края перчаток  
**ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**



Перед употреблением  
проверь отсутствие проколов,  
скручивая перчатку в сторону пальцев

## ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОВРЫ

Размер не менее  
50 x 50 см

Рифленая поверхность  
Толщина ковра 6 мм



Ежедневный осмотр -  
каждый раз перед работой;  
переподписный - не реже  
1 раза в 6 месяцев

## ИЗОЛИРУЮЩИЕ ПОДСТАВКИ

Размер настила  
не менее 50 x 50 см

Зазор между планками  
не более 30 мм



Высота изоляторов  
не менее 70 мм

Край настила не должен выступать  
за опорную поверхность изоляторов



## ОПЕРАТИВНАЯ ИЗОЛИРУЮЩАЯ ШТАНГА

Головка с раздвижными губками  
для операций с предохранителями

Палец для операций  
с однополюсными разъединителями

Рабочая  
часть

Изолирующая  
часть

Рукоятка

Убедись,

что резьба не заедает

**В электроустановках напряжением выше 1000 В  
пользоваться изолирующей штангой следует в диэлектрических перчатках**

**УБЕДИСЬ В НАЛИЧИИ ШТАМПА НА ВЫДЕРЖАВШИХ ИСПЫТАНИЯ СРЕДСТВАХ ЗАЩИТЫ**

ШТАМП ДЛЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ,  
ПРИМЕНЕНИЕ КОТОРЫХ ЗАВИСИТ  
ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

№ 22

Годно до 35 кВ

Дата следующего испытания 29.02.2005

Лаборатория ООО "У Пронькиных"

ШТАМП ДЛЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ,  
ПРИМЕНЕНИЕ КОТОРЫХ НЕ ЗАВИСИТ  
ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

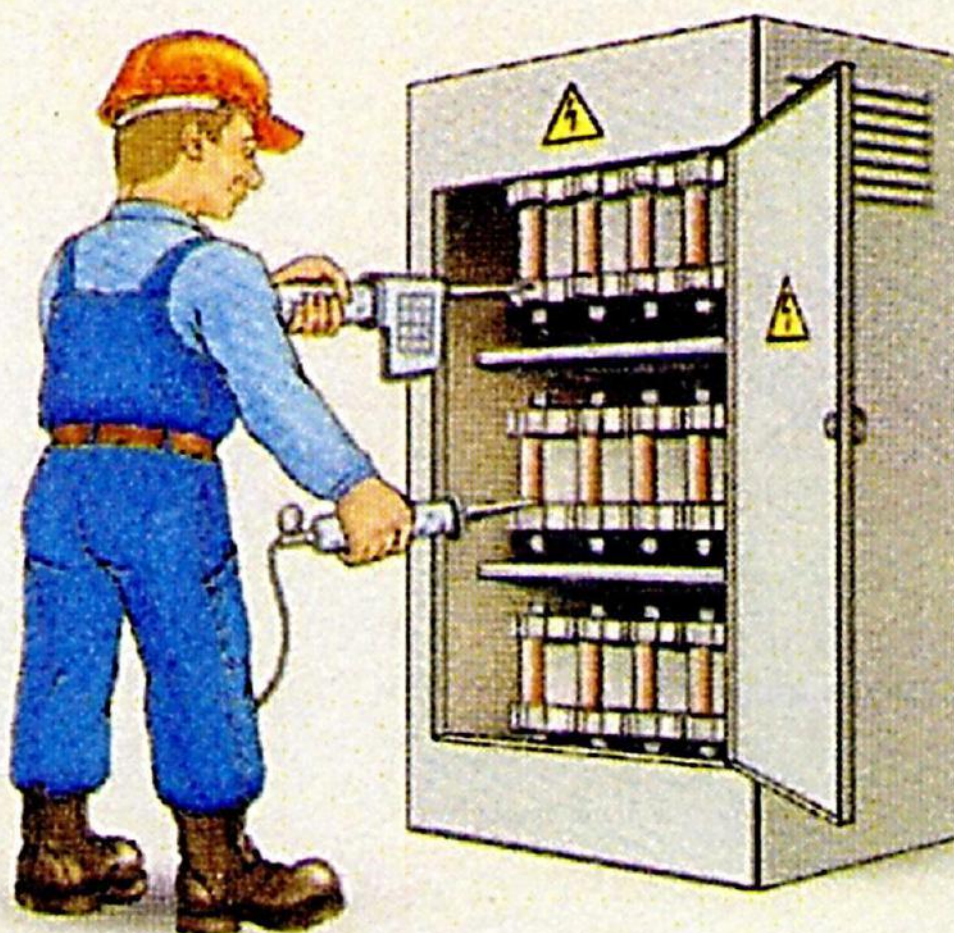
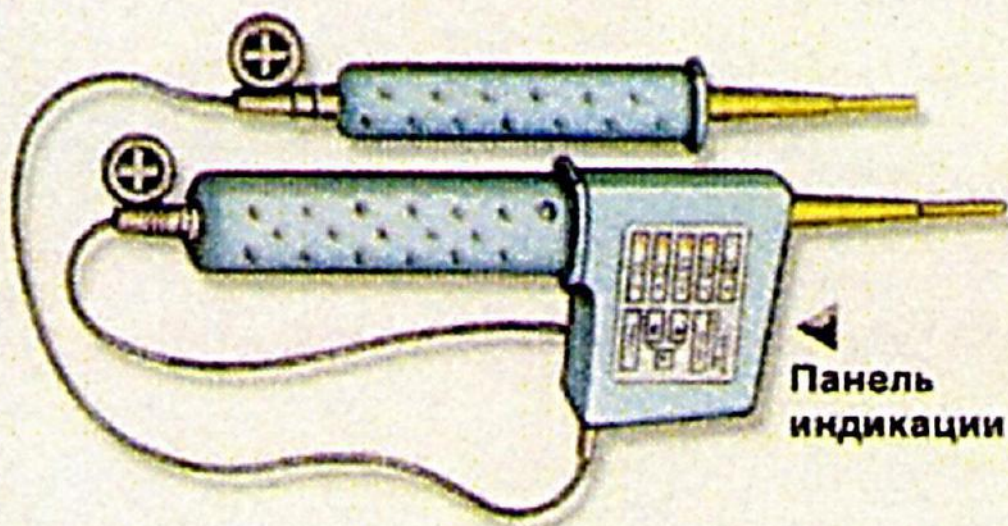
№ 10

Дата следующего испытания 29.02.2005

Лаборатория ЧМО "Электроугли"

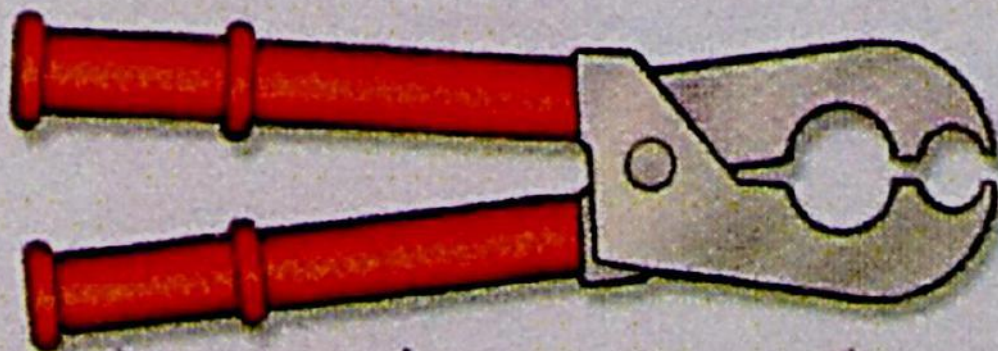


# НИЗКОВОЛЬТНЫЙ ( до 1000 В ) ДВУХПОЛЮСНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ





## ИЗОЛИРУЮЩИЕ КЛЕШИ



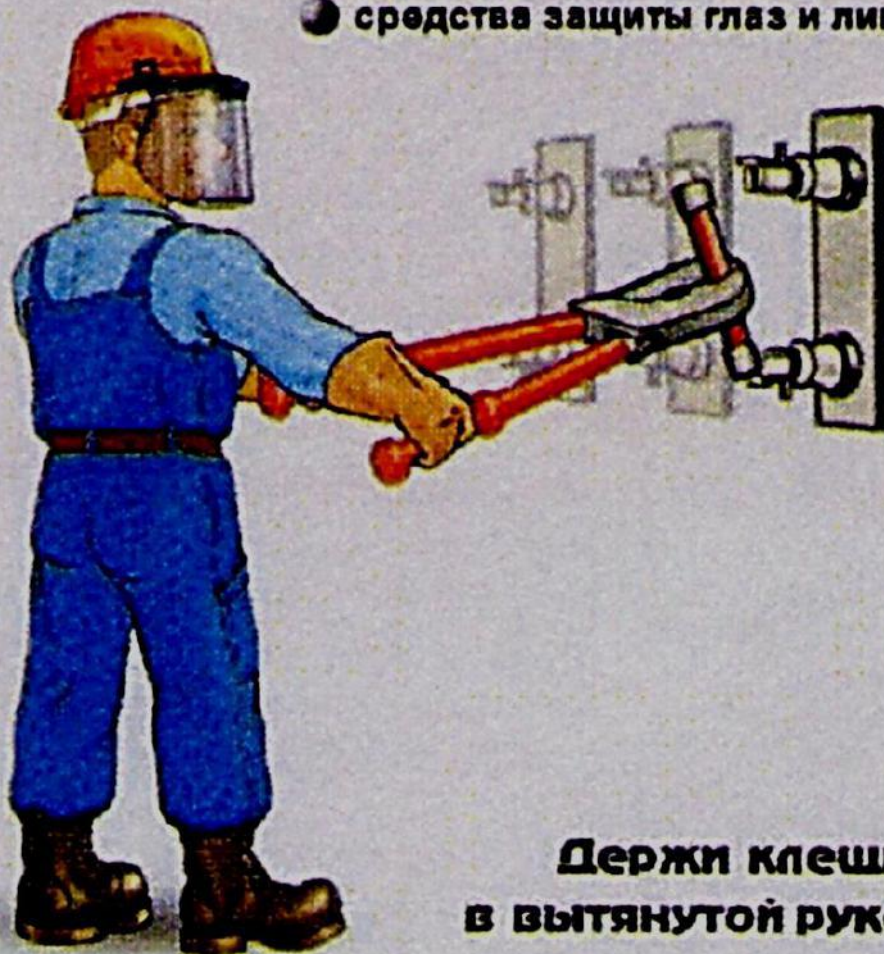
Рукоятка

Изолирующая часть

Рабочая часть

При замене предохранителей в электроустановках напряжением выше 1000 В НЕОБХОДИМЫ:

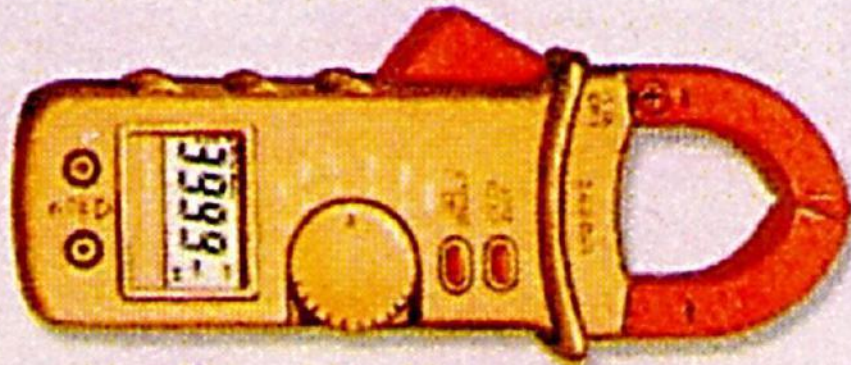
- диэлектрические перчатки
- средства защиты глаз и лица



**Держи клещи  
в вытянутой руке**



# ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КЛЕШИ

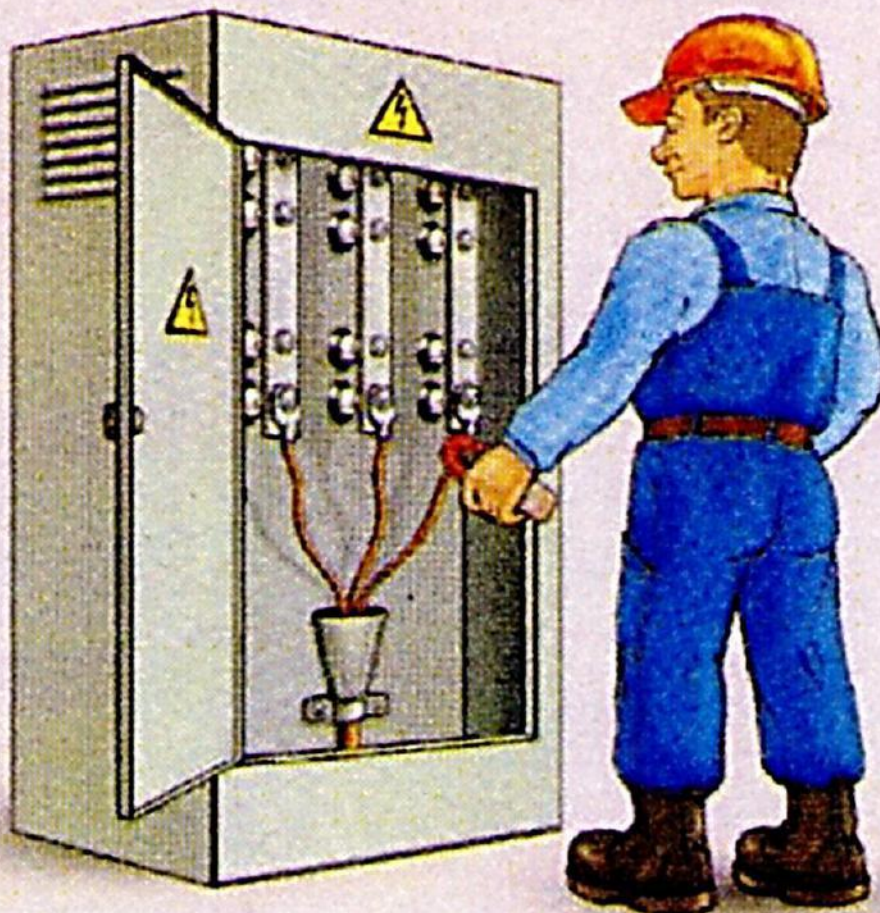


Панель  
индикации

Переключатель  
пределов измерений

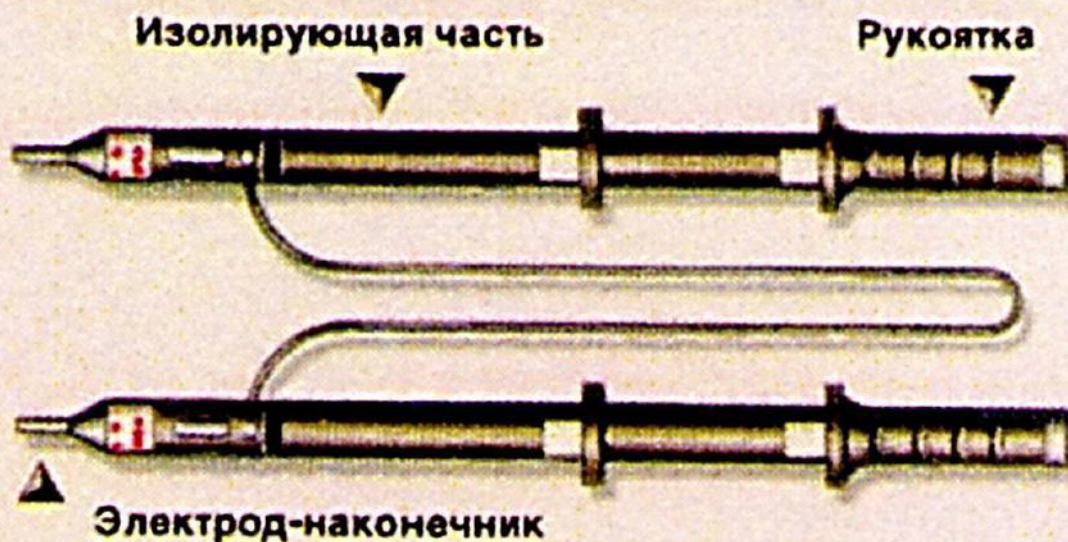
При напряжении выше 1000 В  
диэлектрические перчатки ОБЯЗАТЕЛЬНЫ !

**Не наклоняйся к прибору  
для отсчета показаний**

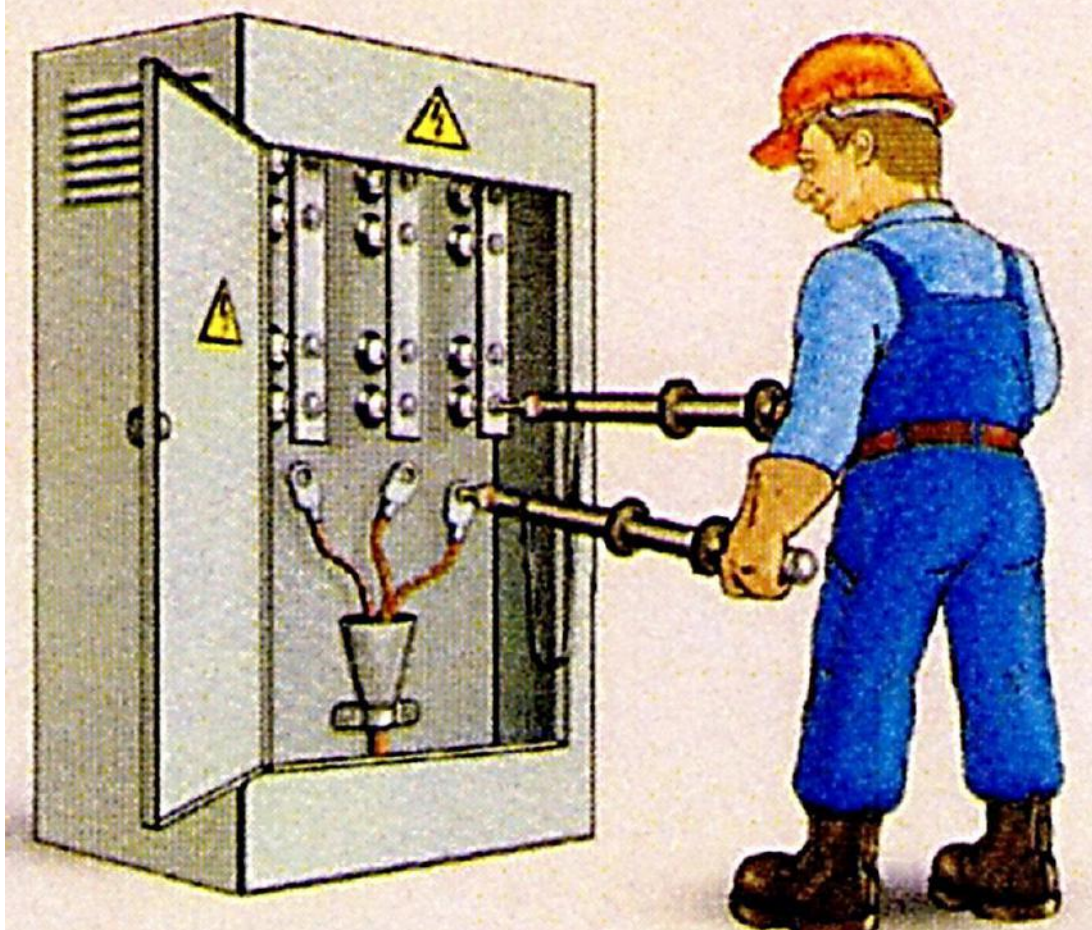




## УКАЗАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СОВПАДЕНИЯ ФАЗ

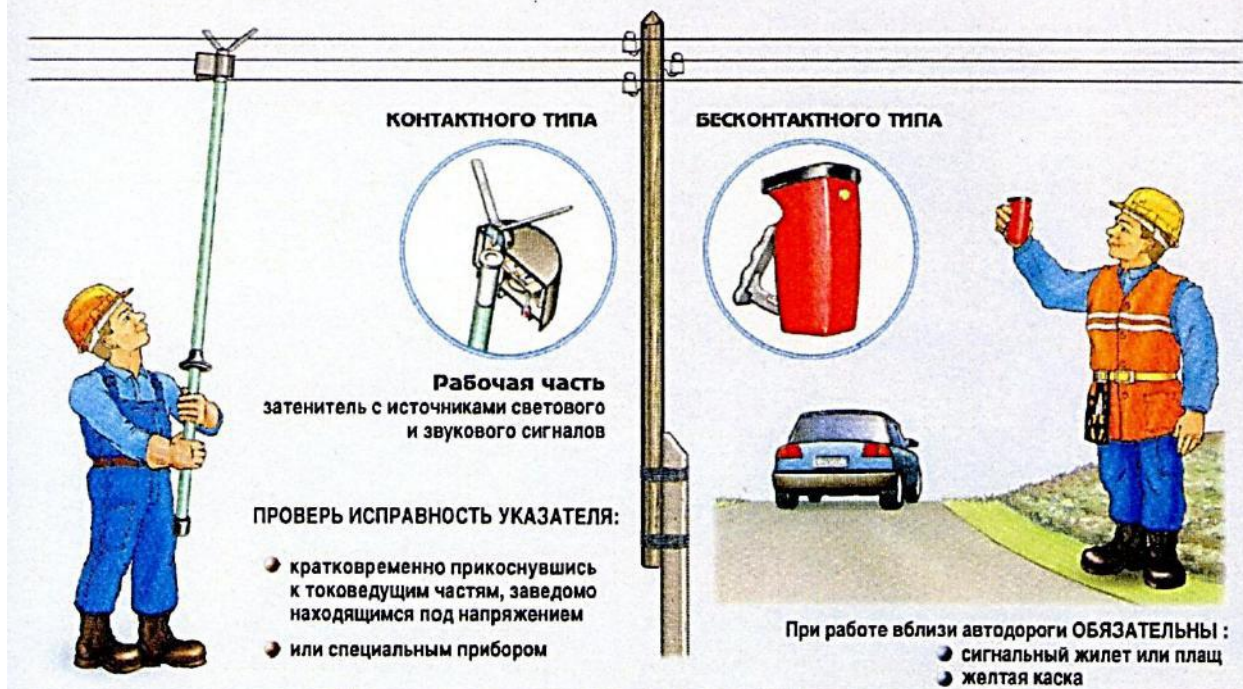


**Работать в диэлектрических перчатках !**





## УКАЗАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ ВЫШЕ 1000 В

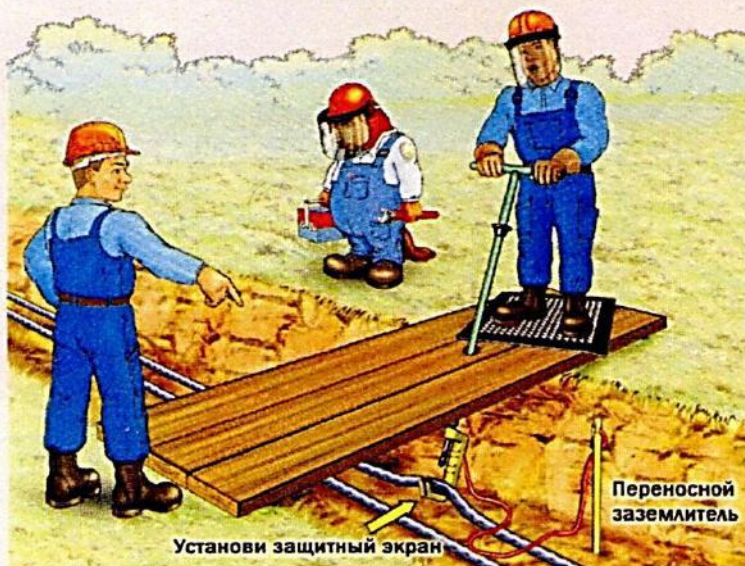
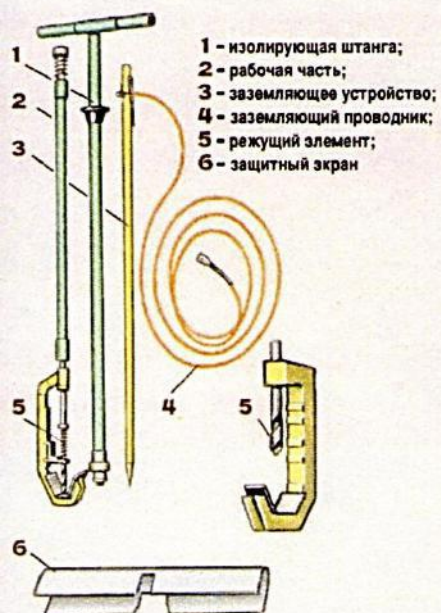


## МЕХАНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОКОЛА КАБЕЛЯ

Прокол ведут два электромонтера. Один из них контролирует работу

**НЕОБХОДИМЫ:**

- защитный щиток
- диэлектрические перчатки
- диэлектрический ковер
- переносной заземлитель





## Запрещающие

Для запрещения подачи  
напряжения на рабочее место

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ !**  
**РАБОТАЮТ ЛЮДИ**

Для запрещения подачи  
напряжения на линию,  
на которой работают люди

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ !**  
**РАБОТА НА ЛИНИИ**

Для запрещения подачи  
сжатого воздуха, газа

**НЕ ОТКРЫВАТЬ !**  
**РАБОТАЮТ ЛЮДИ**

Для запрещения повторного  
ручного включения  
выключателей ВЛ  
после их автоматического от-  
ключения без согласования  
с производителем работ

**РАБОТА**  
**ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ**  
повторно не включать !

## Предписывающие

**РАБОТАТЬ**  
**ЗДЕСЬ**

Для указания рабочего места

**ВЛЕЗАТЬ**  
**ЗДЕСЬ**

Для указания безопасного  
пути подъема к рабочему месту,  
расположенному на высоте



## Предупреждающие

### ЗНАК

**"ОСТОРОЖНО, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ"**



Для предупреждения об опасности поражения электрическим током

Для предупреждения  
об опасности поражения  
электрическим током



Для предупреждения  
об опасности поражения  
электрическим током  
при проведении испытаний  
повышенным напряжением



Для предупреждения  
об опасности подъема  
по конструкциям, при котором  
возможно приближение  
к токоведущим частям,  
находящимся под напряжением



Для предупреждения  
об опасности воздействия  
электрического поля  
на персонал  
и запрещения передвижений  
без средств защиты



## Указательный

Для указания о недопустимости  
подачи напряжения  
на заземленный участок  
электроустановки



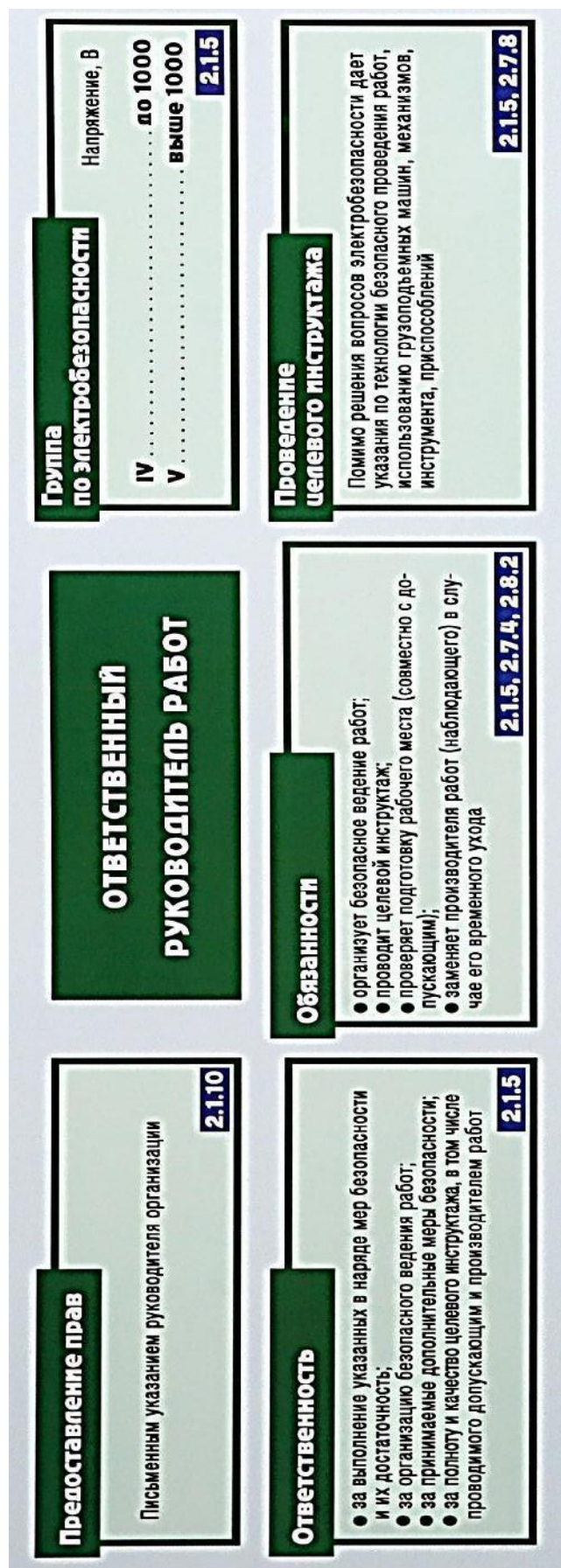


<b>МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА (ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ) ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00</b>	<b>ПЕРЕЧЕНЬ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ</b>			<b>Оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работ</b>
	<b>Оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации</b>	<b>Допуск к работе</b>	<b>Надзор во время работы</b>	

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РАБОТНИК	СОВМЕЩАЕМЫЕ ОБЯЗАННОСТИ
Выдающий наряд, отдающий распоряжение	<b>Ответственный руководитель работ, производитель работ, допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)</b> <b>2.1.11</b>
Ответственный руководитель работ	<b>Производитель работ, допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)</b> <b>2.1.11</b>
Производитель работ из числа оперативно-ремонтного персонала	<b>Допускающий (в электроустановках с простой и наглядной схемой)</b> <b>2.1.11, 2.7.2</b>
Производитель работ, имеющий группу IV, из числа персонала, обслуживающего устройства защиты и автоматики	<b>Допускающий (только в случае, если для подготовки рабочего места не требуется выполнения технических мероприятий в электроустановках напряжением выше 1000В)</b> <b>8.5</b>
Допускающий из числа оперативного персонала	<b>Может быть членом бригады (с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде)</b> <b>2.1.11, 2.5.2</b>

ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА БЕЗОПАСНОЕ ВЕДЕНИЕ РАБОТ		
<b>Предоставление прав</b>  Письменным указанием руководителя организации  <b>2.1.10</b>	<b>ВЫДАЮЩИЙ НАРЯД, ОТДАЮЩИЙ РАСПОРЯЖЕНИЕ</b>	<b>Группа по электробезопасности</b> Напряжение, В IV ..... до 1000 V ..... выше 1000 <b>2.1.4</b>
<b>Ответственность</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности;</li> <li>за качественный и количественный состав бригады;</li> <li>за назначение ответственных за безопасность;</li> <li>за соответствие групп по электробезопасности у перечисленных в наряде работников</li> </ul> <b>2.1.3</b>	<b>Обязанности</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работ;</li> <li>определяет число нарядов, выдаваемых на одного ответственного руководителя работ;</li> <li>проводит целевые инструктажи для ответственного руководителя работ (производителя работ, наблюдающего)</li> </ul> <b>2.1.3, 2.2.2</b>	<b>Проведение целевого инструктажа</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>при работах по наряду ответственному руководителю (если назначен) или производителю работ (наблюдающему);</li> <li>при работах по распоряжению;</li> <li>производителю работ (наблюдающему) или непосредственному исполнителю работ</li> </ul> <b>2.7.7, 2.7.8</b>

<b>Предоставление прав</b>  Письменным указанием руководителя организации работникам из числа оперативного персонала, за исключением допуска к работе на ВЛ (воздушных линиях электропередачи), где допускающим может быть ответственный руководитель (производитель работ) из числа ремонтного персонала без права оперирования коммутационной аппаратурой  <b>2.1.6, 2.1.10, 2.1.11</b>	<b>ДОПУСКАЮЩИЙ</b>	<b>Группа по электробезопасности</b> Напряжение, В III ..... до 1000 IV ..... выше 1000 <b>2.1.6</b>
<b>Ответственность</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствие их мерам, указанным в наряде, характеру и месту работы;</li> <li>за правильный допуск к работе;</li> <li>за полноту и качество проводимого инструктажа</li> </ul> <b>2.1.6</b>	<b>Обязанности</b> Оформляет: <ul style="list-style-type: none"> <li>допуск к работе;</li> <li>окончание работы;</li> <li>окончание работы по наряду</li> </ul> <b>2.7.3, 2.7.6, 2.10.3, 2.11.4</b>	<b>Проведение целевого инструктажа</b> При работе по наряду - ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему) и членам бригады. При работе по распоряжению - производителю работ (наблюдающему) и членам бригады (исполнителям)  <b>2.7.7</b>





## ПРОИЗВОДИТЕЛЬ РАБОТ

### Предоставление прав

Письменным указанием руководителя организации

**2.1.10**

### Обязанности

- перед допуском к работе выясняет у допускающего, какие меры приняты при подготовке рабочего места, и лично проверяет его (совместно с допускающим);
- в случае отсутствия оперативного персонала, но с его разрешения, может подготовить рабочее место самостоятельно (с ответственным руководителем);
- контролирует соблюдение бригадой требований безопасности;
- перевод бригады на другое рабочее место и повторный допуск, если выдающий наряд поручил это с записью в наряде;
- инструктирует работников, введенных в состав бригады

**2.7.4, 2.8.1, 2.8.5, 2.9.1, 2.10.1, 2.10.3**

### Ответственность

- за соответствие рабочего места указаниям в наряде;
- за дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;
- за четкость и полноту инструктажа членов бригады;
- за наличие, исправность и правильное применение средств защиты, инструмента, инвентаря и т.п.;
- за сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, заземляющих и запирающих устройств;
- за безопасное проведение работы и соблюдение ПТБ им самим и членами бригады;
- за постоянный контроль за членами бригады

**2.1.7**

### Группа по электробезопасности

Напряжение, В

III ..... **до 1000**  
IV ..... **выше 1000**

В электроустановках напряжением **до 1000 В** должен иметь группу **IV** при следующих работах по наряду:

- в подземных сооружениях, где возможно появление вредных газов;
- по перетяжке и замене проводов на **ВЛ (воздушных линиях электропередачи)** напряжением **до 1000 В**, подвешенных на опорах линий напряжением **выше 1000 В**

**2.1.7**

### Число выдаваемых нарядов

Может быть выдано несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним

**2.2.2**

### Проведение целевого инструктажа

Инструктирует бригаду о мерах по безопасному ведению работ, исключающих возможность поражения электрическим током. Дает указания по технологии безопасного проведения работ, использованию грузоподъемных машин, механизмов, инструмента, приспособлений

**2.7.8**



# НАБЛЮДАЮЩИЙ

## Обязанности

- разрешает временный уход с рабочего места членов бригады, которые, возвратившись, приступают к работе только с разрешения наблюдающего;
- может с разрешения допускающего допустить бригаду на подготовленное рабочее место, если это поручено в наряде

**2.8.3, 2.9.1, 2.10.3**

## Ответственность

- за соответствие подготовленного рабочего места указаниям в наряде;
- за наличие и сохранность на месте работ заземляющих и запирающих устройств, ограждений, плакатов;
- за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током;
- за четкость и полноту целевого инструктажа

**2.1.8**



## ПРОИЗВОДИТЕЛЬ РАБОТ

### Обязанности

- перед допуском к работе выясняет у допускающего, какие меры приняты при подготовке рабочего места, и лично проверяет его (совместно с допускающим);
- в случае отсутствия оперативного персонала, но с его разрешения, может подготовить рабочее место самостоятельно (с ответственным руководителем);
- контролирует соблюдение бригадой требований безопасности;
- перевод бригады на другое рабочее место и повторный допуск, если выдающий наряд поручил это с записью в наряде;
- инструктирует работников, введенных в состав бригады

**2.7.4, 2.8.1, 2.8.5, 2.9.1, 2.10.1, 2.10.3**

### Ответственность

- за соответствие рабочего места указаниям в наряде;
- за дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;
- за четкость и полноту инструктажа членов бригады;
- за наличие, исправность и правильное применение средств защиты, инструмента, инвентаря и т.п.;
- за сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, заземляющих и запирающих устройств;
- за безопасное проведение работы и соблюдение ПТБ им самим и членами бригады;
- за постоянный контроль за членами бригады

**2.1.7**

### Предоставление прав

Письменным указанием руководителя организации

**2.1.10**

### Группа по электробезопасности

Напряжение, В

III ..... **до 1000**  
IV ..... **выше 1000**

В электроустановках напряжением **до 1000 В** должен иметь группу **IV** при следующих работах по наряду:

- в подземных сооружениях, где возможно появление вредных газов;
- по перетяжке и замене проводов на **ВЛ (воздушных линиях электропередачи)** напряжением **до 1000 В**, подвешенных на опорах линий напряжением **выше 1000 В**

**2.1.7**

### Число выдаваемых нарядов

Может быть выдано несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним

**2.2.2**

### Проведение целевого инструктажа

Инструктирует бригаду о мерах по безопасному ведению работ, исключающих возможность поражения электрическим током. Дает указания по технологии безопасного проведения работ, использованию грузоподъемных машин, механизмов, инструмента, приспособлений

**2.7.8**