

ФГБОУ ВО
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Е. Е. ПРИВАЛОВ, А.В. ЕФАНОВ, С.С. ЯСТРЕБОВ,
В.А. ЯРОШ

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Под редакцией
доцента Е.Е. Привалова

Методическое пособие

Ставрополь
2020

УДК 628.5. (075.8)

Рецензенты:

кандидаты технических наук, доцент В. Г. Жданов;
кандидат технических наук, доцент А. В. Ивашина
(кафедра Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования)

Основы электробезопасности при эксплуатации оборудования систем электроснабжения. Лабораторный практикум: методическое пособие. / Е.Е. Привалов, А.В. Ефанов, С.С. Ястребов, В.А. Ярош, под ред. Е.Е. Привалова. – Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2020. - 353с.

В методическом пособии представлены методические указания и практические задания по определению, измерению и расчету параметров оборудования систем электроснабжения в нормальном и аварийном режимах и вопросы для самопроверки знаний для подготовки к экзамену и зачету. Для студентов высших и средних учебных заведений, обучающихся по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной формы обучения.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией электроэнергетического факультета Ставропольского государственного аграрного университета.

УДК 628.5. (075.8)

© Е.Е. Привалов, А.В. Ефанов, С.С.
Ястребов, В.А. Ярош 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания к лабораторным занятиям	6
Лабораторное занятие № 1	
1.1 Исследование силы тока при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования электрической сети	7
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	18
1.2 Изучение нормативно-технической документации по электробезопасности при техническом обслуживании электроустановок систем электроснабжения	19
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	23
Лабораторное занятие № 2	
2.1 Исследование силы тока при косвенном прикосновении к токоведущим частям электрооборудования электрической сети	24
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	32
2.2 Применение электротехнических средств при выполнении работы по эксплуатации систем электроснабжения и их элементов	33
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	37
Лабораторное занятие № 3	
3.1 Исследование защитного действия устройства автоматического отключения питания в однофазных сетях переменного тока	38
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	45
3.2 Применение плакатов и знаков по электробезопасности при выполнении работы по эксплуатации систем электроснабжения и их элементов	46
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	56
Лабораторное занятие № 4	
4.1 Исследование защитного действия заземления электрооборудования в однофазных сетях переменного тока	57
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	65
4.2 Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках	66
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	71

Лабораторное занятие № 5

5.1 Исследование защитного действия зануления в однофазных сетях переменного тока	72
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	81

5.2 Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках	82
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	90

Лабораторное занятие № 6

6.1 Исследование действия защитного отключения в однофазных сетях напряжением до 1000В	91
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	105

6.2 Технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках со снятием напряжения	106
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	114

Лабораторное занятие № 7

7.1 Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью ...	115
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	123

7.2 Меры безопасности при выполнении работ по эксплуатации комплектных трансформаторных подстанциях и силовых трансформаторах	124
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	127

Лабораторное занятие № 8

8.1 Исследование защитного действия заземления в трехфазных сетях с изолированной нейтралью	128
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	136

8.2 Меры безопасности при выполнении работ на воздушных и кабельных линиях электропередачи систем электроснабжения	137
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	148

Лабораторное занятие №9

9.1 Исследование защитного действия зануления в трехфазной пятипроводной электрической сети с глухозаземленной нейтралью ...	149
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	158

9.2 Меры безопасности при выполнении работ с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами и разделительными трансформаторами	159
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	165
Лабораторное занятие 10	
10.1 Исследование шагового напряжения у опоры на территории главной понизительной подстанции	166
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	175
10.2 Меры безопасности при установке заземлений в распределительных устройствах и воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения	176
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	184

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Правила устройства электроустановок	186
---	-----

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок.....	229
---	-----

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках	347
---	-----

Методические указания к лабораторным занятиям.

Безопасная эксплуатация оборудования систем электроснабжения сельскохозяйственных и промышленных объектов возможна при наличии надежной и эффективной системы электробезопасности.

Под электробезопасностью понимают систему организационных и технических мероприятий, а также способов и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока и дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ, п.1.1.36) требуют, чтобы для защиты работников от поражения электрическим током и дуги, а также электромагнитным полем все электроустановки были снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Охрана труда работников и студентов при выполнении лабораторных работ 1-10 требует выполнения следующих инструкций и указаний.

Преподаватель обязан перед началом работ:

1. Провести инструктаж на рабочем месте по правилам и мерам безопасности.
2. Проверить с каждой бригадой (малой группой) состояние лабораторных стендов и используемых измерительных приборов.
3. Выполнить допуск к лабораторной работе 1-10 каждой бригады (малой группы).
4. Осмотреть электрические провода, находящиеся в комплекте стенда, питающие кабели, пусковые кнопки и др. устройства, электроизмерительные приборы, защитные средства, убедиться в наличии заземления, в отсутствии оголенных проводов, не закрытых клеммных коробок, соединений.

Преподаватель обязан контролировать следующие действия студентов:

1. Порядок выполнения работ на лабораторном стенде 1 (2) согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ.
2. Выполнение необходимых изменений на лабораторном стенде (сборка электрической схемы) производить на отключенном стенде.
3. Проведение осмотров оборудования на рабочем месте.
4. При обнаружении неисправностей, задымления, появления постороннего запаха немедленно сообщить об этом преподавателю.
5. Порядок отключения стенда от питающей электрической сети по завершении эксперимента.

Лабораторное занятие №1.1

Исследование силы тока при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования электрической сети

Цели работы:

- оценить силу тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования, находящимся под напряжением;
- предложить рекомендации по изучению и выполнению мер защиты от поражения электрическим током в нормальном и аварийном режиме от прямого прикосновения к токоведущим частям оборудования сети.

Общие сведения

Исход воздействия электрического тока на организм работника, зависит от ряда факторов, в том числе от значения и длительности прохождения тока через его тело, рода и частоты тока, а также от индивидуальных свойств человека и условий внешней среды.

Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело работника обслуживающего электрическую сеть.

Электрическое сопротивление тела человека. Тело человека и сельскохозяйственного животного являются проводником электрического тока. Электрическая проводимость живой ткани в отличие от проводимости типичных проводников тока обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложными биохимическими и биофизическими процессами, постоянно протекающими в организме.

Таким образом, сопротивление тела человека являются переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от ряда факторов, таких как состояния кожи, параметров электрической цепи, куда случайно попал пострадавший, физиологических факторов и состояния окружающей среды, например, температуры и влажности.

Электрическое сопротивление тканей тела неодинаково: кожа, кости, жировая ткань, сухожилия и хрящи имеют большое сопротивление по сравнению с мышечной тканью, кровью, лимфой, спинным и головным мозгом. Например, при электрическом токе частотой 50Гц удельное объемное сопротивление меняется в широких пределах (табл. 1.1).

Табл. 1.1 - Удельное объемное сопротивление частей тела человека

№	Ткани тела человека	Удельное объемное сопротивление, Ом м
1	Сухой кожи	$3 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$
2	Кости (без надкостницы)	$10^4 - 2 \cdot 10^6$
3	Жировой ткани	30 – 60
4	Мышечной ткани	1,5 - 3,0
5	Крови	1,0 - 2,0

Таким образом, по сравнению с другими тканями кожа обладает достаточно большим удельным сопротивлением, которое является главным фактором, определяющим сопротивление тела человека в целом. Сопротивление тела человека, т.е. сопротивление между двумя электродами, наложенными на поверхность тела, у разных людей различно.

Неодинаковым сопротивление оказывается и у одного и того же человека в разное время и в разных условиях. При сухой и чистой коже сопротивление тела, измеренное при напряжении до 15 - 20В, колеблется в пределах $(3 - 100) \cdot 10^3$ Ом, а иногда и в более широких пределах.

Если на участках кожи, где прикладываются электроды, соскоблить роговой слой, сопротивление тела упадет до $(1 - 5) \cdot 10^3$ Ом, а при удалении всего наружного слоя кожи (эпидермиса) около 500 – 700 Ом. Если же под электродами полностью удалить кожу, то будет измерено сопротивление подкожных тканей тела, которое у всех людей практически одинаково и составляет только 300 - 500 Ом.

Сопротивление тела человека можно условно считать состоящим из трех последовательно включенных сопротивлений (рис. 1.1, *а* и *б*): двух одинаковых сопротивлений наружного слоя кожи, т. е. эпидермиса, $2 Z_{\text{э}}$, и одного сопротивления внутренних тканей тела $R_{\text{в}}$.

На схеме (рис. 1.1, *а*) обозначены: 1 - электроды; 2 - роговой слой кожи; 3 - ростковый слой кожи; 4 - наружный слой кожи - эпидермис (роговой и ростковый слои); 5 - внутренний слой кожи (дерма); 6 - подкожные ткани тела; 7 - внутренние ткани тела (внутренние слои кожи и подкожные ткани). Сопротивление эпидермиса $Z_{\text{э}}$. Параметр состоит из активного $R_{\text{э}}$ и емкостного $X_{\text{с}}$ сопротивлений (рис. 1.1, *з*).

Емкостное сопротивление обусловлено тем, что в месте прикосновения электрода к телу образуется условный конденсатор, обкладками которого являются электрод и хорошо проводящие ток ткани тела, лежащие под наружным слоем кожи, а диэлектриком, разделяющим обкладки, - этот слой (эпидермис) (рис. 1.1, *в*).

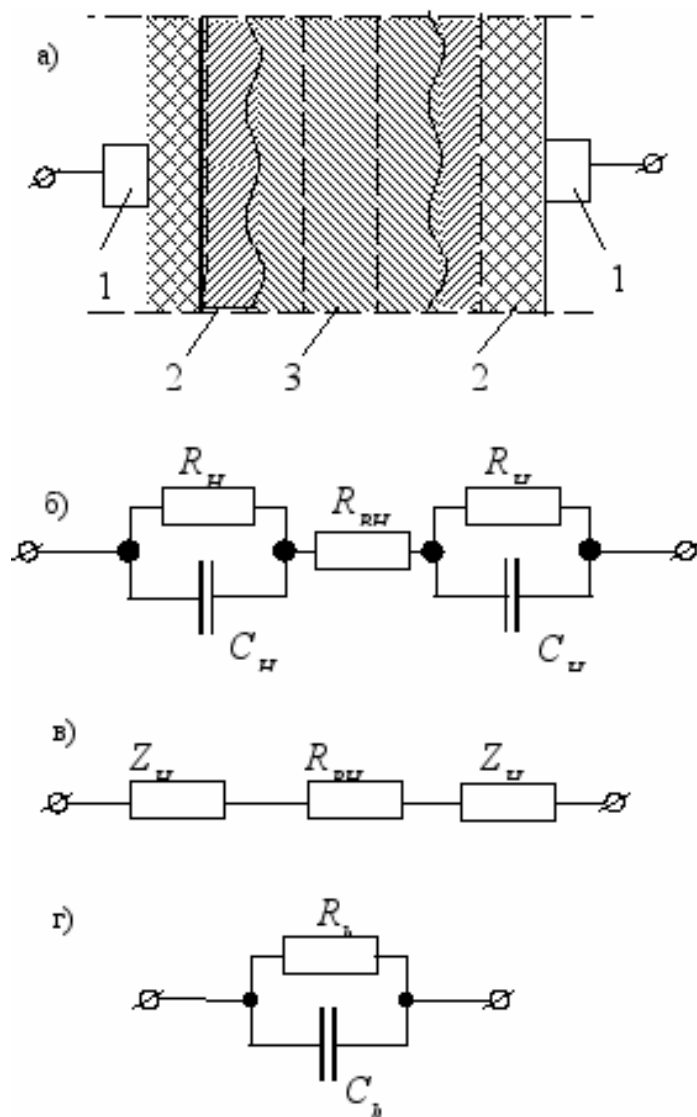


Рис. 1.1 – Условные схемы сопротивления тела человека:
a - схема измерения сопротивления: 1 – электроды; 2 – наружный слой кожи – эпидермис (роговой и ростковый слой); 3 – внутренние ткани тела (внутренний слой кожи и подкожные ткани);
б, в - эквивалентные схемы сопротивления;
г - упрощенная эквивалентная схема

Сопротивление внутренних тканей тела R_B считается чисто активным, хотя, сопротивление обладает емкостной составляющей.

Эквивалентная схема сопротивления тела, показанная на рис. 1.1.в, позволяет написать выражение для определения полного сопротивления тела в комплексной форме

$$Z_h = 2Z_{\mathcal{C}} + R_B = \frac{2}{\frac{1}{R_{\mathcal{C}}} + j\omega C_{\mathcal{C}}} + R_B \quad (1.1)$$

Электрическое сопротивление кожи, а, следовательно, и тела человека резко уменьшается при повреждении ее рогового слоя, наличии капель влаги на ее поверхности, интенсивном выделении пота и загрязнении, например, при выполнении работ в электроустановках.

Повреждения рогового слоя - порезы, царапины, ссадины и другие микротравмы - снижают сопротивление тела до значения, близкого к значению сопротивления его внутренних тканей (500 - 700 Ом), что резко увеличивает опасность поражения током работника.

Увлажнение кожи понижает ее сопротивление даже если, когда влага обладает большим удельным сопротивлением. Например, увлажнение сухих рук сильно подсоленной водой снижает сопротивление тела на 30 - 50%, а дистиллированной водой - на 15 - 35 %. Это объясняется тем, что влага, попавшая на кожу, растворяет находящиеся на ее поверхности минеральные вещества и жирные кислоты, выведенные из организма человека, работающего на электрооборудовании, вместе с потом и кожным салом, и становится более электропроводной.

Загрязнение кожи работника различными веществами, в особенности хорошо проводящими ток (например, металлическая или угольная пыль, окалина), сопровождается снижением ее сопротивления, как и при поверхностном увлажнении кожи. Кроме того, токопроводящие вещества, проникая в выводные протоки потовых и сальных желез, создают в коже человека токопроводящие каналы, резко понижающие ее сопротивление.

Электрическое сопротивление зависит также от места приложения электродов устройства к телу человека, значений тока и приложенного напряжения, рода, частоты и длительности прохождения тока, площади электродов и некоторых других факторов.

Место приложения электродов оказывает влияние потому, что сопротивление кожи на разных участках тела неодинаковое. Кроме того, различным оказывается и сопротивление внутренних тканей работника при изменении длины пути электрического тока по ним.

Повышение напряжения пробоя $U_{пр}$, приложенного к телу человека, вызывает уменьшение в десятки раз его полного сопротивления Z_h , которое приближается к наименьшему значению сопротивления подкожных тканей тела (примерно 300 Ом). Это происходит за счет снижения сопротивления кожи и объясняется влиянием ряда факторов, в том числе увеличением тока, проходящего через кожу, и пробоем его рогового слоя под влиянием приложенного напряжения.

Рост электрического тока, проходящего через кожу, обусловлен в первую очередь повышением напряжения, приложенного к телу человека. Пробой рогового слоя кожи возможен, если напряженность возникшего в

нем электрического поля превысит его пробивную напряженность, равную, как показывают опыты на добровольцах, 500 - 2000В/мм.

Род и частота электрического тока. Опыты на добровольцах показывают, что сопротивление тела человека постоянному току больше, чем переменному любой частоты. При нулевой частоте, что соответствует постоянному току, сопротивление имеет наибольшее значение:

$$Z_h = 2R_{\text{э}} + R_B = R_h. \quad (1.2)$$

С ростом частоты электрического тока сопротивление Z_h , уменьшается (в результате снижения емкостного сопротивления) и когда стремится к бесконечности, становится равным сопротивлению внутренних тканей тела R_B .

Длительность протекания электрического тока. Данный параметр заметно влияет на сопротивление кожи, вследствие усиления с течением времени кровоснабжения участков кожи под электродами, выделения пота и т. п. Опыты на добровольцах показали, что при небольших напряжениях электроустановки (20 – 30) В за (1 – 2) мин сопротивление понижается обычно на (10 – 40) %.

Площадь электродов S оказывает непосредственное влияние на полное сопротивление тела человека: чем больше S , тем меньше сопротивление Z_h . С ростом частоты тока зависимость сопротивление Z_h от площади S уменьшается, и при (10 – 20) кГц влияние площади электродов исчезает.

На значение сопротивления Z_h наряду с рассмотренными параметрами влияют и другие факторы условий работы (физиологические факторы и параметры окружающей среды), хотя и в значительно меньшей степени. Так, у женщин, как правило, сопротивление тела меньше, чем у мужчин, а у детей - меньше, чем у взрослых, у молодых людей меньше, чем у пожилых. Объясняется это тем, что у одних людей кожа тоньше и нежнее, у других - толще и грубее.

Физические раздражения, возникающие неожиданно для работника, - болевые (уколы и удары), звуковые, световые - могут вызвать на несколько минут снижение сопротивления тела на 20 - 50%.

1. Исследование силы тока при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования электрической сети.

1.1 Характеристика лабораторного оборудования

В лабораторной работе 1.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

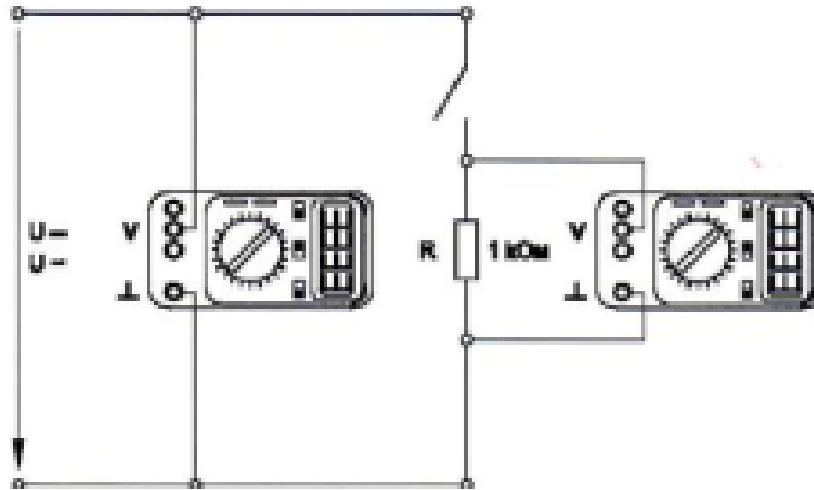
В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а также пола, на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного нормативно-техническим документом значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.
5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений в ходе экспериментов.

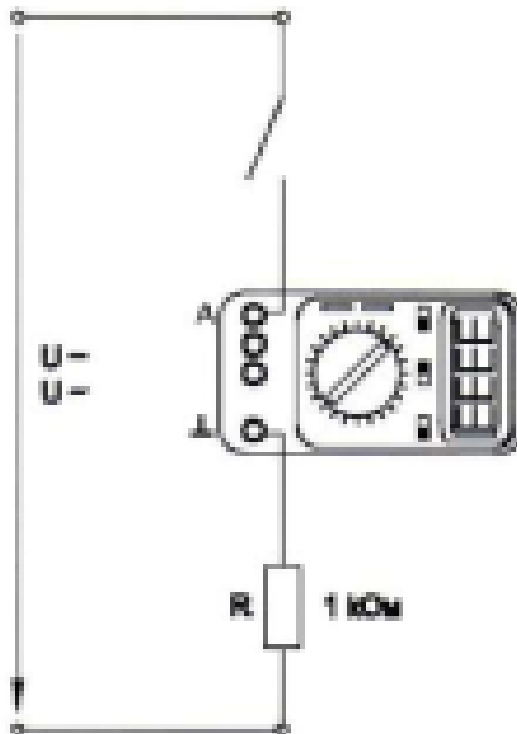
Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством набора проводников.

1.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 1.2).



а)



б)

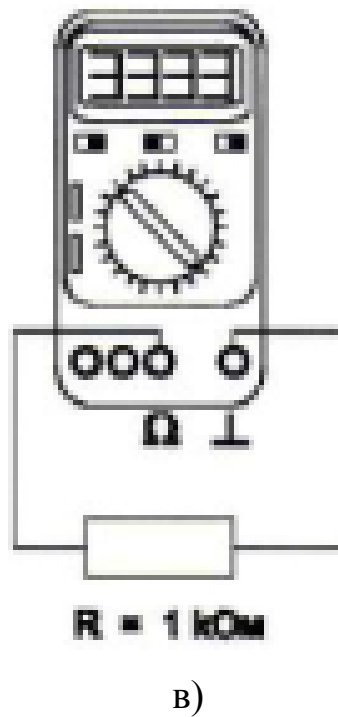


Рис. 1.2 – Схемы включения мультиметра:
 а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

1.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 1.3.

Схема включает модель человека АЗ, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, автоматический выключатель А11.

Стенд позволяет моделировать возможные случаи поражения человека электрическим током при прямом и косвенном прикосновении к частям электрооборудования, оказавшегося под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

1.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру стенда в соответствии со схемой соединений на рис 1.3.

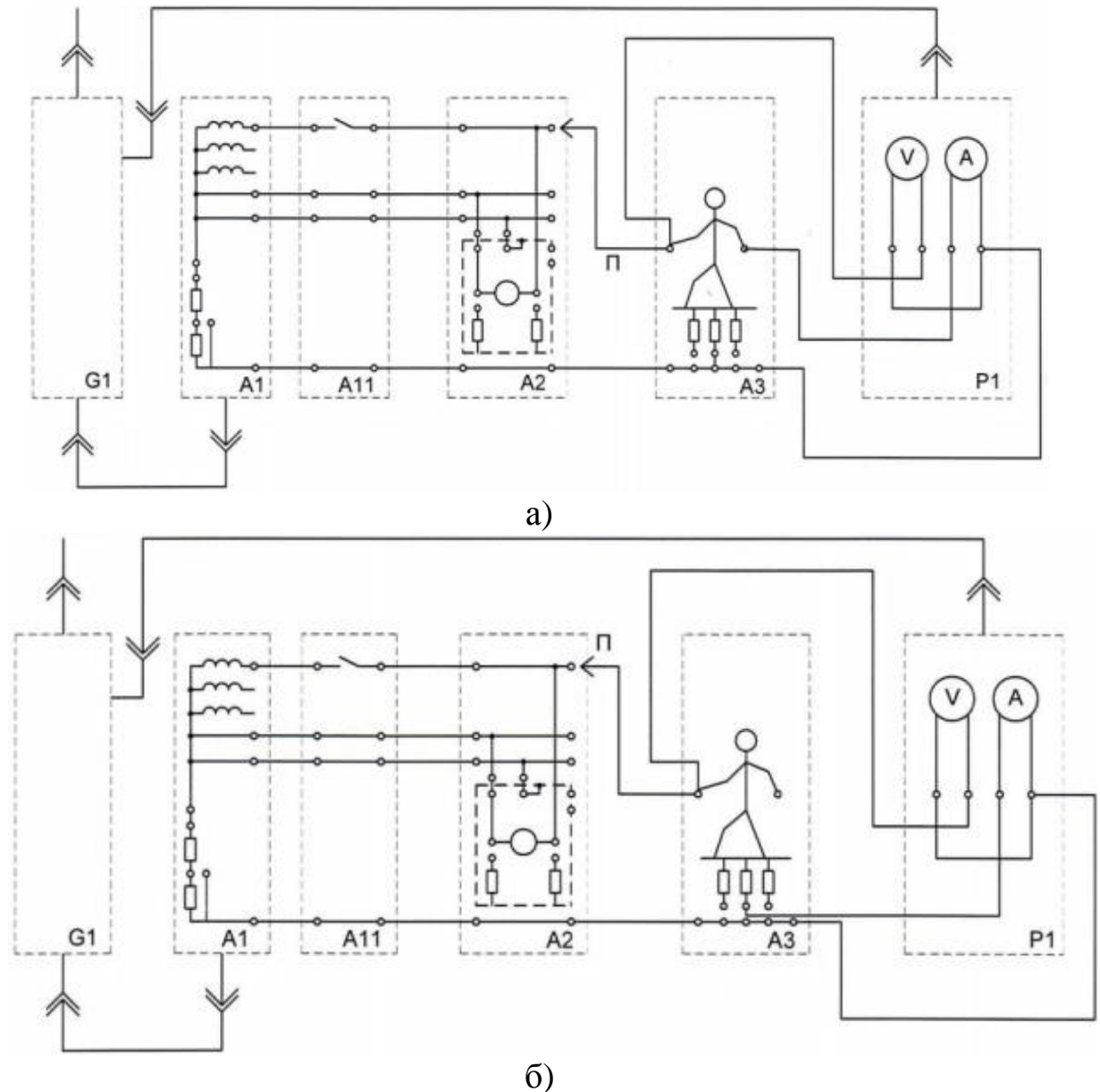


Рис. 1.3 - Схема для определения силы тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением:

- а) путь тока в теле человека «рука - рука»;
- б) путь тока в теле человека «рука - ноги».

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.

Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, соединением конца проводника «П», с гнездом фазы «L» электроприемника А2, как это показано на рис. 1.2.

С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. Сравните полученные результаты с предельно допустимыми значениями и сделайте вывод об опасности поражения электрическим током.

По завершении эксперимента отключите выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в табл. 1.1 и 1.2.

Табл. 1.1 - Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – рука»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

Табл. 1.2 - Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

1.5 Отчет должен содержать:

1. Схемы для определения силы тока, проходящего через тело человека при прямом прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением. (Рис. 1.2, а) путь тока в теле человека «рука - рука»; б) путь тока в теле человека «рука - ноги»).

2. Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – рука» (табл. 1.1).

3. Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 1.2).

4. Выводы по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – рука» и «рука – нога».

Как влияет площадь электродов на сопротивление тела человека?

Как влияют физиологические факторы и параметры окружающей среды на сопротивление тела человека?

Что могут вызвать физические раздражения, возникающие неожиданно для работника?

1.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. От каких факторов зависит опасное действие тока на человека?
2. Нарисуйте эквивалентные схемы сопротивления тела человека.
5. Нарисуйте упрощенную эквивалентную схему сопротивления тела.
3. Чем обусловлено емкостное сопротивление в месте прикосновения электрода к телу?
4. Напишите выражение для определения полного сопротивления тела в комплексной форме.
5. К чему приводят повреждения рогового слоя тела?
6. К чему приводят увлажнение кожи человека?
7. Почему влага, попавшая на кожу, снижает ее сопротивление?
8. К чему приводят загрязнение кожи работника проводящими ток веществами?
9. От чего зависит электрическое сопротивление тела человека?
10. Как влияют род и частота электрического тока на сопротивление тела?
11. Как влияют длительность воздействия электрического тока на сопротивление тела человека?
12. Как влияет площадь электродов на сопротивление тела человека?
13. Как влияют физиологические факторы и параметры окружающей среды на сопротивление тела человека?
14. Что могут вызвать физические раздражения, возникающие неожиданно для работника?

Лабораторное занятие № 1.2

Изучение нормативно-технической документации по электробезопасности при техническом обслуживании электроустановок систем электроснабжения

Цели работы:

- разработка рекомендаций по изучению Правил устройства электроустановок для эффективного технического обслуживания и ремонта оборудования систем электроснабжения;
- разработка рекомендаций по изучению Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок для безопасного технического обслуживания и ремонта оборудования систем электроснабжения.

Общие сведения

Основная задача персонала при эксплуатации промышленных и сельскохозяйственных электроустановок - обеспечение надежной и бесперебойной работы электрооборудования системы электроснабжения предприятия, длительной сохранности техники и экономичного расходования электроэнергии.

Специалисты, обслуживающие электрооборудование системы электроснабжения, должны знать устройство и принцип работы электроустановок, быстро и умело находить неисправности и устранять их, знать объем и способы испытаний электрооборудования, а также неукоснительно соблюдать правила и меры безопасности при выполнении работ в различных электроустановках.

В вопросах электробезопасности промышленных и сельских потребителей электрической энергии в последние годы произошли серьезные изменения, связанные с приведением базовых требований к отечественным электроустановкам в соответствии с требованиями Международной электротехнической комиссии (МЭК).

1. Рекомендации по изучению Правил устройства электроустановок

В нашей стране для решения вопросов проектирования, монтажа и эксплуатации электрооборудования создана система взаимосвязанных правил, норм и положений, приводимых в нормативных документах.

Основные нормативные правовые акты базируются на требованиях МЭК и содержат государственные и отраслевые стандарты, а также

основополагающие требования по электробезопасности в промышленности, сельском хозяйстве и быту.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока напряжением до 750кВ.

Требования ПУЭ рекомендуется применять для действующих электроустановок, если это повышает надежность электроустановки или если ее модернизация направлена на обеспечение требований безопасности.

ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации планово-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования.

В отношении опасности поражения электрическим током работников, эксплуатирующих системы электроснабжения различают:

- *помещения без повышенной опасности*, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;
- *помещения с повышенной опасностью*, характеризующиеся наличием в них одного из условий, создающих повышенную опасность: сырость или токопроводящая пыль; токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.); высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;
- *особо опасные помещения*, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость; химически активная или органическая среда; одновременно два или более условий повышенной опасности;
- *территория открытых электроустановок* в отношении опасности поражения работников электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

Конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов должны соответствовать параметрам сети или электроустановки, режимам работы, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих глав ПУЭ.

Электроустановки и связанные с ними конструкции должны быть стойкими в отношении воздействия окружающей среды или защищенными от этого воздействия.

Строительная и санитарно-техническая части электроустановок

(конструкция здания и его элементов, отопление, вентиляция, водоснабжение и пр.) должны выполняться в соответствии с действующими Строительными нормами и правилами (СНиП) при выполнении дополнительных требований, приведенных в ПУЭ.

Электроустановки должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов об охране окружающей природной среды по допустимым уровням шума, вибрации, напряженностей электрического и магнитного полей, электромагнитной совместимости.

Для защиты работников от влияния электроустановок должны предусматриваться меры в соответствии с требованиями норм допускаемых промышленных радиопомех и правил защиты устройств связи от опасного и мешающего влияния линий электропередачи.

В электроустановках должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод. В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему отвода ливневых вод, овраги.

В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка).

Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников используют цвета и цифры в соответствии с Государственным стандартом России - ГОСТ Р 50462 «Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям».

Выводы.

1. ПУЭ последовательно определяют порядок выбора электрооборудования, требования к устройству электроустановок и проведению испытаний.

2. В Правилах даются термины, определения и классификация электроустановок и электроприемников; требования по выбору проводов, кабелей, электрических аппаратов, измерительных приборов; рекомендации по обеспечению безопасности обслуживающего персонала.

3. Для электрооборудования в Правилах установлены объем, виды и нормы приемо-сдаточных испытаний, а также порядок проведения и оформления результатов испытаний.

2 Рекомендации по изучению Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок

В соответствии с Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 328н от 24.07.2013г. действующие Правила по охране труда при

эксплуатации электроустановок (ПОТ ЭЭ) распространяются на работников из числа электротехнического, электротехнологического и не электротехнического персонала, а также на работодателей (физических и юридических лиц, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм), занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, ис-пытания и измерения.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя. Работодатель в зависимости от специфики своей деятельности вправе устанавливать дополнительные требования безопасности, не противоречащие (ПОТ ЭЭ). Требования охраны труда должны содержаться в соответствующих инструкциях по охране труда, доводиться до работника в виде распоряжений, указаний, инструктажа.

Электроустановки (ЭУ) - машины, аппараты, линии и вспомогательное оборудование, вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены, предназначенные для производства (1), преобразования (2), трансформации (3), передачи (4), распределения электрической энергии (5) и преобразования ее в другой вид энергии (6), должны находиться в технически исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия труда.

ЭУ должны быть укомплектованы испытанными, готовыми к использованию защитными средствами и изделиями медицинского назначения для оказания первой помощи работникам в соответствии с действующими правилами и нормами.

В организациях должен осуществляться контроль за соблюдением (ПОТ ЭЭ), требований инструкций по охране труда, контроль за проведением инструктажей. Ответственность за состояние охраны труда в организации несет работодатель, который вправе передать свои права и функции по этому вопросу руководящему работнику организации, наделенному в установленном порядке административными функциями (главный инженер, вице-президент, технический директор, заместитель директора), руководителю филиала, руководителю представительства организации распорядительным документом.

Лица, виновные в нарушении требований (ПОТ ЭЭ), привлекаются к ответственности в установленном порядке.

В действующих (ПОТ ЭЭ) появилось понятие автоматизированного рабочего места (РМ) и порядка выполнения переключений и подготовки РМ при его использовании, а в круг лиц, ответственных за безопасное ведение работ в электроустановках, дополнительно был введен работник, выдающий разрешение на подготовку РМ и допуск с определением его

ответственности. Кроме того, было установлено условие оформления в электронном виде документации и электронных подписей, изменились требования и условия выполнения работ на воздушных линиях электропередачи, находящихся под наведённым напряжением, а также внесён ряд других изменений и дополнений, направленных на обеспечение безопасности работников, повышения производительности труда с одновременным исключением избыточных требований.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Какая основная задача персонала при эксплуатации промышленных и сельскохозяйственных электроустановок?
2. Дайте определение помещения без повышенной опасности.
3. Какими условиями характеризуются помещения с повышенной опасностью?
4. Какими условиями характеризуются особо опасные помещения?
5. К чему приравнивается территория открытых электроустановок?
6. Чему должны соответствовать конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов?
7. Каким требованиям должны удовлетворять электроустановки?
8. На кого распространяются «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ)?
9. В каких документах должны содержаться требования охраны труда?
10. Для чего предназначены электроустановки?
11. Кто несет ответственность за состояние охраны труда в организации?

Лабораторное занятие № 2.1

Исследование силы тока при косвенном прикосновении к токопроводящим частям электрооборудования электрической сети

Цели работы:

- оценить силу тока, проходящего через тело человека при косвенном прикосновении к токопроводящим частям электрооборудования, находящимся под напряжением;
- предложить рекомендации по изучению и выполнению мер защиты от поражения электрическим током в нормальном и аварийном режиме при косвенном прикосновении к токопроводящим частям оборудования.

Общие сведения

Влияние силы тока на исход поражения. Сила тока, проходящего через тело, - основной поражающий фактор. Человек начинает ощущать воздействие малого тока: в среднем около 1,1мА при переменном токе частотой 50Гц и около 6мА при постоянном токе. Это воздействие ограничивается при переменном токе слабым зудом и легким пощипыванием, а при постоянном токе - ощущением нагрева кожи на участке, касающемся токоведущей части электроустановки.

Ток, вызывающий ощутимые раздражения, называется *ощутимым током* (0,6-1,5мА), а наименьшее значение этого тока - пороговым ощутимым током. Увеличение тока сверх порогового ощутимого вызывает судороги мышц и болезненные ощущения, которые с ростом тока усиливаются и распространяются на все участки тела. Так, при 3 - 5мА (50Гц) действие тока ощущается всей кистью руки, касающейся токоведущей части; при 8 - 10 мА боль резко усиливается и охватывает всю руку, с непроизвольными сокращениями мышц и предплечья.

Ток неотпускающий (10-15мА) - ток, вызывающий непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник, а наименьшее его значение - пороговым неотпускающим током. При длительном прохождении ток растет вследствие уменьшения сопротивления тела, в результате чего усиливаются боли, например, руки и могут возникнуть серьезные нарушения работы легких и сердца, а в некоторых случаях наступает смерть.

Фибрилляционный ток (50-100мА). Электрический ток от 50мА при частоте 50Гц, проходя через тело человека по тому же пути («рука – рука» или «рука – ноги»), распространяет свое раздражающее действие на мышцу сердца, расположенную глубоко в груди. Это обстоятельство опасно для

жизни, поскольку через малый промежуток времени, обычно через 1 - 3сек с момента замыкания цепи тока через тело, может наступить фибрилляция (хаотичное сокращение сердечной мышцы) или остановка сердца (90-100мА). В результате, прекращается кровообращение и, следовательно, в организме возникает недостаток кислорода; это в свою очередь приводит к прекращению дыхания, т.е. наступает клиническая смерть. Ток, вызывающий фибрилляцию сердца, называется фибрилляционным током, а наименьшее его значение - пороговым фибрилляционным током.

Влияние длительности прохождения тока на исход поражения. Анализ несчастных случаев от воздействия электрического тока и данные опытов над животными показывают, что длительность прохождения тока существенно влияет на исход поражения: чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействия тока на живую ткань повышается его значение, накапливаются последствия воздействия тока и, наконец, повышается вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с уязвимой фазой (Т – зубец).

Таким образом, условно безопасным считают ток (3-6мА), при котором работник может самостоятельно освободиться от его действия, а его величина зависит от времени и пути протекания через тело. Продолжительность воздействия тока сильно влияет на исход поражения, чем дольше действие и величина тока, тем тяжелее последствия.

Влияние пути тока на исход поражения. Установлено, что путь прохождения тока через тело или «петля тока», играет существенную роль в исходе поражения. Так, если на пути тока оказываются жизненно важные органы - сердце, легкие, головной мозг, то опасность поражения велика. Возможных путей тока в теле много. Однако характерными являются не более 15 петель, где наиболее опасными являются петли «голова – руки» и «голова – ноги».

Влияние частоты и рода тока на исход поражения. Из-за наличия в сопротивлении тела емкостной составляющей увеличение частоты приложенного напряжения сопровождается уменьшением полного сопротивления тела и ростом тока. Повышение частоты должно привести к усилению этой опасности, но на практике это предположение справедливо лишь в диапазоне частот (0 – 50) Гц.

Доказано, что постоянный ток примерно в 4 - 5 раз безопаснее переменного частотой 50Гц. Эти данные вытекают из сопоставления значений пороговых неотпускающих токов 50 - 80мА для постоянного и 10 - 15мА для тока частотой 50Гц и предельно выдерживаемых напряжений.

2. Исследование силы тока при косвенном прикосновении к токопроводящим частям электрооборудования электрической сети

2.1 Характеристика лабораторного оборудования

В лабораторной работе 2.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

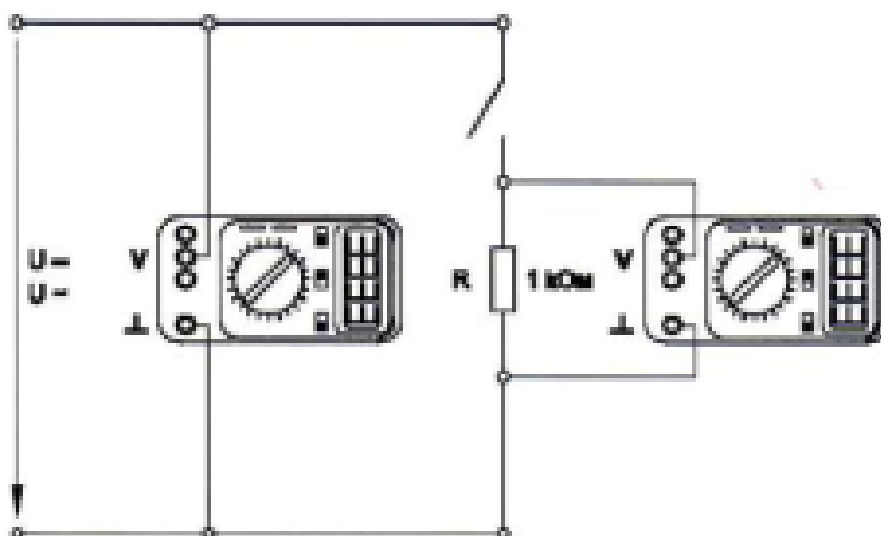
В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви работника, а также пола помещения (сооружения), на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.
5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности электрической сети.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений.

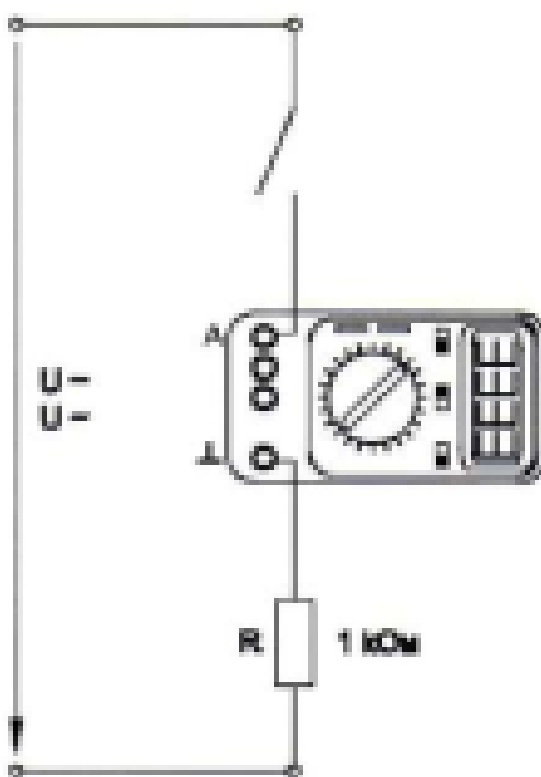
Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

2.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

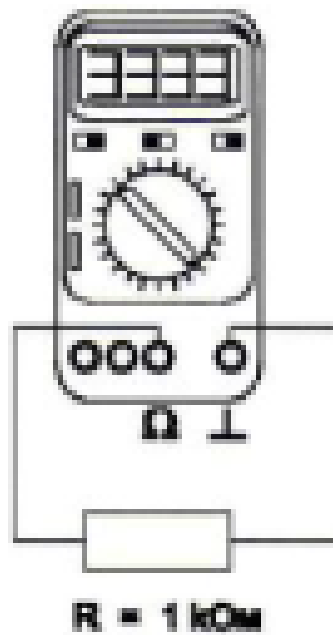
Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 2.1).



а)



б)



в)

Рис. 2.1 – Схемы включения мультиметра:

а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

2.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 2.2.

Схема включает модель человека АЗ, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, автоматический выключатель А11.

Стенд позволяет моделировать возможные случаи поражения человека электрическим током при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, оказавшегося под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

2.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру стенда в соответствии со схемой соединений на рис. 2.2.

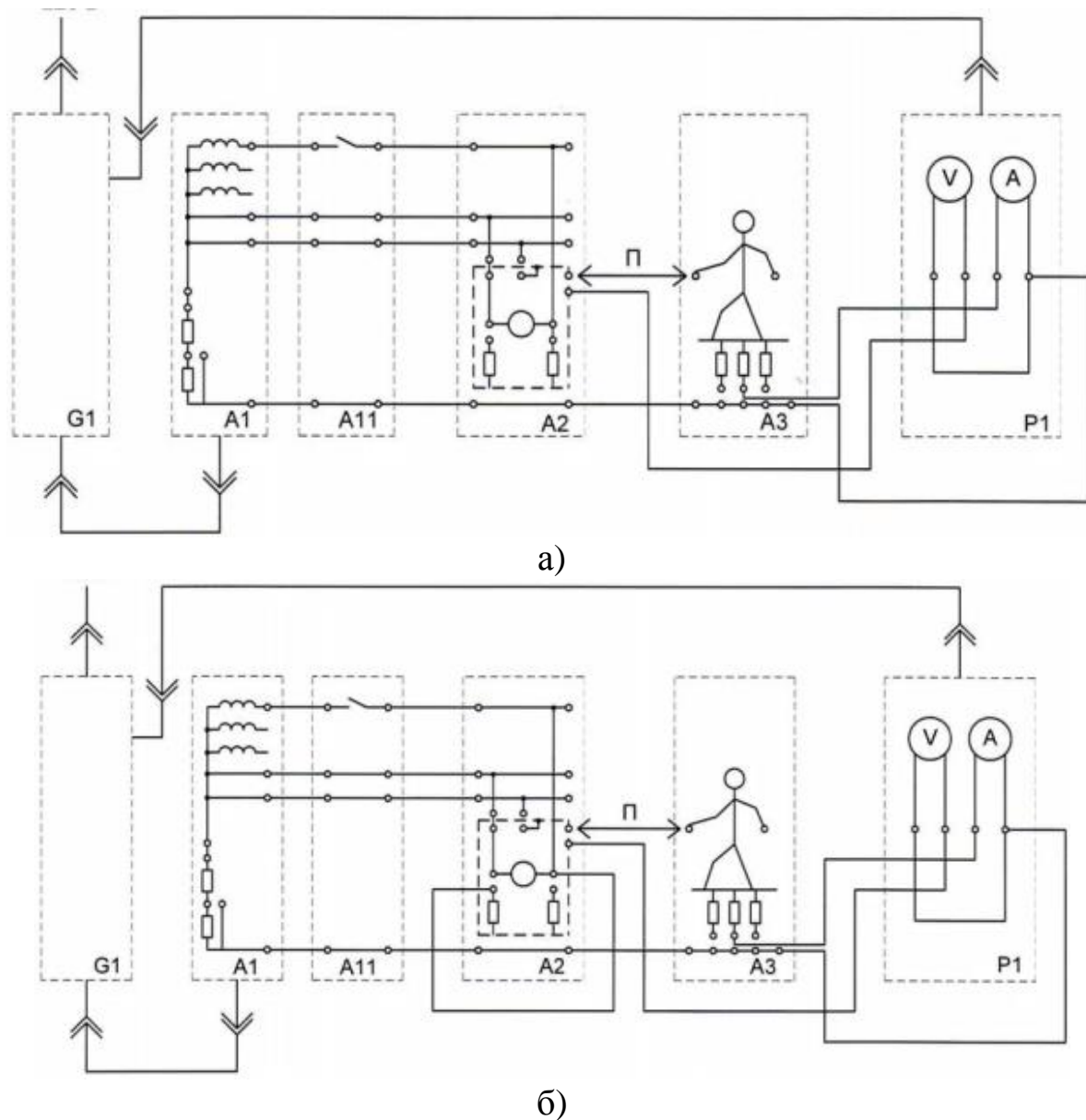


Рис. 2.2 - Схема для определения силы тока, проходящего через тело человека при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением:

- а) путь тока в теле человека «рука - рука»;
- б) путь тока в теле человека «рука - ноги».

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.

Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смоделируйте косвенное прикосновение человека к частям оборудования систем электроснабжения, находящимся под напряжением, соединением конца проводника «П», с гнездом фазы «L» электроприемника А2, как это показано на рис. 2.2.

С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте аварийного ток через тело человека и напряжение прикосновения. Сравните полученные результаты с предельно допустимыми значениями и сделайте вывод об опасности поражения электрическим аварийного током.

По завершении эксперимента отключите выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию аварийного тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в табл. 2.1 и 2.2.

Табл. 2.1 - Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – рука»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

Табл. 2.2 - Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

2.5 Отчет должен содержать:

1. Схемы для определения силы аварийного тока, проходящего через тело человека при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, находящимся под напряжением.

(Рис.2.2. а) путь тока в теле человека «рука - рука»; б) путь тока в теле человека «рука - ноги»).

2. Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – рука» (табл. 2.1).

3. Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 2.2).

4. Выводы по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – рука» и «рука – нога».

Влияние пути тока на исход поражения работника при аварии в электрической сети. Какие «петли тока» наиболее опасны для работника при аварии в электрической сети?

2.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

2.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Влияние ощутимого тока на работника электрической сети.
2. Как влияет неотпускающий ток на мышцы тела человека?
3. Как влияет фибрилляционный ток на мышцы тела человека?
4. Влияние длительности прохождения электрического тока через тело на исход поражения работника.
5. Влияние пути тока на исход поражения работника при аварии в электрической сети.
6. Какие «петли тока» наиболее опасны для работника при аварии в электрической сети?
7. Влияние частоты и рода тока на исход поражения работника при аварии в электрической сети.
8. Почему постоянный ток безопаснее переменного частотой 50Гц?

Лабораторное занятие № 2.2

Применение электротехнических средств при выполнении работы по эксплуатации систем электроснабжения и их элементов

Цели работы:

- организовать работу подчиненного персонала по хранению электротехнических средств при эксплуатации оборудования систем электроснабжения;
- организовать работу подчиненного персонала по применению электротехнических средств при эксплуатации оборудования систем электроснабжения.

Общие сведения

Действующая «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» приближена к типовым требованиям европейских государств и приведена в соответствие с базовыми стандартами и регламентами РФ.

Предложенная в работе методика изложения материала позволяет персоналу электроустановок напряжением до 1000В:

- изучить и эффективно применять на практике электротехнические и другие средства защиты от поражения электрическим током;
- организовать работу подчиненного персонала по применению электротехнических средств при эксплуатации оборудования систем электроснабжения.

1 Организация работы подчиненного персонала по хранению электротехнических средств.

По действующим требованиям персонал, проводящий работы в электроустановках напряжением до 1000В, должен быть:

- обеспечен всеми необходимыми средствами защиты;
- обучен правилам хранения и применения электротехнических средств;
- обязан пользоваться средствами защиты для обеспечения безопасности работ.

Средства защиты должны находиться в качестве инвентарных в помещениях электроустановок или входить в инвентарное имущество выездных бригад электротехнического персонала. Электротехнические средства могут выдаваться работникам для индивидуального пользования.

Такое распределение с указанием мест хранения средств защиты должно быть зафиксировано в перечнях, утвержденных техническим руководителем или работником, ответственным за электрохозяйство.

При обнаружении работником непригодности средств защиты они подлежат изъятию. Об изъятии непригодных средств защиты ответственным за электрохозяйство должна быть сделана запись в журнале учета и содержания средств защиты или в оперативной документации. Работники, получившие средства защиты в индивидуальное пользование, отвечают за их правильную эксплуатацию и своевременный контроль за их техническим состоянием.

При эксплуатации электроустановок напряжением до 1000В средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к применению, они должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения и увлажнения. Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях.

Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации, следует хранить в шкафах, на стеллажах, полках, отдельно от инструмента и других средств защиты.

Электроззащитные средства должны быть защищены от воздействия кислот, щелочей, масел, бензина и других разрушающих веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей и теплоизлучения нагревательных приборов (не ближе 100см от них). Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации, нельзя хранить наваленными в мешках, ящиках и т.п.

Средства защиты из резины и полимерных материалов, которые находятся в складском запасе, необходимо хранить в сухом помещении при температуре от 0 до 30⁰С. При хранении они должны быть защищены от воздействия влаги и агрессивных сред. Средства защиты, находящиеся в пользовании выездных бригад или в индивидуальном пользовании персонала, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах отдельно от прочего инструмента.

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

В местах хранения должны иметься перечни средств защиты. Места хранения должны быть оборудованы крючками или кронштейнами для штанг, клещей изолирующих, переносных заземлений, плакатов безопасности, а также шкафами, стеллажами для прочих средств защиты.

Все электроззащитные средства, которые находятся в эксплуатации, должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, плакатов безопасности,

защитных ограждений, штанг для переноса и выравнивания потенциала. Допускается использование заводских номеров.

Нумерация устанавливается отдельно для каждого вида средств защиты с учетом системы организации эксплуатации и местных условий. Инвентарный номер наносят, как правило, непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях.

Возможно также нанесение номера на прикрепленную к средству защиты специальную бирку. Если средство защиты состоит из нескольких частей, общий для него номер необходимо ставить на каждой части.

В подразделениях необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты. Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале.

2 Организация работы подчиненного персонала по применению электрозащитных средств.

При работах в электроустановках напряжением до 1000В следует использовать только средства защиты, имеющие маркировку с указанием завода-изготовителя, наименования или типа изделия и года выпуска, а также штамп об испытании. Инвентарные средства защиты распределяются между объектами (электроустановками) и между выездными бригадами в соответствии с системой организации эксплуатации, местными условиями и нормами комплектования.

Изолирующими электрозащитными средствами следует пользоваться только по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны (наибольшее допустимое рабочее напряжение), в соответствии с руководствами по эксплуатации, инструкциями, паспортами и т.п. на конкретные средства защиты.

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

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.), ставится штамп следующей формы:

№ _____

Дата следующего испытания « ____ » _____ 20 ____ г.

(наименование лаборатории)

Штамп должен быть отчетливо виден и должен наноситься несмываемой краской или наклеиваться на изолирующей части около ограничительного кольца изолирующих электрозащитных средств и устройств для работы под напряжением или у края резиновых изделий и предохранительных приспособлений.

Способ нанесения штампа и его размеры не должны ухудшать изоляционных характеристик средств защиты.

Изолированный инструмент, указатели напряжения до 1000В, а также предохранительные пояса и страховочные канаты разрешается маркировать доступными средствами.

Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках - только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими *не допускается*. На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции.

Перед каждым применением любого средства защиты персонал электроустановки обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности.

Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности. При использовании электрозащитных средств работнику *не допускается* прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части работы

1. Чем должен быть обеспечен, обучен и обязан персонал, проводящий работы в электроустановках напряжением до 1000В?
2. Где должны находиться средства защиты?
3. Где должна быть сделана запись об изъятии непригодных средств защиты ответственным за электрохозяйство?
4. Где необходимо хранить и перевозить средства защиты?
5. Где и как следует хранить средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации?
6. От чего должны быть защищены средства защиты при хранении?
7. Чем должны быть оборудованы места хранения средства защиты?
8. Какие средства защиты средства защиты при работах в электроустановках напряжением до 1000В?
9. Как проверяется наличие и состояние средств защиты в электроустановках?
10. Где и каким образом должен наноситься штамп на средства защиты?
11. Какие средства защиты разрешается маркировать доступными средствами?
12. Как и каких электроустановках рассчитаны на применение изолирующие электрозщитные средства?
13. Что обязан проверить перед каждым применением любого средства защиты персонал электроустановки?
14. Какими средствами защиты не допускается пользоваться?
15. Где не допускается прикасаться работнику при использовании электрозщитных средств?

Лабораторное занятие № 3.1

Исследование защитного действия устройства автоматического отключения питания в однофазных сетях переменного тока

Цель работы:

- оценить эффективность действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В

Общие сведения

В электрических сетях напряжением до 1000В по мерам электробезопасности разделяют по типу нейтрали на электроустановки с изолированной и глухозаземленной нейтралью источника питания.

Для автоматического отключения источника питания все открытые проводящие части присоединяют к глухозаземленной нейтрали источника, если применена распределительная сеть с системой заземления TN, где Т - заземленная нейтраль; N - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Все характеристики устройств защиты и параметры защитных проводников сети согласовывают, чтобы обеспечить заданное время отключения поврежденного участка цепи коммутационным аппаратом.

Для автоматического отключения источника питания применяют защитные и коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток, которые возникают в послеаварийных режимах работы электрической сети.

Правильный выбор устройств защиты является одним из условий обеспечения электрической и пожарной безопасности сети. В системе заземления TN время автоматического отключения источника питания электрической сети не должно превышать значений, указанных в табл. 3.1.

Табл. 3.1 - Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения питания для системы заземления TN

Номинальное фазное напряжение, В	Время отключения, С
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Не допускается применять устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток в электрических сетях с системой заземления TN-C (нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении), которая не обеспечивает требуемое время отключения электроприемника (ЭП) от источника питания (ИП) показана на рис. 3.1.

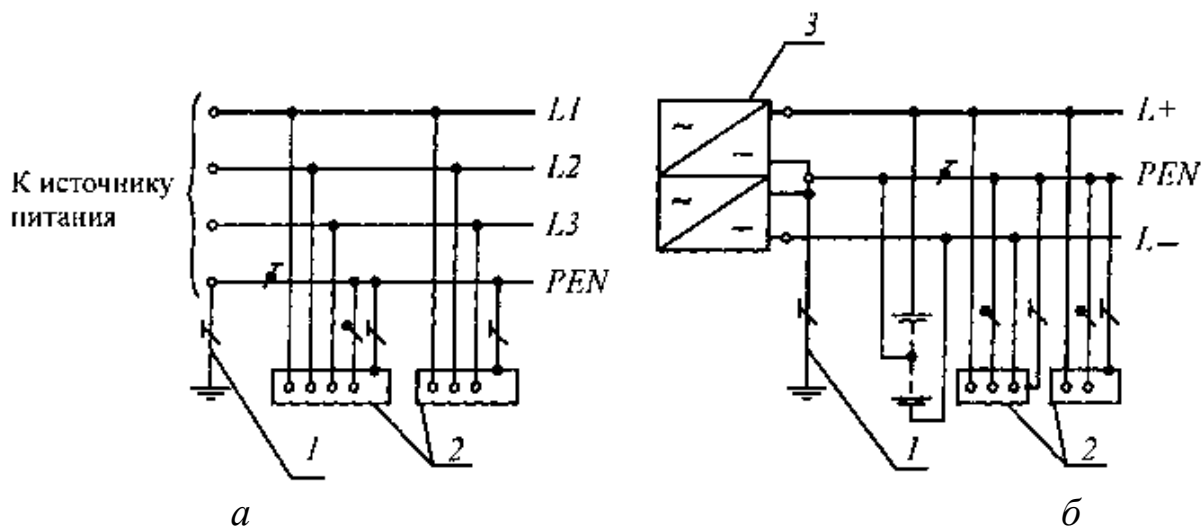


Рис. 3.1 - Система TN - С переменного (а) и постоянного (б) тока. Нулевые защитный и рабочий проводники совмещены в одном проводнике (PEN-проводник):

- 1 - заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания;
- 2 - открытые проводящие части электроприемника;
- 3 - источника питания постоянного тока.

В случае необходимости применения устройства защитного отключения, для защиты отдельных потребителей электроустановки, получающих питание от системы заземления TN-C, нулевой защитный проводник электроприемника подключают к PEN-проводнику цепи до коммутационного аппарата от источника питания.

Рассмотрим сеть с системой заземления TN-C, в которой произошло однофазное короткое замыкание на корпус ЭП 2 (рис. 3.2).

В послеаварийном режиме опасные напряжения прикосновения и шаговые напряжения могут, до момента срабатывания защиты от источника питания распределительной электрической сети, принимать значения, при которых возможно смертельное поражение работника электрическим током.

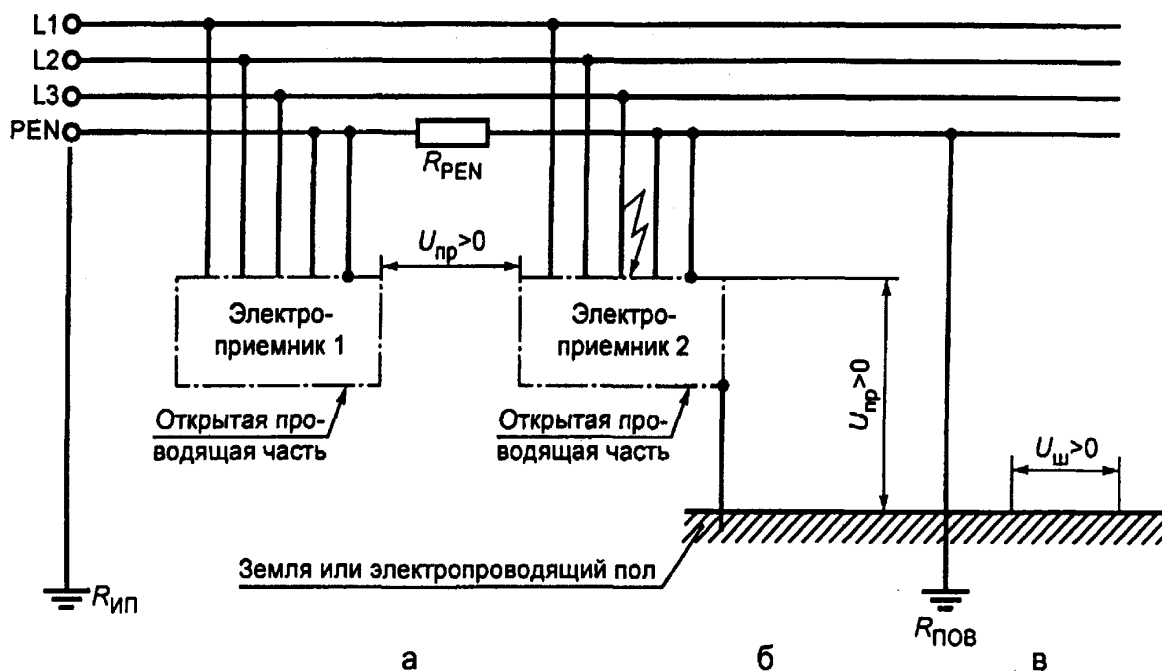


Рис. 3.2 – Распределительная сеть с системой заземления TN-C и однофазным замыканием на корпус электроприемника:

$U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение; $R_{ип}$ - заземлитель источника питания; $R_{пов}$ - заземлитель для повторного заземления PEN-проводника; R_{PEN} - полное сопротивление PEN-проводника

Таким образом, для надежного и быстрого автоматического отключения источника питания электрической сети с системой заземления TN применяют сочетание различных средств защиты работников подстанций систем электроснабжения от поражения электрическим током.

1. Исследование эффективности действия устройства автоматического отключения питания в однофазных сетях

1.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 3.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

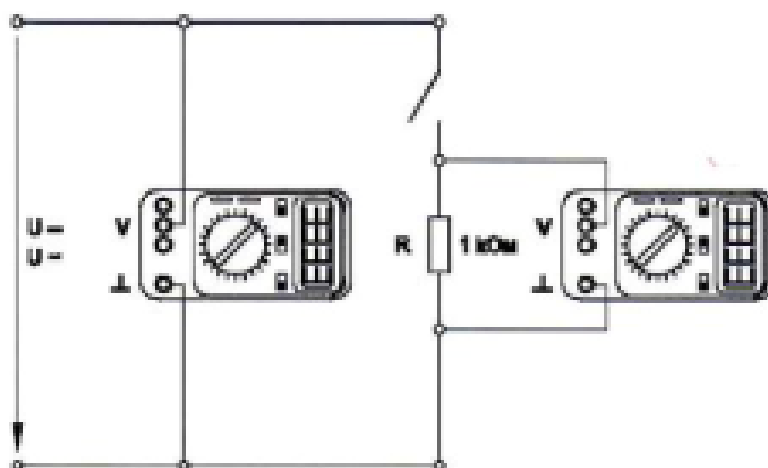
В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а также пола, на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.
5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений.

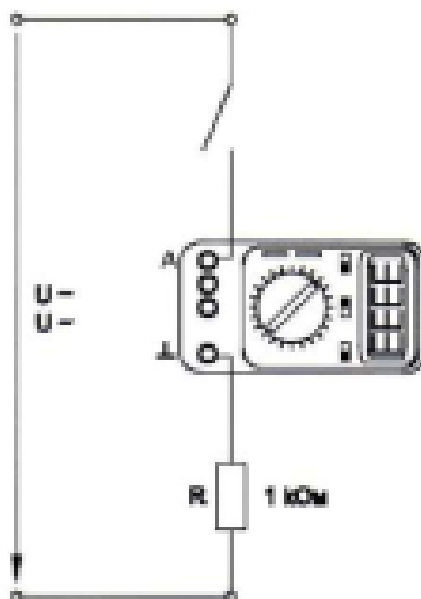
Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

1.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

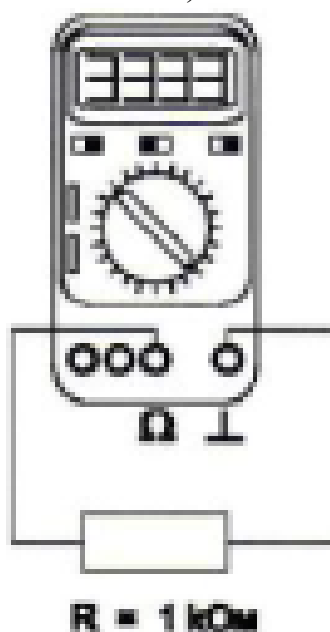
Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 3.3).



а)



б)



в)

Рис. 3.3 – Схемы включения мультиметра:

а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

1.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 3.4.

Схема включает модель человека А3, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, участка электрической сети А7 и заземлителя А8; устройство защитного отключения А5, автоматический однополюсный выключатель А11.

Стенд позволяет моделировать технические способы защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроприёмников; при прямом и косвенном прикосновении к частям электроустановки, находящимся под напряжением.

Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

1.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой на рис. 3.4.

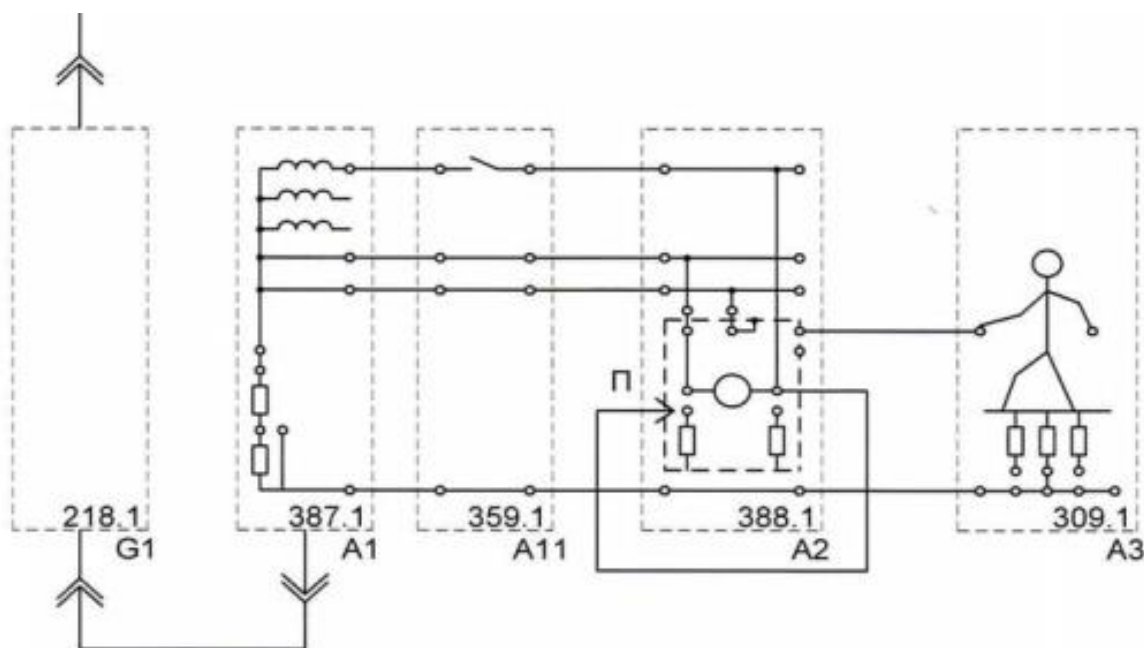


Рис. 3.4 - Схема для выявления защитного действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.

Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смоделируйте возможное нарушение изоляции электроприёмника А2 соединением конца проводника «П» с гнездом, как это показано на рис. 3.4.

Изучите действие устройства автоматического отключения. Сделайте вывод об эффективности работы автоматического выключателя при сверхтоках в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В.

По завершении эксперимента отключите выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в табл. 3.2.

Табл. 3.2 - Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

1.5 Отчет должен содержать:

1. Схему для выявления защитного действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В. (Рис. 3.1 - Система TN - С переменного (а) и постоянного (б) тока).
 2. Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 3.2).
 4. Выводы по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога».
- 1.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.
1.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Когда возможна безопасная эксплуатация оборудования систем электроснабжения сельскохозяйственных объектов?
2. Что понимают под электробезопасностью работников?
3. Что требуют Правила устройства электроустановок (ПУЭ, п.1.1.36)?
4. Какое воздействие оказывает электрический ток на тело человека?
5. Что такое прямое прикосновение?
6. Что такое напряжение шага?
7. Что такое напряжение прикосновения?
8. От каких факторов зависит сопротивление тела человека?
9. Как влияют продолжительность воздействия электрического тока на сопротивление тела человека?
10. Какие «петли тока» наиболее опасны для человека?
11. Как классифицируются помещения в отношении опасности поражения человека электрическим током?
12. Принцип действия устройства автоматического отключения питания.
13. Понятие сверхтока в однофазных сетях.
14. Нарисуйте однофазную сеть переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора.

Лабораторное занятие № 3.2

Применение плакатов и знаков по электробезопасности при выполнении работы по эксплуатации систем электроснабжения и их элементов

Цель работы – организовать работу подчиненного персонала с применением плакатов и знаков по электробезопасности при эксплуатации систем электроснабжения и их элементов

Общие сведения

Одна из основных задач электротехнического персонала - организовать по правилам охраны труда эффективную работу подчиненного персонала с применением необходимых плакатов и знаков при эксплуатации оборудования систем электроснабжения.

Специалисты, обслуживающие электрооборудование, должны знать устройство и принцип работы электроустановок, быстро и умело находить неисправности и устранять их, неукоснительно соблюдая правила и меры безопасности при выполнении работ в системах электроснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

1 Рекомендации по применению плакатов и знаков по электробезопасности при выполнении работы по техническому обслуживанию систем электроснабжения и их элементов

Яркие цветографические изображения с пояснительными надписями или символами называются плакатами или знаками безопасности. По нормативным документам плакаты и знаки по электробезопасности, при выполнении работы по техническому обслуживанию систем электроснабжения и их элементов, имеют определенную геометрическую форму: прямоугольную, треугольную, квадратную.

Чтобы плакаты или знаки бросались в глаза, для фона и надписей используют контрастные или сигнальные цвета и их сочетания: красный/белый, синий/белый, черный/белый, черный/желтый (рис. 1).

Плакаты нужны, чтобы предупредить как работников, так и случайных людей о потенциальной опасности, которую представляет собой оборудование систем электроснабжения. Некоторые плакаты напрямую запрещают выполнять те или иные действия, другие несут информационную нагрузку, третьи разрешают, предписывают работать на электроустановках электрических сетей.



Рис. 1 – Группы плакатов по электробезопасности

Нормативный документ, в котором дана информация о плакатах и знаках безопасности по электробезопасности – СО 153-34.03.603-2003.

Документ распространяется на любые средства защиты, применяемые организациями различных форм собственности – как государственных предприятий, так и частных владений, особенно, если напряжение в электроустановках выше 1000В.

Документ называется «Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» (табл.1).

Плакаты и знаки изготавливают согласно ГОСТу.

В отличие от инструментов и одежды, они не требуют маркировки, их не нужно нумеровать или пометить каким-то другим способом.

Металлические части с нанесенными знаками (табл.1) должны находиться вдали от токоведущих цепей электрооборудования систем электроснабжения.

Табл. 1 – Плакаты и знаки по электробезопасности

Номер плаката или знака	Назначение и наименование	Исполнение, размеры, Мм	Область применения
Плакаты запрещающие			
1	Для запрещения подачи напряжения на рабочее место Не включать! Работают люди	Красные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 10 и 5 мм. 200x100 и 100x50 Плакат переносный	В электроустановках до и выше 1000В вывешивают на приводах разъединителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000В (автоматах, рубильниках, выключателях), при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на рабочее место. На присоединениях до 1000В, не имеющих в схеме коммутационных аппаратов, плакат вывешивают у снятых предохранителей
2	Для запрещения подачи напряжения на линию, на которой работают люди Не включать! Работа на линии	Белые буквы на красном фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. 200x100 и 100x50 Плакат переносный	То же, но вывешивают на приводах, ключах и кнопках управления тех коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на воздушную или кабельную линию, на которой работают люди.
3	Для запрещения подачи сжатого воздуха, газа Не открывать! Работают люди	Красные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 5 мм. 200x100 Плакат переносный	В электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивают на вентилях и задвижках: воздухопроводов к воздухосборникам и пневматическим приводам выключателей и разъединителей, при ошибочном открытии которых может быть подан сжатый воздух на работающих людей или 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
4	Для запрещения повторного ручного включения выключателей ВЛ после их автоматического отключения без согласования с производителем работ Работа под напряжением. Повторно не включать!	Красные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 5 мм. 100x50 Плакат переносный	На ключах управления выключателей ремонтируемой ВЛ при производстве работ под напряжением
Знаки и плакаты предупреждающие			
5	Для предупреждения об опасности поражения электрическим током Осторожно электрическое напряжение	По ГОСТ Р 12.4.026 (знак W08). Фон и кант желтый, кайма и стрела черные. Сторона треугольника: 300 на дверях помещений 25 Для 40 оборуд 50 ования 80 , 100 машин 150 и механи змов Знак постоянный	В электроустановках до и выше 1000 В электростанций и подстанций. Укрепляется на внешней стороне входных дверей РУ (за исключением дверей РУ и ТП, расположенных в этих устройствах); наружных дверей камер выключателей и трансформаторов; ограждений токоведущих частей, расположенных в производственных помещениях; дверей щитов и сборок напряжением до 1000 В
	То же	То же	В населенной местности*. Укрепляется на опорах ВЛ выше 1000 В на высоте 2,5-3 м от земли, при пролетах менее 100 м укрепляется через опору, более 100 м и переходах через дорогу - на каждой опоре. При переходах через дорогу знаки должны быть обращены в сторону дороги, в остальных случаях - сбоку опоры поочередно с правой и левой

			стороны. Плакаты крепят на металлических и деревянных опорах
6	Для предупреждения об опасности поражения электрическим током Осторожно электрическое напряжение	Размеры такие же, как у знака N 5. Кайму и стрелу наносят посредством трафарета на поверхность бетона несмываемой черной краской. Фоном служит поверхность бетона. Знак постоянный	На железобетонных опорах ВЛ и ограждениях ОРУ из бетонных плит
7	Для предупреждения об опасности поражения электрическим током Стой! Напряжение	Черные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 15 мм. Стрела красная по ГОСТ Р 12.4.026 300x150 Плакат переносный	В электроустановках до и выше 1000 В электростанций и подстанций. В ЗРУ вывешивают на защитных временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением (когда снято постоянное ограждение); на временных ограждениях, устанавливаемых в 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
8	Для предупреждения об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний повышенным напряжением Испытание. Опасно для жизни	Черные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 15 мм. Стрела красная по ГОСТ Р 12.4.026 300x150 Плакат переносный	Вывешивают надписью наружу на оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытания повышенным напряжением

9	Для предупреждения об опасности подъема по конструкциям, при котором возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением Не влезай! Убьет	Черные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Кайма красная шириной 15 мм. Стрела красная по ГОСТ Р 12.4.026 300x150 Плакат переносный	В РУ вывешивают на конструкциях, соседних с той, которая предназначена для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте
10	Для предупреждения об опасности воздействия ЭП на персонал и запрещения передвижения без средств защиты Опасное электрическое поле без средств защиты Проход запрещен	Красные буквы на белом фоне. Кант белый шириной 1,25 мм Кайма красная шириной 10 мм. 200x100 Плакат постоянный	В ОРУ напряжением 330 кВ и выше. Устанавливается на ограждениях участков, на которых уровень ЭП выше допустимого: - на маршрутах обхода ОРУ; - вне маршрута обхода ОРУ, но в местах, где возможно пребывание персонала при выполнении других работ (например, под низко провисшей ошиновкой оборудования или системы шин). Плакат может крепиться на специально для этого предназначенном столбе высотой 1,5-2 м
Плакаты предписывающие			
11	Для указания рабочего места Работать здесь	Белый квадрат стороной 200 или 80 мм на синем фоне. Кант белый шириной 1,25 мм. Буквы черные внутри квадрата. 250x250, 100x100 Плакат переносный	В электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивают на рабочем месте. В ОРУ при наличии защитных ограждений рабочего места вывешивают в месте прохода за ограждение
12	Для указания безопасного пути подъема к рабочему месту, расположенному на высоте Влезать здесь	То же	Вывешивают на конструкциях или стационарных лестницах, по которым разрешен подъем к расположенному на высоте рабочему месту

Плакат указательный			
13	Для указания о недопустимости подачи напряжения на заземленный участок электроустановк и Заземлено	Белые буквы на синем фоне. Кант белый шириной 1,25 мм 200x100 и 100x50 Плакат переносный	В электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивают 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 ими

* **Населенная местность** - территория городов, поселков, деревень, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, портов, пристаней, железнодорожных станций, общественных парков, бульваров, пляжей в границах их перспективного развития на 10 лет.

Примечание. В электроустановках с крупногабаритным оборудованием размеры плакатов и знаков разрешается увеличивать в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026.

Все виды плакатов изготавливают исключительно из электроизоляционных материалов, но постоянные знаки можно наносить краской из пульверизатора или кистью на металлические и бетонные поверхности – стены, части конструкций.

Рабочий персонал, привлекаемый к работам в электроустановках, необходимо обеспечить средствами защиты, в том числе и плакатами, проводя технические мероприятия объяснить, как и где нужно их использовать, чтобы обеспечить максимально безопасные условия труда.

Переносные знаки должны входить в инвентарный арсенал, которым вооружаются выездные бригады.

Запрещающие плакаты используются для запрета действий с коммутационными аппаратами (включение/отключение), чтобы во время работы на электрооборудовании на него ошибочно не было подано напряжение.

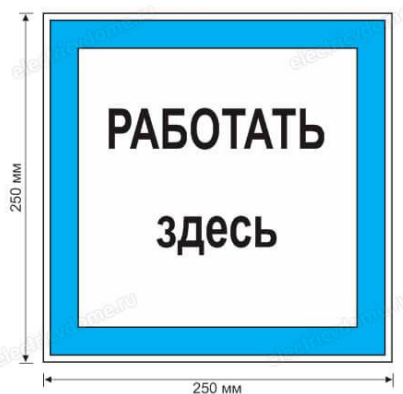
Плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! работают люди» переносной, запрещающий подачу на линию напряжения. Должен вывешиваться на ключи, кнопки и привода управления коммутационных аппаратов, при включении которых напряжение может быть подано на линию. Применяется для электроустановок как до 1000 В, так и выше.



Предупреждающие плакаты предупреждают о приближении на опасное расстояние к находящимся под напряжением токоведущим частям электроустановок.



Предписывающие плакаты используются для указания рабочих мест (мест проведения работ) в электроустановках, а также безопасных подходов к ним.



Указательный плакат - указывает, что определенный участок электроустановки заземлен и о недопустимости подачи на него напряжения. Вывешивается на приводах коммутационных аппаратов.

В случае применения указательного и запрещающего плакатов одновременно, указательный плакат вывешивается поверх запрещающих.

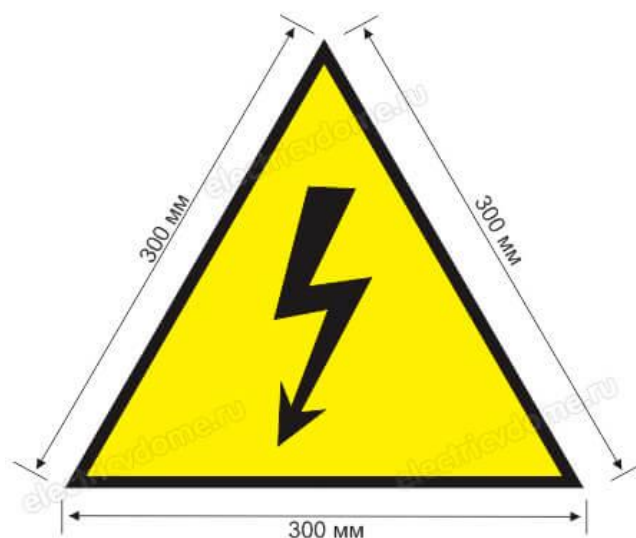


Знаки. Знак «Осторожно! Электрическое напряжение» - знак электробезопасности, предупреждающий об опасности поражения действием электрического тока.

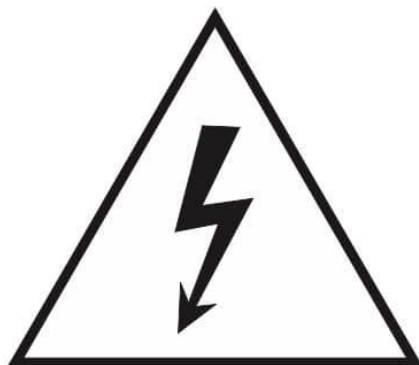
Вывешивается в электроустановках любого класса и подкласса подстанций и электростанций.

Знак выполняется в виде равностороннего треугольника со стороной 300 мм - для размещения на дверях помещений. Если для размещения на оборудовании, машинах, механизмах и таре может быть со сторонами: 25, 40, 50, 80, 100, 150 мм. Стрела и кайма черного цвета, фон – желтого.

Также знак «Осторожно! Электрическое напряжение» может наноситься черной краской на бетонных поверхностях (плиты, заборы, ограждения подстанций, ж/б опоры и т.д.) с помощью трафарета.



ОСТОРОЖНО!
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
НАПРЯЖЕНИЕ



По характеру применения плакаты могут быть постоянными и переносными, а знаки – постоянными. Изготавливают из электроизоляционных материалов, как постоянные (переносные) плакаты, так и знаки.

Кроме средств защиты из нормативных документов, обязательных к применению, существует ряд знаков и плакатов «любительского» типа. Они не являются обязательными, но используются для запрета или разрешения тех или иных действий с электрооборудованием.

Некоторые из них являются информационными и сообщают о технических характеристиках линии или электроустановки. Другие являются вариантами установленных законом плакатов и содержат запрет либо предупреждение. Некоторые плакаты можно отнести к обучающим. Их вывешивают не на рабочих местах, связанных с опасностью, а в подсобках, классах, офисах – в качестве дополнительного образовательного материала.

Каких-то запретов на размещение плакатов, выполненных в свободном или неточном оформлении, нет. Здесь применяется принцип «больше – лучше», так как речь идет о сохранении здоровья и жизни людей.

Использование средств защиты – необходимое требование ТБ, благодаря которому сохраняется здоровье людей, ликвидируется риск поражения электротоком. Яркие, размещенные в нужных местах плакаты дают возможность быстро понять, что можно или нельзя предпринимать, где именно работать, что конкретно делать. Пренебрегать ими не стоит хотя бы в целях сохранения собственной жизни.

Таким образом, плакаты и знаки информируют электротехнический персонал о запрете на определенные действия с электроустановками, приближении к опасным зонам, а также о проведении профилактических и ремонтных работ на оборудовании систем электроснабжения. Использование этих изделий, обеспечивающих электробезопасность, регламентировано ГОСТами и нормами эксплуатации электроустановок.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Дайте определение плакатов и знаков безопасности.
2. Какую геометрическую форму имеют по нормативным документам плакаты и знаки по электробезопасности?
3. Назовите группы плакатов по электробезопасности.
4. Каким цветом обозначаются запрещающие плакаты?
5. Приведите два примера запрещающих плакатов.
6. Где вывешиваются запрещающие плакаты?
7. Каким цветом обозначаются предупреждающие знаки и плакаты?
8. Приведите два примера предупреждающих плакатов.
9. Где вывешиваются предупреждающие знаки и плакаты?
10. Каким цветом обозначаются предписывающие плакаты?
11. Приведите два примера предписывающих плакатов.
12. Где вывешиваются предписывающие плакаты?
13. Каким цветом обозначают указательный плакат?
14. Приведите пример указательного плаката.

Лабораторное занятие № 4.1

Исследование защитного действия заземления электрооборудования в однофазных сетях переменного тока.

Цель работы:

- оценить эффективность действия заземления электрооборудования в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В

Общие сведения

Заземлением называют преднамеренное соединение части электроустановки с землей. Различают рабочее и защитное заземления.

Рабочее (функциональное) заземление необходимо для нормальной работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

Защитное заземление выполняют только для электробезопасности персонала электроустановки.

Заземление выполняют, используя *заземляющее устройство*, которое состоит из заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель – совокупность металлических проводников (электродов), надежно соединенных между собой и находящихся в соприкосновении с землей в специальном месте.

Заземляющие проводники соединяют заземленные части электроустановки с заземлителем. Защиту электроустановки с помощью заземляющего устройства выполняют, если напряжение на ней превышает 50В переменного или 120В постоянного тока.

Заземлители могут быть искусственными и естественными, где *искусственный заземлитель* выполняют только для целей заземления электроустановки, а *естественный заземлитель* - это сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей и используемая для заземления электроустановки, например, металлическая арматура сооружения (здания).

Искусственные заземлители по способу выполнения могут быть одиночными и групповыми, где заземляющий проводник соединяет заземляемую часть (точку) с заземлителем электроустановки.

Рассмотрим основные термины и определения для искусственных одиночных и групповых заземлителей.

Зона нулевого потенциала - часть земли вне зоны влияния заземлителя, электрический потенциал которой равен нулю.

Зона растекания - зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала. Термин «земля» — это земля в зоне растекания тока.

Замыкание на землю - случайный электрический контакт между токоведущими частями действующей электроустановки 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.

Сопротивление заземляющего устройства – отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с искусственного и естественного заземлителей в землю.

Рассмотрим комбинированную четырех-пятипроводную систему заземления *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 электроустановок (рис. 4.1).

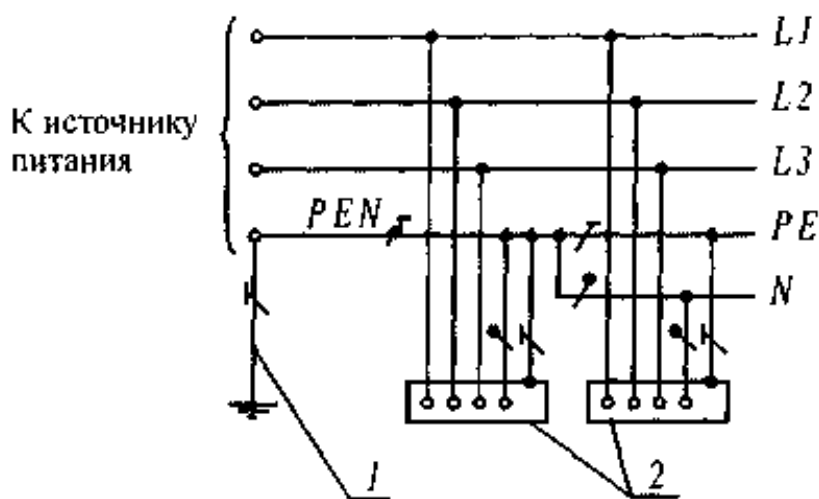





Рис. 4.1 - Система TN – C - S переменного тока.

Нулевые защитный и рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части ЭУ:

1 - заземлитель нейтрали источника питания; 2 - открытые проводящие части ЭП; 3 – источник питания.

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

- *S* - нулевые рабочий (N) и защитный (PE) проводники разделены;
- *C* - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);
- *N* - (графическое обозначение – ) - нулевой рабочий проводник;
- *PE* – () - нулевой защитный проводник;
- *PEN* – () - совмещенные защитный и рабочий проводники.

Рассмотри аварийный режим системы TN-C-S с опасным однофазным замыканием на корпус ЭП2 (рис. 4.2).

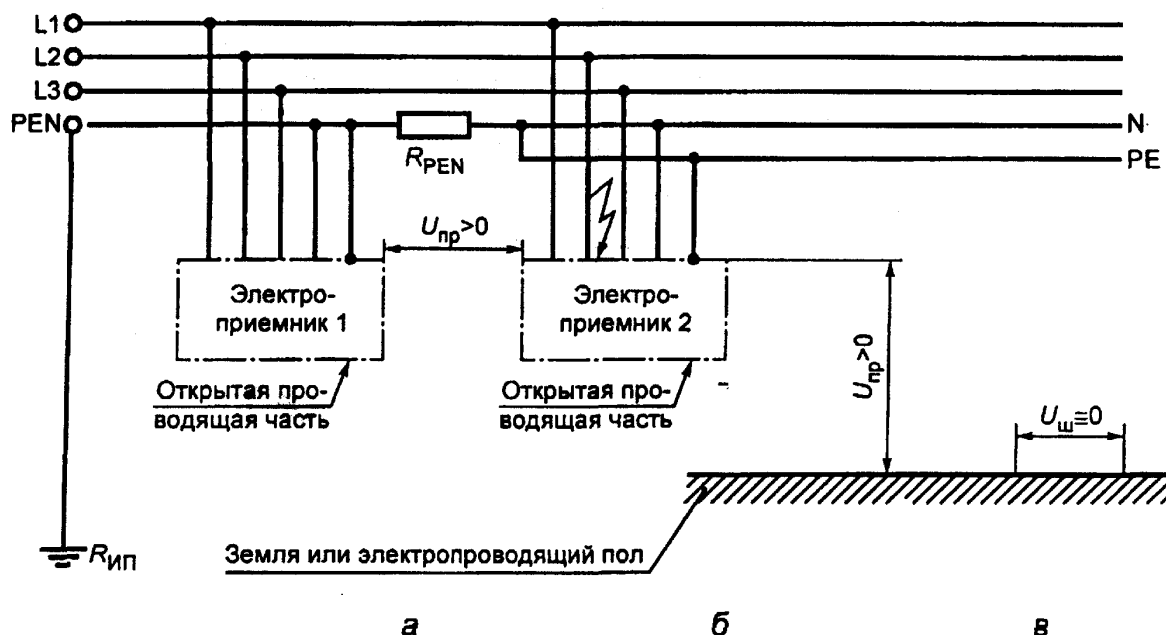


Рис. 4.2 – Система TN-C-S с однофазным замыканием на корпус ЭП2 после точки разделения PEN-проводника на N- и PE-проводники:

$U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение;

$R_{ип}$ - заземлитель ИП;

R_{PEN} - полное сопротивление PEN-проводника

В аварийном режиме напряжение прикосновения:

$$U_{пр} = I_h R_h \quad (4.1)$$

где I_h - ток, проходящий через тело человека, например, по пути « правая рука - ноги» на участках (а) и (б); напряжение шага:

$$U_{ш} = I_h R_h \quad (4.2)$$

где I_h – ток, проходящий через человека по пути «нога – нога»;

R_h – сопротивление тела человека.

на участке (в) электроприемниках 1 и 2 могут до момента автоматического срабатывания защиты сети принимать значения, при которых возможно смертельное поражение человека электрическим током.

Таким образом, все случаи поражения человека током в результате короткого замыкания, являются следствием его прикосновения не менее чем к двум точкам на участках (а, б или в) цепи электроприемников (земли), между которыми существует напряжение прикосновения (шага).

2. Исследование защитного действия заземления электрооборудования в однофазных сетях переменного тока.

2.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 4.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

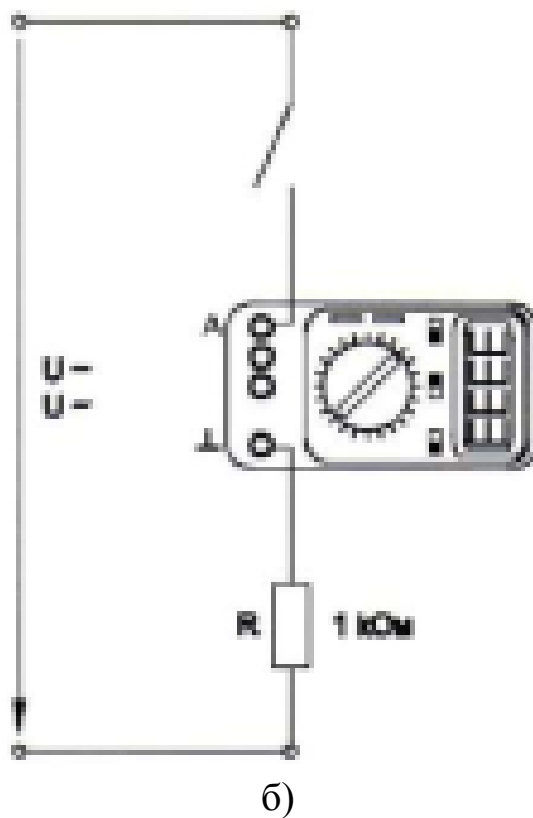
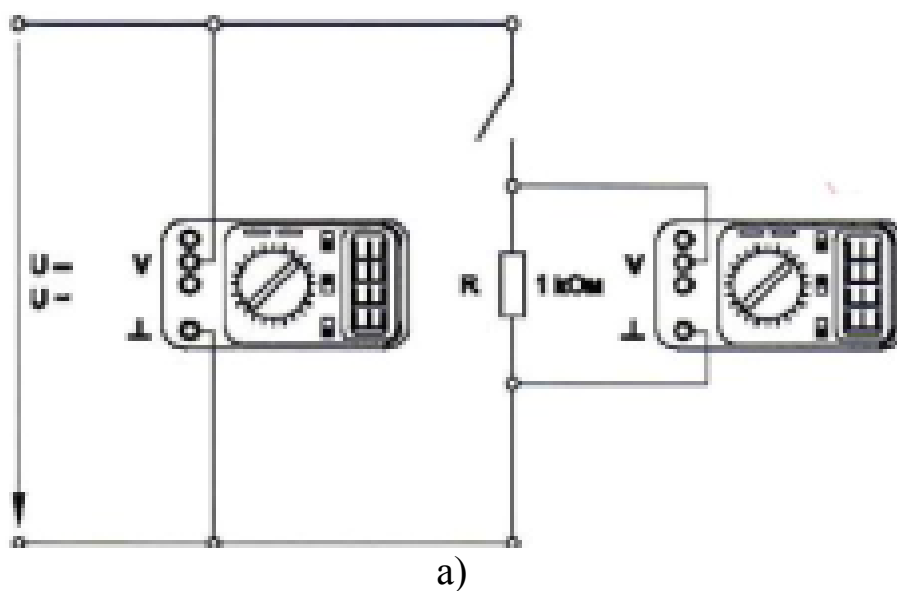
В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а также пола, на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.
5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений.

Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

2.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 4.3).



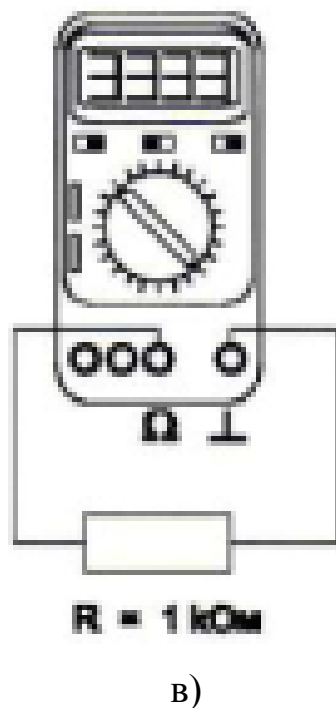


Рис. 4.3 – Схемы включения мультиметра:
 а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

2.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 4.4.

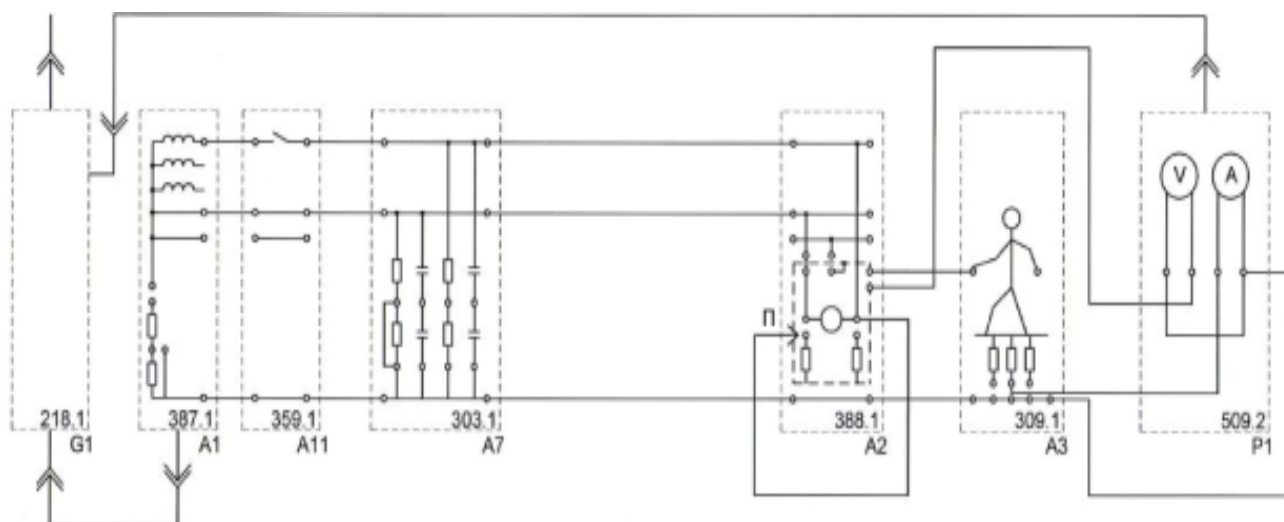
Схема включает модель человека А3, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, автоматический выключатель А11.

Стенд позволяет моделировать возможные случаи поражения человека электрическим током при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, оказавшегося под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

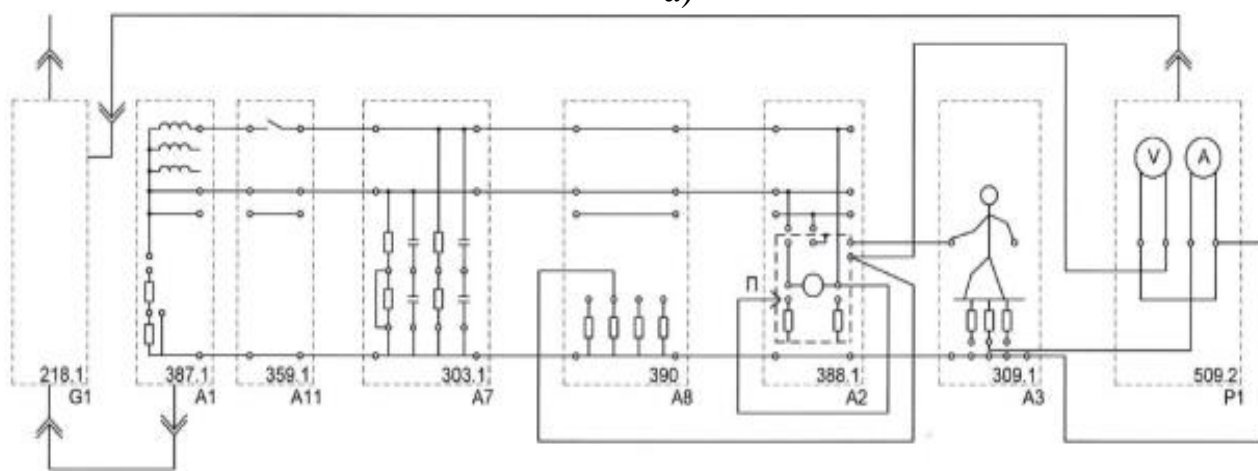
2.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру стенда в соответствии со схемой соединений на рис. 4.4.



а)



б)

Рис. 4.4 - Схема действия защитного заземления:

а) без защитного заземления;

б) с защитным заземлением.

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1. Включите автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.

Смодулируйте повреждение изоляции электроприёмника A2 соединением конца проводника с гнездом, как показано на рис. 4.4 (а, б).

Изучите и сформулируйте принцип действия защитного заземления в данной схеме.

С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. Сравните полученные результаты с предельно допустимыми значениями и сделайте вывод об опасности поражения электрическим током при отсутствии защитного заземления.

Сопоставьте измеренные значения токов и напряжений в первом и во втором случае. Сделайте вывод об эффективности действия защитного заземления.

По завершении эксперимента отключите выключатель A11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию аварийного тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в табл. 4.2.

Табл. 4.2 - Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

2.5 Отчет должен содержать:

1. Схему системы заземления TN-C-S с однофазным замыканием на корпус ЭП2 с объяснением аварийного режима по участкам и указанием напряжения прикосновения и напряжения шага (рис. 4.2).
2. Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 4.2).
3. Выводы по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – рука» и «рука – нога».

2.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

2.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Что называют заземлением электроустановки?
2. Что называют рабочим заземлением электроустановки?
3. Что называют защитным заземлением электроустановки?
4. Из каких проводников состоит заземляющее устройство?
5. Что называют заземлителем электроустановки?
6. Для чего нужны заземляющие проводники?
7. В каких случаях выполняют защиту электроустановки с помощью заземляющего устройства?
8. Для каких целей выполняют искусственные заземлители?
9. Что называют естественным заземлителем электроустановки?
10. Что называют зоной нулевого потенциала?
11. Что называют зоной растекания тока?
12. Что называют замыканием на землю?
13. Что называют напряжением на заземляющем устройстве?
14. Что называют сопротивлением заземляющего устройства?
15. Нарисуйте комбинированную четырех-пятипроводную систему заземления TN-C-S.
16. Что обозначают буквы в комбинированной четырех-пятипроводной системе заземления TN-C-S?
17. Что называют напряжением прикосновения?
18. Что называют напряжением шага?
19. Что называют сопротивлением тела человека?

Лабораторное занятие № 4.2

Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках.

Цель работы – организовать работу подчиненного персонала по обеспечению нормативных требований к работникам, допускаемым к выполнению работ по эксплуатации систем электроснабжения и их элементов.

Общие сведения

Работники, обслуживающие электрооборудование, должны знать устройство и принцип работы электроустановок, быстро и умело находить неисправности и устранять их, знать объем и способы испытаний электрооборудования, а также неукоснительно соблюдать правила и меры безопасности при выполнении работ в различных электроустановках.

В вопросах электробезопасности промышленных и сельских потребителей электрической энергии в последние годы произошли серьезные изменения, связанные с приведением базовых требований к отечественным электроустановкам в соответствии с требованиями Международной электротехнической комиссии (МЭК).

1 Рекомендации по организации работы подчиненного персонала по обеспечению нормативных требований при техническом обслуживании систем электроснабжения и их элементов.

Требования «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ) от 24.07.2013 года с изменениями и дополнениями, внесенными в 2016 году, распространяются на работников, эксплуатирующих системы электроснабжения, которые заняты техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

Администрация сельскохозяйственного предприятия или организация (университета) в зависимости от условий работы в сооружениях и зданиях, может предусматривать дополнительные меры по электробезопасности, не противоречащие ПОТ ЭЭ.

Эти меры безопасности должны быть внесены в соответствующие инструкции по охране труда в помещениях, доведены до работников

(преподавателей и студентов) в виде распоряжений, указаний, целевого инструктажа.

Электроустановки предприятия (университета) должны находиться в технически исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия труда работников (преподавателей и студентов).

Электроустановки предприятия (университета) должны быть укомплектованы испытанными, готовыми к использованию защитными средствами, а также средствами оказания первой медицинской помощи.

ПОТ ЭЭ требуют, чтобы работники (преподаватели и студенты), выполняющие работы в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы.

При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе на электроустановках) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.п.).

Профессиональная подготовка, повышение квалификации, проверка знаний и инструктажи работников (преподавателей и студентов) проводятся в соответствии с требованиями инструкций по охране труда, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами на рабочих местах в цехах и мастерских (лабораториях университета).

Работники (преподаватели и студенты) до допуска к самостоятельной работе должны быть обучены приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях. Все работники должны пройти проверку знаний ПОТ ЭЭ и других документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь группу по электробезопасности.

Обученные работники (преподаватели и студенты), помимо основной квалификации, должны иметь группы от I до V, подтверждающие их степень квалификации по электробезопасности.

Работнику (преподавателю и студенту), прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение «О проверке знаний норм труда и правил работы в электроустановках», форма которого предусмотрена приложениями 2, 3 ПОТ ЭЭ.

Результаты проверки знаний по охране труда для организаций, приобретающих электрическую энергию для собственных бытовых и производственных нужд, фиксируются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением 6 ПОТ ЭЭ.

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении о проверке знаний правил работы в ЭУ, форма которого предусмотрена приложением 2 ПОТ ЭЭ.

В ПОТ ЭЭ указаны минимально допускаемые требования для групп по электробезопасности, т.е. в каждом конкретном случае работники (преподаватели и студенты) должны иметь группы по своим профессиональным обязанностям не ниже: II, III, IV или V соответственно (табл. 1).

Табл. 1 – Требования к работникам по группам электробезопасности

№	Группы	Требования к персоналу
1	II	1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании.
		2. Отчетливое представление об опасности электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям.
		3. Знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках.
		4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим.
		5. Работники с основным общим или со средним полным образованием должны пройти обучение в образовательных организациях в объеме не менее 72 часов.
2	III	1. Элементарные познания в общей электротехнике.
		2. Знание электроустановки и порядка ее технического обслуживания.
		3. Знание общих правил техники безопасности, в том числе правил допуска к работе, правил пользования и испытаний средств защиты и специальных требований, касающихся выполняемой работы.
		4. Умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках.
		5. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать.
3	IV	1. Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического училища.
		2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках.
		3. Знание настоящих Правил, правил технической эксплуатации электрооборудования, правил пользования и испытаний средств защиты, устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.
		4. Знание схем электроустановок и оборудования обслуживаемого участка, знание технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.

		5. Умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ, осуществлять надзор за работниками.
		6. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи и умение практически оказывать ее пострадавшему.
		7. Умение обучать персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи, пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать.
4	V	1. Знание схем электроустановок, компоновки оборудования технологических процессов производства.
		2. Знание настоящих Правил, правил пользования и испытаний средств защиты, четкое представление о том, чем вызвано то или иное требование.
		3. Знание правил технической эксплуатации, правил устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.
		4. Умение организовать безопасное проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения.
		5. Умение четко обозначать и излагать требования о мерах безопасности при проведении инструктажа работников.
		6. Умение обучать персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи, пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать.

Приведенные в таблице 1 требования к работникам университета в отношении электробезопасности являются минимальными и решением руководителя организации могут быть дополнены.

Группа I допуска по электробезопасности распространяется на не электротехнический персонал, например, уборщиц помещений университета. Перечень профессий, рабочих мест, требующих внесения персонала в список к группе I допуска по электробезопасности, определяет руководитель (реактор или проректор). Персоналу, усвоившему требования по электробезопасности, относящиеся к его производственной деятельности, присваивается группа I допуска по электробезопасности с оформлением в журнале установленной формы. Присвоение группы I допуска производится путем проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током. Присвоение I группы допуска по электробезопасности проводится работником из числа электротехнического персонала, имеющего группу III допуска по электробезопасности, назначенным распоряжением руководителя организации.

Группа III допуска по электробезопасности может присваиваться работникам (студентам) только по достижении 18-летнего возраста.

При поступлении на работу (переводе на другой участок работы, замещении отсутствующего работника) работник при проверке знаний должен подтвердить имеющуюся группу применительно к оборудованию электроустановок на новом участке.

При переводе работника, занятого обслуживанием электроустановок напряжением ниже 1000В, на работу по обслуживанию электроустановок напряжением выше 1000В ему не может быть присвоена начальная группа выше III допуска по электробезопасности.

Персонал обязан соблюдать требования ПОТ ЭЭ, инструкций по охране труда, указания, полученные при целевом инструктаже.

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

Под специальными работами, право на проведение, которых отражается в удостоверении работника, понимают:

1. Работы, выполняемые на высоте более 5м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты (далее - *верхолазные работы*);

2. Работы без снятия напряжения с электроустановки, выполняемые с прикосновением к первичным токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее - *работы под напряжением на токоведущих частях*);

3. Испытания оборудования повышенным напряжением (за исключением работ с мегаомметром);

4. Работы, выполняемые со снятием рабочего напряжения с электроустановки или ее части с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под наведенным напряжением более 25В на рабочем месте или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее - *работы под наведенным напряжением*).

Перечень специальных работ может быть дополнен указанием работодателя с учетом местных условий.

Работник (студент), проходящий стажировку, дублирование в электроустановках, должен быть закреплен распоряжением за опытным работником. Допуск к самостоятельной работе работника (студента) в электроустановках должен быть также оформлен соответствующим распоряжением руководителя предприятия или организации.

Каждый работник (студент), если он не может принять меры к устранению нарушений ПОТ ЭЭ, должен немедленно сообщить вышестоящему руководителю (преподавателю) о всех замеченных им нарушениях и представляющих опасность для людей неисправностях электроустановок, машин, механизмов, приспособлений, инструмента, средств защиты предприятия или организации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Какую подготовку должны иметь работники (преподаватели и студенты), выполняющие работы в электроустановках?
2. Где должны быть обучены работники до допуска к самостоятельной работе при отсутствии профессиональной подготовки?
3. Чему должны быть обучены работники до допуска к самостоятельной работе?
4. Где фиксируются результаты проверки знаний по охране труда до допуска к самостоятельной работе?
5. Перечислите пункты требований на II квалификационную группу по электробезопасности для работника (преподавателя и студента).
6. Перечислите пункты требований на III квалификационную группу по электробезопасности для работника (преподавателя и студента).
7. Перечислите пункты требований на IV квалификационную группу по электробезопасности для работника (преподавателя и студента).
8. Перечислите пункты требований на V квалификационную группу по электробезопасности для работника (преподавателя и студента).
9. На кого распространяется I квалификационная группа по электробезопасности?
10. Каким путем производится присвоение I квалификационной группы по электробезопасности?
11. Какие виды относят к специальным работам, право на проведение, которых отражается в удостоверении «О проверке знаний норм труда и правил работы в электроустановках»?

Лабораторное занятие № 5.1

Исследование защитного действия зануления в однофазных сетях переменного тока.

Цель работы:

- оценить эффективность действия зануления в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В

Общие сведения

Для обеспечения безопасности электротехнического персонала электрических сетей напряжением до 1000В применяют автоматическое отключение источника питания с помощью специального защитного зануления корпусов оборудования.

Металлический проводник, обеспечивающий соединения открытых проводящих частей электроприемника с глухозаземленной нейтральной точкой источника питания, называется *нулевым защитным проводником* (часть РЕ-проводника).

Защитное зануление корпуса электроприемника с помощью РЕ-проводника, выполняется в целях электрической и пожарной безопасности оборудования электрических сетей. Зануление корпусов оборудования является преднамеренным соединением открытых проводящих частей электрической сети с:

- глухозаземленной нейтралью источника питания, генератора или трансформатора, в сетях трехфазного тока;
- глухозаземленным выводом источника однофазного тока;
- заземленной точкой источника питания в сетях постоянного тока.

Защитный проводник отличается от нулевого рабочего проводника (N-проводника) тем, что не предназначен для питания током электроприемника, который является частью цепи рабочего тока сети и рассчитывается на длительное его протекание.

Два проводника одинаковы, т.е. имеют равноценную изоляцию и электрическую проводимость, при этом N-проводник, в трехфазной электрической сети с системой заземления TN-C, одновременно его используют как РЕ-проводник для защитного зануления корпусов электроприемников, за исключением установок однофазного и постоянного тока.

Назначение защитного зануления электрооборудования - устранение опасности поражения человека электрическим током в случае его

прикосновения к корпусу ЭУ и другим металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли вследствие замыкания на корпус ЭП и по другим причинам.

Принцип действия защитного зануления основан на превращении замыкания на корпус электрооборудования в однофазное короткое замыкание в сети, чтобы вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденный участок от электрической сети.

Принципиальная электрическая схема защитного зануления РЕ-проводником корпуса ЭП в трехфазной сети с системой заземления TN-C показана на рис. 5.1.

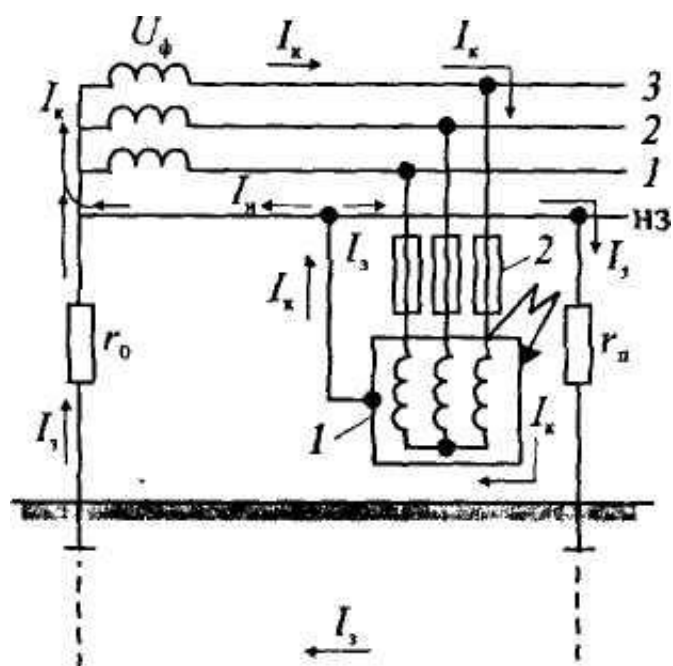


Рис. 5.1 - Принципиальная электрическая схема защитного зануления корпуса электрооборудования с системой TN-C:

1 - корпус трансформатора; 2 - аппараты защиты от токов короткого замыкания (плавкие предохранители, автоматические выключатели);

r_0 - сопротивление заземления нейтрали обмотки трансформатора;

$r_{п}$ - сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника; $I_{к}$ - полный ток короткого замыкания; $I_{н}$ - часть тока короткого замыкания, протекающая через зануление (РЕ – проводник); $I_{з}$ - часть тока короткого замыкания, протекающая через землю

В качестве аппаратов защиты источников питания сети выступают:

- плавкие предохранители, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания;

- автоматические выключатели максимального тока, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания;
- магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой;
- контакторы в сочетании с тепловыми реле, осуществляющие защиту от токов перегрузки;
- автоматические выключатели с комбинированными расцепителями для защиты от токов короткого замыкания и перегрузки.

Кроме того, в момент аварии и послеаварийный период проявляется защитное свойство заземления при преднамеренном заземлении сети с системой TN, поскольку металлические корпуса электрооборудования подстанции с защитным занулением заземлены через РЕ-проводник.

Это происходит с момента возникновения замыкания на корпус и до автоматического отключения аварийного участка от электрической сети. В результате, защитное заземление корпусов электроустановок через нулевой проводник снижает в момент аварии и в послеаварийный период их опасное напряжение относительно земли до безопасного значения.

Таким образом, зануление корпуса электрооборудования с помощью РЕ-проводника в электроустановках напряжением до 1000В осуществляет в электрической сети два защитных действия:

- быстрое автоматическое отключение поврежденного участка от сети;
- снижение опасного напряжения на зануленных металлических нетоковедущих частях оборудования подстанции, оказавшихся под напряжением, относительно земли до безопасной величины.

Защитное зануление корпусов электрооборудования с помощью металлического РЕ-проводника применяют в:

- трехфазных сетях с системой TN напряжением до 1000В с глухозаземленной нейтралью;
- однофазной сети с напряжением 220/127В;
- однофазной сети с напряжением 660/380В;
- сетях постоянного тока с глухозаземленной средней точкой источника питания;
- однофазных сетях переменного тока с глухозаземленным выводом обмотки источника питания.

Для создания электрической схемы защитного зануления корпуса электроприемника необходимы три элемента из металла:

- нулевой защитный проводник;
- глухое заземление нейтрали источника питания;
- повторное заземление нулевого защитного проводника сети.

Рассмотрим послеаварийные режимы работы электроприемников в сетях напряжением до 1000В с глухозаземленной нейтралью.

Опасность такого прикосновения к электроустановкам, оцениваемая током, проходящим через тело человека или напряжением прикосновения, и зависит от факторов: условной схемы включения человека в цепь электроустановок; напряжения и схемы сети; режима ее нейтрали; степени изоляции токоведущих частей электроприемников от земли; емкости токоведущих частей электроприемников относительно земли.

Рассмотрим послеаварийную систему заземления TN-C с оборванным PEN-проводником (рис. 5.2).

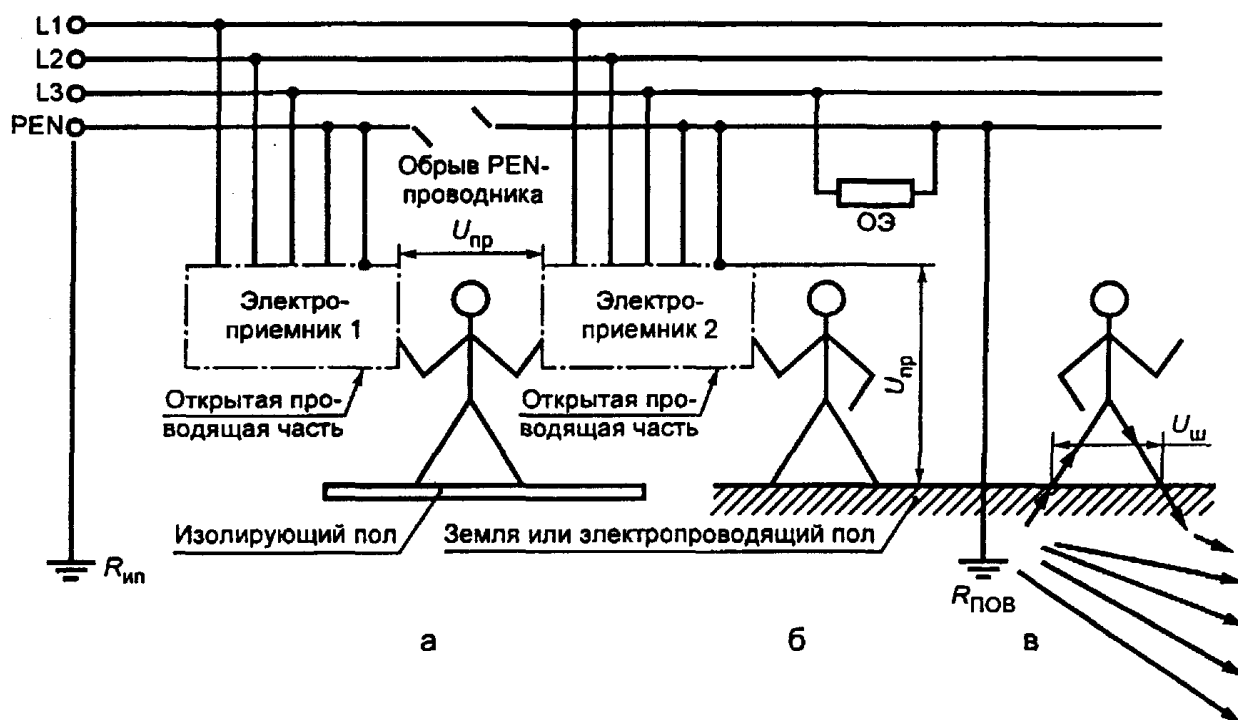


Рис. 5.2 – Система TN-C с опасным оборванным PEN-проводником:

$U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение;
 $R_{ип}$ - заземлитель источника питания; $R_{пов}$ - заземлитель для повторного заземления PEN-проводника; ОЭ - однофазный электроприемник

Стрелками показан ток, стекающий с заземлителя $R_{пов}$ в землю в зоне (в) и проходящий через ноги и образующий напряжение $U_{ш}$.

$U_{пр}$ - напряжение между открытыми проводящими частями ЭП в зонах (а) и (б) при одновременном к ним прикосновении человека.

$U_{ш}$ - напряжение на участке (в) растекания тока с заземления между двумя точками на расстоянии 1м.

В послеаварийном режиме напряжение прикосновения на участках (а) и (б), а также напряжения шага на участке (в) могут до момента автоматического срабатывания защиты сети принимать значения, при которых возможно смертельное поражение человека электрическим током.

1. Исследование защитного действия зануления в однофазных сетях переменного тока.

1.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 5.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

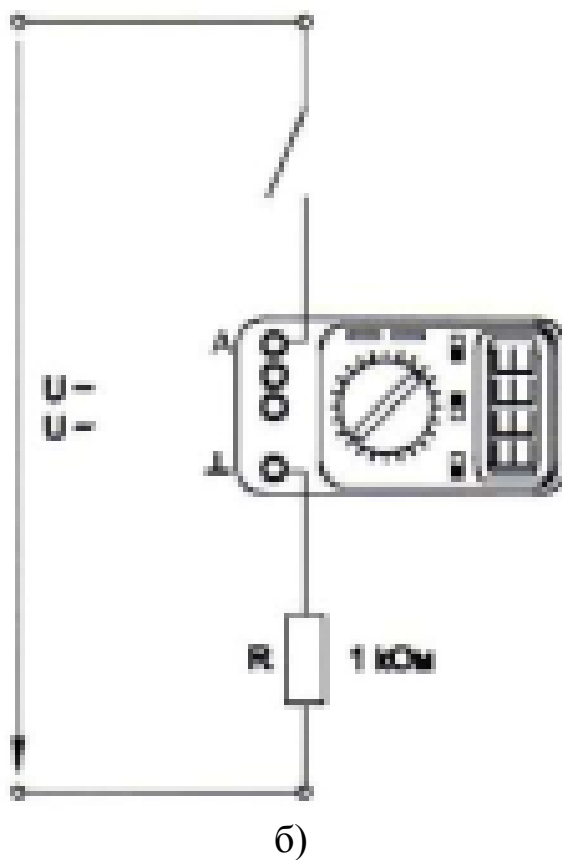
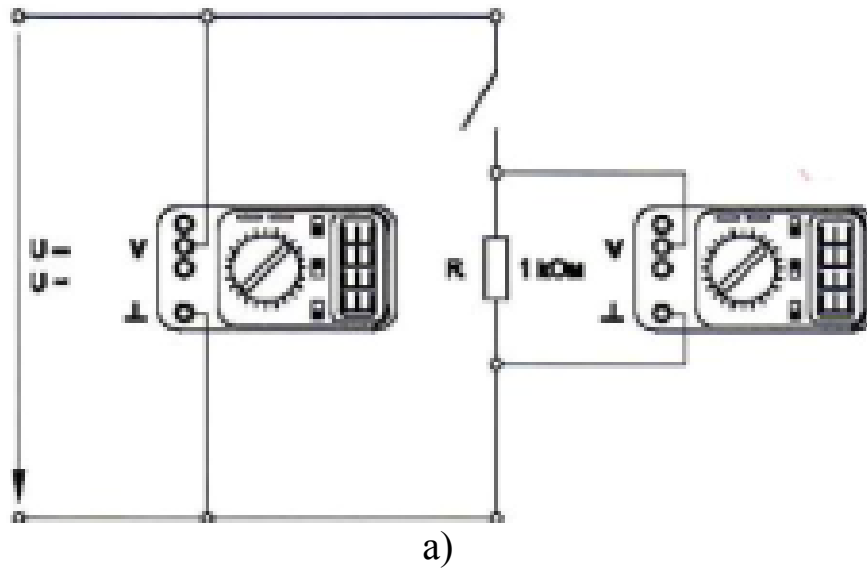
В состав оборудования входят следующие блоки:

1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а также пола, на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.
5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений.

Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

1.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 5.3).



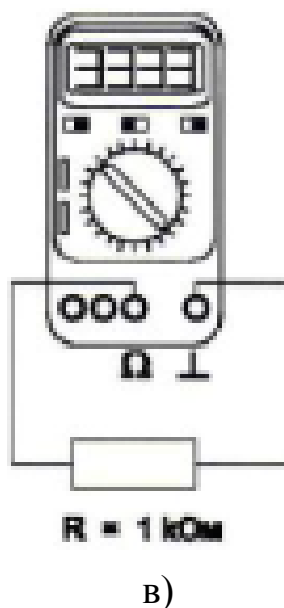


Рис. 5.3 – Схемы включения мультиметра:
а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

1.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 5.4.

Схема включает модель человека А3, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, участка электрической сети А7 и заземлителя А8; устройство защитного отключения А5, автоматический однополюсный выключатель А11.

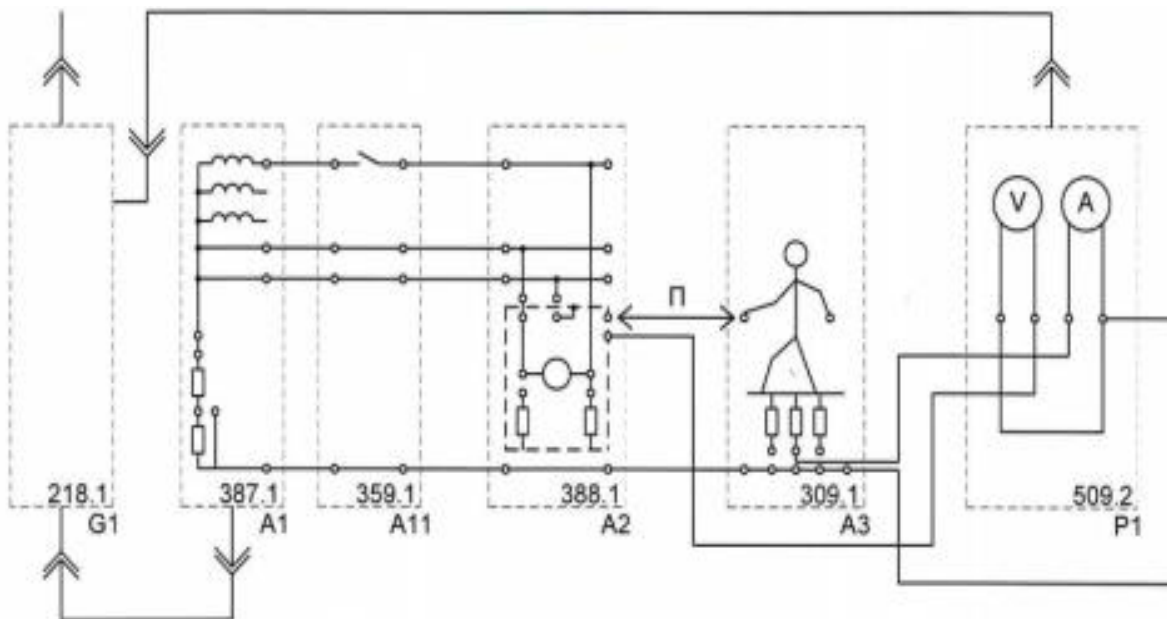
Стенд позволяет моделировать технические способы защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции электроприёмников; при прямом и косвенном прикосновении к частям электроустановки, находящимся под напряжением.

Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

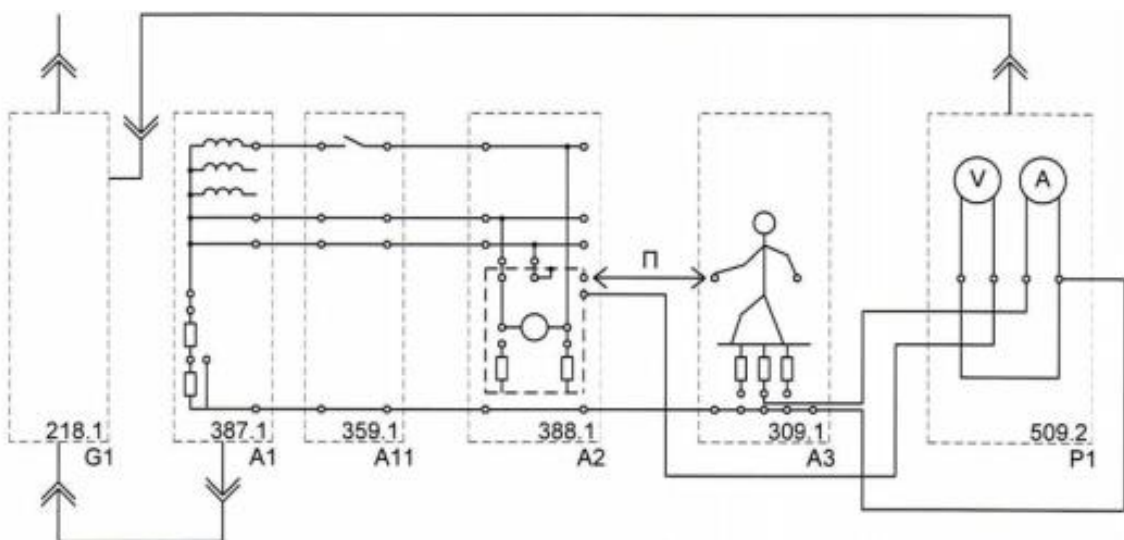
1.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой соединений на рис. 5.4.



а)



б)

Рис. 5.4 - Схема выявления защитного действия зануления:
а) без зануления электроприёмника;
б) с занулением электроприёмника.

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети, отключен.

Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры.

Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.

Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смоделируйте защитное действие зануления путем нарушения изоляции электроприёмника А2, для чего соединением конец проводника «П» с гнездом, как это показано на рис. 5.2.

Изучите защитное действие схемы зануления. Сделайте вывод об эффективности работы схемы зануления в однофазных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В.

По завершении эксперимента отключите выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Результаты измерений занесите в табл. 5.1.

Табл. 5.1 - Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

Содержание отчета

1.5 Отчет должен содержать:

1. Схему на рис. 5.2, где показана система TN-C с опасным оборванным PEN-проводником и с объяснением трех случаев в которых может оказаться работник.
 2. Результаты по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 5.1).
 4. Выводы по экспериментам при прохождении тока через организм человека по пути «рука – нога».
- 1.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.
1.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Что называют нулевым защитным проводником?
2. Для чего выполняется защитное зануление корпуса электроприемника с помощью РЕ-проводника?
3. С какими частями электрической сети зануление корпусов оборудования является преднамеренным соединением?
4. Чем отличается защитный проводник от нулевого рабочего проводника?
5. В чем назначение защитного зануления электрооборудования?
6. На чем основан принцип действия защитного зануления?
7. Нарисуйте принципиальную электрическую схему защитного зануления РЕ-проводником корпуса ЭП в трехфазной сети с системой заземления TN-C?
8. Какие устройства выступают в качестве аппаратов защиты источников питания сети?
9. Объясните защитное свойство заземления при преднамеренном заземлении сети с системой TN?
10. Какие два защитных действия осуществляет в сети зануление корпуса электрооборудования с помощью РЕ-проводника в электроустановках напряжением до 1000В?
11. Где применяют защитное зануление корпусов электрооборудования с помощью металлического РЕ-проводника?
12. Какие три элемента из металла необходимы для создания электрической схемы защитного зануления корпуса электроприемника?

Лабораторное занятие № 5.2

Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках

Цели работы:

1. Организовать работу подчиненного персонала по наряду-допуску с обеспечением безопасного проведения работ в действующих электроустановках систем электроснабжения.
2. Организовать работу подчиненного персонала по распоряжению с обеспечением безопасного технического обслуживания оборудования систем электроснабжения.
3. Организовать по перечню работ в порядке текущей эксплуатации на закрепленном за работниками оборудовании систем электроснабжения.

Общие сведения

Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в действующих электроустановках выполняют только исходя из «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ) от 24.07.2013 года с изменениями и дополнениями, внесенными в 2016 году, которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

Работы в действующих электроустановках должны проводиться:

1. По *наряду-допуску* - заданию на производство работы, оформленному на специальном бланке установленной формы и определяющему содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы, форма которого и указания по его заполнению предусмотрены приложением 7 ПОТ ЭЭ.
2. По *распоряжению* - письменному заданию на производство работы, определяющим ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием их квалификационных групп по электробезопасности.
3. По *перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации* - небольших по объему работ по техническому обслуживанию и ремонту, выполняемых в течение рабочей смены и разрешенные к производству в

порядке текущей эксплуатации оборудования систем электроснабжения предприятий.

Не допускается, при выполнении технического обслуживания и ремонта:

1. Самовольное проведение работ в действующих электроустановках, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом, распоряжением или утвержденным работодателем перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.
2. Работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры.
3. Работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет менее расстояния, указанного в ПОТ ЭЭ.
4. При работах около не огражденных токоведущих частей располагаться так, чтобы они находились сзади работника или по обеим сторонам от него.
5. Прикасаться без применения электрозащитных средств к изоляторам, изолирующим частям оборудования, находящегося под напряжением.
6. Работать в неосвещенных местах. Освещенность участков работ, рабочих мест, проездов и подходов к ним должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных устройств на работников.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в действующих электроустановках, являются:

1. Оформление наряда-допуска, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.
2. Выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе.
3. Допуск к работе.
4. Надзор во время работы.
5. Оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются:

1. Выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.
2. Выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск.
3. Ответственный руководитель работ.
4. Допускающий.
5. Производитель работ.
6. Наблюдающий.
7. Члены бригады.

Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов бригады по электробезопасности определяют исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимой производителем работ, при выполнении работ должен иметь группу III. В состав бригады на каждого работника, имеющего группу III, допускается включать одного работника, имеющего группу II, но общее число членов бригады, имеющих группу II, не должно превышать трех.

1. Организация работ в электроустановках по наряду-допуску

Наряд оформляется в двух экземплярах. При передаче по телефону, радио наряд выписывается в трех экземплярах. В последнем случае работник, выдающий наряд оформляет один экземпляр, а работник, принимающий текст в виде телефонограммы или радиogramмы, факса или электронного письма, заполняет два экземпляра наряда и после проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью. Наряд также разрешено оформлять в электронном виде и передавать по электронной почте.

Выдавать наряд-допуск разрешается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд разрешается продлевать 1 раз на срок не более 15 календарных дней. При перерывах в работе наряд остается действительным. Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, инциденты

или несчастные случаи, эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Учет работ по нарядам и распоряжениям ведется в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением 8 к ПОТ ЭЭ. Выдача и заполнение наряда, ведение журнала учета работ по нарядам и распоряжениям допускается в электронной форме с применением автоматизированных систем и использованием электронной подписи в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Независимо от принятого в организации порядка учета работ по нарядам и распоряжениям факт допуска к работе должен быть зарегистрирован записью в оперативном документе, в котором в хронологическом порядке оформляются события и действия по изменению эксплуатационного состояния оборудования электроустановок, выданные (полученные) команды, распоряжения, разрешения, выполнение работ по нарядам, распоряжениям, в порядке текущей эксплуатации, приемка и сдача смены (дежурства) (далее - оперативный журнал).

В электроустановках напряжением до 1000В при полностью снятом напряжении со всех токоведущих частей допускается выдавать один наряд на выполнение работ на сборных шинах распределительных устройств, распределительных щитов, сборок, а также на всех присоединениях этих установок одновременно.

Один наряд для одновременного или поочередного выполнения работ на разных рабочих местах одной электроустановки допускается выдавать при:

1. Прокладке и перекладке силовых и контрольных кабелей, испытаниях электрооборудования, проверке устройств защиты, измерений, блокировки, электроавтоматики, телемеханики, связи.
2. Ремонте коммутационных аппаратов одного присоединения, в том числе, когда их приводы находятся в другом помещении.
3. Ремонте отдельного кабеля в туннеле, коллекторе, колодце, траншее, котловане.
4. Ремонте кабелей (не более двух), выполняемом в двух котлованах или распределительных устройствах и находящемся рядом котловане, когда

расположение рабочих мест позволяет производителю работ осуществлять надзор за бригадой.

Членов бригады, которым предстоит находиться отдельно от производителя работ, последний должен привести на рабочие места и проинструктировать о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы.

2. Организация работ в электроустановках по распоряжению

Работы в электроустановках могут проводиться по распоряжению, являющемуся письменным заданием на производство работы, определяющим ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием их групп по электробезопасности. Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня или смены исполнителей.

При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново. При перерывах в работе в течение одного дня повторный допуск осуществляется производителем работ.

Распоряжение отдается производителю работ и допускающему. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, в тех случаях, когда допуск к работам на рабочем месте не требуется, распоряжение отдается непосредственно работнику, выполняющему работу.

Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут по усмотрению работника, выдающего распоряжение, проводиться по наряду. Распоряжение допускается выдавать для работы поочередно на нескольких электроустановках (присоединениях). Допуск к работам по распоряжению должен быть оформлен в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

По распоряжению оперативным и оперативно-ремонтным персоналом или под его надзором, работниками, выполняющими техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования (*ремонтный персонал*), в электроустановках напряжением выше 1000В разрешается проводить срочные работы.

Неотложные работы - выполняемые безотлагательно для предотвращения воздействия на человека опасного производственного фактора, который приведет к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, а также работы по устранению неисправностей и повреждений, угрожающих нарушением нормальной работы оборудования, сооружений, продолжительностью не более 1 часа без учета времени на подготовку рабочего места.

При проведении *неотложных работ* производитель работ (наблюдающий) из числа оперативного персонала, выполняющий работу или осуществляющий наблюдение за работающими в электроустановках напряжением выше 1000В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000В - группу III. Члены бригады, работающие в электроустановках напряжением до и выше 1000В, должны иметь группу III.

Допуск к работам в электроустановках должен быть осуществлен после выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места, определяемых работником, выдающим распоряжение.

В электроустановках напряжением до 1000В, расположенных в помещениях, кроме особо опасных и в особо неблагоприятных условиях в отношении поражения людей электрическим током, работник, имеющий группу III и право быть производителем работ, имеет право работать единолично.

Одному работнику, имеющему группу II, разрешается выполнять по распоряжению следующие работы:

1. Осмотр воздушных линий в светлое время суток при благоприятных метеоусловиях, в том числе с оценкой состояния опор, проверкой загнивания деревянных оснований опор.
2. Восстановление постоянных обозначений на опоре.
3. Замер габаритов угломерными приборами.
4. Противопожарную очистку площадок вокруг опор.
5. Окраску бандажей на опорах.

При выполнении работ по распоряжениям, выдаваемым оперативным персоналом подчиненному оперативному персоналу в смене, записи о

начале, окончании работ, мероприятиях по подготовке рабочего места, характере работы и составе бригады выполняются только в оперативных журналах.

3. Организация работ в электроустановках, выполняемых по перечню работ в порядке текущей эксплуатации

Небольшие по объему ремонтные работы и работы по техническому обслуживанию, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные к производству в порядке текущей эксплуатации, должны содержаться в перечне работ. Перечень работ подписывается техническим руководителем или работником из числа административно-технического персонала, на которого возложены обязанности по организации безопасного обслуживания электроустановок в соответствии с действующими правилами и нормативно-техническими документами (*ответственный за электрохозяйство*) и утверждается руководителем организации или руководителем обособленного подразделения.

Подготовка рабочего места и работа, разрешенная в порядке текущей эксплуатации к выполнению оперативным или оперативно-ремонтным персоналом, распространяется только на электроустановках напряжением до 1000В и выполняется только на закрепленном за этим персоналом оборудовании (участке).

Работа в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень работ, является постоянно разрешенной, на которую не требуется оформление каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, проведения целевого инструктажа.

При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации следует учитывать условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе. Перечень работ в порядке текущей эксплуатации должен содержать указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению единолично и бригадой.

В перечне работ в порядке текущей эксплуатации должен быть указан порядок учета работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (уведомление вышестоящего оперативного персонала о месте и характере работы, ее начале и окончании, оформлении работы записью в оперативном журнале).

К работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации в электроустановках напряжением до 1000В, могут быть отнесены:

1. Работы в электроустановках с односторонним питанием.
2. Отсоединение и присоединение кабеля, проводов электродвигателя и отдельных электроприемников инженерного оборудования зданий.
3. Ремонт автоматических выключателей, магнитных пускателей, рубильников, переключателей, устройств защитного отключения, контакторов, пусковых кнопок, другой пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов и сборок.
4. Ремонт отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий и сооружений (электродвигателей, электрокалориферов, вентиляторов, насосов, установок кондиционирования воздуха).
5. Ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом электрических машин и смазка подшипников.
6. Снятие и установка электросчетчиков, других приборов и средств измерений.
7. Замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м.
8. Измерения, проводимые с использованием мегаомметра.
9. Другие работы, выполняемые на территории организации, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских.

Приведенный перечень работ не является исчерпывающим и может дополняться по решению руководителя организации (обособленного подразделения). В перечне должно быть указано, какие работы могут выполняться единолично. В инструкциях по охране труда работников должны быть изложены требования охраны труда и порядок выполнения работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Дайте определение наряду-допуску на производство работ в действующих электроустановках.
2. Дайте определение распоряжению на производство работы в электроустановках.
3. Дайте определение перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации электроустановок.
4. Как не допускается работать при выполнении технического обслуживания и ремонта электроустановок?
5. Перечислите порядок выполнения организационных мероприятий обеспечивающих безопасность работ в действующих электроустановках.
6. Какие работники являются ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках?
7. Как оформляется наряд-допуск на производство работ в действующих электроустановках.
8. На какое время выдается наряд-допуск на производство работ в действующих электроустановках.
9. Что указывается при организации работ в электроустановках по распоряжению.
10. Какие работы в электроустановках называются неотложными.
11. Какие работы разрешается выполнять по распоряжению одному работнику, имеющему группу II по электробезопасности?
12. Какие работы в электроустановках выполняют по перечню в порядке текущей эксплуатации?
13. Что следует учитывать при оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации?
14. Какие работы могут быть отнесены к работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации в электроустановках напряжением до 1000В?

Лабораторное занятие № 6.1

Исследование действия устройства защитного отключения в однофазных сетях напряжением до 1000В

Цель работы:

- оценить эффективность защитного действия устройства защитного отключения от поражения электрическим током в однофазных сетях напряжением до 1000В

Общие сведения

Дополнительная защита работника от поражения при прямом прикосновении достигается путем применения устройств защитного отключения. Устройство является превентивным электротехническим мероприятием и в сочетании с современными системами заземления (TN-S, TN-C-S) обеспечивает высокий уровень электробезопасности работников при эксплуатации электрических сетей.

Защита от поражения при косвенном прикосновении обеспечивается применением устройств защитного отключения и нулевых защитных проводников в электроустановках с системой заземления TN или защитных проводников в электроустановках с системой заземления TT в комплексе с устройствами защиты от сверхтока – предохранителями и автоматическими выключателями.

Устройство защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания.

Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении - путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус электроустановки.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника «зануление» недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях устройства защитного отключения являются единственным средством защиты человека от поражения током.

В основе принципа действия защитного отключения, как электротехнического средства, лежит способ ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при

непреднамеренном прикосновении его к элементам электрической сети, находящихся под напряжением (рис. 6.1).

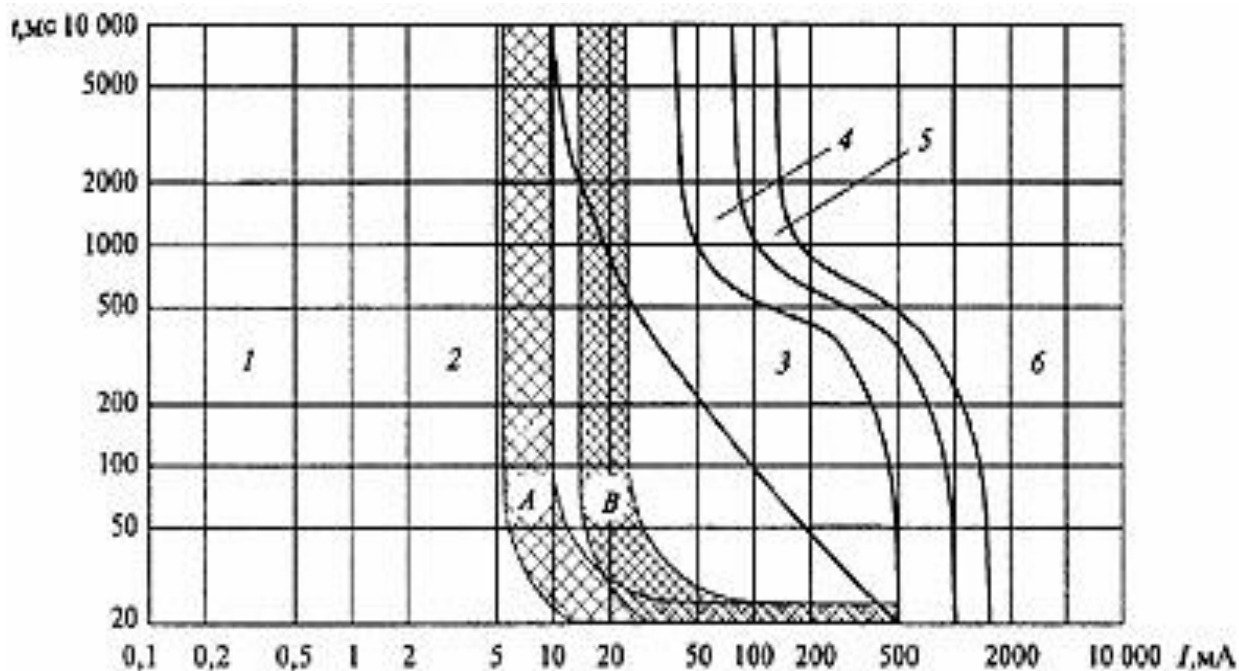


Рис. 6.1 - График областей физиологического действия на человека переменного тока (50 - 60Гц) и времятоковые характеристики устройства:

1 - неощутимые токи; 2 - ощутимые, но не вызывающие физиологических нарушений; 3 - ощутимые, но не вызывающие опасность фибрилляции сердца; 4 - ощутимые, вызывающие опасность фибрилляции сердца (вероятность < 5%); 5 - ощутимые, вызывающие опасность фибрилляции сердца (вероятность < 50%); 6 - ощутимые, вызывающие опасность фибрилляции сердца (вероятность > 50%); А и В - времятоковые характеристики устройства ($I_{An} = 10\text{mA}$ и $I_{Bn} = 30\text{mA}$)

Для защиты от поражения током персонала при косвенном прикосновении к электрооборудованию выполнено автоматическое отключение питания, для этого в электроустановках напряжением до 1000В все открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

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 сооружения, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, выполнено

уравнивание потенциалов на корпусах электрооборудования. Для автоматического отключения питания применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

В электрической сети объекта с применением системы TN-C-S время автоматического отключения питания не должно превышать значений, указанных в табл. 6.1.

Табл. 6.1 - Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN-C-S

Номинальное фазное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Приведенные значения времени отключения считаем достаточными для обеспечения безопасности работников подстанции, в том числе в групповых цепях, питающих передвижные, переносные электроприемники и ручной электроинструмент класса 1. В цепях, питающих распределительные и групповые щиты и щитки сооружения, время отключения не должно превышать 5с.

Допускаются значения времени отключения не более 5с в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков при выполнении одного из следующих условий.

Полное сопротивление, защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом не должно превышать значения:

$$50 \frac{Z_U}{U_0}, \quad (1)$$

где Z_U - полное сопротивление петли (цепи) «фаза-нуль», Ом;

U_0 - номинальное фазное напряжение цепи, В;

50 - коэффициент падения напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом, В.

К защитной шине распределительного щита присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов на корпусах электрооборудования, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов подстанции.

Не допускается применять устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, в системах заземления TN-C объекта. В случае необходимости применения устройства, для защиты отдельного электрооборудования сооружения в системе TN-C, защитный РЕ-проводник электроприемника должен быть подключен к PEN-проводнику цепи до защитно-коммутационного аппарата.

Важным свойством устройств защитного отключения является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих в сооружениях подстанции вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

Известно, что более трети всех пожаров на оборудовании подстанций происходят по причине возгорания электропроводки в результате нагрева проводников по всей длине, искрения, горения электрической дуги на каком-либо элементе, вызванных токами короткого замыкания.

Основные виды замыкания в электрооборудовании, как правило, развиваются из дефектов изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю. Устройство защитного отключения, реагируя на ток утечки на землю или защитный проводник, заблаговременно, до развития в опасное замыкание, отключает электроустановку от источника питания, предотвращая тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание электроустановки.

В отдельных случаях энергии, выделяемой в месте повреждения изоляции при протекании токов утечки, достаточно для возникновения очага возгорания и, как следствие, пожара. По данным различных отечественных и зарубежных источников, локальное возгорание изоляции может быть вызвано довольно незначительной мощностью, выделяемой в месте утечки тока с оборудования электрической сети.

В зависимости от материала и срока службы изоляции величина мощности составляет всего 40 - 60Вт. Своевременное срабатывание устройств защитного отключения с током уставки 300мА предупредит выделение указанной мощности, и, следовательно, не допустит возгорания в помещениях электрической подстанции.

Устройство защиты является элементом распределительных щитов, элементами устройств защитного отключения оборудуют передвижные мастерские для электрических сетей. Устройства защитного отключения встраивают в розеточные блоки или вилки, через которые подключаются электроинструмент или бытовые электроприборы, эксплуатируемые в особо опасных - влажных, пыльных, с проводящими полами помещениях подстанций.

В настоящее время действует международная классификация устройств защитного отключения, разработанная международной электротехнической комиссией (МЭК).

Принято общее название - RCD - residual current protective device. Точный перевод - защитное устройство по разностному (дифференциальному) току. В стандартах встречается перевод слова «residual» как «остаточный» но в отечественной электротехнической терминологии нет термина «остаточный ток».

Не соответствует стандартам название устройств защитного отключения – «дифференциальный выключатель». Это название распространилось из переведенных не специалистами-электриками проспектов зарубежных фирм и относится к «устройству защитного отключения со встроенной защитой от сверхтоков».

Функционально устройство защитного отключения определяют, как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке сооружения.

Основные функциональные блоки устройства защитного отключения показаны на рис. 6.2.

Важнейшим функциональным блоком устройства защитного отключения является дифференциальный трансформатор тока 1. В качестве датчика дифференциального тока используем трансформатор тока.

Этот трансформатор иногда называют трансформатором тока нулевой последовательности - ТТНП, хотя понятие «нулевая последовательность» применимо только к трехфазным цепям и используется при расчетах несимметричных режимов многофазных цепей.

Пусковой орган (пороговый элемент) 2 выполняем на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах. Исполнительный механизм 3 включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода.

В нормальном режиме, при отсутствии тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока 1, протекает рабочий ток нагрузки.

Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока.

Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как I_1 , а от нагрузки как I_2 , то можно записать равенство: $I_1 = I_2$. Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но встречно направленные магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 .

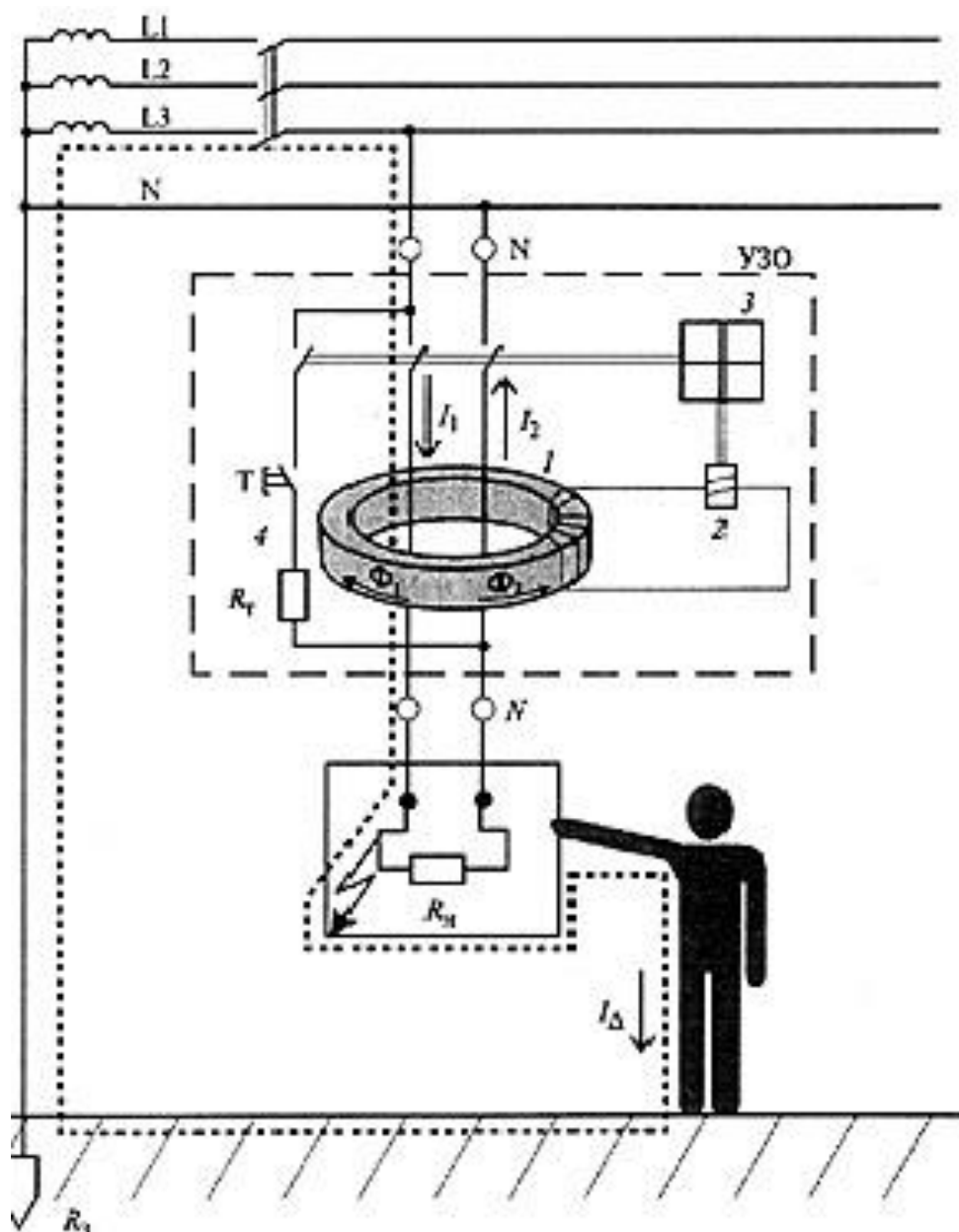


Рис. 6.2 - Структурная схема устройства защитного отключения электрооборудования

Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю. Пусковой орган 2 находится в этом случае в состоянии покоя.

В послеаварийном режиме при прикосновении работника к открытым токопроводящим частям или к корпусу электрооборудования, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через устройство защитного отключения кроме тока нагрузки I_1 протекает дополнительный ток - ток утечки (I_y), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках $I_1 + I_y$ фазного проводника и равенство токов $I_2 = I_1$ в нейтральном проводнике вызывает неравенство

магнитных потоков и возникновение во вторичной обмотке дифференциального тока. Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа 2, последний срабатывает и воздействует на исполнительный механизм 3.

Исполнительный механизм, состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая электроустановка отключается. Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) устройства защитного отключения предусмотрена цепь тестирования 4. При нажатии кнопки «Тест» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание устройства защитного отключения означает, что оно в целом исправно.

Конструкции устройств защитного отключения делят на два типа. Устройства электромеханические не зависящие от напряжения питания. Источником энергии, необходимой для выполнения защитных функций, включая операцию отключения, является сам сигнал - дифференциальный ток, на который оно реагирует. Второй тип - устройства электронные зависящие от напряжения питания. Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой электрической сети, либо от внешнего источника питания.

Основной причиной недостаточного распространения электронных устройств на современном этапе является неработоспособность защиты при обрыве нулевого рабочего проводника до устройства защитного отключения по направлению к источнику питания сооружений старого типа. В этом случае устройство защитного отключения, не имея питания, не функционирует (отключен), а на электроустановки сельскохозяйственных объектов по фазному проводнику сети выносятся опасный для жизни работника и животного потенциал, достигающий величины напряжения электроустановки.

В конструкции современных электронных устройств заложена функция отключения от источника защищаемой электроустановки при исчезновении напряжения питания сети (рис. 6.3).

Эта функция реализуется с помощью электромагнитного реле, работающего в специальном режиме «самоудерживания». Силовые контакты реле находятся во включенном положении только при протекании тока по его обмотке (аналогично магнитному пускателю).

При исчезновении напряжения на вводных зажимах устройства якорь реле отпадает, при этом силовые контакты размыкаются, электроустановка обесточивается.

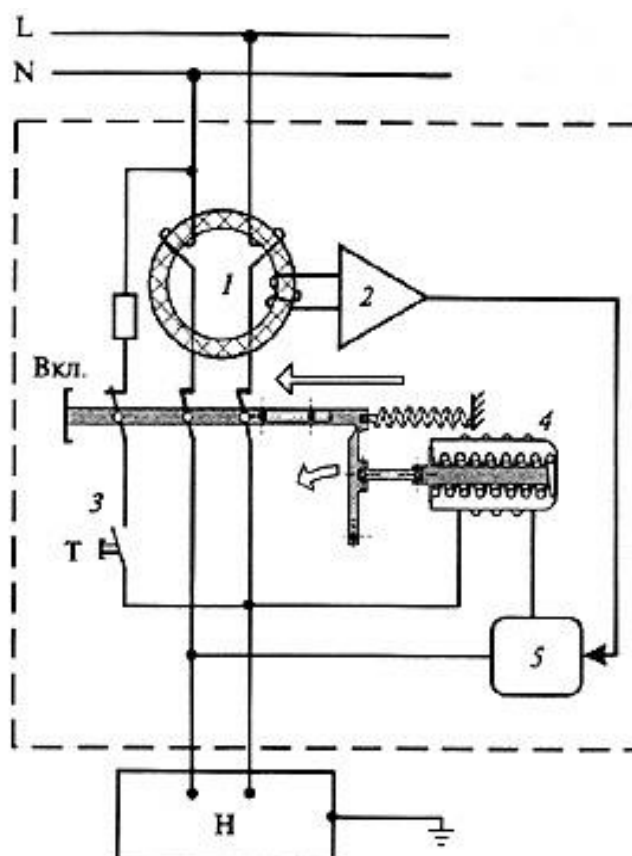


Рис. 6.3 – Схема электронного устройства защитного отключения электрооборудования – нагрузки (Н)

Подобная конструкция устройства защитного отключения обеспечивает гарантированную защиту и в случае обрыва нулевого проводника электрической сети.

Существует класс приборов – комбинированные устройства защитного отключения со встроенной защитой от сверхтоков.

Как правило, их доля в общем объеме выпускаемых устройств защитного отключения не превышает одного - двух процентов. Это объясняется ограниченной областью их применения - малая неизменяемая нагрузка.

Применение устройств защитного отключения со встроенной защитой от сверхтоков, целесообразно лишь в обоснованных случаях, например, для одиночных потребителей электроэнергии.

Выбор устройства защитного отключения для применения в конкретной электроустановке современных сооружений должен осуществляться на стадии проектирования объекта.

По причине «не удовлетворительного» применения устройств защитного отключения в нашей стране часто возникает ситуация, когда необходимо произвести выбор для уже эксплуатируемой или смонтированной электроустановки.

В этом случае выбор устройства защитного отключения осуществляется по программе (табл. 6.2).

Табл. 6.2 – Выбор устройства защитного отключения

№	Условия выбора	Нормативные требования
1	Анализ электрической схемы электроустановки. Определение необходимого количества устройств.	Характеристика электроустановки. Количество фаз. Напряжение. Частота. Система заземления. Разветвленность. Категории нагрузки.
2	Анализ электроустановки в рабочем и аварийном (при сверхтоках) режимах с учетом типов характеристик защитных аппаратов.	Расчет токов нагрузки в цепях. Расчет токов короткого замыкания.
3	Выбор электрических аппаратов.	Технические параметры аппаратов. Результаты расчета режимов установки.
4	Координация защитных устройств.	Технические параметры аппаратов. Результаты расчета режимов установки. Времятоковые характеристики защитных устройств
5	Селективность работы.	Анализ схемы по условиям обеспечения селективности действия.
6	Документация	Наличие: сертификатов соответствия и пожарной безопасности, технического паспорта, руководства по эксплуатации с указанием технических параметров, гарантийного обязательства и др.
7	Характеристики	Технические параметры
8	Условия эксплуатации	Температурный режим. Климатическое исполнение

Использование устройства защитного отключения для помещений с двухпроводными сетями, где электроприемники не имеют защитного заземления, является эффективным средством для повышения электробезопасности старых зданий и сооружений.

Срабатывание устройства защитного отключения при замыкании на корпус в таких электрических сетях происходит только при появлении дифференциального тока, т.е. при непосредственном прикосновении к корпусу электрооборудования (условного соединения с «землей»).

В соответствии ПУЭ, установка устройства защитного отключения в таких помещениях рекомендована как временная мера повышения безопасности до проведения полной реконструкции электрической подстанции.

2. Исследование действия устройства защитного отключения в однофазных сетях напряжением до 1000В.

2.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 6.1 используются лабораторные стенды производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» г. Челябинска.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

В состав оборудования входят следующие блоки:

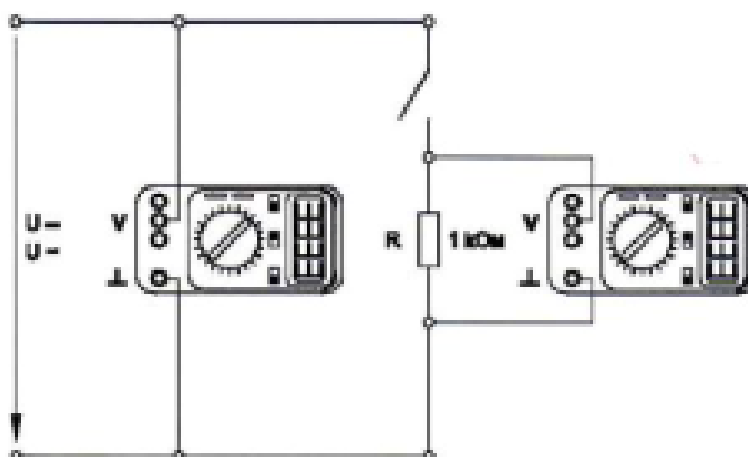
1. Модель человека – предназначена для моделирования сопротивления тела и обуви человека, а также пола, на котором он стоит.
2. Устройство защитного отключения (УЗО) – предназначено для отключения однофазной электрической сети от источника питания при превышении утечки заданного значения.
3. Автоматический однополюсный выключатель – предназначен для коммутации электрических цепей.
4. Модель питающей электрической сети – предназначена для питания однофазным переменным током промышленной частоты функциональных блоков учебных лабораторных комплексов.

5. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией – предназначена для моделирования однофазных потребителей активной мощности.
6. Модель заземлителя – предназначена для моделирования процесса стекания тока с заземлителя в землю.
7. Блок мультиметров – предназначен для измерения активного сопротивления элементов электрической цепи, токов и напряжений.

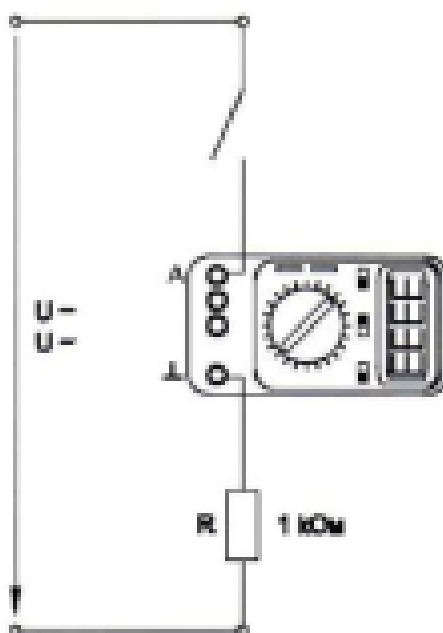
Электрическая схема собирается из указанных выше модулей посредством проводников.

2.2 Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

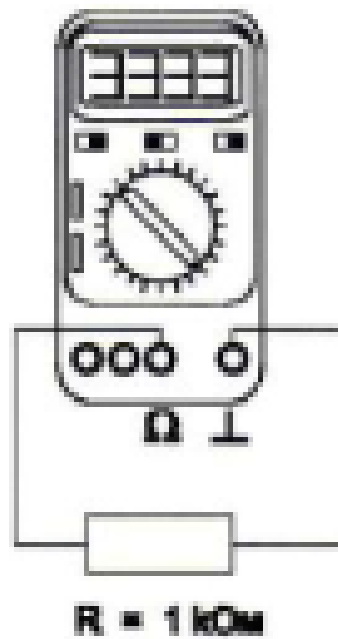
Мультиметр используется для измерения базовых величин: напряжения, тока, омического сопротивления (рис. 6.4).



а)



б)



в)

Рис. 6.4 – Схемы включения мультиметра:

а) как вольтметра; б) как амперметра; в) как омметра

До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- а) установка рода тока (переменный или постоянный);
- б) выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату;
- в) правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

2.3 Применяемые приборы и оборудование

Работа выполняется на учебном стенде, электрическая схема которого приведена на рис. 6.5.

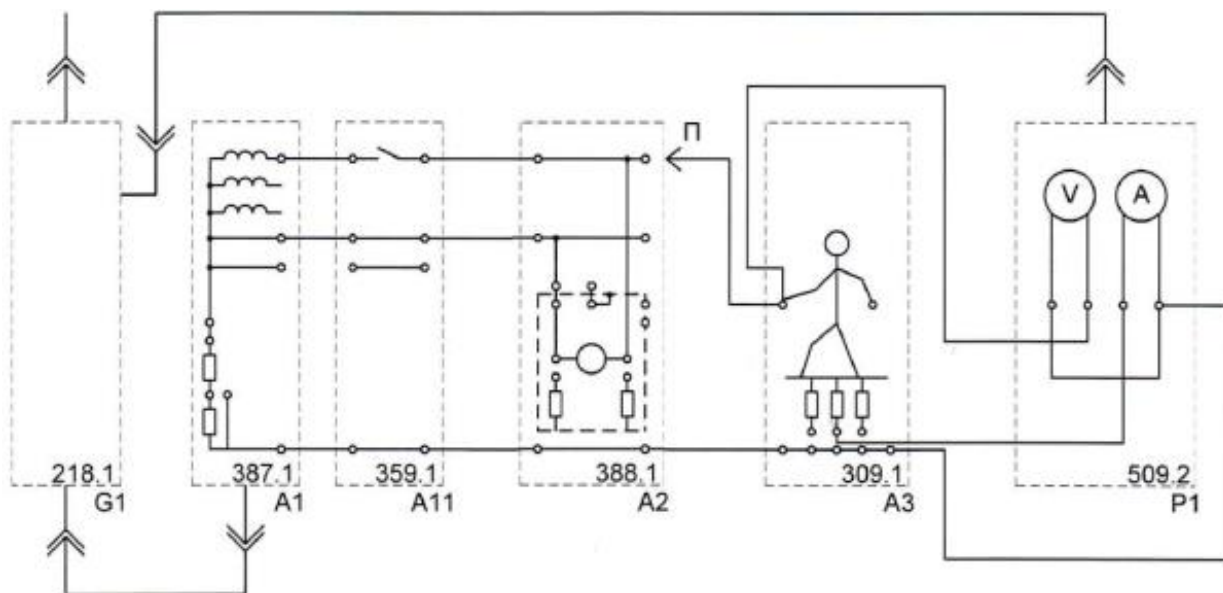
Схема включает модель человека АЗ, модели питающей электрической сети А1 и электроприёмника с рабочей изоляцией А2, автоматический выключатель А11.

Стенд позволяет моделировать возможные случаи поражения человека электрическим током при косвенном прикосновении к частям электрооборудования, оказавшегося под напряжением. Все измерения проводятся при помощи блока мультиметров Р1.

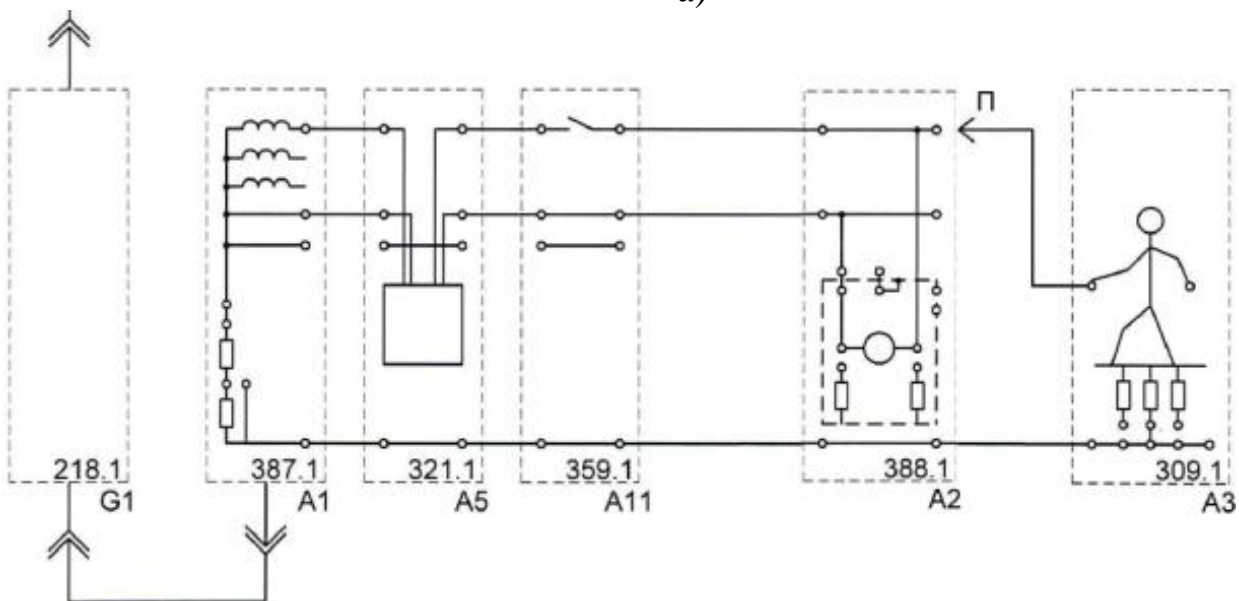
2.4 Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь со схемой стенда и убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой соединений на рис.5.



а)



б)

Рис. 6.5 - Схема для выявления действия устройства защитного отключения (УЗО):

а) без УЗО;

б) с УЗО.

Убедитесь, что выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей сети, отключен. Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1. Активизируйте используемые мультиметры. Включите выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1. Включите автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.

Смодулируйте повреждение изоляции электроприёмника А2 соединением конца проводника с гнездом, как показано на рис. 6.5 (а, б).

Изучите и сформулируйте принцип действия устройства защитного отключения в данной схеме.

С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.

Сравните полученные результаты с предельно допустимыми значениями и сделайте вывод об опасности поражения электрическим током при отсутствии устройства защитного отключения.

Сопоставьте измеренные значения токов и напряжений в первом и во втором случае. Сделайте вывод об эффективности действия устройства защитного отключения.

По завершении эксперимента отключите выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно менять, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию аварийного тока с ног человека в землю. Результаты занесите в табл. 6.3.

Табл. 6.3 - Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога»

	Прямое прикосновение		Косвенное прикосновение	
	U, В	I, А	U, В	I, А
1 кОм				
10 кОм				
100 кОм				

На основании полученных измеренных значений сделать выводы.

2.5 Отчет должен содержать:

1. Структурную схему устройства защитного отключения электрооборудования (рис. 6.2) и краткий принцип действия с выводами.
2. Результаты по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – нога» (табл. 6.3).
3. Выводы по экспериментам при прохождении аварийного тока через организм человека по пути «рука – рука» и «рука – нога».

2.6 Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

2.7 Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Каким путем защиты от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивают защиту человека при косвенном прикосновении?
2. Что лежит в основе принципа действия защитного отключения, как электрозащитного средства?
3. Какого не должно превышать полное сопротивление, защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом?
4. Как определяют функционально устройство защитного отключения?
5. Какие основные функциональные блоки устройства защитного отключения?
6. Принцип действия устройства защитного отключения электрооборудования?
7. Какая функция заложена в конструкции электронных устройств защитного отключения электрооборудования?
8. Перечислите условия выбора устройств защитного отключения электрооборудования?
9. В каких сетях устройство защитного отключения является эффективным средством?

Лабораторное занятие № 6.2

Технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках со снятием напряжения

Цели работы:

- организовать выполнение технических мероприятий по наряду-допуску в электроустановках систем электроснабжения.
- организовать выполнение технических мероприятий по распоряжению на оборудовании систем электроснабжения.
- организовать выполнение технических мероприятий в порядке текущей эксплуатации на закрепленном за работниками оборудовании систем электроснабжения.

Общие положения

Технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в действующих электроустановках выполняют по «Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ), которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

Работники, организующие выполнение технических мероприятий по наряду-допуску, распоряжению и перечню работ, должны знать устройство и принцип работы закрепленного за ними электрооборудования, быстро и умело находить неисправности и устранять их, а также неукоснительно соблюдать правила и меры безопасности при выполнении работ в электроустановках систем электроснабжения.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения, при котором с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, снято напряжение отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы, должны быть в указанном порядке выполнены следующие *технические мероприятия*:

1. Произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов.

2. На приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты.

3. Проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током.

4. Установлено заземление.

5. Вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

1. Организация охраны труда при выполнении отключений в электроустановках напряжением до 1000В

При подготовке рабочего места должны быть *отключены*:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;
- неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин;
- цепи управления и питания приводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей, и разъединителей.

В электроустановках напряжением до 1000В 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 управления, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок.

При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой 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 1000В 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.

2. Организация вывешивания 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 1000В, 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.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с автоматизированного рабочего места оперативного персонала (АРМ) аналогичные плакаты безопасности, кроме того, должны быть отображены рядом с графическим обозначением соответствующего коммутационного аппарата на схеме АРМ.

На приводах коммутационных аппаратов, которыми отключена для работ воздушных или кабельных линий, независимо от числа работающих бригад, вывешивается один плакат «Не включать! Работа на линии».

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ знак запрещающего плаката «Не включать! Работа на линии!» отображается на схеме рядом с символом коммутационного аппарата, которым подается напряжение на воздушные или кабельные линии. Этот плакат вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, ведущего учет числа работающих на линии бригад.

3. Организация охраны труда при проверке 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 распределительных устройствах проверять отсутствие напряжения разрешается одному работнику из числа оперативного персонала, имеющему группу IV в электроустановках напряжением выше 1000В, и имеющему группу III в электроустановках напряжением до 1000В.

На воздушных линиях проверку отсутствия напряжения должны выполнять два работника: на воздушных линиях напряжением выше 1000В - работники, имеющие группы IV и III, на воздушных линиях напряжением до 1000В - работники, имеющие группу III.

В электроустановках напряжением до 1000В 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. Разрешается применять предварительно проверенный вольтметр. *Запрещено* пользоваться контрольными лампами.

Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры являются только дополнительными средствами, подтверждающими отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

4. Организация охраны труда при установке заземлений

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 1000В изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой.

Запрещается при установке, снятии переносного заземления или выполнения работы касаться проводящих частей заземления.

4.1 Организация охраны труда при установке заземлений в распределительных устройствах

Переносные заземления следует присоединять к токоведущим частям в местах, очищенных от краски.

В электроустановках напряжением до 1000В при работах на сборных шинах распределительных устройств, щитов, сборок напряжение с шин должно быть снято и шины (за исключением шин, выполненных изолированным проводом) должны быть заземлены. Необходимость и возможность заземления присоединений этих распределительных устройств, щитов, сборок и подключенного к ним оборудования определяет выдающий наряд, распоряжение.

Разрешается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ (измерение сопротивления изоляции). Временное снятие и повторную установку заземлений выполняют оперативный персонал либо по указанию работника, выдающего наряд, производитель работ.

Разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производителем работ должно быть внесено в строку наряда

«Отдельные указания» с записью о том, где и для какой цели должны быть сняты заземления.

В электроустановках напряжением до 1000В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

4.2 Организация охраны труда при установке заземлений на воздушных линиях напряжением до 1000В

На воздушных линиях напряжением до 1000В достаточно установить заземление только на рабочем месте.

Переносные заземления следует присоединять на металлических опорах - к их элементам, на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками - к этим спускам после проверки их целостности. На железобетонных опорах, не имеющих заземляющих спусков, разрешается присоединять заземления к траверсам и другим металлическим элементам опоры, имеющим контакт с заземляющим устройством.

В сетях напряжением до 1000В с заземленной нейтралью при наличии повторного заземления нулевого провода разрешается присоединять переносные заземления к этому нулевому проводу. Места присоединения переносных заземлений к заземляющим проводникам или к конструкциям должны быть очищены от краски.

Переносное заземление на рабочем месте разрешается присоединять к заземлителю, погруженному вертикально в грунт, не менее чем на 0,5м. Запрещена установка заземлителей в случайные навалы грунта.

На воздушных линиях напряжением до 1000В при работах, выполняемых с опор либо с телескопической вышки без изолирующего звена, заземление должно быть установлено как на провода ремонтируемой линии, так и на все подвешенные на этих опорах провода, в том числе на неизолированные провода линий радиотрансляции и телемеханики.

На воздушных линиях, отключенных для ремонта, устанавливаются, а затем снимаются переносные заземления и включают имеющиеся на опорах заземляющие ножи должны работники из числа оперативного персонала: один, имеющий группу IV (на воздушных линиях напряжением выше 1000В) или группу III (на воздушных линиях напряжением до 1000В), второй - имеющий группу III.

Разрешается использование второго работника, имеющего группу III, из числа ремонтного персонала, а на воздушных линиях, питающих потребителя, из числа персонала потребителя. Отключать заземляющие ножи разрешается одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

На рабочих местах на воздушных линиях устанавливать переносные заземления имеет право производитель работ с членом бригады, имеющим группу III. Снимать эти переносные заземления разрешается по указанию производителя работ два члена бригады, имеющие группу III.

На воздушных линиях при проверке отсутствия напряжения, установке и снятии заземлений один из двух работников должен находиться на земле и вести наблюдение за другим.

5. Ограждение рабочего места, вывешивание плакатов безопасности

В электроустановках должны быть вывешены плакаты «Заземлено» на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых не исключается подача напряжения на заземленный участок электроустановки, и на ключах и кнопках дистанционного управления коммутационными аппаратами.

При дистанционном управлении с АРМ знак плаката «Заземлено» отображается на схеме у символов коммутационных аппаратов.

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, должны применяться щиты, ширмы, экраны, изготовленные из изоляционных материалов. На временные ограждения нанесены надписи: «Стоять! Напряжение!» или укреплены соответствующие плакаты.

Выгораживание рабочих мест осуществляется щитами, ширмами, барьерами или шнуром из растительных либо синтетических волокон (с оставлением прохода) и вывешиванием на них плакатов «Стоять! Напряжение», обращенными внутрь огражденного пространства.

Установка и снятие накладок в электроустановках напряжением до 1000В могут производиться одним работником с группой не ниже III с применением диэлектрических перчаток.

На ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «Стоять! Напряжение».

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым для проведения работ разрешено подниматься, должен быть вывешен плакат «Влезать здесь!».

На подготовленных рабочих местах в электроустановках (на оборудовании, на котором предстоит производить работы, а также в месте прохода внутрь выгороженного рабочего места) должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест допускающим, кроме случаев, оговоренных в графе «Отдельные указания» наряда.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. В каком порядке, при подготовке рабочего места со снятием напряжения, должны быть выполнены технические мероприятия?
2. Что должно быть отключено при подготовке рабочего?
3. Порядок вывешивания запрещающих плакатов на аппаратах и приводах оборудования.
4. Какие знаки запрещающего плаката отображается на схеме рядом с символом коммутационного аппарата при дистанционном управлении коммутационными аппаратами с автоматизированного рабочего места оперативного персонала?
5. Как проверяют отсутствие напряжения в распределительных устройствах?
6. Какие работники проверяют отсутствие напряжения в распределительных устройствах?
7. Какими приборами проверяют отсутствие напряжения в распределительных устройствах?
8. В каком порядке устанавливают заземления на токоведущие части?
9. В каком порядке снимают заземления с токоведущих частей?
10. Кто определяет необходимость и возможность заземления присоединений распределительных устройств, щитов, сборок и подключенного к ним оборудования?
11. В каких случаях разрешается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места в распределительных устройствах?
12. На каких опорах воздушных линиях напряжением до 1000В следует присоединять переносные заземления?
13. Какие работники из числа оперативного персонала должны устанавливать, а затем снимать переносные заземления и включать имеющиеся на опорах линий заземляющие ножи?
14. Где в электроустановках должны быть вывешены плакаты «Заземлено»?
15. Где в электроустановках должны быть вывешены плакаты «Влезать здесь!» и «Работать здесь»?

Лабораторное занятие № 7.1

Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью

Цель работы:

- оценить потенциальную опасность поражения током в трехфазных сетях напряжением до 1000В при нормальном и аварийном режимах работы

Общие сведения

При эксплуатации электрических подстанций и распределительных сетей систему заземления ТТ применяют при недопустимости перерыва питания электроустановок напряжением выше 1000В при первом замыкании на землю.

В этом случае для защиты персонала обязательно выполняют защитное заземление в сочетании с постоянным контролем изоляции (ПКИ) или применением устройства защитного отключения с отключающим током не более 30мА.

Систему ТТ для электроустановок напряжением до 1000В используют, когда условия электробезопасности в системе заземления TN не обеспечиваются (требование ПУЭ по времени автоматического отключения питания).

В этом случае, напряжение прикосновения

$$U_{\text{ПР}} = R_a I_a \leq 50\text{В}, \quad (1)$$

где I_a - ток срабатывания устройства защитного отключения;

R_a - суммарное сопротивление заземляющего устройства (ЗУ).

Рассмотрим систему заземления ТТ (рис. 7.1).



Рис. 7.1 - Система заземления ТТ переменного тока.

Открытые проводящие части ЭУ заземлены при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя нейтрали:

- 1 - заземлитель нейтрали ИП;
- 2 - открытые проводящие части электроприемника (ЭП);
- 3 - заземлитель корпуса ЭП

Оценим опасность поражения работников током в ЭУ с системой заземления ТТ в послеаварийных режимах.

Трехфазная четырехпроводная сеть на базе системы заземления ТТ с однофазным замыканием на корпус ЭП2 (рис. 7.2).

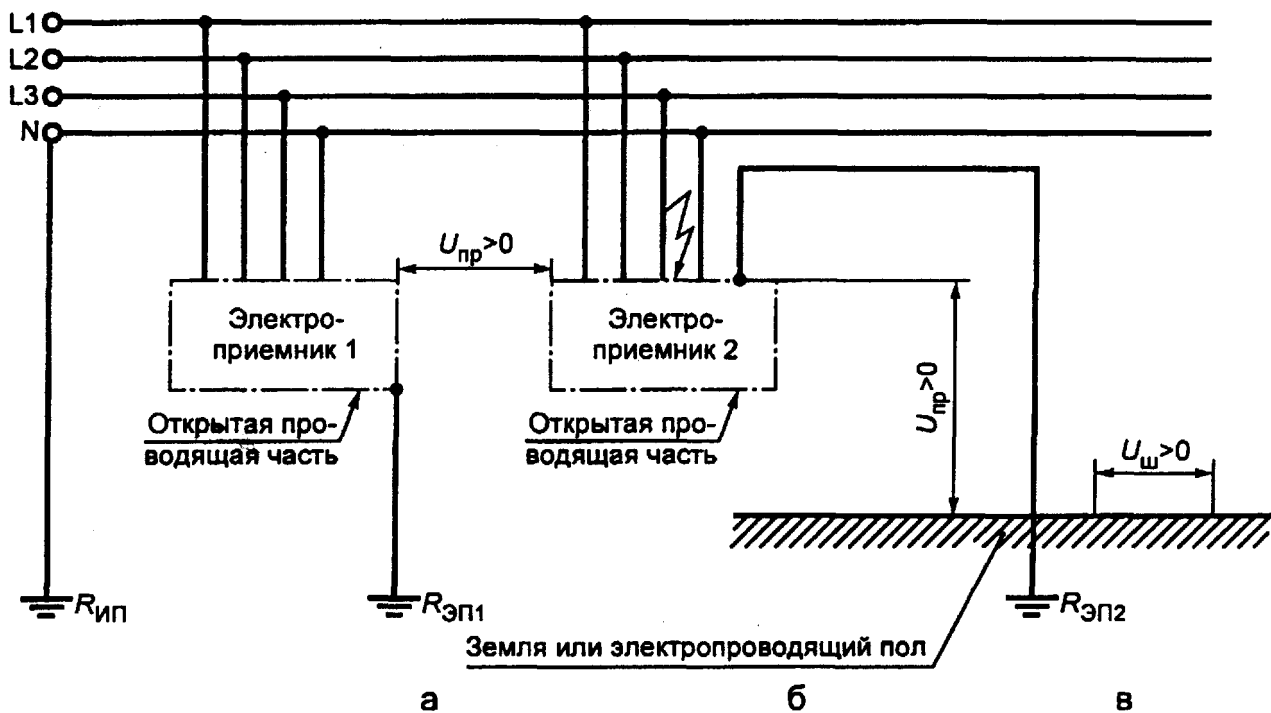


Рис. 7.2 – Сеть с системой ТТ с нулевым рабочим проводником и однофазным замыканием на корпус ЭП2:

$U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение;

$R_{ип}$ - заземлитель ИП; $R_{эп1}$ - сопротивление заземления ЭП1;

$R_{эп2}$ - сопротивление заземления ЭП2

В послеаварийном режиме сети напряжение $U_{пр}$ на участках (а), (б) и напряжение $U_{ш}$ на участках (б) и (в) до момента автоматического срабатывания защиты ЭУ принимают значения, при которых возможно смертельное поражение работника током.

Трехфазная трехпроводная сеть на базе системы заземления ТТ с однофазным замыканием на корпус ЭП2 (рис. 7.3).

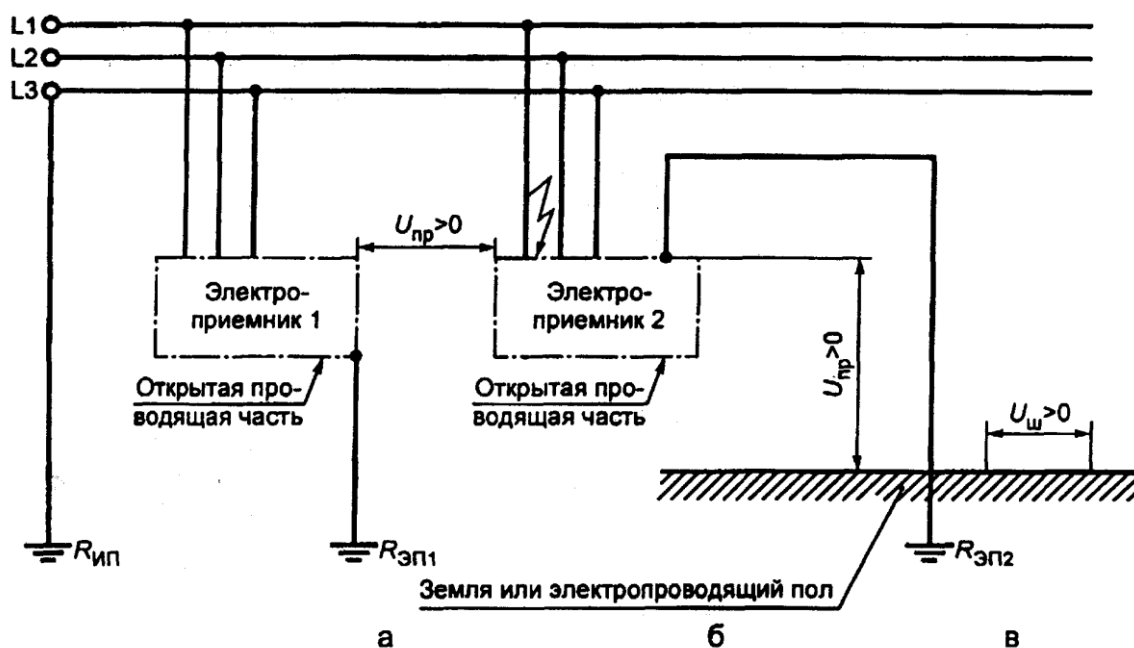


Рис. 7.3 - Сеть с системой ТТ без нулевого рабочего проводника (N) и однофазным замыканием на корпус ЭП2:
 $U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение;
 $R_{ип}$ — заземлитель ИП; $R_{эп1}$ - сопротивление заземления ЭП1;
 $R_{эп2}$ - сопротивление заземления ЭП2.

В послеаварийном режиме сети напряжение $U_{пр}$ на участках (а), (б) и напряжение $U_{ш}$ на участках (б) и (в) могут до момента автоматического срабатывания защиты сети принимать значения, при которых возможно смертельное поражение током персонала ЭУ.

1. Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях с глухозаземленной и изолированной нейтралью.

1.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 7.1 используются лабораторный стенд на базе ПЭВМ производства ЗАО «Учебная техника» г. Ставрополя.

Программа моделирует прикосновения человека к фазному проводу трехфазной сети напряжением до 1000В при различных режимах нейтрали электрической сети и различных режимах работы.

Результатом моделирования является оценка потенциальной опасности поражения человека электрическим током.

Количественно значение тока, протекающего через тело человека, отображается на экране в виде показаний аналоговых приборов.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

1.2 Подготовка лабораторного стенда к работе

Модульное рабочее окно общей программы «Исследование и оценка электробезопасности трехфазных сетей» представлено на рис. 7.4.

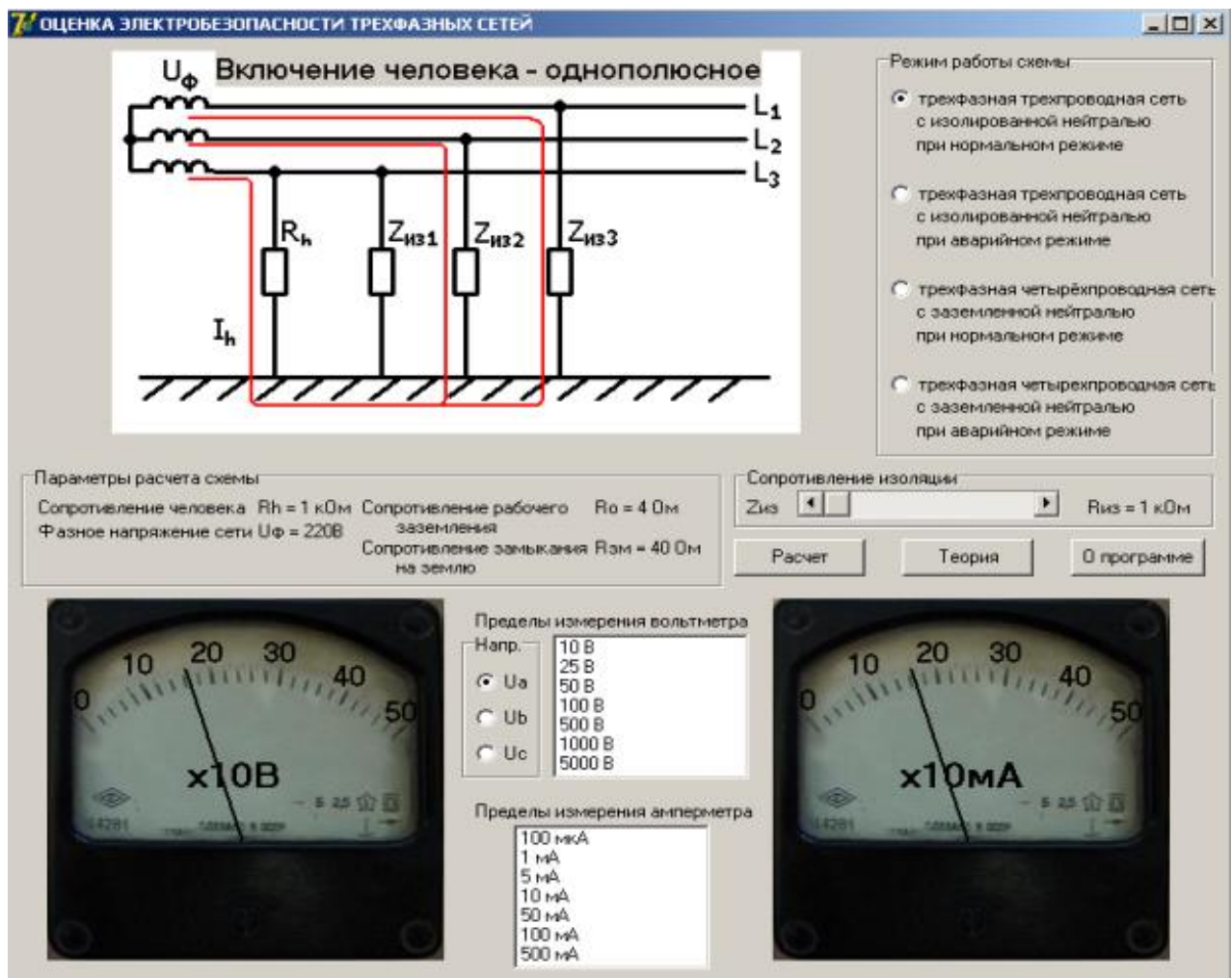


Рис. 7.4 - Модульное рабочее окно общей программы «Исследование и оценка электробезопасности трехфазных сетей»

В левой верхней части рабочего окна расположена схема моделируемой электрической сети. В правой верхней части окна расположен переключатель режимов работы схемы. После запуска модульной программы нажатием кнопки «Расчет» в окне выбирается режим работы схемы.

Выбор режима работы осуществляется путем нажатия на соответствующее название схемы левой кнопкой «мыши».

При этом будет отображена соответствующая принципиальная схема трехфазной электрической сети, на которой пунктиром показан путь тока I_h , протекающего через тело человека R_h .

Под схемой находится информационное поле с данными для расчета моделируемой схемы трехфазной электрической сети.

Правее расположен движок изменения сопротивления изоляции фаз относительно земли ($Z_{из.1} = Z_{из.2} = Z_{из.3}$). Значение $Z_{из}$ меняется от 1 до 50 кОм (по заданию преподавателя).

В нижней части окна находятся два аналоговых прибора: вольтметр и амперметр. Вольтметр предназначен для отображения напряжения на фазе.

Выбор фазы осуществляется переключателем фаз (U_a, U_b, U_c), расположенным рядом с вольтметром. Амперметр предназначен для отображения значения тока, проходящего через тело человека (I_h). Между приборами расположены переключатели пределов измерений каждого из приборов.

В ходе работы на вольтметре и амперметре необходимо выбирать пределы измерений соответствующего прибора. При переключении предела на приборах изменяются надписи и, соответственно, положение стрелки.

Выбор предела измерений осуществляется путем нажатия на соответствующее значение левой кнопкой «мыши».

При этом стрелки соответствующих приборов должны находиться в правой половине шкалы и в то же время не зашкаливать.

Под движком выбора сопротивления изоляции фаз относительно земли ($Z_{из.}$) расположены кнопки «Теория», «О программе». Они открывают информационные окна соответствующей тематики.

Там же имеется кнопка «Расчет», которая предназначена для запуска программы.

1.3 Порядок выполнения работы

1. Детально ознакомьтесь с схема моделируемой электрической сети.

2. Запустить программу, нажав на кнопку «Расчет».

3. Установить с помощью движка «Сопротивление изоляции» в окне программы значение сопротивления изоляции фаз относительно земли $Z_{из.1} = Z_{из.2} = Z_{из.3} = Z_{из.}$ (значение задается преподавателем).

4. Оценка опасности поражения человека электрическим током при прямом прикосновении к фазному проводу трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000В при нормальном режиме работы сети.

4.1. Выбрать в рабочем окне программы режим работы схемы (трехфазная, трехпроводная сеть с изолированной нейтралью трансформатора в нормальном режиме).

4.2. Замерить ток, проходящий через тело человека I_h по миллиамперметру и напряжение на каждой фазе (U_a , U_b , U_c) по вольтметру (выбирая предел измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы).

4.3. Вычислить значение тока через тело человека I_h по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{Z_{из}}{3}} \quad (2)$$

4.4. Измеренные значения (I_h , U_a , U_b , U_c) и вычисленное значение I_h занести в табл. 1.

5. Оценка опасности поражения человека электротоком при прямом прикосновении к фазному проводу трехфазной сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000В при аварийном режиме работы сети.

5.1. Выбрать режим работы схемы (трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью при аварийном режиме).

5.2. Замерить по миллиамперметру ток, проходящий через тело человека I_h , а по вольтметру значение напряжения на каждой фазе (U_a , U_b , U_c).

5.3. Вычислить значение тока через тело человека I_h по формуле

$$I_h = \frac{U_x}{R_h + R_{зм}} \approx \{R_{зм} \ll R_h\} \approx \frac{U_x}{R_h} = \frac{\sqrt{3} U_\phi}{R_h} \quad (3)$$

5.4. Измеренные значения (I_h , U_a , U_b , U_c) и вычисленное значение I_h занести в табл. 7.1.

6. Оценка опасности поражения человека электротоком при прямом прикосновении к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью (TN-C) напряжением до 1000В при нормальном режиме работы сети.

6.1. Выбрать режим работы схемы (трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью при нормальном режиме работы).

6.2. Замерить по миллиамперметру ток, проходящий через тело человека I_h , а по вольтметру значение напряжения на каждой фазе (U_a , U_b , U_c).

6.3. Вычислить значение тока через тело человека I_h по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_0} \approx \{R_0 \ll R_h\} \approx \frac{U_\phi}{R_h} \quad (4)$$

6.4. Измеренные значения (I_h , U_a , U_b , U_c) и вычисленное значение I_h занести в табл. 7.1.

7. Оценка опасности поражения человека электротоком при прямом прикосновении к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000В при аварийном режиме работы сети.

7.1. Выбрать режим работы схемы (трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью при аварийном режиме работы).

7.2. По миллиамперметру замерить ток, проходящий через тело человека I_h , по вольтметру – значение напряжения на каждой фазе (U_a , U_b , U_c).

7.3. Вычислить значение тока через тело человека I_h по формуле (5), при условии $R_{зм} = 10 R_0$.

$$I_h = U_\phi \cdot \frac{R_{зм} + R_0 \cdot \sqrt{3}}{R_{зм} \cdot R_0 + R_h (R_{зм} + R_0)} \quad (5)$$

7.4. Измерение значения (I_h , U_a , U_b , U_c) а также вычисленное значение I_h занести в табл. 7.1.

8. На основании полученных измеренных и вычисленных значений сделать выводы по работе.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Сеть с системой ТТ и сеть с системой ТТ с нулевым рабочим проводником и однофазным замыканием на корпус ЭП2 (рис. 7.1 и 7.2).
2. Экспериментальные и расчетные значения, занесенные в табл. 7.1.

Табл. 7.1 – Результаты опытов для заданных режимов работы и нейтрали электрической сети

Режим нейтрали сети	Режим работы сети	Измеренные значения величины				Вычисленные значения величины тока I_h
		Тока I_h	Напряжения			
			U_a	U_b	U_c	
Изолированная нейтраль (система IT)	нормальный					
	аварийный					
Глухозаземленная нейтраль (система TN-C)	нормальный					
	аварийный					

3. Выводы по результатам исследований.
4. Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.
5. Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Когда применяют систему заземления ТТ?
2. Что обязательно выполняют для защиты персонала при эксплуатации подстанций и распределительных сетей с системой заземления ТТ?
3. В каких случаях используют систему ТТ для электроустановок напряжением до 1000В?
4. Какое неравенство для напряжения прикосновения должно выполняться при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000В с системой ТТ?
5. Нарисуйте четырехпроводную систему заземления ТТ.
6. Нарисуйте трехпроводную систему заземления ТТ.
7. Нарисуйте четырехпроводную систему заземления ТТ с однофазным замыканием на корпус электроприемника (рис. 7.2).
8. Проанализируйте возможные напряжения прикосновения на участках схемы показанной на рис. 7.2.
9. Нарисуйте трехпроводную систему заземления ТТ с однофазным замыканием на корпус электроприемника (рис. 7.3).
10. Проанализируйте возможные напряжения прикосновения на участках схемы показанной на рис. 7.3.

Лабораторное занятие № 7.2

Меры безопасности при выполнении работ на мачтовых, столбовых, комплектных трансформаторных подстанциях и силовых трансформаторах

Цели работы:

- организовать выполнение мер безопасности при работах на мачтовых, столбовых и комплектных трансформаторных подстанциях
- организовать выполнение мер безопасности при работах на силовых трансформаторах

Общие сведения

Организация мер безопасности при выполнении работ на мачтовых, столбовых, комплектных трансформаторных подстанциях (КТП) и силовых трансформаторах осуществляют по «Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ), которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

1 Меры безопасности при выполнении работ на мачтовых, столбовых и комплектных трансформаторных подстанциях

При организации работ на оборудовании мачтовых, столбовых трансформаторных подстанций и комплектных трансформаторных подстанций без отключения питающей линии напряжением выше 1000В разрешаются лишь те осмотры и ремонты, которые возможно выполнять стоя на площадке и при условии соблюдения расстояний до токоведущих частей, находящихся под напряжением, указанных в ПОТ ЭЭ.

Если эти расстояния меньше допустимых, то работа должна выполняться при отключении и заземлении токоведущих частей напряжением выше 1000В.

При организации допуска к работам на мачтовых трансформаторных подстанциях и КТП «киоскового» типа независимо от наличия или отсутствия напряжения на линии должен быть произведен только после выполнения технических мероприятий с отключением:

1. Коммутационных аппаратов напряжением до 1000В.
2. Линейного разъединителя напряжением выше 1000В.
3. Наложения заземления на токоведущие части подстанции.
4. Если не исключена подача напряжения 380/220В, то линии этого напряжения должны быть отключены с противоположной питающей стороны.
5. Приняты меры против их ошибочного или самопроизвольного включения.
6. На подстанции на эти линии до коммутационных аппаратов наложены заземления.

При организации работ на мачтовых трансформаторных подстанциях, переключательных пунктах и других устройствах, не имеющих ограждений, приводы разъединителей, выключателей нагрузки, шкафы напряжением выше 1000В и щиты напряжением до 1000В должны быть заперты на замок. Стационарные лестницы у площадки обслуживания должны быть заблокированы с разъединителями и заперты на замок.

2 Меры безопасности при выполнении работ на силовых трансформаторах, масляных шунтирующих и дугогасящих реакторах

При организации работ осмотр силовых трансформаторов, масляных шунтирующих и дугогасящих реакторов должен выполняться непосредственно с земли или со стационарных лестниц с поручнями с соблюдением расстояний до токоведущих частей, указанных в ПОТ ЭЭ.

Осмотр газового реле после срабатывания на сигнал и отбор газа из газового реле работающего силового трансформатора должен выполняться после разгрузки и отключения электроустановки.

Организация работ, связанных с выемкой активной части из бака трансформатора (реактора) или поднятием колокола, должна выполняться по разработанному для местных условий проекту производства работ.

Выполнять работы внутри баков трансформатора (реактора) имеют право только специально подготовленные рабочие и специалисты, хорошо знающие пути перемещения, исключаящие падение и травмирование во время выполнения работ или осмотров активной части.

Спецодежда работающих должна быть чистой и удобной для передвижения, не иметь металлических застежек, защищать тело от перегрева и загрязнения маслом. Работать внутри силового трансформатора (дугогасящего реактора) следует в защитной каске и перчатках. В качестве обуви необходимо использовать резиновые сапоги.

Перед проникновением внутрь силового трансформатора следует убедиться в том, что из бака полностью удалены азот или другие газы, а также выполнена достаточная вентиляция бака с кислородосодержанием воздуха в баке не менее 20%.

Работа должна производиться по *наряду-допуску* тремя работниками, двое из которых - страхующие. Они должны находиться у смотрового люка или, если его нет, у отверстия для установки ввода с канатом от ляжочного предохранительного пояса работника, работающего внутри трансформатора, с которым должна поддерживаться постоянная связь.

При необходимости работник, выполняющий работы внутри силового трансформатора (дугогасящего реактора), должен быть обеспечен шланговым противоголоном. Производитель работ должен иметь группу IV.

Освещение при работе внутри силового трансформатора (дугогасящего реактора) должно обеспечиваться переносными светильниками напряжением не более 12В с защитной сеткой и только заводского исполнения или аккумуляторными фонарями. При этом разделительный трансформатор для переносного светильника должен быть установлен вне бака трансформатора.

Если в процессе работы в бак подается осушенный воздух (с точкой росы не выше - 40 градусов С), то общее время пребывания каждого работающего внутри силового трансформатора (дугогасящего реактора) не должно превышать 4 часов в сутки.

Работы по регенерации трансформаторного масла, его осушке, чистке, дегазации должны выполняться с использованием защитной одежды и обуви.

В процессе слива и залива трансформаторного масла в силовые трансформаторы напряжением 110кВ и выше вводы трансформаторов должны быть заземлены во избежание появления на них электростатического заряда.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Какие осмотры и ремонты разрешаются при организации работ на оборудовании мачтовых, столбовых трансформаторных подстанций и комплектных трансформаторных подстанций без отключения питающей линии напряжением выше 1000В?
2. Какие расстояний до токоведущих частей трансформаторных подстанций, находящихся под напряжением выше 1000В необходимо соблюдать?
3. Какие технические мероприятия необходимо выполнить для допуска к работам на мачтовых трансформаторных подстанциях и КТП «киоскового» типа?
4. Что должно необходимо выполнить при организации работ на мачтовых трансформаторных подстанциях, переключательных пунктах и других устройствах, не имеющих ограждений?
5. Как должен выполняться работ осмотр силовых трансформаторов, масляных шунтирующих и дугогасящих реакторов?
6. Какие расстояний до токоведущих частей силовых трансформаторов, масляных шунтирующих и дугогасящих реакторов, находящихся под напряжением выше 1000В необходимо соблюдать?
7. Что должно необходимо выполнить для осмотра газового реле после срабатывания на сигнал?
8. Что должно необходимо выполнить при организации работ, связанных с выемкой активной части из бака трансформатора (реактора) или поднятием колокола?
9. Какие рабочие и специалисты имеют право выполнять работы внутри баков силового трансформатора (реактора)?
10. Какие электрозащитные средства необходимо использовать для работы внутри баков силового трансформатора (реактора)?
11. Как должна производиться работа по наряду-допуску внутри баков силового трансформатора (реактора)?
12. Как должно обеспечиваться освещение при работе внутри силового трансформатора (дугогасящего реактора)?
13. Какие электрозащитные средства необходимо использовать для работы по регенерации трансформаторного масла, его осушке, чистке, дегазации?

Лабораторное занятие № 8.1

Исследование защитного действия заземления в трехфазных сетях с изолированной нейтралью

Цели работы:

- оценить эффективность действия защитного заземления в трехфазных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000В.

Общие сведения

Трехфазную трехпроводную сеть с системой заземления IT (рис. 8.1) используют при напряжении до 1000В только в электроустановках с повышенными требованиями к электробезопасности, например, во взрывоопасных помещениях, а при напряжении 6...35кВ во всей электрической сети.

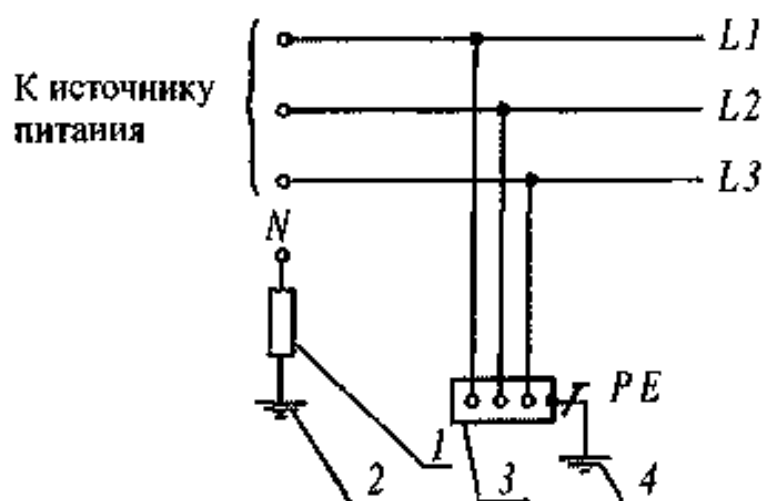


Рис. 8.1 – Трехфазная сеть с системой IT переменного тока.

Открытые проводящие части ЭП заземлены. Нейтраль источника питания (ИП) изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление: 1 – отключенное сопротивление заземления нейтрали ИП; 2 - заземлитель; 3 - открытые проводящие части ЭП; 4 - заземляющее устройство корпуса ЭП

Причина широкого распространения режима работы сетей напряжением выше 1000В с изолированной нейтралью заключается в том, что в системе IT замыкание одной фазы на землю не является коротким замыканием.

Сеть с системой заземления IT с замыканием фазы на землю можно эксплуатировать несколько часов, а ток замыкания на землю во много раз меньше, чем ток междуфазных коротких замыканий.

Достоинство такой сети в том, что нет необходимости в установке быстродействующих защит от замыкания на землю, т.е. не требуются дополнительные затраты.

Недостаток системы IT – возникновение опасного перенапряжения на поврежденных фазах относительно земли. Изоляция фаз сети относительно земли выбирается по линейному напряжению, чтобы ЭУ могла длительно работать с замыканием фазы на землю, вплоть до устранения повреждения.

При этом надо немедленно приступать к отысканию места повреждения из-за опасности смертельного поражения людей током.

Трехфазная трехпроводная сеть с системой заземления IT, где нейтраль источника питания (ИП) изолирована от земли, в послеаварийном режиме (рис. 8.2).

В послеаварийном режиме напряжение U_{IP} на участках схемы (а), (б) и шаговые напряжения на участках (б) и (в) близки к нулю, за счет изолированной нейтрали и заземленных электроприемников ЭП1 и ЭП2.

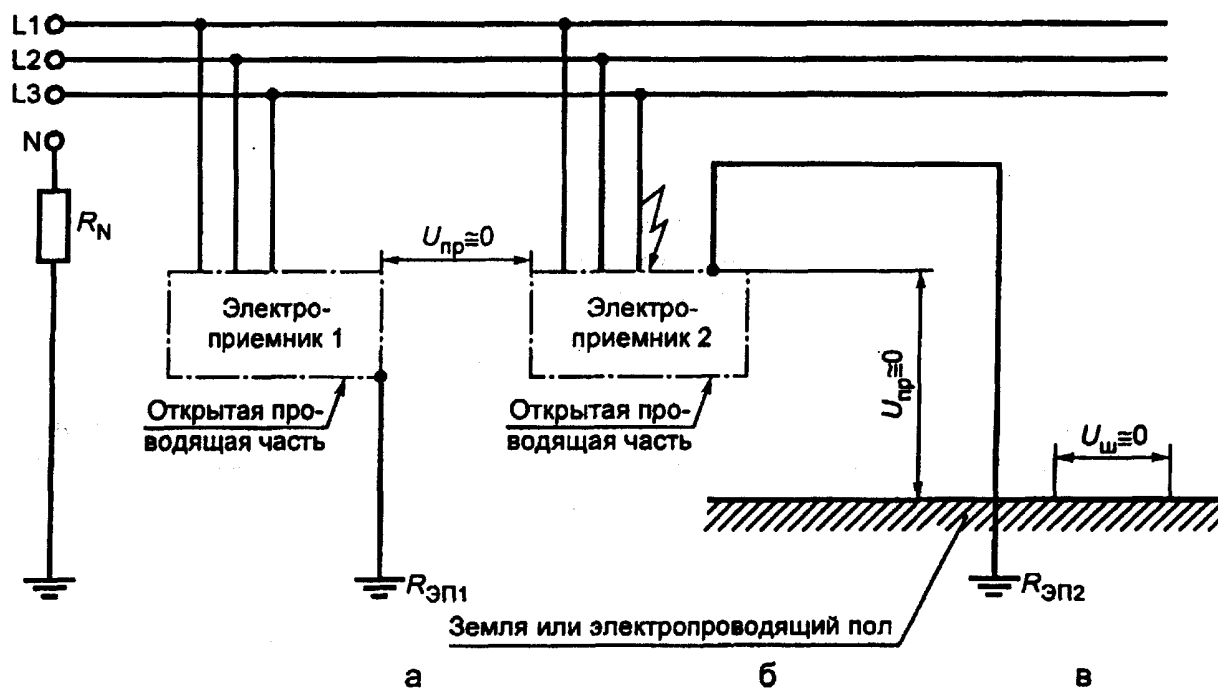


Рис. 8.2 – Система заземления IT с однофазным замыканием на корпус ЭП2: U_{IP} - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение; $R_{ип}$ - заземлитель ИП; $R_{эп1}$ - сопротивление заземления ЭП1; $R_{эп2}$ - сопротивление заземления ЭП2; R_N - сопротивление нейтрали ИП.

Трехфазная трехпроводная сеть с системой заземления IT, где нейтраль ИП заземлена через большое сопротивление, в аварийном режиме (рис. 8.3).

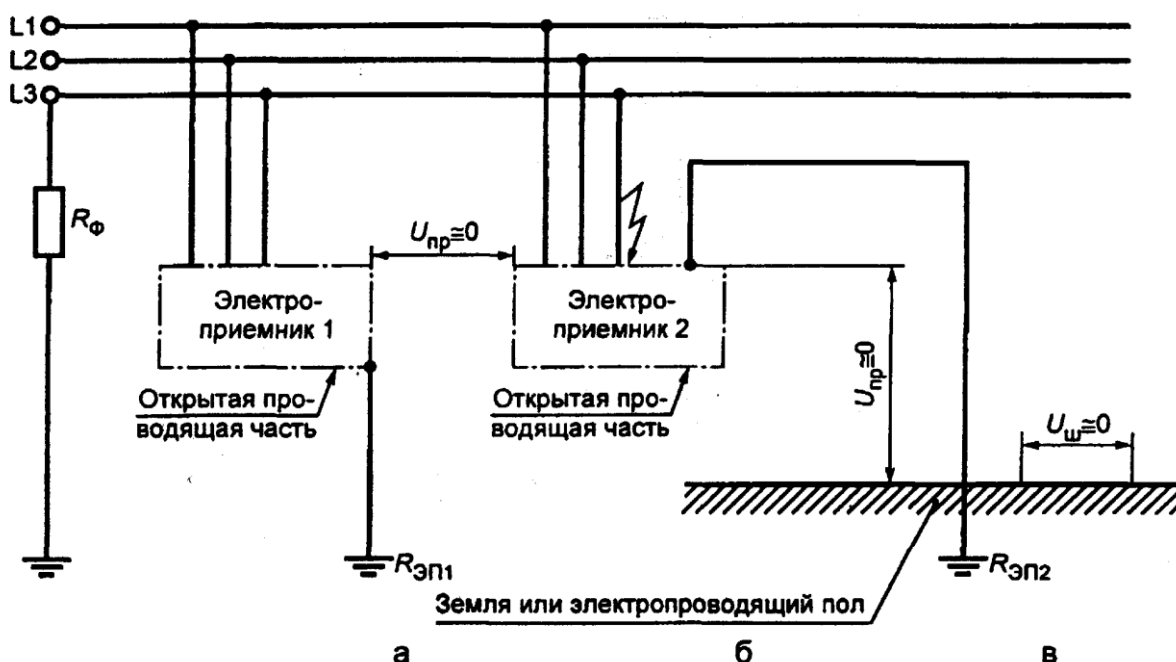


Рис. 8.3 - Сеть системы IT с заземлением фазы ИП через большое сопротивление и однофазным замыканием на корпус ЭП2:

$U_{пр}$ - напряжение прикосновения; $U_{ш}$ - шаговое напряжение;

$R_{ип}$ - заземлитель ИП; $R_{эп1}$ - сопротивление заземления ЭП1;

$R_{эп2}$ - сопротивление заземления ЭП2;

$R_{φ}$ - сопротивление в заземляющем проводнике фазы 3 ИП.

В рассматриваемом послеаварийном режиме 2 напряжение $U_{пр}$ на участках (а), (б) и напряжение $U_{ш}$ на участках (б) и (в) неопасны для работника ($U_{пр} \approx 0; U_{ш} \approx 0$) электроустановки.

Таким образом, опасность поражения не однозначна: в одних случаях случайное включение человека в электрическую сеть напряжением до 1000В сопровождается прохождением через него малых токов и неопасно, в других - токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение работника.

Фазные напряжения в сети напряжением выше 1000В с системой IT могут превышать линейные, что обусловлено возникновением перемежающейся электрической дуги. Такое опасное явление часто приводит к пробое изоляции электроустановок напряжением выше 1000В и может привести к пожару.

2. Исследование защитного действия заземления в трехфазных сетях с изолированной нейтралью.

2.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 8.1 используются лабораторный стенд на базе ПЭВМ производства ЗАО «Учебная техника» г. Ставрополя.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

Программа моделирует прикосновения человека к открытой проводящей части электроустановки (Э) при различных режимах в трёхфазных трёхпроводных сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000В без применения защитного заземления и с его применением.

Результатом моделирования является оценка эффективности действия защитного заземления в трёхфазных трёхпроводных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000В.

Количественное значение тока, протекающего через тело человека, отображается на экране в виде показаний аналогового миллиамперметра.

Модульное рабочее окно программы «Оценка эффективности действия защитного заземления» представлено на рис. 8.4.

1. В левой верхней части рабочего окна расположена схема моделируемой электроустановки электрической сети. В правой верхней части окна расположен переключатель режимов работы схемы. После запуска модульной программы нажатием кнопки «Расчет» в окне выбирается режим работы схемы.

Выбор режима работы осуществляется путем нажатия на соответствующее название схемы левой кнопкой «мыши». При этом будет отображена соответствующая принципиальная схема трехфазной электрической сети, на которой пунктиром показан путь тока I_h , протекающего через тело человека R_h , а также путь тока I_z через сопротивление заземлителя R_z в соответствующих схемах.

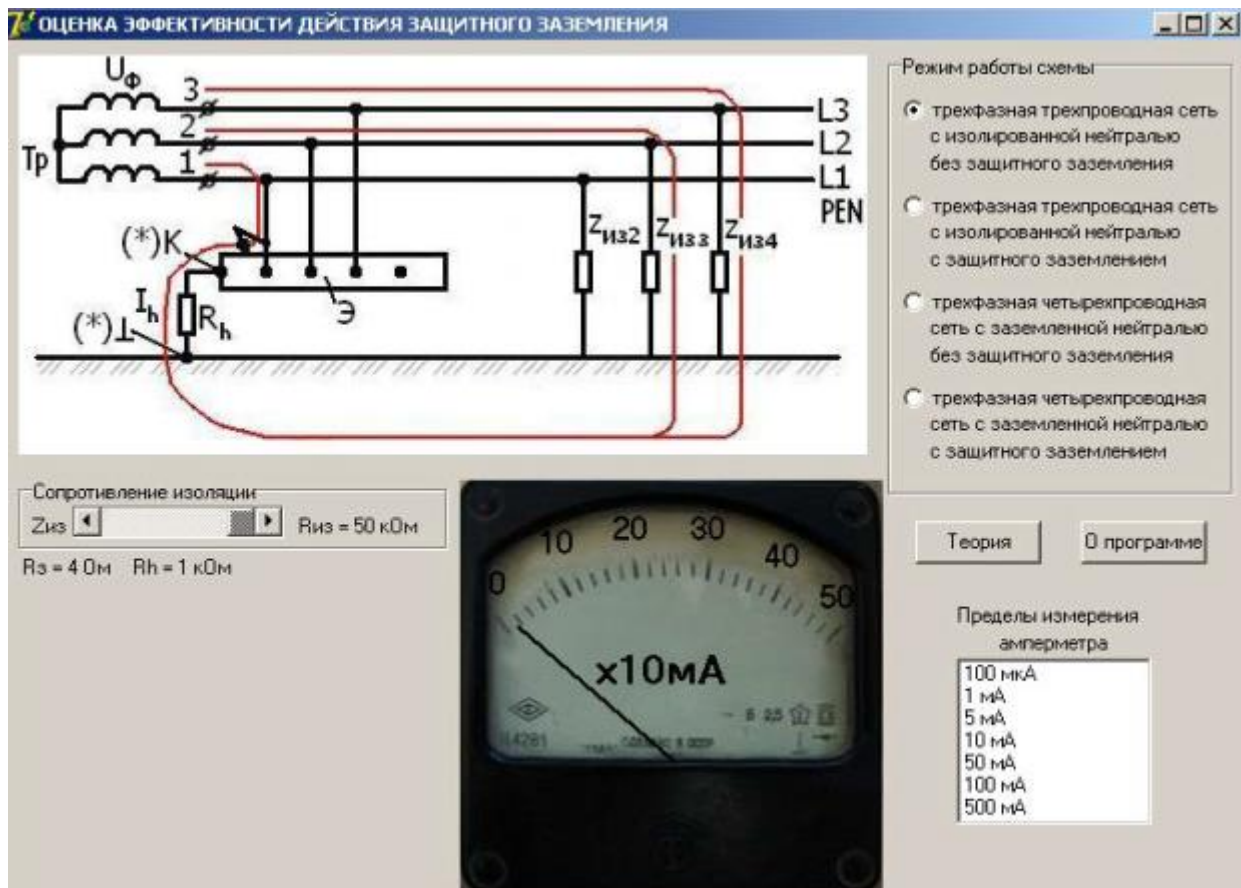


Рис. 8.4 - Модульное рабочее окно общей программы «Оценка эффективности действия защитного заземления»

Под схемой находится информационное поле, на котором отображены численные значения параметров сопротивления заземления ($R_z = 4 \text{ Ом}$) и сопротивление тела человека ($R_h = 1 \text{ кОм}$). Правее расположен движок изменения сопротивления изоляции фаз относительно земли ($Z_{из.1} = Z_{из.2} = Z_{из.3}$). Значение $Z_{из}$ меняется от 1 до 50 кОм (по заданию преподавателя).

Правее информационного поля расположен аналоговый миллиамперметр, предназначенный для отображения тока, проходящего через тело человека I_h .

В ходе работы на нем необходимо подобрать предел измерения так, чтобы стрелка миллиамперметра находилась в правой половине шкалы, но при этом не зашкаливала.

Переключатель пределов находится справа от прибора. При переключении предела на приборе изменяется надпись и, соответственно, положение стрелки.

Выбор предела измерения осуществляется путем нажатия на соответствующее значение левой кнопкой «мыши».

Под движком выбора сопротивления изоляции фаз относительно земли ($Z_{из.}$) расположены кнопки «Теория», «О программе». Они открывают информационные окна соответствующей тематики.

Там же имеется кнопка «Расчет», которая предназначена для запуска программы.

2. Запустить программу, нажав на кнопку «Расчет».

3. Установить с помощью движка «Сопротивление изоляции» в окне программы значение сопротивления изоляции фаз относительно земли $Z_{из.1} = Z_{из.2} = Z_{из.3} = Z_{из.}$ (значение задается преподавателем).

4. Исследовать эффективность действия защитного заземления в трёхфазных трёхпроводных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000В.

4.1. Выбрать в рабочем окне программы режим работы схемы (трехфазная, трехпроводная сеть с изолированной нейтралью трансформатора без защитного заземления).

4.2. По миллиамперметру снять значение тока, проходящего через тело человека I_h , выбирая предел измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы, но при этом не зашкаливала.

4.3. Вычислить значение тока через тело человека I_h по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{Z_{из}}{3}} \quad (1)$$

4.4. Измеренные значения (I_h, U_a, U_b, U_c) и вычисленное значение I_h занести в табл. 8.1.

5. Исследовать эффективность действия защитного заземления в трёхфазных четырёхпроводных сетях с глухозаземлённой нейтралью напряжением до 1000В.

5.1. Выбрать режим работы схемы (трехфазная четырёхпроводная сеть с глухозаземлённой нейтралью без защитного заземления).

5.2. Замерить по миллиамперметру ток, проходящий через тело человека I_h . Выбрать предел измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой части шкалы прибора, но при этом не зашкаливала.

Табл. 8.1 - Значения тока через тело человека в трехфазных трехпроводных электрических сетях с изолированной нейтралью

Трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью напряжением до 1000В		
Состояние корпуса электроустановки относительно земли	Измеренное значение тока через тело человека I_h , мА	Вычисленное значение тока через тело человека I_h , мА
Корпус не заземлен (без защитного заземления)		
Корпус заземлен (с защитным заземлением)		

5.3. Занести измеренное значение I_h в табл. 8.2.

Выбрать в рабочем окне программы режим работы схемы (трёхфазная четырёхпроводная сеть с глухозаземлённой нейтралью с защитным заземлением).

5.4. Снять по миллиамперметру значение тока, проходящего через тело человека I_h . Для этого, переключить предел измерения прибора (если это потребуется).

5.5. Занести измеренное значение I_h в табл. 8.2.

6. На основании полученных измеренных и вычисленных значений сделать выводы по работе.

4. Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

5. Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

Табл. 8.2 - Значения тока через тело человека в трехфазных четырехпроводных электрических сетях с глухозаземлённой нейтралью

Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземлённой нейтралью напряжением до 1000В		
Состояние корпуса электроустановки относительно земли	Измеренное значение тока через тело человека I_h , мА	Вычисленное значение тока через тело человека I_h , мА
Корпус не заземлен (без защитного заземления)		
Корпус заземлен (с защитным заземлением)		

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Схему защитного заземления в сети с изолированной нейтралью (система IT) (см. рис. 8.2).
2. Экспериментальные и расчетные значения, занесенные в табл. 8.1 и 8.2.
3. Выводы по результатам исследований об эффективности действия защитного заземления.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. В каком случае используют при напряжении до 1000В трехфазную трехпроводную сеть с системой заземления IT?
2. Нарисуйте трехфазную трехпроводную сеть с системой заземления IT.
3. Какая причина широкого распространения режима работы сетей напряжением выше 1000В с изолированной нейтралью?
4. Как можно эксплуатировать сеть с системой заземления IT с замыканием фазы на землю?
5. Какое достоинство трехфазной трехпроводной сети с системой заземления IT?
6. Какой недостаток трехфазной трехпроводной сети с системой заземления IT?
7. Нарисуйте систему заземления IT с однофазным замыканием на корпус электроприемника.
8. Нарисуйте систему заземления IT с заземлением фазы через большое сопротивление и однофазным замыканием на корпус электроприемника.
9. Проанализируйте возможные напряжения прикосновения и шага на участках схемы показанной на рис. 3.
10. Чем обусловлено возникновением перемежающейся электрической дуги в сети напряжением выше 1000В с системой IT?

Лабораторное занятие № 8.2

Меры безопасности при выполнении работ на воздушных и кабельных линиях электропередачи систем электроснабжения

Цели работы:

- организовать выполнение мер безопасности при работах на воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения.
- организовать выполнение мер безопасности при работах на кабельных линиях электропередачи систем электроснабжения.

Общие сведения

Организация мер безопасности при выполнении работ на воздушных (ВЛ) и кабельных линиях (КЛ) электропередачи систем электроснабжения осуществляются по «Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ), которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

1. Меры безопасности при выполнении работ на воздушных линиях электропередачи напряжением до 1000В систем электроснабжения

Организация работы по замене элементов опор, монтажу и демонтажу опор и проводов, замене гирлянд изоляторов воздушных линий (ВЛ) напряжением до 1000В осуществляется по технологической карте (ТК) или проекту производства работ (ППР), утвержденным руководителем организации.

Подниматься на опору и работать на ней разрешается только после проверки достаточной устойчивости и прочности опоры, особенно ее основания. Для определения прочности деревянных опор должна проверяться степень загнивания древесины с откапыванием опоры на глубину не менее 0,5 м.

Для определения прочности железобетонных опор и приставок должно проверяться отсутствие недопустимых трещин в бетоне, оседания или вспучивания грунта вокруг опоры, разрушения бетона опоры (приставки) с откапыванием грунта на глубину не менее 0,5 м.

На металлических опорах должно проверяться отсутствие повреждений фундаментов, наличие всех раскосов и гаек на анкерных болтах, состояние оттяжек, заземляющих проводников.

Необходимость и способы укрепления опоры, прочность которой вызывает сомнение (недостаточное заглубление, вспучивание грунта, загнивание древесины, трещины в бетоне), должны определяться на месте производителем или ответственным руководителем работ.

Работы по укреплению опоры с помощью растяжек следует выполнять без подъема на опору, с телескопической вышки или другого механизма для подъема людей, с установленной рядом опоры, либо применять для этого специальные раскрепляющие устройства, для навески которых не требуется подниматься по опоре. Подниматься по опоре разрешается только после ее укрепления.

До укрепления опор не допускается нарушать целостность проводов и снимать вязки на опорах.

Подниматься на опору разрешается членам бригады, допущенным к верхолазным работам и имеющим следующие группы:

III - при всех видах работ до верха опоры;

II - при работах, выполняемых с отключением воздушной линии, до верха опоры, а при работах на нетоковедущих частях линии, находящейся под напряжением, не выше уровня, при котором от головы работающего до уровня нижних проводов этой линии остается расстояние 2 м.

При подъеме на деревянную и железобетонную опоры строп предохранительного пояса следует заводить за стойку.

Не разрешается:

1. На угловых опорах со штыревыми изоляторами подниматься и работать со стороны внутреннего угла.
2. Откапывать сразу обе стойки опоры при замене одинарных и сдвоенных приставок II - и АII - образных опор.
3. Находиться в котловане при вытаскивании или опускании приставки.
4. При подъеме (или опускании) на траверсы проводов, тросов, а также при их натяжении находиться на этих траверсах или стойках под ними.

5. Работать на линии, находящихся под напряжением, при тумане, дожде, снегопаде, в темное время суток, а также при ветре, затрудняющем работы на опорах.

Окраску опоры с подъемом до ее верха могут выполнять работники, имеющие группу II. При окраске опоры должны быть приняты меры для предотвращения попадания краски на изоляторы и провода (например, применены поддоны).

При производстве работ с опоры, телескопической вышки, гидроподъемника без изолирующего элемента или другого механизма для подъема людей расстояние от работника, применяемого инструмента, приспособлений, канатов, оттяжек до провода, находящегося под напряжением до 1000В, должно быть не менее 0,6 м.

При производстве работ, при которых не исключена возможность приближения к проводам на расстояние менее 0,6 м, эти провода должны быть отключены и заземлены на месте производства работ.

Работы по перетяжке и замене проводов на линиях напряжением до 1000В и на линиях уличного освещения, подвешенных на опорах линий напряжением выше 1000В, должны выполняться с отключением всех линий напряжением до и выше 1000В и заземлением их с двух сторон участка работ.

Работы следует выполнять по наряду бригадой в составе не менее двух работников; производитель работ должен иметь группу IV.

При выполнении работ на линиях без снятия напряжения безопасность персонала обеспечивается по схеме «Провод под напряжением до 1000В - изоляция - человек – земля», при этом основными защитными средствами являются диэлектрические перчатки и изолированный инструмент.

При обходах и осмотрах линии назначать производителя работ не обязательно. Во время осмотра запрещается выполнять какие-либо ремонтные и восстановительные работы, а также подниматься на опору и ее конструктивные элементы. Подъем на опору разрешается при верховом осмотре линии. Проведение целевого инструктажа обязательно.

В труднопроходимой местности (болота, водные преграды, горы, лесные завалы) и в условиях неблагоприятной погоды (дождь, снегопад, сильный мороз), а также в темное время суток осмотр линии должны

выполнять не менее двух работников, имеющих группу II, один из которых назначается старшим. В остальных случаях осматривать линии имеет право один работник, имеющий группу II.

Не разрешается идти под проводами при осмотре линии в темное время суток.

При поиске повреждений осматривающие линии должны иметь при себе предупреждающие знаки или плакаты. При проведении обходов должна быть обеспечена связь с диспетчером.

Запрещается приближаться на расстояние менее 8 м к лежащему на земле проводу линии напряжением выше 1000В, к находящимся под напряжением железобетонным опорам линии напряжением 6-35кВ при наличии признаков протекания тока замыкания на землю (повреждение изоляторов, прикосновение провода к телу опоры, испарение влаги из почвы, возникновение электрической дуги на стойках и в местах заделки опоры в грунт).

В этих случаях вблизи провода или опоры следует организовать охрану для предотвращения приближения к месту замыкания людей и животных, установить по мере возможности предупреждающие знаки или плакаты, сообщить о происшедшем владельцу линии.

По распоряжению без отключения сети освещения допускается работать в следующих случаях:

1. При использовании телескопической вышки с изолирующим звеном.
2. При расположении светильников ниже проводов на расстоянии не менее 0,6 м на деревянных опорах без заземляющих спусков с опоры или с приставной деревянной лестницы.

В остальных случаях следует отключать и заземлять все подвешенные на опоре провода и работу выполнять по наряду.

При работе на пускорегулирующей аппаратуре газоразрядных ламп до отключения ее от общей схемы светильника следует предварительно отсоединить от сети питающие провода и разрядить статические конденсаторы (независимо от наличия разрядных резисторов).

Для работ по удалению с проводов упавших деревьев линии должна быть отключена и заземлена.

На линии, находящейся под напряжением, допускается выполнять работы по удалению набросов и ветвей деревьев с применением изолирующих штанг. При выполнении указанных работ без применения защитных средств линия должна быть отключена и заземлена.

Работы на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ могут выполняться с отключением или без отключения линии.

Работы с отключением воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ выполняются при необходимости замены жгута проводов целиком, при разъединении или соединении (одного или нескольких) проводов на линиях, проходящих во взрыво- и пожароопасных зонах (вблизи бензоколонок, газораспределительных станций).

Разрешается отключение не всей линии, а только провода, на котором предстоит работа. Провод, после его определения по маркировке и проверки отсутствия на нем напряжения, должен быть отключен со всех сторон, откуда на него не исключена подача напряжения, и заземлен на месте работы.

Без снятия напряжения на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ *разрешено* выполнять работы по:

1. Замене опор и их элементов, линейной арматуры.
2. Перетяжке проводов.
3. Замене соединительных, ответвительных и натяжных зажимов.
4. Подключению или отсоединению ответвлений к электроприемникам.
5. Замене участка или восстановлению изоляции отдельного фазного провода.

При выполнении работы без снятия напряжения на самонесущих изолированных проводах с неизолированным нулевым проводом необходимо изолировать нулевой провод и металлическую арматуру с помощью изолирующих накладок и колпаков.

Запрещается работа на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ без снятия напряжения в случаях:

1. Отключения линии, вызванного ошибкой бригады.

2. Обнаружения повреждения на линии, ликвидация которого невозможна без нарушения технологии работ.
3. Отсутствия или неисправности технических средств и средств защиты.
4. Сильного дождя, снегопада, густого тумана, обледенения опор (при необходимости подъема на опоры).
5. Других обстоятельств, угрожающих безопасности работ.

Работа на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ без снятия напряжения должна выполняться по наряду.

Бригада, выполняющая работы без снятия напряжения, должна состоять не менее чем из двух работников - производителя работ, имеющего группу IV, и члена бригады, имеющего группу III.

Производитель работ и член бригады должны пройти подготовку и получить право на проведение работ без снятия напряжения на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ, а также допуск к верхолазным работам, о чем должна быть сделана запись в строке «Свидетельство на право проведения специальных работ» удостоверения о проверке знаний норм и правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением 2 к ПОТ ЭЭ.

2. Меры безопасности при выполнении работ на кабельных линиях электропередачи систем электроснабжения

Земляные работы на территории организаций, населенных пунктов, а также в охранных зонах подземных коммуникаций (силовые кабели, кабели связи, газопроводы) должны начинаться только после получения письменного разрешения руководства организации, местного органа власти и владельца этих коммуникаций (соответственно).

К разрешению должен быть приложен план (схема) размещения и глубины заложения коммуникаций (далее - план коммуникаций). Местонахождение подземных коммуникаций должно быть обозначено соответствующими знаками или надписями как на плане (схеме), так и на месте выполнения работ.

На короба, закрывающие откопанные кабели, следует вывешивать плакат безопасности «Стоять! Напряжение».

Перед разрезанием кабеля или вскрытием муфт следует удостовериться в том, что работа будет выполняться на подлежащем ремонту кабеле, что этот кабель отключен и что выполнены технические мероприятия.

На рабочем месте подлежащий ремонту кабель определяется:

1. При прокладке в туннеле, коллекторе, канале - прослеживанием, сверкой раскладки с чертежами и схемами, проверкой по биркам.
2. При прокладке кабелей в земле - сверкой их расположения с чертежами прокладки.

Для этой цели должна быть предварительно прорыта контрольная траншея (шурф) поперек кабелей, позволяющая видеть все кабели.

Во всех случаях, когда отсутствует видимое повреждение кабеля, следует применять искательный аппарат для кабеля.

Перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты необходимо проверить отсутствие напряжения с помощью специального приспособления, состоящего из изолирующей штанги и стальной иглы или режущего наконечника. На линии с двухсторонним питанием отсутствие напряжения проверяется проколом дистанционным способом с двух сторон от места повреждения кабеля или соединительной муфты.

В туннелях, коллекторах, колодцах, траншеях, где проложено несколько кабелей, и на других кабельных сооружениях приспособление должно быть с дистанционным управлением. Приспособление должно обеспечить прокол или разрезание оболочки до жил с замыканием их между собой и заземлением. Кабель у места прокалывания предварительно должен быть закрыт экраном.

При проколе кабеля следует пользоваться диэлектрическими перчатками и средствами защиты от термических рисков электрической дуги (спецодеждой, средствами защиты лица и глаз), при этом необходимо стоять на изолирующем основании сверху траншеи на максимальном расстоянии от прокалываемого кабеля.

Прокол кабеля должны выполнять два работника: допускающий и производитель работ или производитель и ответственный руководитель работ. Один из них, прошедший специальное обучение, непосредственно прокалывает кабель, а второй - наблюдает.

Если в результате повреждений кабеля открыты все токоведущие жилы, отсутствие напряжения можно проверять непосредственно указателем напряжения без прокола кабеля.

Для заземления прокалывающего приспособления могут быть использованы заземлитель, погруженный в почву на глубину не менее 0,5м, или броня кабеля. Присоединять заземляющий проводник к броне следует посредством хомутов; броня под хомутом должна быть зачищена. В тех случаях, когда броня подверглась коррозии, разрешается присоединение заземляющего проводника к металлической оболочке кабеля.

На кабельных линиях электростанций и подстанций, где длина и способ прокладки кабелей позволяют, пользуясь чертежами, бирками, искательным аппаратом, точно определить подлежащий ремонту кабель разрешается по усмотрению работника, выдающего наряд, не прокалывать кабель перед его разрезанием или вскрытием муфты.

Вскрывать соединительные муфты и разрезать кабель в тех случаях, когда предварительный прокол не делается, следует заземленным инструментом, надев диэлектрические перчатки, используя средства защиты от термических рисков электрической дуги и механических воздействий, стоя на изолирующем основании. После предварительного прокола те же операции на кабеле разрешается выполнять без перечисленных дополнительных мер безопасности.

Кабельная масса для заливки муфт должна разогреваться в специальной железной посуде с крышкой и носиком.

При прогреве кабеля запрещается применять трансформаторы напряжением выше 380В.

Перекладывать кабель и переносить муфты следует после отключения кабеля. Перекладывать кабель, находящийся под напряжением, разрешается при условиях:

1. Перекладываемый кабель должен иметь температуру не ниже 5⁰С.

2. Муфты на перекладываемом участке кабеля должны быть укреплены хомутами на досках.

3. Для работы должны использоваться диэлектрические перчатки, поверх которых для защиты от механических повреждений должны быть надеты брезентовые рукавицы;

4. Работа должна выполняться работниками, имеющими опыт прокладки, под надзором ответственного руководителя работ, имеющего группу V, в электроустановках напряжением выше 1000В и производителя работ, имеющего группу IV, в электроустановках напряжением до 1000В.

Работы в подземных кабельных сооружениях, а также их осмотр со спуском в них должны выполняться по наряду не менее чем тремя работниками, двое из которых - страхующие. Между работниками, выполняющими работу, и страхующими должна быть установлена визуальная и/или голосовая связь. Производитель работ должен иметь группу IV.

На электростанциях и подстанциях осмотр коллекторов и туннелей, не относящихся к числу газоопасных, разрешено проводить по распоряжению одним работником, имеющим группу III, при наличии устойчивой связи (телефон, радиостанция).

В каждом цехе (районе, участке) необходимо иметь утвержденный руководителем организации перечень газоопасных подземных сооружений, с которым должен быть ознакомлен оперативный персонал. Все газоопасные подземные сооружения должны быть помечены на плане. Люки и двери газоопасных помещений должны надежно запираяться и иметь знаки в соответствии с государственным стандартом.

До начала и во время работы в подземном сооружении должна быть обеспечена естественная или принудительная вентиляция и взят анализ на содержание в воздухе кислорода, которого должно быть не менее 20%.

Естественная вентиляция создается открыванием не менее двух люков с установкой около них специальных козырьков, направляющих воздушные потоки. Перед началом работы продолжительность естественной вентиляции должна составлять не менее 20 минут.

Принудительная вентиляция обеспечивается вентилятором или компрессором в течение 10-15 минут для полного обмена воздуха в

подземном сооружении посредством рукава, опускаемого вниз и не достигающего дна на 0,25 м.

Не разрешается применять для вентиляции баллоны со сжатыми газами. Если естественная или принудительная вентиляция не обеспечивают полное удаление вредных веществ, спуск в подземное сооружение разрешается только с применением изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания, в том числе с использованием шлангового противогаса.

Запрещается без проверки подземных сооружений на загазованность приступать к работе в них. Проверку должны проводить работники, обученные пользованию приборами. Список таких работников утверждается руководителем организации (обособленного подразделения).

Запрещается проверка отсутствия газов с помощью открытого огня.

Перед началом работы в коллекторах и туннелях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, последняя должна быть приведена в действие на срок, определяемый в соответствии с местными условиями. Отсутствие газа в этом случае разрешается не проверять.

При работах в коллекторах и туннелях должны быть открыты два люка или две двери, чтобы работники находились между ними. У открытого люка должен быть установлен предупреждающий знак или сделано ограждение. До начала работы члены бригады должны быть ознакомлены с планом эвакуации из подземного сооружения в случае непредвиденных обстоятельств.

При открывании колодцев необходимо применять инструмент, не дающий искрообразования, а также избегать ударов крышки о горловину люка. У открытого люка колодца должен быть установлен предупреждающий знак или сделано ограждение.

В колодце разрешается находиться и работать одному работнику, имеющему группу III, с применением лячного предохранительного пояса со страховочным канатом. Данный предохранительный пояс должен иметь наплечные ремни, пересекающиеся со стороны спины, с кольцом на пересечении для крепления каната. Другой конец каната должен держать один из страхующих работников.

Не разрешается при работах в колодцах разжигать в них паяльные лампы, устанавливать баллоны с пропан-бутаном, разогревать составы для заливки муфт и припой.

После окончания работ баллоны с газом должны быть удалены, а помещение провентилировано.

При прожигании кабелей находиться в колодцах *не разрешается*, а в туннелях и коллекторах *разрешается* только на участках между двумя открытыми входами. *Запрещается* работать на кабелях во время их прожигания. После прожигания во избежание пожара необходимо осмотреть кабели.

Перед допуском к работам и проведением осмотра в туннелях устройства защиты от пожара в них должны быть переведены с автоматического действия на дистанционное управление и на ключе управления должен быть вывешен плакат «Не включать! Работают люди».

Запрещается курить в колодцах, коллекторах и туннелях, а также на расстоянии менее 5 м от открытых люков.

В случае появления газа работа в колодцах, коллекторах и туннелях должна быть прекращена, работники выведены из опасной зоны до выявления источника загазованности и его устранения.

Для вытеснения газов необходимо применять принудительную вентиляцию.

Для освещения рабочих мест в колодцах и туннелях должны применяться светильники напряжением 12В или аккумуляторные фонари во взрывозащищенном исполнении. Трансформатор для светильников напряжением 12В должен располагаться вне колодца или туннеля.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Что должно проверяться для определения прочности железобетонных опор и приставок воздушных линий?
2. Что должно проверяться на металлических опорах воздушных линий?
3. Кому из членов бригады разрешается подниматься на опоры воздушных линий?
4. Что не разрешается делать на опорах воздушных линий?
5. Как должны выполняться работы по перетяжке и замене проводов на линиях напряжением до 1000В и на линиях уличного освещения, подвешенных на опорах линий напряжением выше 1000В?
6. По какой схеме обеспечивается безопасность персонала при выполнении работ на линиях без снятия напряжения?
7. Какими основными защитными средствами обеспечивается безопасность персонала при выполнении работ на линиях без снятия напряжения?
8. Что запрещается при обходах и осмотрах линии?
9. В каких случаях допускается работать по распоряжению без отключения сети освещения?
10. Какие работы выполняются с отключением воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ?
11. Какие работы разрешено выполнять без снятия напряжения на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ?
12. Какие работы запрещается выполнять без снятия напряжения на воздушной линии с изолированными проводами напряжением 0,38кВ?
13. Что определяется на рабочем месте, где кабельная линия подлежит ремонту?
14. Что необходимо проверить перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты?
15. Чем следует пользоваться при проколе кабеля?
16. В каких случаях не делается предварительный прокол перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты?
17. При каких условиях следует перекладывать кабель, находящийся под напряжением?
18. Какая вентиляция должна быть обеспечена до начала и во время работы на кабельной линии в подземном сооружении?

Лабораторное занятие № 9.1

Исследование защитного действия зануления в трехфазной пятипроводной электрической сети с глухозаземленной нейтралью.

Цели работы:

- оценить эффективность защитного действия зануления в трехфазной электрической сети с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В.
- предложить рекомендации по изучению и выполнению мер защиты от

Общие сведения

Электроустановка напряжением до 1000В в сетях глухозаземленной нейтралью с электроприемниками (ЭП).

Система заземления *TN-S* (рис. 9.1).

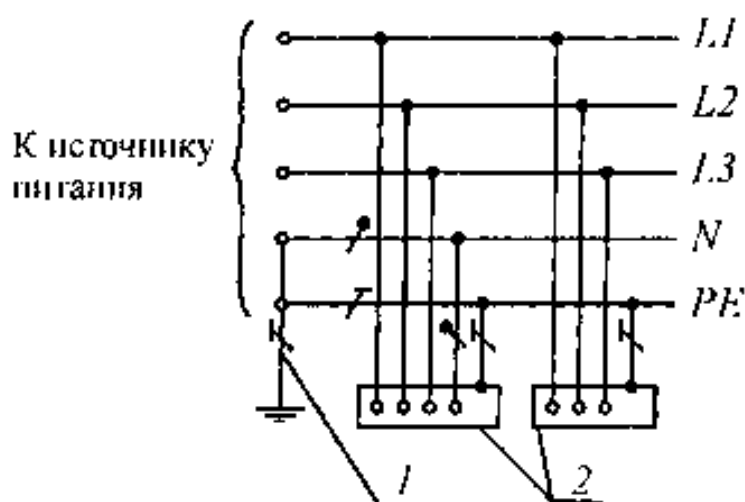


Рис. 9.1 - Система TN-S переменного тока. Нулевые защитный и рабочий проводники разделены:

- 1 - заземлитель нейтрали источника питания; 2 - открытые проводящие части ЭП; 3 - источник питания

TN – система заземления, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановок присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания нулевыми защитными проводниками;

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

N - (графическое обозначение – (/)) - нулевой рабочий проводник;

PE – (/) - нулевой защитный проводник;

$PEN - (\text{⚡})$ - совмещенные защитный и рабочий проводники.

Одной из мер защиты при эксплуатации электроустановок, обеспечивающих электробезопасность людей в трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью трансформатора напряжением до 1000В (TN), является применение зануления.

Зануление предназначено для защиты от косвенного прикосновения, т.е. обеспечение безопасности работающих при замыкании на токопроводящие части (рис. 9.2).

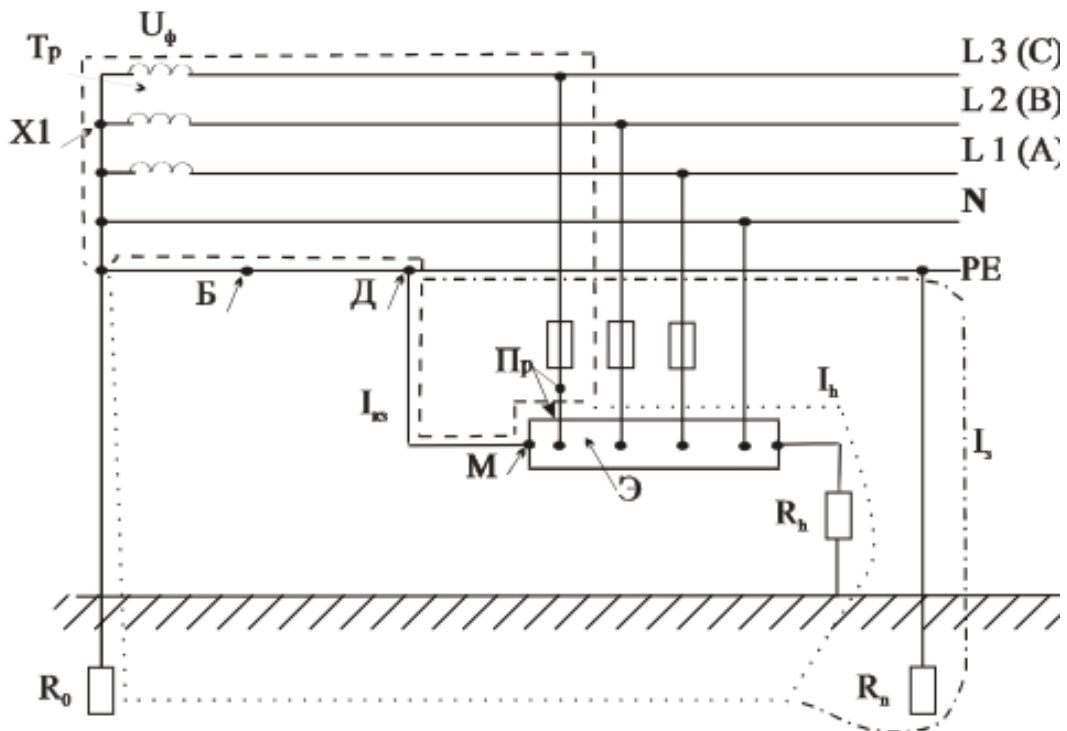


Рис. 9.2 - Система TN-S с занулением и повторным заземлением нулевого защитного провода в трехфазной пятипроводной сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000В

Можно дать следующее определение зануления – это преднамеренное соединение токопроводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора (с нулевым проводником PE или PEN), выполненное в целях обеспечения электробезопасности (на рис. 2 - соединение точек Д и М).

На рис. 9.2 обозначены: Tr – вторичная обмотка силового трансформатора; U_{ϕ} – фазное напряжение сети (в данной лабораторной работе $U_{\phi} = 220$ В); X1 – глухозаземленная нейтраль трансформатора Tr; R_0 – рабочее заземление нейтрали трансформатора (для данной сети напряжением 220/380 В $R_0 = 4$ Ом); L1, L2, L3 (A, B, C) – фазные провода сети; N – нулевой рабочий проводник; PE – нулевой защитный проводник;

R_n – повторное заземление нулевого защитного провода (при линейном напряжении сети $U_{л} = 380\text{В}$ и $R_n \leq 10 \text{ Ом}$); Э – электроустановка (электроприемник, электропотребитель) питающаяся от трех фаз сети; Пр – плавкие предохранители; R_h – сопротивление тела человека (при напряжениях 220-380 В и $R_h = 1000 \text{ Ом}$); I_h – ток протекающий через тело человека при замыкании третьей фазы L3 на корпус электроустановки «Э», показан точками; I_z – ток замыкания на землю (через повторное заземление нулевого защитного провода R_n), показан штрихпунктиром; $I_{кз}$ – ток короткого замыкания (протекающий в так называемой петле «фаза-нуль»), показан пунктиром; (•)Б – точка возможного обрыва нулевого провода.

Область применения зануления – сети напряжением до 1000В с глухозаземленной нейтралью (система TN и ее модификации).

Применение защитного заземления в таких сетях не эффективно с точки зрения экономических показателей. Если ОПЧ соединяют с отдельным защитным заземляющим устройством R_z , не связанным с рабочим заземлением нейтрали трансформатора R_0 , то для обеспечения безопасности персонала необходимо, чтобы значение сопротивления R_z было бы как минимум на порядок меньше R_0 (в данной сети значение R_z должно быть не более 0,4 Ом).

Если заземляющее устройство одно и совмещает функции защитного и рабочего заземления, то для обеспечения электробезопасности персонала необходимо, чтобы сечение нулевого проводника (PE или PEN) было на порядок больше сечения фазного провода (L1, L2, L3).

Поэтому ПУЭ допускают применение защитного заземления в сетях с глухозаземленной нейтралью (система TT) только в тех случаях, когда условия электробезопасности с помощью зануления в такой сети (в системе TN) не могут быть обеспечены.

При этом ПУЭ в дополнение к защитному заземлению требуют обязательное применение устройств защитного отключения (УЗО) для защиты при косвенном прикосновении.

Принцип действия зануления заключается в превращении замыкания на токопроводящие части (корпус) в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазным и нулевым проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты (отключающей аппаратуры) и, тем самым, автоматически отключить поврежденную электроустановку от сети. Такой защитой являются плавкие предохранители и автоматические выключатели.

Другими словами, можно сказать, что защита персонала от поражения электротоком при применении зануления обеспечивается совокупным сочетанием допустимых значений напряжения прикосновения U_{hg} (или соответствующих им допустимых значений тока через тело

человека I_{hg}) и времени воздействия t , которое определяется временем срабатывания отключающей аппаратуры. Эти значения для производственных электроустановок переменного тока частотой 50Гц приведены в табл. 9.1.

Табл. 9.1 - Параметры защита персонала от поражения электротоком при применении зануления

t, с	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
I_{hg} , mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50
U_{hg} , В	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50

Таким образом, опасность поражения электрическим током не однозначна: в одних случаях случайное включение человека в цепь электроустановки напряжением до 1000В сопровождается прохождением через него малых токов и окажется неопасным, а в других - токи способны вызвать смертельное поражение человека.

1. Исследование защитного действия зануления в трехфазной пятипроводной электрической сети с глухозаземленной нейтралью.

1.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 9.1 используются лабораторный стенд на базе ПЭВМ производства ЗАО «Учебная техника» г. Ставрополя.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

Программа моделирует защиту человека от поражения электрическим током при коротком замыкании на открытую проводящую часть (ОПЧ) электроустановки в сети напряжением 220/380В с глухозаземленной нейтралью путем применения зануления.

Результатом моделирования является получение значений напряжения на ОПЧ электроустановки $U_{опч}$ и тока, проходящего через тело человека I_h при замыкании фазы на ОПЧ электроустановки при

наличии и отсутствии повторного заземления нулевого провода и использовании устройства защитного отключения (УЗО).

Количественно эти значения отображаются на экране в виде показаний аналоговых приборов: вольтметра, расположенного в правом верхнем углу рабочего окна программы и миллиамперметра, находящегося в правом нижнем углу рабочего окна.

Модульное рабочее окно общей программы «Оценка эффективности действия зануления» с исходными данными представлено на рис. 9.3.

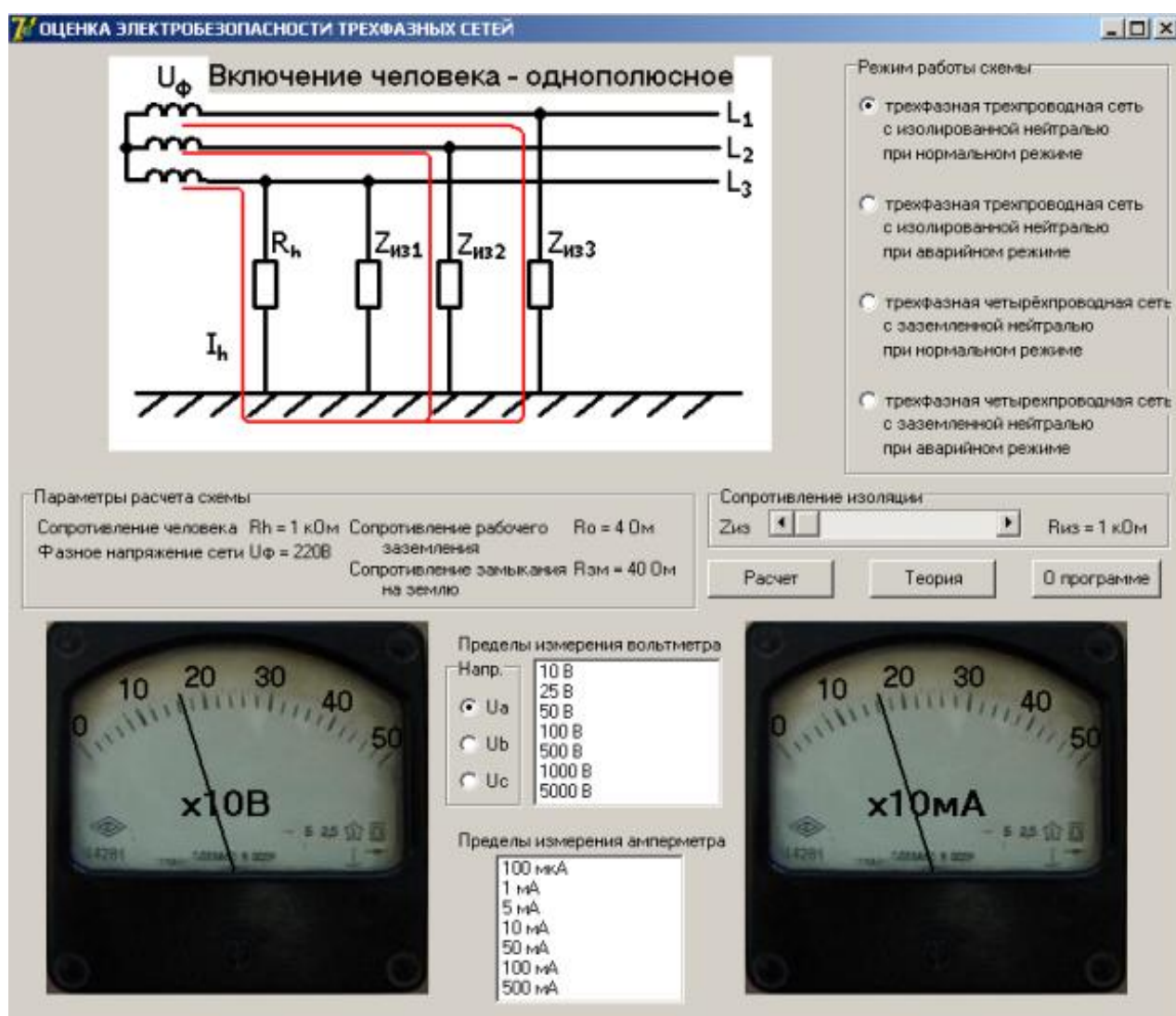


Рис. 9.3 - Модульное рабочее окно общей программы «Оценка эффективности действия зануления» с исходными данными

1.1. В верхней части рабочего окна, над областью отображения схемы зануления в информационном поле находятся исходные данные для моделирования схем, движок изменения сопротивления фазного провода Z_{ϕ} , а также переключатель режимов работы схемы. Значение сопротивления фазного провода Z_{ϕ} изменяется от 0,1 Ом до 0,3 Ом (по заданию преподавателя).

Переключатель режимов работы схемы позволяет исследовать смоделированную схему зануления в различных режимах работы: при коротком замыкании одной из фаз на ОПЧ электроустановки и отсутствии повторного заземления нулевого защитного провода, при коротком замыкании одной из фаз на ОПЧ электроустановки и наличии повторного заземления нулевого защитного провода, при подключении УЗО.

Кроме того, возможно исследование работы схемы при различной комбинации режимов. Для выбора необходимо щелкнуть левой кнопкой «мышки» в информационном окне соответствующего режима, после чего в нем проставится «галочка», режим выбран. Для отмены режима необходимо щелкнуть «мышкой» в том же окне, «галочка» исчезнет, режим будет отменен.

1.2. В области отображения схем показаны принципиальная схема зануления. В нормальном режиме работы по фазным проводам протекает номинальный ток работы электроустановки (отображен на экране желтой линией).

При выборе режима «замыкание на корпус» в области отображения схем рабочего окна программы высвечивается схема зануления при замыкании.

Схема зануления при замыкании одной из фаз на ОПЧ электроустановки с отображением пути тока короткого замыкания $I_{кз}$ (на экране показан красной линией) и тока, проходящего через тело человека $I_{\text{ч}}$ (на экране показан зеленой линией).

При подключении повторного заземления (режим «Повторное заземление нулевого провода») в области отображения схем показывается данная схема с отображением пути тока через повторное заземление нулевого провода $I_{з}$ (на экране показан синей линией).

1.3. При замыкании на ОПЧ и прикосновении к ней человека, через его тело будет проходить ток $I_{\text{ч}}$. Его численное значение отображается на миллиамперметре. Прибор имеет три предела измерения: 10мА, 100мА и 1000мА. В ходе работы надо подобрать предел измерения так, чтобы

стрелка миллиамперметра находилась в правой половине шкалы измерения, но при этом не зашкаливала.

Переключатель пределов находится под прибором. Выбор предела измерения осуществляется путем нажатия на соответствующее значение левой кнопкой «мыши». Одновременно с током через тело человека I_h , на вольтметре отображается значение напряжения на ОПЧ относительно земли.

1.4. Вольтметр имеет три предела измерения: 10В, 50В и 100В. Для снятия показаний прибора подбирается предел измерения аналогично миллиамперметру. Переключатель пределов расположен под вольтметром.

Кроме значения тока, через тело человека и напряжения на ОПЧ относительно земли программа отображает время срабатывания защиты.

Оно приведено в области отображения схемы и измеряется в секундах. Пункт «Включение УЗО» производит включение в схему устройства защитного отключения.

Это отображается на схеме в виде прямоугольника, символизирующего УЗО, а также приводит к изменению контролируемых параметров.

В рабочем окне под область отображения схемы расположены информационные кнопки «Описание программы», «Порядок работы», «Теория», «О программе», которые открывают окна соответствующей тематики.

2. Установить (по заданию преподавателя) значение сопротивления фазного провода Z_{ϕ} . Для этого с помощью движка «Сопротивление фазного провода», расположенного в информационном поле рабочего окна программы, выставить заданное значение сопротивления фазного провода Z_{ϕ} .

3. Оценить опасность поражения человека электрическим током в сети с глухозаземленной нейтралью при замыкании фазы на ОПЧ электроустановки без подключения повторного заземления нулевого провода.

3.1. Выбрать в рабочем окне программы режим «Замыкание на корпус».

3.2. Снять значение тока через человека I_h (по миллиамперметру) и напряжение на ОПЧ относительно земли $U_{опч}$ (по вольтметру). Пределы измерения приборов выбираются так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы, но при этом не зашкаливала.

3.3. Определить время срабатывания защиты t . Значение времени срабатывания защиты t находится в области отображения схемы рабочего окна программы.

3.4. В табл. 9.3 занести измеренные значения тока через человека I_h , напряжение на ОПЧ относительно земли $U_{опч}$ и время срабатывания защиты t .

4. Оценить опасность поражения человека электрическим током в сети с глухозаземленной нейтралью при замыкании фазы на ОПЧ электроустановки с подключением повторного заземления нулевого провода.

4.1. Выбрать на рабочем окне программы режимы «Замыкание на корпус» и «Повторное заземление нулевого провода».

4.2. Снять по миллиамперметру значение тока, проходящего через тело человека I_h , а по вольтметру – напряжение на ОПЧ относительно земли $U_{опч}$. При этом выбрать предел измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой части шкалы прибора, но не зашкаливала.

4.3. Определить время срабатывания защиты t

4.4. Занести в табл. 9.3 значение I_h , $U_{опч}$ и t .

5. Оценить действие УЗО.

5.1. Выберем защиту. Эффективной защитой являются плавкие предохранители и автоматические выключатели. Другими словами, можно сказать, что защита работников от поражения электротоком при применении зануления обеспечивается совокупным сочетанием допустимых значений напряжения прикосновения U_{hg} (или соответствующих им допустимых значений тока через тело человека I_{hg}) и времени воздействия t , которое определяется временем срабатывания отключающей аппаратуры.

Эти значения для производственных электроустановок переменного тока частотой 50 Гц приведены в табл. 9.2.

5.2. Выбрать в рабочем окне программы режимы «Замыкание на корпус», «Повторное заземление нулевого провода», «Включить УЗО».

5.3. Снять значение тока, проходящего через тело человека I_h (по миллиамперметру) и напряжение на ОПЧ относительно земли $U_{опч}$ (по вольтметру). Пределы измерения прибора необходимо выбирать так, чтобы стрелка находилась в правой части шкалы, но не зашкаливала.

5.4. Определить время срабатывания УЗО t . Значение его находится в области отображения схемы рабочего окна программы.

Табл. 9.2 – Допустимые значения напряжений, токов и времени при срабатывания отключающей аппаратуры

t, с	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Свыше 1,0
I _{hg} , mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6
U _{hg} , В	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	36

5.5. Занести в табл. 9.3 значения I_h, U_{опч} и t.

Табл. 9.3 – Режимы, Измеренные и допустимые значения параметров электроустановки

Режим работы схемы: к.з. на ОПЧ электроустановки	Измеренное значение					Допустимые значения (за время срабатывания защиты t ₁ , с)	
без подключения повторного заземления нулевого провода							
с подключением повторного заземления нулевого провода							
с подключением повторного заземления нулевого провода и УЗО							

6. Занести в табл. 9.3 допустимые значения напряжения на ОПЧ U_{опч} и тока через тело человека I_h, используя табл. 1.

7. На основании табл. 9.2 сделать выводы об эффективности работы зануления и УЗО.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Схему зануления и повторного заземления нулевого провода в трехфазной пятипроводной сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000В (система TN-S) см. рис. 9.1.
2. Экспериментальные значения, занесенные в табл. 9.2.
3. Выводы по результатам работы о защите персонала от поражения электротоком при применении зануления.
4. Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.
5. Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Определение системы заземления TN.
2. Нарисуйте систему заземления TN-S переменного тока, где нулевые защитный и рабочий проводники разделены (рис. 9.1).
3. Чем является применение зануления при эксплуатации электроустановок?
4. Для чего предназначено зануление электроустановок?
5. Дайте определение зануления электроустановок.
6. Нарисуйте систему заземления TN-S переменного тока с занулением и повторным заземлением нулевого защитного провода (рис. 9.2).
7. Какая область применения зануления электроустановок?
8. Почему не эффективно с точки зрения экономических показателей применение защитного заземления в системе заземления TN и ее модификациях?
9. Что необходимо для обеспечения электробезопасности персонала, если заземляющее устройство одно и совмещает функции защитного и рабочего заземления?
10. В каких случаях ПУЭ допускают применение защитного заземления в сетях с глухозаземленной нейтралью (система TT)?
11. В чем заключается принцип действия зануления электроустановок?
12. Чем обеспечивается защита персонала от поражения электротоком при применении зануления электроустановок?

Лабораторное занятие № 9.2

Меры безопасности при выполнении работ с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами и разделительными трансформаторами

Цели работы:

- организовать выполнение мер безопасности при работах с переносным электроинструментом и светильниками
- организовать выполнение мер безопасности при работах с ручными электрическими машинами и разделительными трансформаторами

Общие сведения

Организация мер безопасности при выполнении работ с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами и разделительными трансформаторами осуществляется по «Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ), которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

1. Организация мер безопасности при работах с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами и разделительными трансформаторами

Переносные электроинструменты и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы и другое вспомогательное оборудование должны удовлетворять требованиям технических регламентов, национальных (межгосударственных) стандартов и технических условий в части электробезопасности и использоваться в работе с соблюдением ПОТ ЭЭ.

К работе с переносным электроинструментом и ручными электрическими машинами классов 0 и I в помещениях с повышенной опасностью должны допускаться работники, имеющие группу II.

Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, устройств защитного отключения) к электрической сети и отсоединение его от сети должен выполнять

электротехнический персонал, имеющий группу III, эксплуатирующий эту электрическую сеть.

Класс переносного электроинструмента и ручных электрических машин должен соответствовать категории помещения и условиям производства работ с применением в отдельных случаях электрозащитных средств согласно требованиям, приведенным в табл. 9.1.

Табл. 9.1 - Условия использования в работе электроинструмента и ручных электрических машин различных классов

Место проведения работ	Класс электроинструмента и ручных электрических машин по типу защиты от поражения электрическим током	Условия применения электрозащитных средств
Помещение без повышенной опасности	0	С применением хотя бы одного электрозащитного средства
	I	При системе TN-S - без применения электрозащитных средств при подключении через устройство защитного отключения или с применением хотя бы одного электрозащитного средства. При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрозащитного средства
	II	Без применения электрозащитных средств
	III	Без применения электрозащитных средств
Помещение с повышенной опасностью	0	При системе TN-S - с применением хотя бы одного электрозащитного средства и при подключении через устройство защитного отключения или при подключении через устройство защитного отключения или при питании только одного электроприемника (машина, инструмент) от отдельного источника (разделительный трансформатор, генератор, преобразователь). При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрозащитного средства и при питании только одного электроприемника от отдельного источника

	I	При системе TN-S - без применения электрозащитных средств при подключении через устройство защитного отключения или при питании только одного электроприемника (машина, инструмент) от отдельного источника (разделительный трансформатор, генератор, преобразователь). При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрозащитного средства
	II	Без применения электрозащитных средств
	III	Без применения электрозащитных средств
Особо опасные помещения	0	Не допускается применять
	I	С защитой устройством защитного отключения или с применением хотя бы одного электрозащитного средства
	II	Без применения электрозащитных средств
	III	Без применения электрозащитных средств
При наличии особо неблагоприятных условий (в сосудах, аппаратах и других металлических емкостях с ограниченной возможностью перемещения и выхода)	0	Не допускается применять
	I	Не допускается применять
	II	С применением хотя бы одного электрозащитного средства Без применения электрозащитных средств при подключении через устройство защитного отключения или при питании только одного электроприемника от отдельного источника
	III	Без применения электрозащитных средств

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных переносные электрические светильники должны иметь напряжение не выше 50В. При работах в особо неблагоприятных условиях (колодцах выключателей, отсеках комплектных распределительных устройств, барабанах котлов, металлических резервуарах) переносные светильники должны иметь напряжение не выше 12В.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками следует:

1. Определить по паспорту класс машины или инструмента.
2. Проверить комплектность и надежность крепления деталей.
3. Убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, защитных кожухов.
4. Проверить четкость работы выключателя.
5. Выполнить (при необходимости) тестирование устройства защитного отключения (УЗО).
6. Проверить работу электроинструмента или машины на холостом ходу.
7. Проверить у машины I класса исправность цепи заземления (корпус машины - заземляющий контакт штепсельной вилки).

Не допускается использовать в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием, имеющие дефекты и не прошедшие периодической проверки (испытания).

При пользовании электроинструментом, ручными электрическими машинами, переносными светильниками их провода и кабели должны по возможности подвешиваться.

Не допускается непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами.

Кабель электроинструмента должен быть защищен от случайного механического повреждения и соприкосновения с горячими, сырыми и масляными поверхностями.

Не допускается натягивать, перекручивать и перегибать кабель, ставить на него груз, а также допускать пересечение его с тросами, кабелями, шлангами газосварки.

При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками должна быть немедленно прекращена.

Выдаваемые и используемые в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники, вспомогательное оборудование должны быть учтены в организации (обособленном подразделении), проходить проверку и испытания в сроки и объемах, установленных техническими регламентами, национальными и межгосударственными стандартами, техническими условиями на изделия, действующими объемом и нормами испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок.

Для поддержания исправного состояния, проведения периодических испытаний и проверок ручных электрических машин, переносных электроинструментов и светильников, вспомогательного оборудования распоряжением руководителя организации должен быть назначен ответственный работник, имеющий группу III.

При исчезновении напряжения или перерыве в работе электроинструмент и ручные электрические машины должны отсоединяться от электрической сети.

Работникам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами, *запрещается*:

1. Передавать ручные электрические машины и электроинструмент, хотя бы на непродолжительное время, другим работникам.
2. Разбирать ручные электрические машины и электроинструмент, производить какой-либо ремонт.
3. Держаться за провод электрической машины, электроинструмента, касаться вращающихся частей или удалять стружку, опилки до полной остановки инструмента или машины.
4. Устанавливать рабочую часть в патрон инструмента, машины и изымать ее из патрона, а также регулировать инструмент без отключения его от сети.

5. Работать с приставных лестниц.

6. Вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

При использовании разделительного трансформатора необходимо руководствоваться следующими *требованиями*:

1. От разделительного трансформатора разрешается питание только одного электроприемника.

2. Заземление вторичной обмотки разделительного трансформатора *не допускается*.

3. Корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, *не требуется*.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. В каких помещениях и с какой группой должен допускаться к работе персонал с переносным электроинструментом?
2. Какой персонал и с какой группой должен выполнять подключение вспомогательного оборудования?
3. Чему должен соответствовать класс переносного электроинструмента и ручных электрических машин?
4. Какой класс электроинструмента и какие условия применения электробезопасных средств для помещений без повышенной опасности?
5. Какой класс электроинструмента и какие условия применения электробезопасных средств для помещений с повышенной опасностью?
6. Какой класс электроинструмента и какие условия применения электробезопасных средств для особо опасных помещений?
7. Какой класс электроинструмента и какие условия применения электробезопасных средств при наличии особо неблагоприятных условий?
8. В каких помещениях светильники должны иметь напряжение не выше 50В?
9. В каких помещениях светильники должны иметь напряжение не выше 12В?
10. Что следует выполнить перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками?
11. В каких случаях не допускается использовать в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием?
12. От чего должен быть защищен кабель электроинструмента?
13. Что не допускается делать при работе с кабелем электроинструмента?
14. Что должны проходить выдаваемые и используемые в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники, вспомогательное оборудование?
15. Кто должен быть назначен распоряжением руководителя организации для поддержания исправного состояния, проведения периодических испытаний и проверок ручных электрических машин, переносных электроинструментов и светильников, вспомогательного оборудования?
16. Что запрещается работникам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами?

Лабораторное занятие №10.1

Исследование шагового напряжения у опоры на территории главной понизительной подстанции

Цель работы:

- оценить защитное свойство заземлителя по снижению шагового напряжения у опоры на территории главной понизительной подстанции.

Общие сведения

Замыкание электрического тока на землю или на заземленный металлический корпус электроустановки обуславливает растекание в земле тока и образование зоны его растекания. На поверхности земли создается электрический потенциал, который уменьшается вдоль линии тока по мере удаления от места замыкания – заземлителя, а на расстоянии порядка 20 м (в зависимости от удельного сопротивления грунта) близок к нулю. Поэтому область грунта в радиусе больше 20 м от места замыкания является «электротехнической землей» или просто землей.

При трубчатом (цилиндрическом) заземлителе и при однородной изотропной земле линии тока в земле направлены перпендикулярно к заземлителю и в точке равного потенциала образуют concentрические окружности, в центре которых находится заземлитель (рис .10.1).

Кривая распределения напряжения (потенциала) в зоне растекания гиперболического вида с крутым спадом вблизи заземлителя. Наибольший спад напряжения (до 60%) имеет место на расстоянии, равном длине заземлителя.

Человек, идущий по земле в зоне растекания тока, окажется под напряжением шага $U_{ш}$. Напряжение шага $U_{ш}$ (В) есть разность потенциалов между двумя точками на поверхности земли, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек в зоне растекания тока в земле.

При этом длина шага a принимается равной 1,0м, величина $U_{ш}$ определяется формулой:

$$U_{ш} = \frac{I_3 \rho a}{2\pi l (l + a)}, \quad (1)$$

где I_3 – ток замыкания на землю;

a – расстояние шага (0,8...1,0 м);

l – расстояние от центра заземлителя до следующей рассматриваемой точки поверхности земли, м;

ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м.

Напряжение шага определяется разностью ординат (рис. 10.1).

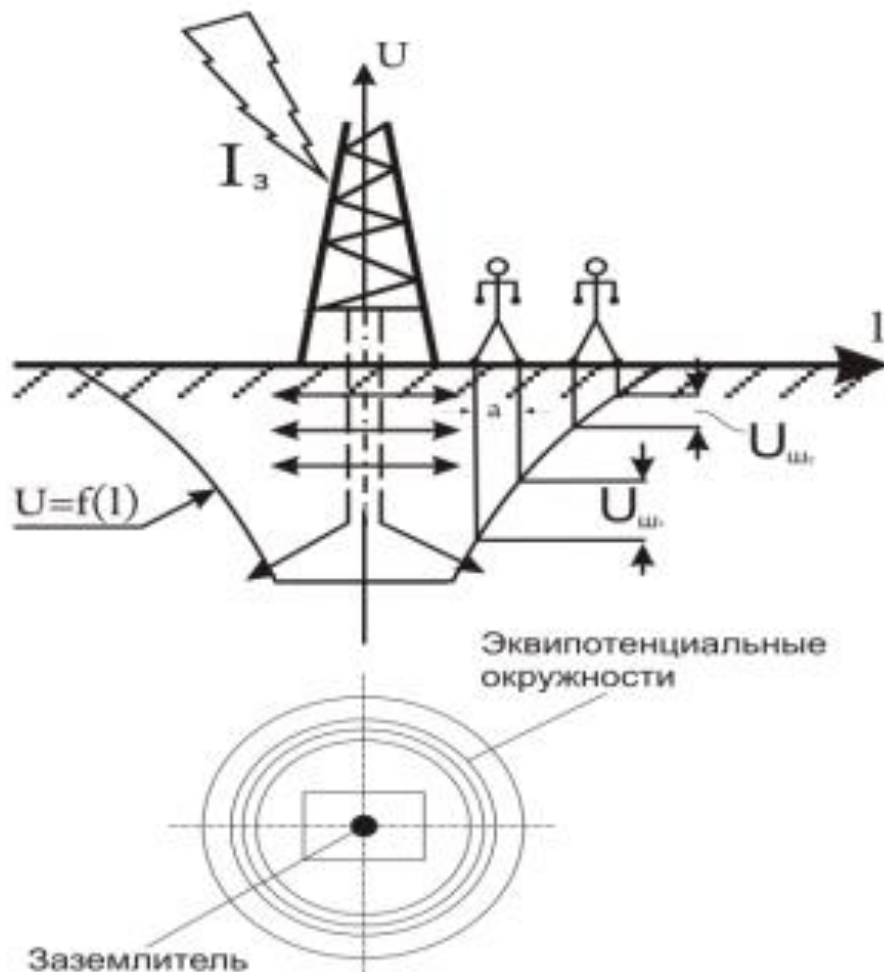


Рис. 10.1 - Шаговое напряжение при одиночном заземлителе

Ток, проходящий через тело человека, когда он находится под шаговым напряжением $U_{ш}$, определяется формулой

$$I_h = \frac{U_{ш}}{R_{ш} + R_h} = \frac{U_{ш}}{6\rho_n + R_h},$$

где R_h – сопротивление тела человека 1000 Ом;

$R_{ш}$ – сопротивление растеканию тока в земле от одной ноги до другой, зависящее в основном от удельного сопротивления поверхности грунта (ρ_n), площади ступни ног, приближенно равной 680 см² и длины шага, обычно равной 0,8 м.

Рш при расчетах приближенно принимают равным $6\rho_n$, при этом сопротивлением обуви пренебрегают. Напряжение шага уменьшается при удалении человека от заземлителя. Изменение напряжение $U_{ш}$ оценивается коэффициентом напряжения шага, который определяется выражением:

$$K_{ш} = \frac{U_{ш}}{U_3} = \frac{U_{ш}}{I_3 R_3} \quad (2)$$

U_3 – напряжение на заземлителе

R_3 – сопротивление растеканию тока замыкания, Ом;

I_3 – ток замыкания на землю, А.

Следовательно, чем ниже значение напряжение $U_{ш}$, тем меньше коэффициент $K_{ш}$, т.е. тем меньше возможность поражения током. При этом кривая распределения потенциала в земле стремится к пологой и даже может быть доведена до горизонтали. Такое выравнивание потенциалов (их равномерное распределение) достигается устройством сложных заземлителей в виде замкнутого контура, охватывающего всю территорию защищаемого объекта (рис. 10.2).

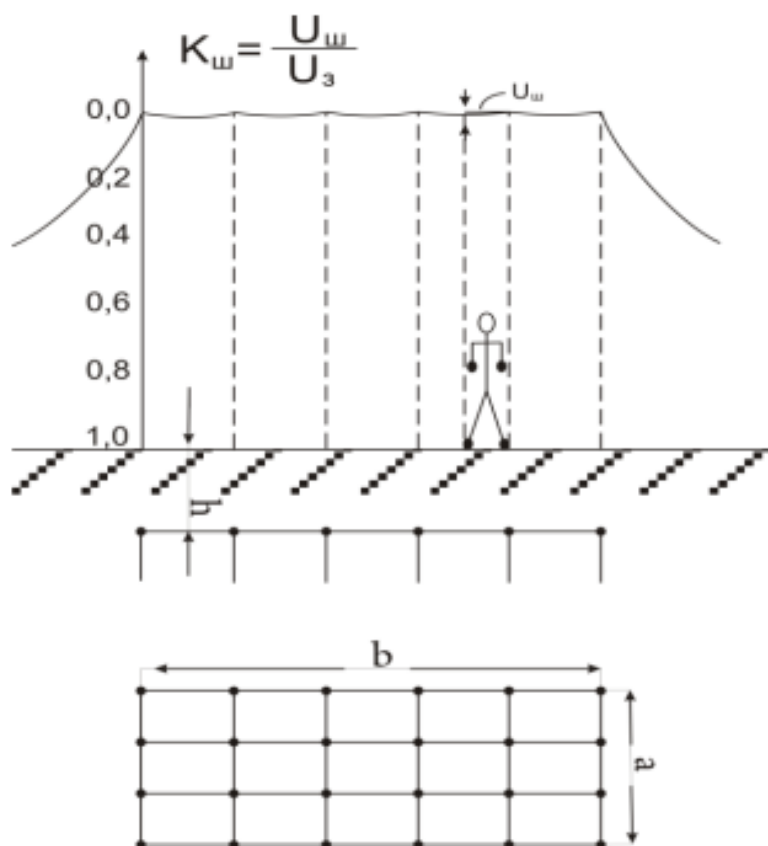


Рис. 10.2 - Шаговое напряжение при групповом (контурном) заземлителе

Такой контур может состоять из сетки горизонтальных продольных и поперечных металлических полос, закопанных на определенной глубине h , с добавлением вертикальных электродов по наружному периметру сетки или внутри ее.

В целях повышения эффекта выравнивания потенциалов и сокращения расходов по устройству искусственного контура используются естественные заземлители (трубопроводы, оболочки кабелей, металлоконструкции и др.).

2. Исследование шагового напряжения у опоры на территории главной понизительной подстанции.

2.1 Характеристика лабораторного оборудования.

В лабораторной работе 10.1 используются лабораторный стенд на базе ПЭВМ производства ЗАО «Учебная техника» г. Ставрополя.

Лабораторный стенд представляет собой комплект модулей, включающий измерительное оборудование, используемое в лабораторных работах.

Питание комплекта осуществляется от однофазной сети переменного тока промышленной частоты напряжением 220В с нулевым и защитным проводниками.

Программа моделирует замыкание тока на землю в электрических сетях напряжением 6кВ и 35кВ, а также контурное защитное заземляющее устройство с различными значениями сопротивления заземлителя.

Результатом моделирования является получение значений шагового напряжения ($U_{ш}$) и тока через тело человека (I_h) при различных расстояниях работника главной понизительной подстанции от места замыкания. Количественно эти параметры отображаются на экране в виде показания аналоговых приборов.

Количественное значение тока, протекающего через тело человека, отображается на экране в виде показаний аналоговых вольтметра и миллиамперметра.

Модульное первое рабочее окно программы «Шаговое напряжение» представлено на рис. 10.3.

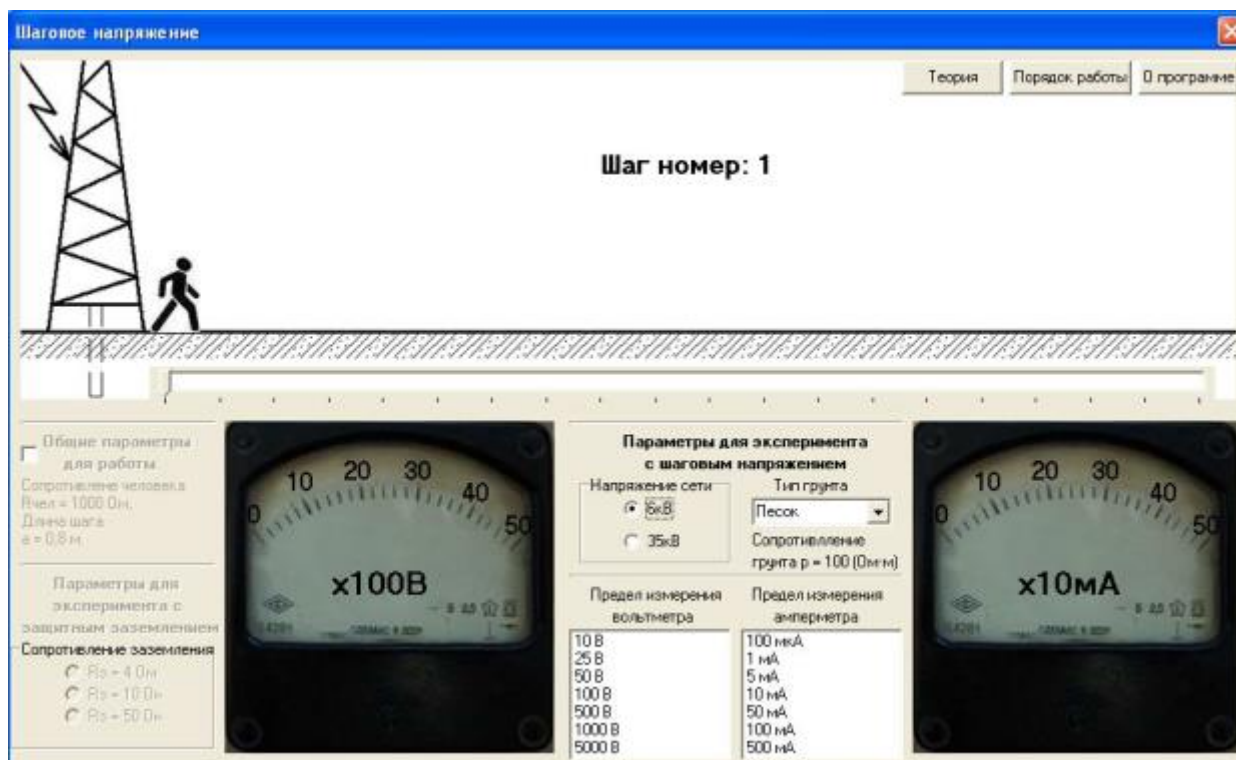


Рис. 10.3 - Модульное первое рабочее окно программы «Шаговое напряжение»

1. В верхней части окна расположена схема моделируемой установки с изображением движущегося человека. На этой же схеме указан номер шага (всего предусмотрено 20 шагов), который задается движком под изображением человека.

В том же окне ниже слева находятся «Общие параметры для работы» - информационное поле с данными для моделирования и переключения режимов моделирования между шаговым напряжением и защитным заземлением.

Правее находятся два аналоговых прибора – вольтметр и амперметр. Между ними внизу находятся переключатели пределов приборов. При переключении предела на приборах изменяются надписи и, соответственно, положение стрелки.

Во время работы нужно выбрать предел измерения (нажатием на соответствующее значение предела измерения левой кнопкой мыши) таким образом, чтобы стрелка находилась в правой части шкалы и в то же время не зашкаливала.

Чуть выше переключателей пределов между приборами находятся «Параметры для эксперимента с шаговым напряжением».

К ним относятся: напряжение сети и тип грунта. Напряжение сети устанавливается соответствующим переключателем в положение 6кВ и 35кВ. Тип грунта выбирают в выпадающем списке.

При выборе типа грунта под ним указывается его удельное сопротивление. Результат эксперимента отображается в виде показаний аналоговых приборов – вольтметра и амперметра, расположенных справа и слева от параметров для эксперимента с шаговым напряжением.

Переключение режимов моделирования осуществляется в информационном поле «Общие параметры для работы». Если в этом квадратике поставить галочку, то включится режим моделирования защитного заземления.

При этом затемняются параметры, необходимые для шагового напряжения и будут доступны параметры и схема контурного защитного заземления (рис. 10.4).

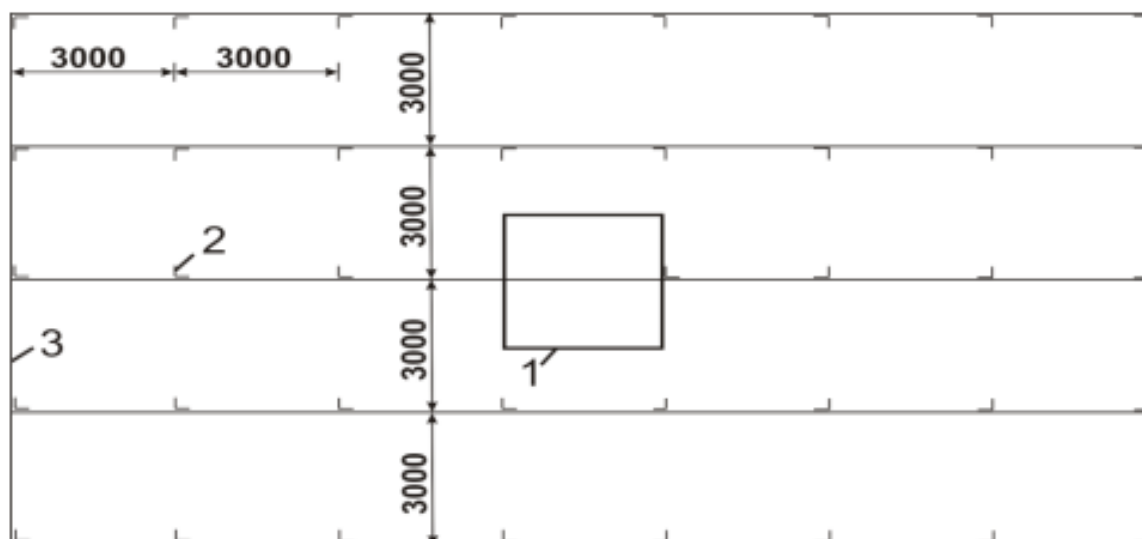


Рис. 10.4 - Принципиальная схема заземляющего контура, реализованная в программе:

1 – электроустановка; 2 – вертикальные заземлители (уголковая сталь длиной 2м и сечением 4x12мм²); 3. – горизонтальные заземлители (полосовая сталь сечением 4x12мм²).

С экрана будет убран вольтметр. Рабочее окно программы «Модель защиты – контурное заземляющее устройство» приведено на (рис. 10.5).



Рис. 10.5 - Рабочее окно программы
«Модель защиты – контурное заземляющее устройство»

В правом верхнем углу окна расположены кнопки «Теория» «Ход работы» и «О программе», которые открывают информационные окна соответствующей тематики.

2. Исследовать зависимость величины шаговых напряжений при различных расстояниях человека от места замыкания тока при $U=6\text{кВ}$.

2.1. Установить тип грунта (задается преподавателем) и напряжение сети 6кВ.

2.2. Последовательно изменять номер шага N (положение человека) от 1 до 20 и снимать показания вольтметра и амперметра (выбирая предел измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы).

2.3. Занести показания в первую часть табл. 10.1.

3. Исследовать зависимость величины шаговых напряжений при различных расстояниях человека от места замыкания тока при $U=35\text{кВ}$.

3.1. Установить тип грунта (такой же, как и в п. 2.1) и напряжение сети 35 кВ.

3.2. Последовательно изменять номер шага N (положение человека) от 1 до 20 и снимать показания вольтметра и амперметра (выбирая предел

измерения прибора так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы).

3.3. Занести показания во вторую часть табл. 10.1.

Табл. 10.1 - Исследование зависимости величины шаговых напряжений при различных расстояниях человека от места замыкания

при напряжении сети $U = 6\text{кВ}$																			
№ шага	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Uш, В																			
Iш, А																			
при напряжении сети $U = 35\text{кВ}$																			
Uш, В																			
Iш, А																			

3.4. По данным табл. 10.1 построить графики зависимости $U_{ш}=f(N)$ и $I_{ш}=f(N)$ при напряжении сети 6кВ и 35кВ, соответственно.

4. Исследовать эффективность действия заземляющего контура при $U=35\text{кВ}$.

4.1. Смоделировать режим защиты. В поле «Общие параметры для работы» поставить «галочку» (щелкнуть левой кнопкой мыши в квадратике).

Высвечивается рабочее окно программы. В левом нижнем углу располагается переключатель «Сопротивление заземления», который можно выставить в положение 4,10 и 50 Ом.

При этом будет изменяться значение тока через тело человека, показанное на амперметре, что является результатом моделирования. Амперметр с пределами измерений расположен в правом нижнем углу рабочего окна.

4.2. Замерить ток, проходящий через тело человека, в зависимости от сопротивления заземлителя. Для этого необходимо последовательно менять значение сопротивления заземлителя (4, 10 и 50 Ом) и измерять ток через тело человека амперметром.

Выбирать предел измерения прибора нужно так, чтобы стрелка находилась в правой половине шкалы.

4.3. Занести показания в табл. 10.2

Табл. 10.2 - Исследование эффективности действия заземляющего устройства

$R_3, \text{ Ом}$			
$I_h, \text{ А}$			

4.4. По данным табл. 10.2 построить графики зависимости $I_h=f(R_3)$ при напряжении сети $U=35\text{кВ}$.

5. На основании полученных измеренных и вычисленных значений сделать выводы по работе.

6. Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

7. Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Таблицы наблюдений.
2. Графики зависимостей $I_h = f(N)$, и $U_{ш} = f(N)$ при 6кВ и 35кВ соответственно, $I_h = f(R_3)$ при 35кВ.
3. Выводы по результатам исследований об эффективности действия защиты от напряжения шага.
4. Изучить контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.
5. Защитить отчет по первой части лабораторной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по первой части лабораторной работы.

1. Что обуславливает замыкание электрического тока на землю или на заземленный металлический корпус электроустановки?
2. Что образуют линии тока в земле при трубчатом (цилиндрическом) заземлителе?
3. Нарисуйте кривую распределения напряжения (потенциала) в зоне растекания показанную на рис. 10.1.
4. Дайте определение «напряжение шага».
5. Какой формулой определяется напряжение шага?
6. Чему равен ток, проходящий через тело человека, когда он находится под шаговым напряжением?
7. От чего зависит сопротивление растеканию тока в земле от одной ноги до другой?
8. Чему равен коэффициент напряжения шага?
9. Чем достигается выравнивание потенциалов (их равномерное распределение)?
10. Нарисуйте кривую распределения напряжения при групповом (контурном) заземлителе показанную на рис. 10.2.
11. Из чего может состоять групповой (контурный) заземлитель?
12. В каких целях используются естественные заземлители?

Лабораторное занятие № 10.2

Меры безопасности при установке заземлений в распределительных устройствах и воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения

Цели работы:

1. Организовать выполнение мер безопасности при установке заземлений в распределительных устройствах систем электроснабжения.
2. Организовать выполнение мер безопасности при установке заземлений на воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения.

Общие сведения

Организацию мер безопасности при установке заземлений в распределительных устройствах и воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения осуществляют по «Правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ), которые распространяются на работников занятых техническим обслуживанием закрепленных электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

1. Организация мер безопасности при установке заземлений в распределительных устройствах систем электроснабжения

Распределительные устройства систем электроснабжения бывают:

1. Открытые распределительные устройства (ОРУ), в которых все или основное оборудование расположено на открытом воздухе;
2. Закрытые распределительные устройства (ЗРУ), в которых оборудование расположено в здании;
3. Комплектные распределительные устройства (КРУ), состоящие из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и электроавтоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

Технические мероприятия обеспечивающих безопасность работ при установке заземлений в распределительных устройствах систем электроснабжения:

1. Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

2. Переносное заземление сначала нужно присоединить к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части.

3. Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущих частей, а затем отсоединить от заземляющего устройства.

4. Установка и снятие переносных заземлений в электроустановках напряжением выше 1000В должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой.

Запрещается при установке, снятии переносного заземления или выполнения работы касаться проводящих частей заземления.

Запрещается пользоваться для заземления проводниками, не предназначенными для этой цели.

В электроустановках напряжением выше 1000В заземляться должны токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ участка со всех сторон, откуда подается напряжение, за исключением отключенных для работы сборных шин распределительных устройств, на которые достаточно установить одно заземление.

При работах на отключенном линейном разъединителе на провода спусков со стороны воздушной линии независимо от наличия заземляющих ножей на разъединителе должно быть установлено дополнительное заземление, не нарушаемое при манипуляциях с разъединителем.

Заземленные токоведущие части должны быть отделены от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом. Разрешается отсутствие видимого разрыва в случаях, указанных в ПОТ ЭЭ.

Установленные заземления могут быть отделены от токоведущих частей, на которых непосредственно ведется работа, отключенными выключателями, разъединителями, отделителями или выключателями нагрузки, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами, выкатными элементами комплектных устройств.

Непосредственно на рабочем месте заземление на токоведущие части дополнительно должно быть установлено в тех случаях, когда эти части могут оказаться под наведенным напряжением (потенциалом).

Переносные заземления следует присоединять к токоведущим частям в местах, очищенных от краски.

В электроустановках напряжением до 1000В при работах на сборных шинах распределительных устройств, щитов и сборок напряжение с шин должно быть снято и шины (за исключением шин, выполненных изолированным проводом) должны быть заземлены.

Необходимость и возможность заземления присоединений этих распределительных устройств, щитов, сборок и подключенного к ним оборудования определяет выдающий наряд, распоряжение.

Разрешается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ (измерение сопротивления изоляции).

Временное снятие и повторную установку заземлений выполняют оперативный персонал либо по указанию работника, выдающего наряд, производитель работ.

Разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производителем работ должно быть внесено в строку наряда «Отдельные указания» с записью о том, где и для какой цели должны быть сняты заземления.

В электроустановках, конструкция которых такова, что установка заземления опасна или невозможна (например, в некоторых распределительных ящиках, комплектных распределительных устройствах отдельных типов, сборках с вертикальным расположением фаз), должны быть разработаны дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности работ, включающие установку диэлектрических колпаков на ножи разъединителей, рубильников диэлектрических накладок или отсоединение проводов, кабелей и шин.

Перечень таких электроустановок утверждается работодателем и доводится до сведения работников.

В электроустановках напряжением до 1000В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1000В устанавливать переносные заземления должны два работника: один - имеющий группу IV (из числа оперативного персонала), другой - имеющий группу III; работник, имеющий группу III, имеет право быть из числа ремонтного персонала, а при выполнении работ по заземлению присоединений потребителей - из персонала потребителей.

На удаленных подстанциях по разрешению административно-технического или оперативного персонала при установке заземлений в основной схеме разрешается работа второго работника, имеющего группу III, из числа персонала потребителей; включать заземляющие ножи имеет право один работник, имеющий группу IV, из числа оперативного персонала.

Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления единолично имеет право работник из числа оперативного персонала, имеющий группу III.

2. Организация мер безопасности при установке заземлений на воздушных линиях электропередачи систем электроснабжения

Воздушные линии напряжением выше 1000В должны быть заземлены во всех распределительных устройствах и у секционирующих коммутационных аппаратов, где линия отключена.

Разрешается:

1. Воздушные линии напряжением 35кВ и выше с ответвлениями не заземлять на подстанциях, подключенных к этим ответвлениям, при условии, что линия заземлена с двух сторон, а на этих подстанциях заземления установлены за отключенными линейными разъединителями.

2. Воздушные линии напряжением 6-20кВ заземлять только в одном распределительном устройстве или у одного секционирующего аппарата либо на ближайшей к распределительному устройству или секционирующему аппарату опоре.

В остальных распределительных устройствах этого напряжения и у секционирующих аппаратов, где линия отключена, разрешается ее не заземлять при условии, что на линии будут установлены заземления между рабочим местом и этим распределительным устройстве или секционирующими аппаратами. Указанные заземления следует устанавливать на опорах, имеющих заземляющие устройства.

3. Воздушные линии напряжением до 1000В достаточно установить заземление только на рабочем месте.

Дополнительно к заземлениям на рабочем месте каждой бригады должны быть заземлены провода всех фаз, а при необходимости и грозозащитные тросы.

При монтаже проводов в анкерном пролете, а также после соединения петель на анкерных опорах смонтированного участка линии провода (тросы) должны быть заземлены на начальной анкерной опоре и на одной из конечных промежуточных опор (перед анкерной опорой конечной).

Не разрешается заземлять провода (тросы) на конечной анкерной опоре смонтированного анкерного пролета, а также смонтированного участка линии во избежание перехода потенциала от грозовых разрядов и других перенапряжений с проводов (тросов) готового участка линии на следующий, монтируемый, ее участок.

На линии с расщепленными проводами разрешается в каждой фазе заземлять только один провод; при наличии изолирующих распорок заземлять требуется все провода фазы.

На одноцепных линиях заземление на рабочих местах необходимо устанавливать на опоре, на которой ведется работа, или на соседней.

Разрешается установка заземлений с двух сторон участка линии, на котором работает бригада, при условии, что расстояние между заземлениями не превышает 2 км.

При работах на изолированном от опоры молниезащитном тросе или на конструкции опоры, когда требуется приближение к этому тросу на расстояние менее 1м, трос должен быть заземлен. Заземление нужно устанавливать в сторону пролета, в котором трос изолирован, или в пролете на месте проведения работ. Отсоединять и присоединять заземляющий спуск к грозозащитному тросу, изолированному от земли, следует после предварительного заземления троса.

Если на этом тросе предусмотрена плавка гололеда, перед началом работы трос должен быть отключен и заземлен с тех сторон, откуда на него не исключена подача напряжения.

Переносные заземления следует присоединять на металлических опорах - к их элементам, на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками - к этим спускам после проверки их целости.

На железобетонных опорах, не имеющих заземляющих спусков, *разрешается* присоединять заземления к траверсам и другим металлическим элементам опоры, имеющим контакт с заземляющим устройством.

В электрических сетях напряжением до 1000В с заземленной нейтралью при наличии повторного заземления нулевого провода разрешается присоединять переносные заземления к этому нулевому проводу. Места присоединения переносных заземлений к заземляющим проводникам или к конструкциям должны быть очищены от краски.

Переносное заземление на рабочем месте *разрешается* присоединять к заземлителю, погруженному вертикально в грунт, не менее чем на 0,5м.

Запрещена установка заземлителей в случайные навалы грунта.

На воздушные линии напряжением до 1000В при работах, выполняемых с опор либо с телескопической вышки без изолирующего звена, заземление должно быть установлено как на провода ремонтируемой линии, так и на все подвешенные на этих опорах провода, в том числе на неизолированные провода линий радиотрансляции и телемеханики.

На линии, отключенных для ремонта, устанавливаются, а затем снимаются переносные заземления и включают имеющиеся на опорах заземляющие ножи должны работники из числа оперативного персонала: один, имеющий группу IV (на линии напряжением выше 1000В) или группу III (на линии напряжением до 1000В), второй - имеющий группу III.

Разрешается использование второго работника, имеющего группу III, из числа ремонтного персонала, а на линии, питающих потребителя, из числа персонала потребителя.

Отключать заземляющие ножи *разрешается* одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

На рабочих местах на линии устанавливать переносные заземления имеет право производитель работ с членом бригады, имеющим группу III. Снимать эти переносные заземления разрешается по указанию производителя работ два члена бригады, имеющие группу III.

На линии при проверке отсутствия напряжения, установке и снятии заземлений один из двух работников должен находиться на земле и вести наблюдение за другим.

Требования к установке заземлений на линии при работах в пролете пересечения с другими линиями, на одной отключенной цепи многоцепной линии, на линии под наведенным напряжением и при пофазном ремонте предусмотрены главой XXXVIII ПОТ ЭЭ.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Контрольные вопросы по второй части лабораторной работы.

1. Какие бывают распределительные устройства систем электроснабжения?
2. Перечислите порядок выполнения организационных мероприятий обеспечивающих безопасность работ при установке заземлений в распределительных устройствах систем электроснабжения.
3. Что запрещается при установке, снятии переносного заземления или выполнении работы?
4. Что должны заземлять в электроустановках напряжением выше 1000В?
5. Чем могут быть отделены установленные заземления от токоведущих частей, на которых непосредственно ведется работа?
6. Какие технические мероприятия должны быть выполнены в электроустановках напряжением до 1000В при работах на сборных шинах распределительных устройств, щитов и сборок?
7. В каком случае разрешается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места?
8. Какие дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности работ должны быть разработаны в электроустановках, конструкция которых такова, что установка заземления опасна или невозможна?
9. Какому персоналу разрешается выполнять операции по установке и снятию заземлений в электроустановках напряжением до 1000В?
10. Какому персоналу разрешается выполнять операции по установке и снятию заземлений в электроустановках напряжением выше 1000В?
11. Какому персоналу разрешается выполнять операции по установке и снятию заземлений на удаленных подстанциях?
12. Где должны быть заземлены воздушные линии напряжением выше 1000В?
13. Какие технические мероприятия должны быть выполнены в электроустановках напряжением до 1000В дополнительно к заземлениям на рабочем месте каждой бригады?
14. Где на опорах следует присоединять переносные заземления?
15. Персонал с какой группой должен устанавливать, а затем снимать переносные заземления и включать имеющиеся на опорах заземляющие ножи?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд., доп. и перераб. М: НОРМАТИКА, 2020. – 464с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). М: НОРМАТИКА, 2020. – 188с.
3. Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок (ПОТ Э ЭУ). 3-е изд., доп. и перераб. М: НОРМАТИКА, 2020. – 232с.
4. Электробезопасность: в 3-х частях: Ч. I. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека: учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: СтГАУ «АГРУС», 2013. – 132с.
5. Электробезопасность: в 3-х частях: Ч. II. Заземление электроустановок: учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: СтГАУ АГРУС, 2013. – 140с.
6. Электробезопасность: в 3-х частях: Ч. III. Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: СтГАУ АГРУС, 2013. – 156с.
7. Основы электробезопасности. В 3-х частях: Ч. I: Влияние электрического тока и электромагнитного поля электроустановок на человека: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М. – Берлин-Медиа, 2016. – 154с.
8. Основы электробезопасности. В 3-х частях: Ч. II: заземление электроустановок систем электроснабжения: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М. – Берлин-Медиа, 2016. – 156с.
9. Основы электробезопасности. В 3-х частях: Ч. III: защита от напряжения прикосновения и шага в электрических сетях: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М. – Берлин-Медиа, 2016. – 180с.
10. Электробезопасность эксплуатации сельских электроустановок / М.А. Таранов, В.Я. Хорольский, Е.Е. Привалов. –М.: Форум, 2014. – 96с.
11. Электробезопасность сельских электроустановок / М.А. Таранов, В.Я. Хорольский, Е.Е. Привалов. СтГАУ - Ставрополь: АГРУС, 2006. - 132с.
12. Электротехническое материаловедение: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М. – Директ-Медиа, 2015. – 234с.
13. Электроматериаловедение: учебное пособие / Е.Е. Привалов. СтГАУ - Ставрополь: АГРУС, 2012. - 196с.
14. Электротехнические материалы: учебное пособие / Е.Е. Привалов, А.В. Гальвас, Л.И. Тимошенко, С.В. Аникуев. СтГАУ - Ставрополь: АГРУС, 2011. - 192с.
15. Развитие системы образования – обеспечение будущего: коллективная монография. Книга 2. Том 2 / А.И. Адошев, С.В. Аникуев, А.В. Гальвас. В.Г. Жданов. А.В. Ивашина, В.А. Кобозев, Е.А. Логачева, Е.Е.

Привалов, Л.И. Тимошенко, И.К. Шарипов // Одесса: КУПРИЕНКО С.В., 2013. – 175с.

16. Развитие системы образования – обеспечение будущего: коллективная монография. Книга 2. Том 1 / А.И. Адошев, С.В. Аникуев, А.В. Гальвас. В.Г. Жданов. А.В. Ивашина, В.А. Кобозев, Е.А. Логачева, Е.Е. Привалов, Л.И. Тимошенко, И.К. Шарипов // Одесса: КУПРИЕНКО С.В., 2013. – 175с.

17. Современные технологии в образовании. Развитие системы образования – обеспечение будущего: монография / А.И. Адошев, С.В. Аникуев, А.В. Гальвас. В.Г. Жданов. А.В. Ивашина, В.А. Кобозев, Е.А. Логачева, Е.Е. Привалов, Л.И. Тимошенко, И.К. Шарипов // Одесса: КУПРИЕНКО С.В., 2013. – С.60-97.

18. Активация самостоятельной работы студентов в дисциплине «Электробезопасность» электроэнергетического факультета Ставропольского государственного аграрного университета // Вестник АПК Ставрополя. Ставрополь: СтГАУ, 2013. Вып. №2 (10), С.16-19.

19. Повышение качества подготовки по электробезопасности работников университета И.В. Атанов, Е.Е. Привалов, Ш.Ж. Габриелян, В.Н. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. Ставропол: СтГАУ, 2014. Вып. №3 (15), С.310-312.

20. Аспекты обучения на группу по электробезопасности работников университета. / И.В. Атанов, Е.Е. Привалов, Ш.Ж. Габриелян, В.Н. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. Ставропол: СтГАУ, 2015. Вып. №2 (18), С.320-323.

21. К проблеме организации самостоятельной работы по электробезопасности работников университета. / И.В. Атанов, Е.Е. Привалов, Ш.Ж. Габриелян, В.Н. Шемякин, О.С. Копылова, М.А. Афанасьев // Вестник АПК Ставрополя. Ставрополь: СтГАУ, 2016. Вып. №3 (23), С.134-137.

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ)
ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Глава 1.1. Общая часть (редакция 2002 г.)

1.1.1-1.1.18. Область применения. Определения

1.1.19-1.1.39. Общие указания по устройству электроустановок

Глава 1.2. Электроснабжение и электрические сети (редакция 2002 г.)

1.2.1-1.2.10. Область применения. Определения

1.2.11-1.2.16. Общие требования

1.2.17-1.2.21. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

1.2.22-1.2.24. Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности

Глава 1.3. Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны

Глава 1.4. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания

Глава 1.5. Учет электроэнергии

Глава 1.6. Измерения электрических величин

Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности (редакция 2002 г.)

1.7.1-1.7.48. Область применения. Термины и определения

1.7.49-1.7.66. Общие требования

1.7.67-1.7.72. Меры защиты от прямого прикосновения

1.7.73-1.7.75. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

1.7.76-1.7.87. Меры защиты при косвенном прикосновении

1.7.88-1.7.95. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью

1.7.96-1.7.99. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

1.7.100-1.7.103. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью

1.7.104. Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

1.7.105-1.7.108. Заземляющие устройства в районах с большим удельным сопротивлением земли

1.7.109-1.7.112. Заземлители

1.7.113-1.7.118. Заземляющие проводники

1.7.119-1.7.120. Главная заземляющая шина

1.7.121-1.7.130. Защитные проводники (*РЕ*-проводники)

1.7.131-1.7.135. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (*PEN*-проводники)

1.7.136-1.7.138. Проводники системы уравнивания потенциалов

1.7.139-1.7.146. Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов

1.7.147-1.7.154. Переносные электроприемники

1.7.155-1.7.169. Передвижные электроустановки

1.7.170-1.7.177. Электроустановки помещений для содержания животных

РАЗДЕЛ 1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Глава 1.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

УТВЕРЖДЕНО

Министерством энергетики
Российской Федерации
Приказ от 8 июля 2002 г. №
204

*Вводится в действие
с 1 января 2003 г.*

Область применения, определения

1.1.1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока напряжением до 750 кВ, в том числе на специальные электроустановки, рассмотренные в разд. 7 настоящих Правил.

Устройство специальных электроустановок, не рассмотренных в разд. 7, должно регламентироваться другими нормативными документами. Отдельные требования настоящих Правил могут применяться для таких электроустановок в той мере, в какой они по исполнению и условиям работы аналогичны электроустановкам, рассмотренным в настоящих Правилах.

Требования настоящих Правил рекомендуется применять для действующих электроустановок, если это повышает надежность электроустановки или если ее модернизация направлена на обеспечение требований безопасности.

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования настоящих Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок.

1.1.2. ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации плано-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования.

1.1.3. Электроустановка - 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 другие виды энергии.

1.1.4. Открытые или наружные электроустановки - электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т. п., рассматриваются как наружные.

Закрытые или внутренние электроустановки - электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

1.1.5. Электропомещения - помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала.

1.1.6. Сухие помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

При отсутствии в таких помещениях условий, указанных в 1.1.10-1.1.12, они называются нормальными.

1.1.7. Влажные помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

1.1.8. Сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75%.

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

1.1.10. Жаркие помещения - помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35°C (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).

1.1.11. Пыльные помещения - помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

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

1.1.13. В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

1) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. пп. 2 и 3).

2) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

сырость или токопроводящая пыль (см. 1.1.8 и 1.1.11);

токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);

высокая температура (см. 1.1.10);

возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

3) особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

особая сырость (см. 1.1.9);

химически активная или органическая среда (см. 1.1.12);

одновременно два или более условий повышенной опасности (см. 1.1.13, п. 2);

4) территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

1.1.14. Квалифицированный обслуживающий персонал - специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок.

1.1.15. Номинальное значение параметра - указанное изготовителем значение параметра электротехнического устройства.

1.1.16. Напряжение переменного тока – действующее значение напряжения.

Напряжение постоянного тока – напряжение постоянного тока или напряжение выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10 % от действующего значения.

1.1.17. Для обозначения обязательности выполнения требований ПУЭ 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, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и т. п.). Слово "рекомендуется" означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным. Слово "может" означает, что данное решение является правомерным.

1.1.18. Принятые в ПУЭ нормируемые значения величин с указанием "не менее" являются наименьшими, а с указанием "не более" - наибольшими.

Все значения величин, приведенные в Правилах с предлогами "от" и "до", следует понимать "включительно".

Общие указания по устройству электроустановок

1.1.19. Применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

1.1.20. Конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов должны соответствовать параметрам сети или электроустановки, режимам работы, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих глав ПУЭ.

1.1.21. Электроустановки и связанные с ними конструкции должны быть стойкими в отношении воздействия окружающей среды или защищенными от этого воздействия.

1.1.22. Строительная и санитарно-техническая части электроустановок (конструкция здания и его элементов, отопление, вентиляция, водоснабжение и пр.) должны выполняться в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) при обязательном выполнении дополнительных требований, приведенных в ПУЭ.

1.1.23. Электроустановки должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов об охране окружающей природной среды по допустимым уровням шума, вибрации, напряженностей электрического и магнитного полей, электромагнитной совместимости.

1.1.24. Для защиты от влияния электроустановок должны предусматриваться меры в соответствии с требованиями норм допускаемых промышленных радиопомех и правил защиты устройств связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи.

1.1.25. В электроустановках должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т. п. В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему отвода ливневых вод, овраги, а также на территории, не предназначенные для хранения таких отходов.

1.1.26. Проектирование и выбор схем, компоновок и конструкций электроустановок должны производиться на основе технико-экономических сравнений вариантов с учетом требований обеспечения безопасности обслуживания, применения надежных схем, внедрения новой техники, энерго- и ресурсосберегающих технологий, опыта эксплуатации.

1.1.27. При опасности возникновения электрокоррозии или почвенной коррозии должны предусматриваться соответствующие меры по защите сооружений, оборудования, трубопроводов и других подземных коммуникаций.

1.1.28. В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка).

1.1.29. Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462 «Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям».

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т.ч. шины, должны иметь буквенное обозначение *PE* и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой *N* и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение *PEN* и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

1.1.30. Буквенно-цифровые и цветовые обозначения одноименных шин в каждой

электроустановке должны быть одинаковыми.

Шины должны быть обозначены:

1) при переменном трехфазном токе: шины фазы *A* - желтым, фазы *B* — зеленым, фазы *C* - красным цветами;

2) при переменном однофазном токе шина *B*, присоединенная к концу обмотки источника питания, - красным цветом, шина *A*, присоединенная к началу обмотки источника питания, - желтым цветом.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трехфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трехфазного тока;

3) при постоянном токе: положительная шина (+) - красным цветом, отрицательная (-) - синим и нулевая рабочая *M* - голубым цветом.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или антикоррозионной защиты.

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин. Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

1.1.31. При расположении шин «плашмя» или «на ребро» в распределительных устройствах (кроме комплектных сборных ячеек одностороннего обслуживания (КСО) и комплектных распределительных устройств (КРУ) 6-10 кВ, а также панелей 0,4-0,69 кВ заводского изготовления) необходимо соблюдать следующие условия:

1. В распределительных устройствах напряжением 6-220 кВ при переменном трехфазном токе сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин должны располагаться:

а) при горизонтальном расположении:

одна под другой: сверху вниз *A-B-C*;

одна за другой, наклонно или треугольником: наиболее удаленная шина *A*, средняя - *B*, ближайшая к коридору обслуживания - *C*;

б) при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником):

слева направо *A-B-C* или наиболее удаленная шина *A*, средняя - *B*, ближайшая к коридору обслуживания - *C*;

в) ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров - из центрального):

при горизонтальном расположении: слева направо *A-B-C*;

при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником): сверху вниз *A-B-C*.

2. В пяти- и четырехпроводных цепях трехфазного переменного тока в электроустановках напряжением до 1 кВ расположение шин должно быть следующим:

при горизонтальном расположении:

одна под другой: сверху вниз *A-B-C-N-PE (PEN)*;

одна за другой: наиболее удаленная шина *A*, затем фазы *B-C-N*, ближайшая к коридору обслуживания - *PE (PEN)*;

при вертикальном расположении: слева направо *A-B-C-N-PE (PEN)* или наиболее удаленная шина *A*, затем фазы *B-C-N*, ближайшая к коридору обслуживания - *PE (PEN)*;

ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания:

при горизонтальном расположении: слева направо *A-B-C-N-PE (PEN)*'

при вертикальном расположении: *A-B-C-N-PE (PEN)* сверху вниз.

3. При постоянном токе шины должны располагаться:

сборные шины при вертикальном расположении: верхняя *M*, средняя (-), нижняя (+);

сборные шины при горизонтальном расположении:

наиболее удаленная *M*, средняя (-) и ближайшая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания;

ответвления от сборных шин: левая шина *M*, средняя (-), правая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания.

В отдельных случаях допускаются отступления от требований, приведенных в пп. 1-3, если их выполнение связано с существенным усложнением электроустановок (например, вызывает необходимость установки специальных опор вблизи подстанции для транспозиции проводов воздушных линий электропередачи - ВЛ) или если на подстанции применяются две или более ступени трансформации.

1.1.32. Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на электроустановки напряжением до 1 кВ и электроустановки напряжением выше 1 кВ (по действующему значению напряжения).

Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением мер защиты, предусмотренных в гл. 1.7, а также следующих мероприятий:

соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;

применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;

применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;

применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;

использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.

1.1.33. В электропомещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны располагаться так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

1.1.34. В жилых, общественных и других помещениях устройства для ограждения и закрытия токоведущих частей должны быть сплошные; в помещениях, доступных только для квалифицированного персонала, эти устройства могут быть сплошные, сетчатые или дырчатые.

Ограждающие и закрывающие устройства должны быть выполнены так, чтобы снимать или открывать их можно было только при помощи ключей или инструментов.

1.1.35. Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм.

1.1.36. Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т. п. все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

1.1.37. Пожаро- и взрывобезопасность электроустановок должны обеспечиваться выполнением требований, приведенных в соответствующих главах настоящих Правил.

При сдаче в эксплуатацию электроустановки должны быть снабжены противопожарными средствами и инвентарем в соответствии с действующими положениями.

1.1.38. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки и установленное в них электрооборудование должно быть подвергнуто приемно-сдаточным испытаниям.

1.1.39. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки вводятся в промышленную эксплуатацию только после их приемки согласно действующим положениям.

Глава 1.7 ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

УТВЕРЖДЕНО

Министерством энергетики
Российской Федерации
Приказ от 8 июля 2002 г. №
204

*Вводится в действие
с 1 января 2003 г.*

Область применения. Термины и определения

1.7.1. Настоящая глава Правил распространяется на все электроустановки переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ и выше и содержит общие требования к их заземлению и защите людей и животных от поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Дополнительные требования приведены в соответствующих главах ПУЭ.

1.7.2. Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью (см. 1.2.16);

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.

1.7.3. 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;

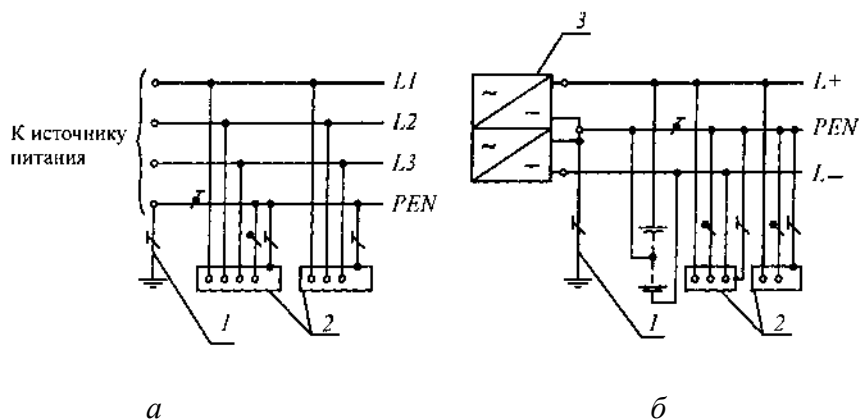


Рис. 1.7.1. Система *TN-C* переменного (а) и постоянного (б) тока. Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике:

1 - заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания;

2 - открытые проводящие части; 3 - источник питания постоянного тока

система *TN-C* - система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 1.7.1);

система *TN-S* - система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 1.7.2);

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. 1.7.3);

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. 1.7.4);

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. 1.7.5).

Первая буква - состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T - заземленная нейтраль;

I - изолированная нейтраль.

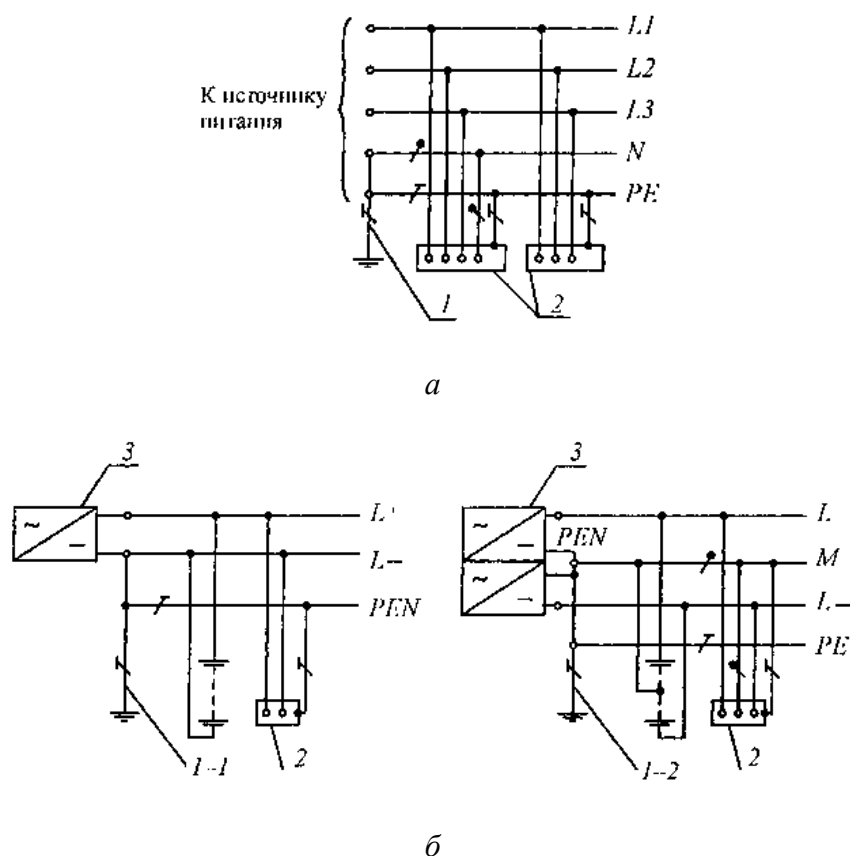


Рис. 1.7.2. Система *TN—S* переменного (*a*) и постоянного (*б*) тока. Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены:

I - заземлитель нейтрали источника переменного тока; *I-1* - заземлитель вывода источника постоянного тока; *I-2* - заземлитель средней точки источника постоянного тока; 2 - открытые проводящие части; 3 - источник питания

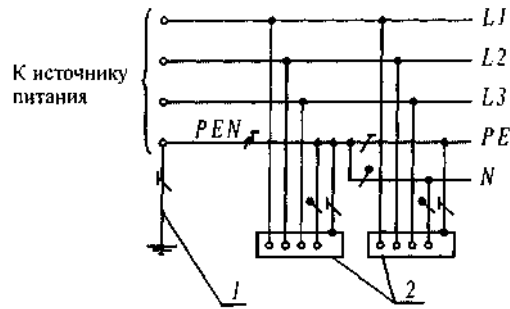
Вторая-буква - состояние открытых проводящих частей относительно земли:

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

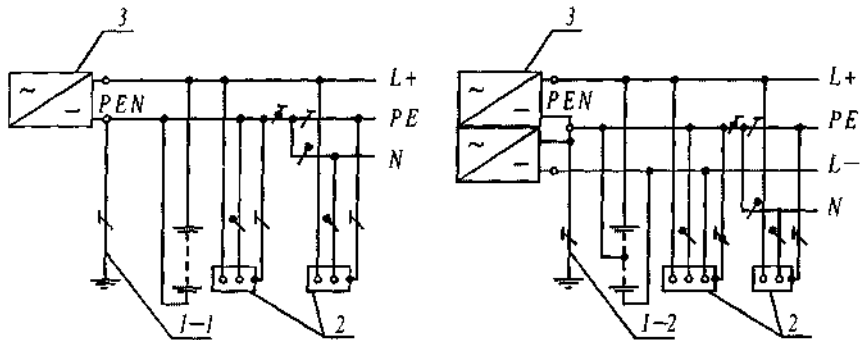
N - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

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;



a



б

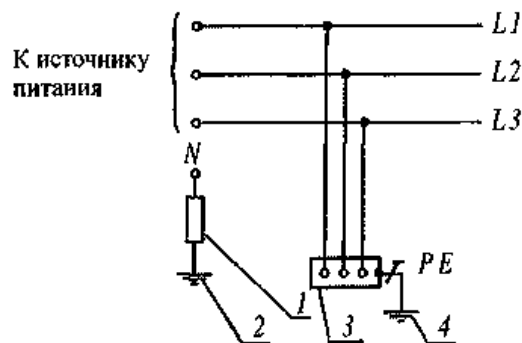
Рис. 1.7.3. Система *TN-C-S* переменного (*a*) и постоянного (*б*) тока. Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части системы: *I* — заземлитель нейтрали источника переменного тока; *I-1* — заземлитель вывода источника постоянного тока; *I-2* — заземлитель средней точки источника постоянного тока; *2* — открытые проводящие части, *3* — источник питания

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

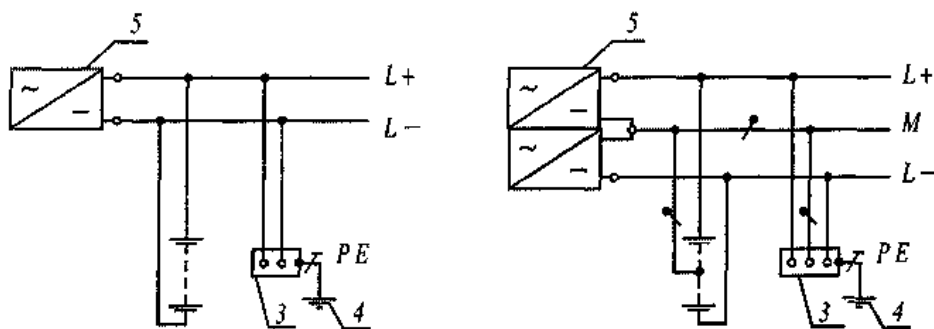
N - I - нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

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

PEN - I - совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.



a

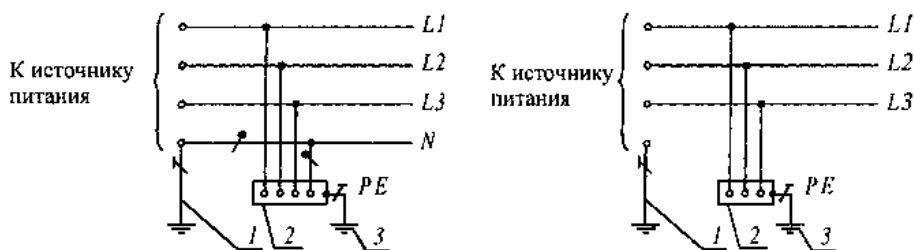


б

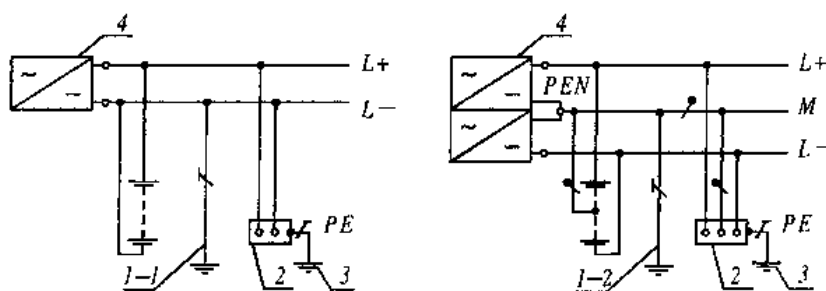
Рис. 1.7.4. Система IT переменного (а) и постоянного (б) тока. Открытые проводящие части электроустановки заземлены. Нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление:

- 1 - сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 — заземлитель;
- 3 — открытые проводящие части; 4 - заземляющее устройство электроустановки;
- 5 - источник питания

1.7.4. 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.



а



б

Рис. 1.7.5. 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

1.7.5. 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.

1.7.6. 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.

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

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

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

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

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

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

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

1.7.14. 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.

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

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

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

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

1.7.19. Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

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

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

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

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

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

1.7.24. 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 доступного прикосновения проводящими частями, когда человек или животное их не касается.

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

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

1.7.27. 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.

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

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

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

1.7.31. 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.

1.7.32. 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.

1.7.33. 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.

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

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

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

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

1.7.35. 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.

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

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

1.7.38. 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, используемый в главе, следует понимать, как защитное автоматическое отключение питания.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.7.47. 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.

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

Общие требования

1.7.49. 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.

1.7.50. 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.

1.7.51. 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.

1.7.52. 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.

1.7.53. 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.

Примечание. Здесь и далее в главе напряжение переменного тока означает среднеквадратичное значение напряжения переменного тока; напряжение постоянного тока — напряжение постоянного или выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10 % от среднеквадратичного значения.

1.7.54. 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.

1.7.55. 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.

1.7.56. 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.

1.7.57. 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 в соответствии с 1.7.78-1.7.79.

Требования к выбору систем *TN-C*, *TN-S*, *TN-C-S* для конкретных электроустановок приведены в соответствующих главах Правил.

1.7.58. Питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью с применением системы *IT* следует выполнять, как правило, при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю или на открытые проводящие части, связанные с системой уравнивания потенциалов. В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с контролем изоляции сети или применены УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА. При двойном замыкании на землю должно быть выполнено автоматическое отключение питания в соответствии с 1.7.81.

1.7.59. 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 *TT*), 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:

$$R_a I_a \leq 50 \text{ В},$$

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.

1.7.60. При применении защитного автоматического отключения питания должна быть выполнена основная система уравнивания потенциалов в соответствии с 1.7.82, а при необходимости также дополнительная система уравнивания потенциалов в соответствии с 1.7.83.

1.7.61. При применении системы *TN* рекомендуется выполнять повторное заземление *PE*- 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.

Повторное заземление электроустановок напряжением до 1 кВ, получающих питание по воздушным линиям, должно выполняться в соответствии с 1.7.102-1.7.103.

1.7.62. Если время автоматического отключения питания не удовлетворяет условиям 1.7.78-1.7.79 для системы *TN* и 1.7.81 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.

1.7.63. Система *IT* напряжением до 1 кВ, связанная через трансформатор с сетью напряжением выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора. Пробивной предохранитель должен быть установлен в нейтрали или фазе на стороне низкого напряжения каждого трансформатора.

1.7.64. 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.).

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

1.7.66. Защитное зануление в системе *TN* и защитное заземление в системе *IT* электрооборудования, установленного на опорах ВЛ (силовые и измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители, конденсаторы и другие аппараты), должно быть выполнено с соблюдением требований, приведенных в соответствующих главах ПУЭ, а также в настоящей главе.

Сопротивление заземляющего устройства опоры ВЛ, на которой установлено электрооборудование, должно соответствовать требованиям гл. 2.4 и 2.5.

Меры защиты от прямого прикосновения

1.7.67. 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. При выполнении изоляции во время монтажа она должна быть испытана в соответствии с требованиями гл. 1.8.

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.

1.7.68. Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ должны иметь степень защиты не менее IP 2X, за исключением случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы электрооборудования.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную механическую прочность.

Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей. При невозможности соблюдения этих условий должны быть установлены промежуточные ограждения со степенью защиты не менее IP 2X, удаление которых также должно быть возможно только при помощи специального ключа или инструмента.

1.7.69. Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть из изолирующего материала.

1.7.70. Размещение вне зоны досягаемости для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ может быть применено при невозможности выполнения мер, указанных в 1.7.68-1.7.69, или их недостаточности. При этом расстояние между доступными одновременно прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременно прикосновению.

В вертикальном направлении зона досягаемости в электроустановках напряжением до 1 кВ должна составлять 2,5 м от поверхности, на которой находятся люди (рис. 1.7.6).

Указанные размеры даны без учета применения вспомогательных средств (например, инструмента, лестниц, длинных предметов).

1.7.71. Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допускается только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

1.7.72. В электропомещениях электроустановок напряжением до 1 кВ не требуется защита от прямого прикосновения при одновременном выполнении следующих условий:

эти помещения отчетливо обозначены, и доступ в них возможен только с помощью ключа; обеспечена возможность свободного выхода из помещения без ключа, даже если оно заперто на ключ снаружи;

минимальные размеры проходов обслуживания соответствуют гл. 4.1.

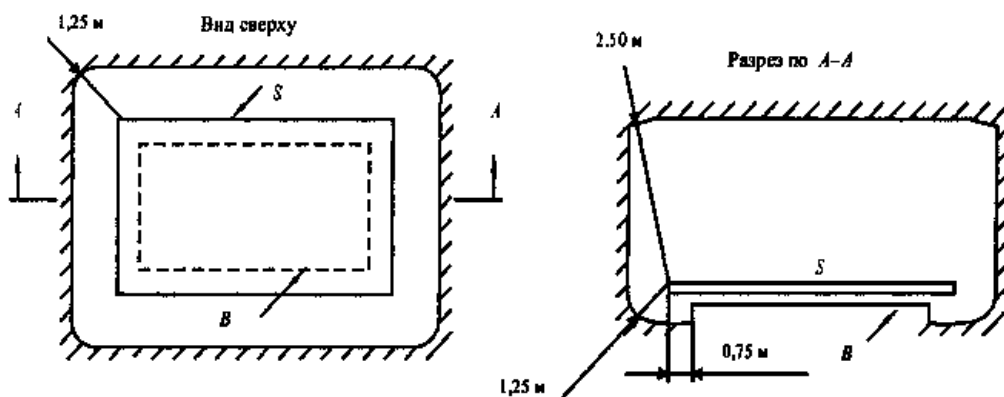


Рис. 1.7.6. Зона досягаемости в электроустановках до 1 кВ:

S - поверхность, на которой может находиться человек;

B - основание поверхности S ;

//// - граница зоны досягаемости токоведущих частей рукой человека, находящегося на поверхности S ;

0,75; 1,25; 2,50 м - расстояния от края поверхности S до границы зоны досягаемости

Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

1.7.73. 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.

1.7.74. 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.

1.7.75. 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, если при этом соблюдены требования 1.7.73-1.7.74.

Меры защиты при косвенном прикосновении

1.7.76. 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 на напряжения, не превышающие указанные в 1.7.53, проложенные на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п., с кабелями и проводами на более высокие напряжения;
 - 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*.

1.7.77. 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) конструкции, перечисленные в 1.7.76, при обеспечении надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них электрооборудованием, присоединенным к защитному проводнику;
- 3) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т. п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если напряжение установленного электрооборудования не превышает значений, указанных в 1.7.53;
- 4) арматуру изоляторов воздушных линий электропередачи и присоединяемые к ней крепежные детали;
- 5) открытые проводящие части электрооборудования с двойной изоляцией;

б) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до 100 см², в том числе протяжные и ответвительные коробки скрытых электропроводок.

1.7.78. 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.

1.7.79. В системе *TN* время автоматического отключения питания не должно превышать значений, указанных в табл. 1.7.1.

Таблица 1.7.1

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы *TN*

Номинальное фазное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Приведенные значения времени отключения считаются достаточными для обеспечения электробезопасности, в том числе в групповых цепях, питающих передвижные и переносные электроприемники и ручной электроинструмент класса 1.

В цепях, питающих распределительные, групповые, этажные и др. щиты и щитки, время отключения не должно превышать 5 с.

Допускаются значения времени отключения более указанных в табл. 1.7.1, но не более 5 с в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков при выполнении одного из следующих условий:

1) полное сопротивление, защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком не превышает значения, Ом:

$$50 \cdot Z_{\text{ц}}/U_0,$$

где $Z_{\text{ц}}$ - полное сопротивление цепи «фаза-нуль», Ом;

U_0 - номинальное фазное напряжение цепи, В;

50 - падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком, В;

2) к шине *PE* распределительного щита или щитка присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Допускается применение УЗО, реагирующих на дифференциальный ток.

1.7.80. 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 *PE*-проводник электроприемника должен быть подключен к *PEN*-проводнику цепи, питающей электроприемник, до защитно-коммутационного аппарата.

1.7.81. В системе *IT* время автоматического отключения питания при двойном замыкании на открытые проводящие части должно соответствовать табл. 1.7.2.

Таблица 1.7.2

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы *IT*

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

1.7.82. Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части (рис. 1.7.7):

- 1) нулевой защитный *PE*- 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 *PE* 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 (1.7.119-1.7.120) при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

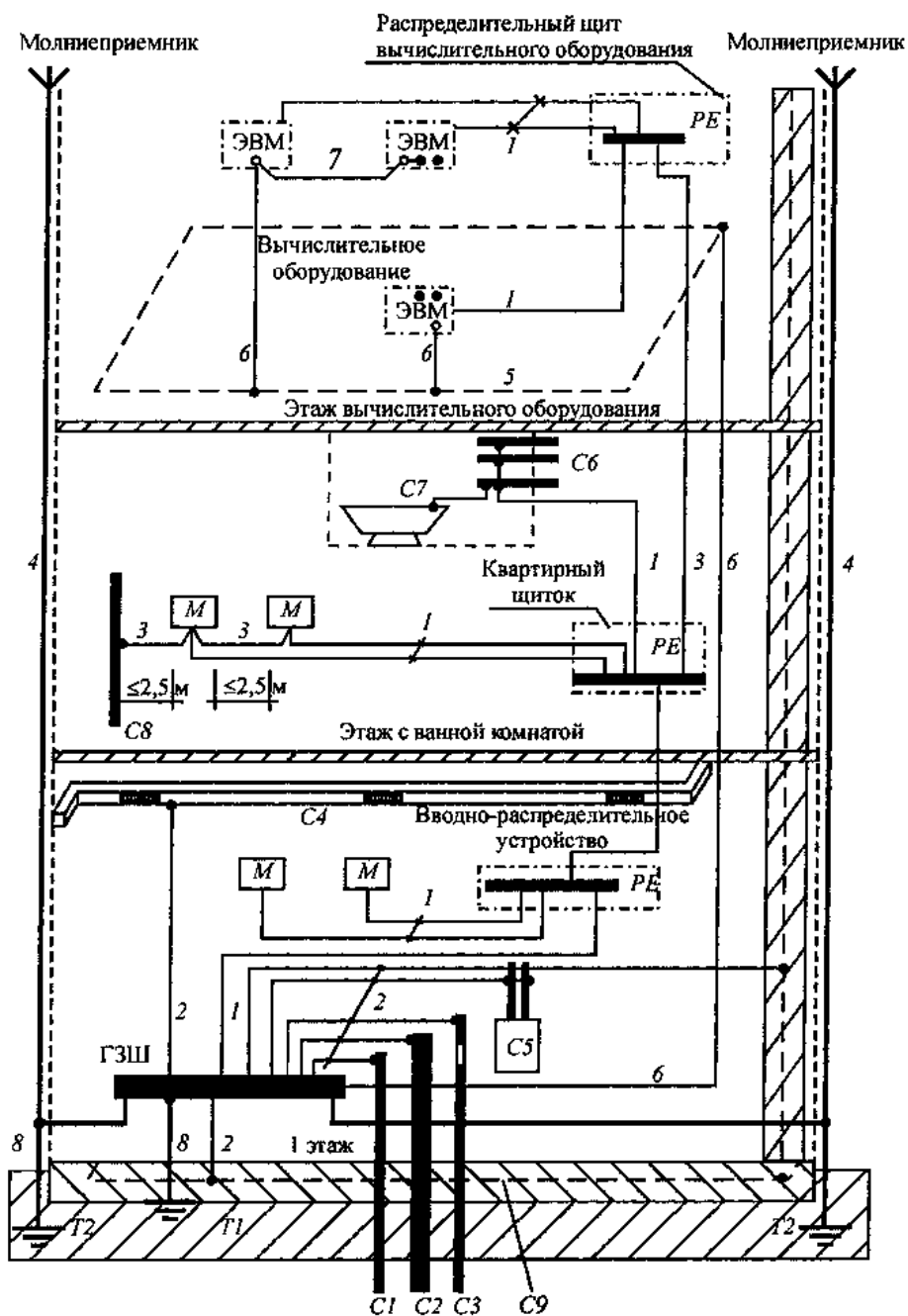


Рис. 1.7.7. Система уравнивания потенциалов в здании:

M - открытая проводящая часть; *C1* - металлические трубы водопровода, входящие в здание; *C2* — металлические трубы канализации, входящие в здание; *C3* — металлические трубы газоснабжения с изолирующей вставкой на вводе, входящие в здание; *C4* - воздуховоды вентиляции и кондиционирования; *C5* - система отопления; *C6* - металлические водопроводные трубы в ванной комнате; *C7* - металлическая ванна; *C8* — сторонняя проводящая часть в пределах досягаемости от открытых проводящих частей; *C9* — арматура железобетонных конструкций; ГЗШ - главная заземляющая шина; *T1* - естественный заземлитель; *T2* - заземлитель молниезащиты (если имеется); *1* - нулевой защитный проводник; *2* - проводник основной системы уравнивания потенциалов; *3* - проводник дополнительной системы уравнивания потенциалов; *4* — токоотвод системы молниезащиты; *5* — контур (магистраль) рабочего заземления в помещении информационного вычислительного оборудования; *6* — проводник рабочего (функционального) заземления; *7* - проводник уравнивания потенциалов в системе рабочего (функционального) заземления; *8* - заземляющий проводник

1.7.83. 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, если они удовлетворяют требованиям 1.7.122 к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

1.7.84. 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.

1.7.85. Защитное электрическое разделение цепей следует применять для одной цепи.

Наибольшее рабочее напряжение отделяемой цепи не должно превышать 500 В.

Питание отделяемой цепи должно быть выполнено от разделительного трансформатора, соответствующего ГОСТ 30030 «Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы», или от другого источника, обеспечивающего равноценную степень безопасности.

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.

Допускается питание нескольких электроприемников от одного разделительного трансформатора при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) открытые проводящие части отделяемой цепи не должны иметь электрической связи с металлическим корпусом источника питания;
- 2) открытые проводящие части отделяемой цепи должны быть соединены между собой изолированными незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов, не имеющей соединений с защитными проводниками и открытыми проводящими частями других цепей;
- 3) все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, присоединенный к местной незаземленной системе уравнивания потенциалов;
- 4) все гибкие кабели, за исключением питающих оборудование класса II, должны иметь защитный проводник, применяемый в качестве проводника уравнивания потенциалов;
- 5) время отключения устройством защиты при двухфазном замыкании на открытые проводящие части не должно превышать время, указанное в табл. 1.7.2.

1.7.86. Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки могут быть применены в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда требования к автоматическому отключению питания не могут быть выполнены, а применение других защитных мер невозможно либо нецелесообразно.

Сопrotивление относительно локальной земли изолирующего пола и стен таких помещений, зон и площадок в любой точке должно быть не менее:

50 кОм при номинальном напряжении электроустановки до 500 В включительно, измеренное мегаомметром на напряжение 500 В;
 100 кОм при номинальном напряжении электроустановки более 500 В, измеренное мегаомметром на напряжение 1000 В.

Если сопротивление в какой-либо точке меньше указанных, такие помещения, зоны, площадки не должны рассматриваться в качестве меры защиты от поражения электрическим током.

Для изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок допускается использование электрооборудования класса 0 при соблюдении, по крайней мере, одного из трех следующих условий:

- 1) открытые проводящие части удалены одна от другой и от сторонних проводящих частей не менее чем на 2м. Допускается уменьшение этого расстояния вне зоны досягаемости до 1,25м;
- 2) открытые проводящие части отделены от сторонних проводящих частей барьерами из изоляционного материала. При этом расстояния, не менее указанных в пп. 1, должны быть обеспечены с одной стороны барьера;
- 3) сторонние проводящие части покрыты изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение не менее 2 кВ в течение 1 мин.

В изолирующих помещениях (зонах) не должен предусматриваться защитный проводник.

Должны быть предусмотрены меры против заноса потенциала на сторонние проводящие части помещения извне. Пол и стены таких помещений не должны подвергаться воздействию влаги.

1.7.87. При выполнении мер защиты в электроустановках напряжением до 1 кВ классы применяемого электрооборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» следует принимать в соответствии с табл. 1.7.3.

Таблица 1.7.3

Применение электрооборудования в электроустановках напряжением до 1 кВ

Класс по ГОСТ 12.2.007.0 Р МЭК536	Маркировка	Назначение защиты	Условия применения электрооборудования в электроустановке
Класс 0	-	При косвенном прикосновении	1. Применение в непроводящих помещениях. 2. Питание от вторичной обмотки разделительного трансформатора только одного электроприемника
Класс I	Защитный зажим - знак  или буквы PE, или желто-зеленые полосы	При косвенном прикосновении	Присоединение заземляющего зажима электрооборудования к защитному проводнику электроустановки
Класс II	Знак 	При косвенном прикосновении	Независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
Класс III	Знак 	От прямого и косвенного прикосновения	Питание от безопасного разделительного трансформатора

Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью

1.7.88. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью следует выполнять с соблюдением требований либо к их сопротивлению (1.7.90), либо к напряжению прикосновения (1.7.91), а также с соблюдением требований к конструктивному выполнению (1.7.92-1.7.93) и к ограничению напряжения на заземляющем устройстве (1.7.89). Требования 1.7.89-1.7.93 не распространяются на заземляющие устройства опор ВЛ.

1.7.89. Напряжение на заземляющем устройстве при стекании с него тока замыкания на землю не должно, как правило, превышать 10 кВ. Напряжение выше 10 кВ допускается на заземляющих устройствах, с которых исключен вынос потенциалов за пределы зданий и внешних ограждений электроустановок. При напряжении на заземляющем устройстве более 5 кВ должны быть предусмотрены меры по защите изоляции отходящих кабелей связи и телемеханики и по предотвращению выноса опасных потенциалов за пределы электроустановки.

1.7.90. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований к его сопротивлению, должно иметь в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей.

В целях выравнивания электрического потенциала и обеспечения присоединения электрооборудования к заземлителю на территории, занятой оборудованием, следует прокладывать продольные и поперечные горизонтальные заземлители и объединять их между собой в заземляющую сетку.

Продольные заземлители должны быть проложены вдоль осей электрооборудования со стороны обслуживания на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли и на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов или оснований оборудования. Допускается увеличение расстояний от фундаментов или оснований оборудования до 1,5 м с прокладкой одного заземлителя для двух рядов оборудования, если стороны обслуживания обращены друг к другу, а расстояние между основаниями или фундаментами двух рядов не превышает 3,0 м.

Поперечные заземлители следует прокладывать в удобных местах между оборудованием на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли. Расстояние между ними рекомендуется принимать увеличивающимся от периферии к центру заземляющей сетки. При этом первое и последующие расстояния, начиная от периферии, не должны превышать соответственно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0; 20,0 м. Размеры ячеек заземляющей сетки, примыкающих к местам присоединения нейтралей силовых трансформаторов и короткозамыкателей к заземляющему устройству, не должны превышать 6 х 6 м.

Горизонтальные заземлители следует прокладывать по краю территории, занимаемой заземляющим устройством так, чтобы они в совокупности образовывали замкнутый контур. Если контур заземляющего устройства располагается в пределах внешнего ограждения электроустановки, то у входов и въездов на ее территорию следует выравнивать потенциал путем установки двух вертикальных заземлителей, присоединенных к внешнему горизонтальному заземлителю напротив входов и въездов. Вертикальные заземлители должны быть длиной 3-5 м, а расстояние между ними должно быть равно ширине входа или въезда.

1.7.91. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения, должно обеспечивать в любое время года при стекании с него тока замыкания на землю значения напряжений прикосновения, не превышающие нормированных (см. ГОСТ 12.1.038). Сопротивление заземляющего устройства при этом определяется по допустимому напряжению на заземляющем устройстве и току замыкания на землю.

При определении значения допустимого напряжения прикосновения в качестве расчетного времени воздействия следует принимать сумму времени действия защиты и полного времени отключения выключателя. При определении допустимых значений напряжений

прикосновения у рабочих мест, где при производстве оперативных переключений могут возникнуть КЗ на конструкции, доступные для прикосновения производящему переключения персоналу, следует принимать время действия резервной защиты, а для остальной территории - основной защиты.

Примечание. Рабочее место следует понимать, как место оперативного обслуживания электрических аппаратов.

Размещение продольных и поперечных горизонтальных заземлителей должно определяться требованиями ограничения напряжений прикосновения до нормированных значений и удобством присоединения заземляемого оборудования. Расстояние между продольными и поперечными горизонтальными искусственными заземлителями не должно превышать 30 м, а глубина их заложения в грунт должна быть не менее 0,3 м. Для снижения напряжения прикосновения у рабочих мест в необходимых случаях может быть выполнена подсыпка щебня слоем толщиной 0,1-0,2 м.

В случае объединения заземляющих устройств разных напряжений в одно общее заземляющее устройство напряжение прикосновения должно определяться по наибольшему току короткого замыкания на землю объединяемых ОРУ.

1.7.92. При выполнении заземляющего устройства с соблюдением требований, предъявляемых к его сопротивлению или к напряжению прикосновения, дополнительно к требованиям 1.7.90-1.7.91 следует:

прокладывать заземляющие проводники, присоединяющие оборудование или конструкции к заземлителю, в земле на глубине не менее 0,3 м;

прокладывать продольные и поперечные горизонтальные заземлители (в четырех направлениях) вблизи мест расположения заземляемых нейтралей силовых трансформаторов, короткозамыкателей.

При выходе заземляющего устройства за пределы ограждения электроустановки горизонтальные заземлители, находящиеся вне территории электроустановки, следует прокладывать на глубине не менее 1 м. Внешний контур заземляющего устройства в этом случае рекомендуется выполнять в виде многоугольника с тупыми или скругленными углами.

1.7.93. Внешнюю ограду электроустановок не рекомендуется присоединять к заземляющему устройству.

Если от электроустановки отходят ВЛ 110 кВ и выше, то ограду следует заземлить с помощью вертикальных заземлителей длиной 2-3 м, установленных у стоек ограды по всему ее периметру через 20-50 м. Установка таких заземлителей не требуется для ограды с металлическими стойками и с теми стойками из железобетона, арматура которых электрически соединена с металлическими звеньями ограды.

Для исключения электрической связи внешней ограды с заземляющим устройством расстояние от ограды до элементов заземляющего устройства, расположенных вдоль нее с внутренней, внешней или с обеих сторон, должно быть не менее 2 м. Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели с металлической оболочкой или броней и другие металлические коммуникации должны быть проложены посередине между стойками ограды на глубине не менее 0,5 м. В местах примыкания внешней ограды к зданиям и сооружениям, а также в местах примыкания к внешней ограде внутренних металлических ограждений должны быть выполнены кирпичные (деревянные) вставки длиной не менее 1 м.

Питание электроприемников, установленных на внешней ограде, следует осуществлять от разделительных трансформаторов. Эти трансформаторы не допускается устанавливать на ограде. Линия, соединяющая вторичную обмотку разделительного трансформатора с электроприемником, расположенным на ограде, должна быть изолирована от земли на расчетное значение напряжения на заземляющем устройстве.

Если выполнение хотя бы одного из указанных мероприятий невозможно, то металлические части ограды следует присоединить к заземляющему устройству и выполнить выравнивание потенциалов так, чтобы напряжение прикосновения с внешней и внутренней сторон ограды не превышало допустимых значений.

При выполнении заземляющего устройства по допустимому сопротивлению с этой целью должен быть проложен горизонтальный заземлитель с внешней стороны ограды на расстоянии 1 м от нее и на глубине 1 м. Этот заземлитель следует присоединять к заземляющему устройству не менее чем в четырех точках.

1.7.94. Если заземляющее устройство электроустановки напряжением выше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью соединено с заземляющим устройством другой электроустановки при помощи кабеля с металлической оболочкой или броней, или других металлических связей, то для выравнивания потенциалов вокруг указанной другой электроустановки или здания, в котором она размещена, необходимо соблюдение одного из следующих условий:

1) прокладка в земле на глубине 1 м и на расстоянии 1 м от фундамента здания или от периметра территории, занимаемой оборудованием, заземлителя, соединенного с системой выравнивания потенциалов этого здания или этой территории, а у входов и у въездов в здание - укладка проводников на расстоянии 1 и 2 м от заземлителя на глубине 1 и 1,5 м соответственно и соединение этих проводников с заземлителем;

2) использование железобетонных фундаментов в качестве заземлителей в соответствии с 1.7.109, если при этом обеспечивается допустимый уровень выравнивания потенциалов. Обеспечение условий выравнивания потенциалов посредством железобетонных фундаментов, используемых в качестве заземлителей, определяется в соответствии с ГОСТ 12.1.030 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

Не требуется выполнение условий, указанных в пп. 1 и 2, если вокруг зданий имеются асфальтовые отмостки, в том числе у входов и у въездов. Если у какого-либо входа (въезда) отмостка отсутствует, у этого входа (въезда) должно быть выполнено выравнивание потенциалов путем укладки двух проводников, как указано в пп. 1, или соблюдено условие по пп. 2. При этом во всех случаях должны выполняться требования 1.7.95.

1.7.95. Во избежание выноса потенциала не допускается питание электроприемников, находящихся за пределами заземляющих устройств электроустановок напряжением выше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью, от обмоток до 1 кВ с заземленной нейтралью трансформаторов, находящихся в пределах контура заземляющего устройства электроустановки напряжением выше 1 кВ.

При необходимости питание таких электроприемников может осуществляться от трансформатора с изолированной нейтралью на стороне напряжением до 1 кВ по кабельной линии, выполненной кабелем без металлической оболочки и без брони, или по ВЛ.

При этом напряжение на заземляющем устройстве не должно превышать напряжение срабатывания пробивного предохранителя, установленного на стороне низшего напряжения трансформатора с изолированной нейтралью.

Питание таких электроприемников может также осуществляться от разделительного трансформатора. Разделительный трансформатор и линия от его вторичной обмотки к электроприемнику, если она проходит по территории, занимаемой заземляющим устройством электроустановки напряжением выше 1 кВ, должны иметь изоляцию от земли на расчетное значение напряжения на заземляющем устройстве.

Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

1.7.96. 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.

1.7.97. При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью должны быть выполнены условия 1.7.104.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более указанного в 1.7.101 либо к заземляющему устройству должны быть присоединены оболочки и броня не менее двух кабелей на напряжение до или выше 1 кВ или обоих напряжений, при общей протяженности этих кабелей не менее 1 км.

1.7.98. 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.

1.7.99. Заземляющее устройство сети напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью, объединенное с заземляющим устройством сети напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью в одно общее заземляющее устройство, должно удовлетворять также требованиям 1.7.89-1.7.90.

Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью

1.7.100. 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.

1.7.101. 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 220В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127В 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 220В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127В источника однофазного тока.

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

1.7.102. 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 (см. гл. 2.4).

Указанные повторные заземления выполняются, если более частые заземления по условиям защиты от грозовых перенапряжений не требуются.

Повторные заземления *PEN*-проводника в сетях постоянного тока должны быть выполнены при помощи отдельных искусственных заземлителей, которые не должны иметь металлических соединений с подземными трубопроводами.

Заземляющие проводники для повторных заземлений *PEN*-проводника должны иметь размеры не менее приведенных в табл. 1.7.4.

**Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников,
проложенных в земле**

Материал	Профиль сечения	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм	Толщина стенки, мм
Сталь черная	Круглый: для вертикальных заземлителей; для горизонтальных заземлителей	16	-	-
		10	-	-
	Прямоугольный	-	100	4
	Угловой	-	100	4
	Трубный	32	-	3,5
Сталь оцинкованная	Круглый: для вертикальных заземлителей; для горизонтальных заземлителей	12	-	-
		10	-	-
	Прямоугольный	-	75	3
	Трубный	25	-	2
Медь	Круглый	12	-	-
	Прямоугольный	-	50	2
	Трубный	20	-	2
	Канат многопроволочный	1,8*	35	

* Диаметр каждой проволоки.

1.7.103. Общее сопротивление растеканию заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений PEN-проводника каждой ВЛ в любое время года должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127В источника однофазного тока. При этом сопротивление растеканию заземлителя каждого из повторных заземлений должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях.

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

**Заземляющие устройства электроустановок напряжением
до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью**

1.7.104. Сопротивление заземляющего устройства, используемого для защитного заземления открытых проводящих частей, в системе IT должно соответствовать условию:

$$R \leq U_{\text{пр}}/I,$$

где R - сопротивление заземляющего устройства, Ом;

$U_{\text{пр}}$ - напряжение прикосновения, значение которого принимается равным 50 В (см. также 1.7.53);

I - полный ток замыкания на землю, А.

Как правило, не требуется принимать значение сопротивления заземляющего устройства менее 4 Ом. Допускается сопротивление заземляющего устройства до 10 Ом, если соблюдено приведенное выше условие, а мощность генераторов или трансформаторов не превышает 100 кВ·А, в том числе суммарная мощность генераторов или трансформаторов, работающих параллельно.

Заземляющие устройства в районах с большим удельным сопротивлением земли

1.7.105. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью в районах с большим удельным сопротивлением земли, в том числе в районах многолетней мерзлоты, рекомендуется выполнять с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения (1.7.91).

В скальных структурах допускается прокладывать горизонтальные заземлители на меньшей глубине, чем этого требуют 1.7.91-1.7.93, но не менее чем 0,15 м. Кроме того, допускается не выполнять требуемые 1.7.90 вертикальные заземлители у входов и у въездов.

1.7.106. При сооружении искусственных заземлителей в районах с большим удельным сопротивлением земли рекомендуются следующие мероприятия:

- 1) устройство вертикальных заземлителей увеличенной длины, если с глубиной удельное сопротивление земли снижается, а естественные углубленные заземлители (например, скважины с металлическими обсадными трубами) отсутствуют;
- 2) устройство выносных заземлителей, если вблизи (до 2 км) от электроустановки есть места с меньшим удельным сопротивлением земли;
- 3) укладка в траншеи вокруг горизонтальных заземлителей в скальных структурах влажного глинистого грунта с последующей трамбовкой и засыпкой щебнем до верха траншеи;
- 4) применение искусственной обработки грунта с целью снижения его удельного сопротивления, если другие способы не могут быть применены или не дают необходимого эффекта.

1.7.107. В районах многолетней мерзлоты, кроме рекомендаций, приведенных в 1.7.106, следует:

- 1) помещать заземлители в непромерзающие водоемы и талые зоны;
- 2) использовать обсадные трубы скважин;
- 3) в дополнение к углубленным заземлителям применять протяженные заземлители на глубине около 0,5 м, предназначенные для работы в летнее время при оттаивании поверхностного слоя земли;
- 4) создавать искусственные талые зоны.

1.7.108. В электроустановках напряжением выше 1 кВ, а также до 1 кВ с изолированной нейтралью для земли с удельным сопротивлением более 500 Ом·м, если мероприятия, предусмотренные 1.7.105-1.7.107, не позволяют получить приемлемые по экономическим соображениям заземлители, допускается повысить требуемые настоящей главой значения сопротивлений заземляющих устройств в $0,002\rho$ раз, где ρ - эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м. При этом увеличение требуемых настоящей главой сопротивлений заземляющих устройств должно быть не более десятикратного.

Заземлители

1.7.109. 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.

1.7.110. Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей, и трубопроводов канализации и центрального отопления. Указанные ограничения не исключают необходимости присоединения таких трубопроводов к заземляющему устройству с целью уравнивания потенциалов в соответствии с 1.7.82.

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.

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

Искусственные заземлители не должны иметь окраски.

Материал и наименьшие размеры заземлителей должны соответствовать приведенным в табл. 1.7.4.

1.7.112. Сечение горизонтальных заземлителей для электроустановок напряжением выше 1 кВ следует выбирать по условию термической стойкости при допустимой температуре нагрева 400 °С (кратковременный нагрев, соответствующий времени действия защиты и отключения выключателя).

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.

Заземляющие проводники

1.7.113. Сечения заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ должны соответствовать требованиям 1.7.126 к защитным проводникам.

Наименьшие сечения заземляющих проводников, проложенных в земле, должны соответствовать приведенным в табл. 1.7.4.

Прокладка в земле алюминиевых неизолированных проводников не допускается.


1.7.114. 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 °С (кратковременный нагрев, соответствующий полному времени действия защиты и отключения выключателя).

1.7.115. В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников сечением до 25 мм² 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 мм², алюминиевых - 35 мм², стальных - 120 мм².

1.7.116. Для выполнения измерений сопротивления заземляющего устройства в удобном месте должна быть предусмотрена возможность отсоединения заземляющего проводника. В электроустановках напряжением до 1 кВ таким местом, как правило, является главная заземляющая шина. Отсоединение заземляющего проводника должно быть возможно только при помощи инструмента.

1.7.117. Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего (функционального) заземления к главной заземляющей шине в электроустановках напряжением до 1 кВ, должен иметь сечение не менее: медный - 10 мм², алюминиевый - 16 мм², стальной - 75 мм².

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

Главная заземляющая шина

1.7.119. 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 PE.

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 PE (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 .

1.7.120. 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 PE (PEN)-проводника той линии среди отходящих от щитов низкого напряжения подстанций, которая имеет наибольшее сечение. Для соединения нескольких главных заземляющих шин могут использоваться сторонние проводящие части, если они соответствуют требованиям 1.7.122 к непрерывности и проводимости электрической цепи.

Защитные проводники (PE-проводники)

1.7.121. В качестве PE-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 требований 1.7.122;

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

1.7.122. Использование открытых и сторонних проводящих частей в качестве *РЕ*-проводников допускается, если они отвечают требованиям настоящей главы к проводимости и непрерывности электрической цепи.

Сторонние проводящие части могут быть использованы в качестве *РЕ*-проводников, если они, кроме того, одновременно отвечают следующим требованиям:

1) непрерывность электрической цепи обеспечивается либо их конструкцией, либо соответствующими соединениями, защищенными от механических, химических и других повреждений;

2) их демонтаж невозможен, если не предусмотрены меры по сохранению непрерывности цепи и ее проводимости.

1.7.123. 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.

1.7.124. 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 шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления, обеспечивающих возможность подключения к ним защитных проводников в нужном месте.

1.7.125. Использование специально предусмотренных защитных проводников для иных целей не допускается.

1.7.126. Наименьшие площади поперечного сечения защитных проводников должны соответствовать табл. 1.7.5.

Площади сечений приведены для случая, когда защитные проводники изготовлены из того же материала, что и фазные проводники. Сечения защитных проводников из других материалов должны быть эквивалентны по проводимости приведенным.

Наименьшие сечения защитных проводников

Сечение фазных проводников, мм ²	Наименьшее сечение защитных проводников, мм ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Допускается, при необходимости, принимать сечение защитного проводника менее требуемых, если оно рассчитано по формуле (только для времени отключения ≤ 5 с):

$$S \geq I \sqrt{t} / k,$$

где S - площадь поперечного сечения защитного проводника, мм²;

I - ток короткого замыкания, обеспечивающий время отключения поврежденной цепи защитным аппаратом в соответствии с табл. 1.7.1 и 1.7.2 или за время не более 5 с в соответствии с 1.7.79, А;

t - время срабатывания защитного аппарата, с;

k — коэффициент, значение которого зависит от материала защитного проводника, его изоляции, начальной и конечной температур. Значение k для защитных проводников в различных условиях приведены в табл. 1.7.6-1.7.9.

Если при расчете получается сечение, отличное от приведенного в табл. 1.7.5, то следует выбирать ближайшее большее значение, а при получении нестандартного сечения - применять проводники ближайшего большего стандартного сечения.

Значения максимальной температуры при определении сечения защитного проводника не должны превышать предельно допустимых температур нагрева проводников при КЗ в соответствии с гл. 1.4, а для электроустановок во взрывоопасных зонах должны соответствовать ГОСТ 22782.0 «Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний».

1.7.127. Во всех случаях сечение медных защитных проводников, не входящих в состав кабеля или проложенных не в общей оболочке (трубе, коробе, на одном лотке) с фазными проводниками, должно быть не менее:

2,5 мм² - при наличии механической защиты;

4 мм² - при отсутствии механической защиты.

Сечение отдельно проложенных защитных алюминиевых проводников должно быть не менее 16 мм².

1.7.128. В системе TN для обеспечения требований 1.7.88 нулевые защитные проводники рекомендуется прокладывать совместно или в непосредственной близости с фазными проводниками.

Таблица 1.7.6

Значение коэффициента k для изолированных защитных проводников, не входящих в кабель, и для неизолированных проводников, касающихся оболочки кабелей (начальная температура проводника принята равной 30 °С)

Параметр	Материал изоляции		
	Поливинилхлор ид (ПВХ)	Поливинилхлор ид (ПВХ)	Бутилова я резина
Конечная температура, °С	160	250	220
k проводника:			
Медного	143	176	166
Алюминиевого	95	116	110
Стального	52	64	60

Таблица 1.7.7

**Значение коэффициента k для защитного проводника,
входящего в многожильный кабель**

Параметр	Материал изоляции		
	Поливинилхлор ид (ПВХ)	Сшитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	Бутилова я резина
Начальная температура, °С	70	90	85
Конечная температура, °С	160	250	220
k проводника: медного	115	143	134
алюминиевого	76	94	89

Таблица 1.7.8

**Значение коэффициента k при использовании в качестве защитного
проводника алюминиевой оболочки кабеля**

Параметр	Материал изоляции		
	Поливинилхлор ид (ПВХ)	Сшитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	Бутилова я резина
Начальная температура, °С	60	80	75
Конечная температура, °С	160	250	220
k	81	98	93

Таблица 1.7.9

**Значение коэффициента k для неизолированных проводников,
когда указанные температуры не создают опасности повреждения находящихся
вблизи материалов (начальная температура проводника принята равной 30 °С)**

Материал проводника	Условия	Проводники		
		Проложенные открыто и в специально отведенных местах	Эксплуатируемые	
			в нормальной среде	в пожароопасно й среде
Медь	Максимальная температура, °С	500*	200	150
	k	228	159	138
Алюминий	Максимальная температура, °С	300*	200	150
	k	125	105	91
Сталь	Максимальная температура, °С	500*	200	150
	k	82	58	50

* Указанные температуры допускаются, если они не ухудшают качество соединений.

1.7.129. В местах, где возможно повреждение изоляции фазных проводников в результате искрения между неизолированным нулевым защитным проводником и металлической оболочкой или конструкцией (например, при прокладке проводов в трубах, коробах, лотках), нулевые защитные проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

1.7.130. Неизолированные *РЕ*-проводники должны быть защищены от коррозии. В местах пересечения *РЕ*-проводников с кабелями, трубопроводами, железнодорожными путями, в местах их ввода в здания и в других местах, где возможны механические повреждения *РЕ*-проводников, эти проводники должны быть защищены.

В местах пересечения температурных и осадочных швов должна быть предусмотрена компенсация длины *РЕ*-проводников.

Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (*PEN*-проводники)

1.7.131. В многофазных цепях в системе *TN* для стационарно проложенных кабелей, жилы которых имеют площадь поперечного сечения не менее 10 мм² по меди или 16 мм² по алюминию, функции нулевого защитного (*PE*) и нулевого рабочего (*N*) проводников могут быть совмещены в одном проводнике (*PEN*-проводник).

1.7.132. 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.

1.7.133. 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.

1.7.134. Специально предусмотренные *PEN*-проводники должны соответствовать требованиям 1.7.126 к сечению защитных проводников, а также требованиям гл. 2.1 к нулевому рабочему проводнику.

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

1.7.135. 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 *PE*-проводника.

Проводники системы уравнивания потенциалов

1.7.136. В качестве проводников системы уравнивания потенциалов могут быть использованы открытые и сторонние проводящие части, указанные в 1.7.121, или специально проложенные проводники, или их сочетание.

1.7.137. 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 мм² 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 мм², алюминиевых - 16 мм², стальных - 50 мм².

1.7.138. 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.

Сечения проводников дополнительного уравнивания потенциалов, не входящих в состав кабеля, должны соответствовать требованиям 1.7.127.

Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов

1.7.139. Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов должны быть надежными и обеспечивать непрерывность электрической цепи. Соединения стальных проводников рекомендуется выполнять посредством сварки. Допускается в помещениях и в наружных установках без агрессивных сред соединять заземляющие и нулевые защитные проводники другими способами, обеспечивающими требования ГОСТ 10434 «Соединения контактные электрические. Общие технические требования» ко 2-му классу соединений.

Соединения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений.

Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта.

1.7.140. Соединения должны быть доступны для осмотра и выполнения испытаний за исключением соединений, заполненных компаундом или герметизированных, а также сварных, паяных и спрессованных присоединений к нагревательным элементам в системах обогрева и их соединений, находящихся в полах, стенах, перекрытиях и в земле.

1.7.141. При применении устройств контроля непрерывности цепи заземления не допускается включать их катушки последовательно (в рассечку) с защитными проводниками.

1.7.142. Присоединения заземляющих и нулевых защитных проводников, и проводников уравнивания потенциалов к открытым проводящим частям должны быть выполнены при помощи болтовых соединений или сварки.

Присоединения оборудования, подвергающегося частому демонтажу или установленного на движущихся частях или частях, подверженных сотрясениям и вибрации, должны выполняться при помощи гибких проводников.

Соединения защитных проводников электропроводок и ВЛ следует выполнять теми же методами, что и соединения фазных проводников.

При использовании естественных заземлителей для заземления электроустановок и сторонних проводящих частей в качестве защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов контактные соединения следует выполнять методами, предусмотренными ГОСТ 12.1.030 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

1.7.143. Места и способы присоединения заземляющих проводников к протяженным естественным заземлителям (например, к трубопроводам) должны быть выбраны такими, чтобы при разъединении заземлителей для ремонтных работ ожидаемые напряжения прикосновения и расчетные значения сопротивления заземляющего устройства не превышали безопасных значений.

Шунтирование водомеров, задвижек и т. п. следует выполнять при помощи проводника соответствующего сечения в зависимости от того, используется ли он в качестве защитного проводника системы уравнивания потенциалов, нулевого защитного проводника или защитного заземляющего проводника.

1.7.144. Присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику должно быть выполнено при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в защитный проводник открытых проводящих частей не допускается.

Присоединение проводящих частей к основной системе уравнивания потенциалов должно быть выполнено также при помощи отдельных ответвлений.

Присоединение проводящих частей к дополнительной системе уравнивания потенциалов может быть выполнено при помощи как отдельных ответвлений, так и присоединения к одному общему неразъемному проводнику.

1.7.145. Не допускается включать коммутационные аппараты в цепи *PE*- и *PEN*-проводников, за исключением случаев питания электроприемников при помощи штепсельных соединителей.

Допускается также одновременное отключение всех проводников на вводе в электроустановки индивидуальных жилых, дачных и садовых домов и аналогичных им объектов, питающихся по однофазным ответвлениям от ВЛ. При этом разделение *PEN*-проводника на *PE*- и *N*-проводники должно быть выполнено до вводного защитно-коммутационного аппарата.

1.7.146. Если защитные проводники и/или проводники уравнивания потенциалов могут быть разъединены при помощи того же штепсельного соединителя, что и соответствующие фазные проводники, розетка и вилка штепсельного соединителя должны иметь специальные защитные контакты для присоединения к ним защитных проводников или проводников уравнивания потенциалов.

Если корпус штепсельной розетки выполнен из металла, он должен быть присоединен к защитному контакту этой розетки.

Переносные электроприемники

1.7.147. К переносным электроприемникам в Правилах отнесены электроприемники, которые могут находиться в руках человека в процессе их эксплуатации (ручной электроинструмент, переносные бытовые электроприборы, переносная радиоэлектронная аппаратура и т. п.).

1.7.148. Питание переносных электроприемников переменного тока следует выполнять от сети напряжением не выше 380/220 В.

В зависимости от категории помещения по уровню опасности поражения людей электрическим током (см. гл. 1.1) для защиты при косвенном прикосновении в цепях, питающих переносные электроприемники, могут быть применены автоматическое отключение питания, защитное электрическое разделение цепей, сверхнизкое напряжение, двойная изоляция.

1.7.149. При применении автоматического отключения питания металлические корпуса переносных электроприемников, за исключением электроприемников с двойной изоляцией, должны быть присоединены к нулевому защитному проводнику в системе *TN* или заземлены в системе *IT*, для чего должен быть предусмотрен специальный защитный (*PE*) проводник, расположенный в одной оболочке с фазными проводниками (третья жила кабеля или провода — для электроприемников однофазного и постоянного тока, четвертая или пятая жила — для электроприемников трехфазного тока), присоединяемый к корпусу электроприемника и к защитному контакту вилки штепсельного соединителя. *PE*-проводник должен быть медным, гибким, его сечение должно быть равно сечению фазных проводников. Использование для этой цели нулевого рабочего (*N*) проводника, в том числе расположенного в общей оболочке с фазными проводниками, не допускается.

1.7.150. Допускается применять стационарные и отдельные переносные защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов для переносных электроприемников испытательных лабораторий и экспериментальных установок, перемещение которых в период их работы не предусматривается. При этом стационарные проводники должны удовлетворять требованиям 1.7.121-1.7.130, а переносные проводники должны быть медными, гибкими и иметь сечение не меньше чем у фазных проводников. При прокладке таких проводников не в составе общего с фазными проводниками кабеля их сечения должны быть не менее указанных в 1.7.127.

1.7.151. Для дополнительной защиты от прямого прикосновения и при косвенном прикосновении штепсельные розетки с номинальным током не более 20 А наружной

установки, а также внутренней установки, но к которым могут быть подключены переносные электроприемники, используемые вне зданий либо в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, должны быть защищены устройствами защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА. Допускается применение ручного электроинструмента, оборудованного УЗО-вилками.

При применении защитного электрического разделения цепей в стесненных помещениях с проводящим полом, стенами и потолком, а также при наличии требований в соответствующих главах ПУЭ в других помещениях с особой опасностью, каждая розетка должна питаться от индивидуального разделительного трансформатора или от его отдельной обмотки.

При применении сверхнизкого напряжения питание переносных электроприемников напряжением до 50 В должно осуществляться от безопасного разделительного трансформатора.

1.7.152. Для присоединения переносных электроприемников к питающей сети следует применять штепсельные соединители, соответствующие требованиям 1.7.146.

В штепсельных соединителях переносных электроприемников, удлинительных проводов и кабелей проводник со стороны источника питания должен быть присоединен к розетке, а со стороны электроприемника - к вилке.

1.7.153. УЗО защиты розеточных цепей рекомендуется размещать в распределительных (групповых, квартирных) щитках. Допускается применять УЗО-розетки.

1.7.154. Защитные проводники переносных проводов и кабелей должны быть обозначены желто-зелеными полосами.

Передвижные электроустановки

1.7.155. Требования к передвижным электроустановкам не распространяются на:

судовые электроустановки;
электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов;
электрифицированный транспорт;
жилые автофургоны.

Для испытательных лабораторий должны также выполняться требования других соответствующих нормативных документов.

1.7.156. Автономный передвижной источник питания электроэнергией - такой источник, который позволяет осуществлять питание потребителей независимо от стационарных источников электроэнергии (энергосистемы).

1.7.157. Передвижные электроустановки могут получать питание от стационарных или автономных передвижных источников электроэнергии.

Питание от стационарной электрической сети должно, как правило, выполняться от источника с глухозаземленной нейтралью с применением систем *TN-S* или *TN-C-S*. Объединение функций нулевого защитного проводника *PE* и нулевого рабочего проводника *N* в одном общем проводнике *PEN* внутри передвижной электроустановки не допускается. Разделение *PEN*-проводника питающей линии на *PE*- и *N*-проводники должно быть выполнено в точке подключения установки к источнику питания.

При питании от автономного передвижного источника его нейтраль, как правило, должна быть изолирована.

1.7.158. При питании стационарных электроприемников от автономных передвижных источников питания режим нейтрали источника питания и меры защиты должны соответствовать режиму нейтрали и мерам защиты, принятым для стационарных электроприемников.

1.7.159. В случае питания передвижной электроустановки от стационарного источника питания для защиты при косвенном прикосновении должно быть выполнено автоматическое отключение питания в соответствии с 1.7.79 с применением устройства защиты от сверхтоков. При этом время отключения, приведенное в табл. 1.7.1, должно быть уменьшено вдвое либо

дополнительно к устройству защиты от сверхтоков должно быть применено устройство защитного отключения, реагирующее на дифференциальный ток.

В специальных электроустановках допускается применение УЗО, реагирующих на потенциал корпуса относительно земли.

При применении УЗО, реагирующего на потенциал корпуса относительно земли, уставка по значению отключающего напряжения должна быть равной 25В при времени отключения не более 5 с.

1.7.160. В точке подключения передвижной электроустановки к источнику питания должно быть установлено устройство защиты от сверхтоков и УЗО, реагирующее на дифференциальный ток, номинальный отключающий дифференциальный ток, которого должен быть на 1-2 ступени больше соответствующего тока УЗО, установленного на вводе в передвижную электроустановку.

При необходимости на вводе в передвижную электроустановку может быть применено защитное электрическое разделение цепей в соответствии с 1.7.85. При этом разделительный трансформатор, а также вводное защитное устройство должны быть помещены в изолирующую оболочку.

Устройство присоединения ввода питания в передвижную электроустановку должно иметь двойную изоляцию.

1.7.161. При применении автоматического отключения питания в системе *IT* для защиты при косвенном прикосновении должны быть выполнены:

защитное заземление в сочетании с непрерывным контролем изоляции, действующим на сигнал;

автоматическое отключение питания, обеспечивающее время отключения при двухфазном замыкании на открытые проводящие части в соответствии с табл. 1.7.10.

Таблица 1.7.10

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы *IT* в передвижных электроустановках, питающихся от автономного передвижного источника

Номинальное линейное напряжение, <i>U</i> , В	Время отключения, с
220	0,4
380	0,2
660	0,06
Более 660	0,02

Для обеспечения автоматического отключения питания должно быть применено: устройство защиты от сверхтоков в сочетании с УЗО, реагирующим на дифференциальный ток, или устройством непрерывного контроля изоляции, действующим на отключение, или, в соответствии с 1.7.159, УЗО, реагирующим на потенциал корпуса относительно земли.

1.7.162. На вводе в передвижную электроустановку должна быть предусмотрена главная шина уравнивания потенциалов, соответствующая требованиям 1.7.119 к главной заземляющей шине, к которой должны быть присоединены:

нулевой защитный проводник *PE* или защитный проводник *PE* питающей линии;

защитный проводник передвижной электроустановки с присоединенными к нему защитными проводниками открытых проводящих частей;

проводники уравнивания потенциалов корпуса и других сторонних проводящих частей передвижной электроустановки;

заземляющий проводник, присоединенный к местному заземлителю передвижной электроустановки (при его наличии).

При необходимости открытые и сторонние проводящие части должны быть соединены между собой посредством проводников дополнительного уравнивания потенциалов.

1.7.163. Защитное заземление передвижной электроустановки в системе *IT* должно быть выполнено с соблюдением требований либо к его сопротивлению, либо к напряжению прикосновения при однофазном замыкании на открытые проводящие части.

При выполнении заземляющего устройства с соблюдением требований к его сопротивлению значение его сопротивления не должно превышать 25 Ом. Допускается повышение указанного сопротивления в соответствии с 1.7.108.

При выполнении заземляющего устройства с соблюдением требований к напряжению прикосновения сопротивление заземляющего устройства не нормируется. В этом случае должно быть выполнено условие:

$$R_3 \leq 25/I_3,$$

где R_3 - сопротивление заземляющего устройства передвижной электроустановки, Ом;

I_3 - полный ток однофазного замыкания на открытые проводящие части передвижной электроустановки, А.

1.7.164. Допускается не выполнять местный заземлитель для защитного заземления передвижной электроустановки, питающейся от автономного передвижного источника питания с изолированной нейтралью, в следующих случаях:

1) автономный источник питания и электроприемники расположены непосредственно на передвижной электроустановке, их корпуса соединены между собой при помощи защитного проводника, а от источника не питаются другие электроустановки;

2) автономный передвижной источник питания имеет свое заземляющее устройство для защитного заземления, все открытые проводящие части передвижной электроустановки, ее корпус и другие сторонние проводящие части надежно соединены с корпусом автономного передвижного источника при помощи защитного проводника, а при двухфазном замыкании на разные корпуса электрооборудования в передвижной электроустановке обеспечивается время автоматического отключения питания в соответствии с табл. 1.7.10.

1.7.165. Автономные передвижные источники питания с изолированной нейтралью должны иметь устройство непрерывного контроля сопротивления изоляции относительно корпуса (земли) со световым и звуковым сигналами. Должна быть обеспечена возможность проверки исправности устройства контроля изоляции и его отключения.

Допускается не устанавливать устройство непрерывного контроля изоляции с действием на сигнал на передвижной электроустановке, питающейся от такого автономного передвижного источника, если при этом выполняется условие 1.7.164, пп. 2.

1.7.166. Защита от прямого прикосновения в передвижных электроустановках должна быть обеспечена применением изоляции токоведущих частей, ограждений и оболочек со степенью защиты не менее IP 2X. Применение барьеров и размещение вне пределов досягаемости не допускается.

В цепях, питающих штепсельные розетки для подключения электрооборудования, используемого вне помещения передвижной установки, должна быть выполнена дополнительная защита в соответствии с 1.7.151.

1.7.167. Защитные и заземляющие проводники и проводники уравнивания потенциалов должны быть медными, гибкими, как правило, находиться в общей оболочке с фазными проводниками. Сечение проводников должно соответствовать требованиям:

защитных - 1.7.126-1.7.127;

заземляющих - 1.7.113;

уравнивания потенциалов - 1.7.136-1.7.138.

При применении системы *IT* допускается прокладка защитных и заземляющих проводников и проводников уравнивания потенциалов отдельно от фазных проводников.

1.7.168. Допускается одновременное отключение всех проводников линии, питающей передвижную электроустановку, включая защитный проводник при помощи одного коммутационного аппарата (разъема).

1.7.169. Если передвижная электроустановка питается с использованием штепсельных соединителей, вилка штепсельного соединителя должна быть подключена со стороны передвижной электроустановки и иметь оболочку из изолирующего материала.

Электроустановки помещений для содержания животных

1.7.170. Питание электроустановок животноводческих помещений следует, как правило, выполнять от сети напряжением 380/220 В переменного тока.

1.7.171. Для защиты людей и животных при косвенном прикосновении должно быть выполнено автоматическое отключение питания с применением системы *TN-C-S*. Разделение *PEN*-проводника на нулевой защитный (*PE*) и нулевой рабочий (*N*) проводники следует выполнять на вводном щитке. При питании таких электроустановок от встроенных и пристроенных подстанций должна быть применена система *TN-S*, при этом нулевой рабочий проводник должен иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников на всем его протяжении.

Время защитного автоматического отключения питания в помещениях для содержания животных, а также в помещениях, связанных с ними при помощи сторонних проводящих частей, должно соответствовать табл. 1.7.11.

Таблица 1.7.11

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы *TN* в помещениях для содержания животных

Номинальное фазное напряжение, U_0 , В	Время отключения, с
127	0,35
220	0,2
380	0,05

Если указанное время отключения не может быть гарантировано, необходимы дополнительные защитные меры, например, дополнительное уравнивание потенциалов.

1.7.172. *PEN*-проводник на вводе в помещение должен быть повторно заземлен. Значение сопротивления повторного заземления должно соответствовать 1.7.103.

1.7.173. В помещениях для содержания животных необходимо предусматривать защиту не только людей, но и животных, для чего должна быть выполнена дополнительная система уравнивания потенциалов, соединяющая все открытые и сторонние проводящие части, доступные одновременному прикосновению (трубы водопровода, вакуумпровода, металлические ограждения стойл, металлические привязи и др.).

1.7.174. В зоне размещения животных в полу должно быть выполнено выравнивание потенциалов при помощи металлической сетки или другого устройства, которое должно быть соединено с дополнительной системой уравнивания потенциалов.

1.7.175. Устройство выравнивания и уравнивания электрических потенциалов должно обеспечивать в нормальном режиме работы электрооборудования напряжение прикосновения не более 0,2 В, а в аварийном режиме при времени отключения, более указанного в табл. 1.7.11 для электроустановок в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках - не более 12 В.

1.7.176. Для всех групповых цепей, питающих штепсельные розетки, должна быть дополнительная защита от прямого прикосновения при помощи УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

1.7.177. В животноводческих помещениях, в которых отсутствуют условия, требующие выполнения выравнивания потенциалов, должна быть выполнена защита при помощи УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не менее 100 мА, устанавливаемых на вводном щитке.

ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

(в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

I. Область применения Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок

1.1. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (далее - Правила) устанавливают государственные нормативные требования охраны труда при эксплуатации электроустановок. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Требования Правил распространяются на работодателей - юридических и физических лиц независимо от их организационно-правовых форм и работников из числа электротехнического, электротехнологического и не электротехнического персонала организаций (далее - работники), занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения, а также осуществляющих управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей.

Требования безопасности при эксплуатации специализированных электроустановок, в том числе контактной сети электрифицированных железных дорог, городского электротранспорта должны соответствовать Правилам с учетом особенностей эксплуатации, обусловленных конструкцией данных электроустановок. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

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

Работодатель в зависимости от специфики своей деятельности вправе устанавливать дополнительные требования безопасности, не противоречащие Правилам. Требования охраны труда должны содержаться в соответствующих инструкциях по охране труда, доводиться до работника в виде распоряжений, указаний, инструктажа.

1.3. Машины, аппараты, линии и вспомогательное оборудование (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии (далее - электроустановки) должны находиться в технически исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия труда.

1.4. Электроустановки должны быть укомплектованы испытанными, готовыми к использованию защитными средствами и изделиями медицинского назначения для оказания первой помощи работникам в соответствии с действующими правилами и нормами.

1.5. В организациях должен осуществляться контроль за соблюдением Правил, требований инструкций по охране труда, контроль за проведением инструктажей. Ответственность за состояние охраны труда в организации несет работодатель, который вправе передать свои права и функции по этому вопросу руководящему работнику организации, наделенному в установленном порядке административными функциями (главный инженер, вице-президент, технический директор, заместитель директора), руководителю филиала, руководителю представительства организации (далее - обособленное подразделение) распорядительным документом.

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

III. Охрана труда при оперативном обслуживании и осмотрах электроустановок

3.1. Оперативное обслуживание и осмотр электроустановок должны выполнять работники субъекта электроэнергетики (потребителя электрической энергии), уполномоченные субъектом электроэнергетики (потребителем электрической энергии) на осуществление в установленном порядке действий по изменению технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств с правом непосредственного воздействия на органы управления оборудования и устройств релейной защиты и автоматики при осуществлении оперативно-технологического управления, в том числе с использованием средств дистанционного управления, на принадлежащих такому субъекту электроэнергетики (потребителю электрической энергии) на праве собственности или ином законном основании объектах электроэнергетики (энергопринимающих установках), либо в установленных законодательством случаях - на объектах электроэнергетики и энергопринимающих установках, принадлежащих третьим лицам, а также координацию указанных действий (далее - оперативный персонал), или работники из числа ремонтного персонала с правом непосредственного воздействия на органы управления оборудованием и устройств релейной защиты и автоматики, осуществляющие оперативное обслуживание закрепленных за ними электроустановок (далее - оперативно-ремонтный персонал). (в ред. Приказа Минтруда РФ [от 19.02.2016 N 74н](#))

В Правилах под оперативным персоналом понимается и оперативно-ремонтный персонал, если отсутствуют особенные требования к ним.

3.2. В электроустановках напряжением выше 1000 В работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, и старшие по смене должны иметь группу по электробезопасности (далее - группа) IV, остальные работники в смене - группу III.

В электроустановках напряжением до 1000 В работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, должны иметь группу III.

Вид оперативного обслуживания электроустановок, а также число работников из числа оперативного персонала в смене устанавливается ОРД организации или обособленного подразделения.

3.3. При оперативном обслуживании, осмотрах электроустановок, а также выполнении работ в электроустановках не допускается приближение людей, гидравлических подъемников, телескопических вышек, экскаваторов, тракторов, автопогрузчиков, бурильно-крановых машин, выдвижных лестниц с механическим приводом (далее - механизмы) и технических устройств циклического действия для подъема и перемещения груза (далее - грузоподъемных машин) к находящимся под напряжением неогражденным токоведущим частям на расстояния менее указанных в таблице N 1.

3.4. Единоличный осмотр электроустановки, электротехнической части технологического оборудования имеет право выполнять работник из числа оперативного персонала, имеющий группу не ниже III, эксплуатирующий данную электроустановку, находящийся на дежурстве, либо работник из числа административно-технического персонала (руководящие работники и специалисты), на которого возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках (далее - административно-технический персонал (руководящие работники и специалисты)), имеющий: (в ред. Приказа Минтруда РФ [от 19.02.2016 N 74н](#))

группу V - при эксплуатации электроустановки напряжением выше 1000 В;

группу IV - при эксплуатации электроустановки напряжением до 1000 В. Право единоличного осмотра предоставляется на основании ОРД организации (обособленного подразделения).

Осмотр воздушных линий электропередачи (устройств для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе, прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах) (далее - ВЛ) должен выполняться в соответствии с требованиями пунктов 7.15, 38.73, 38.74, 38.75 Правил. За начало и конец ВЛ принимаются линейные порталы или линейные вводы электроустановки, служащей для приема и распределения электроэнергии и содержащей коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы (далее - распределительные устройства, РУ), а для ответвлений - ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод распределительного устройства. РУ бывают: (в ред. Приказа Минтруда РФ [от 19.02.2016 N 74н](#))

открытое РУ (далее - ОРУ), основное оборудование которого расположено на открытом воздухе; (в ред. Приказа Минтруда РФ [от 19.02.2016 N 74н](#))

закрытое РУ (далее - ЗРУ), оборудование которого расположено в здании.

Таблица N 1

Допустимые расстояния до токоведущих частей электроустановок, находящихся под напряжением

Напряжение электроустановок, кВ	Расстояние от работников и применяемых инструментов приспособлений, временных ограждений, м	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
ВЛ до 1	0,6	1,0
Остальные электроустановки:		
до 1	не нормируется (без прикосновения)	1,0
1 - 35	0,6	1,0
60 <*> - 110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5
330	2,5	3,5
400 <*> - 500	3,5	4,5
750	5,0	6,0
1150	8,0	10,0

<*> Постоянный ток.

Осмотр воздушных линий электропередачи (устройств для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах) (далее - ВЛ) должен выполняться в соответствии с требованиями пунктов 7.15, 38.71, 38.72, 38.73 Правил. За начало и конец воздушной линии электропередачи принимаются линейные порталы или линейные вводы электроустановки, служащей для приема и распределения электроэнергии и содержащей коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы (далее - распределительные устройства), а для ответвлений - ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод распределительного устройства. РУ бывают:

открытые (далее - ОРУ) - РУ, где все или основное оборудование расположено на открытом воздухе;

закрытое (далее - ЗРУ) - РУ, оборудование которого расположено в здании;

комплектные (далее - КРУ) - РУ, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и электроавтоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

3.5. Работники, не обслуживающие электроустановки, могут допускаться в электроустановки в сопровождении оперативного персонала, обслуживающего данную электроустановку, имеющего группу IV - в электроустановках напряжением выше 1000В, и имеющего группу III - в электроустановках напряжением до 1000В, либо работника, имеющего право единоличного осмотра. Сопровождающий работник должен осуществлять контроль за безопасностью людей, допущенных в электроустановки, и предупреждать их о запрещении приближаться к токоведущим частям.

3.6. При осмотре электроустановок разрешается открывать двери щитов, сборок, пультов управления и других устройств. При осмотре электроустановок напряжением выше 1000В не допускается входить в помещения, камеры, не оборудованные ограждениями или барьерами, препятствующими приближению к токоведущим частям на расстояния, менее указанных в таблице N 1. Не допускается проникать за ограждения и барьеры электроустановок. Не допускается выполнение какой-либо работы во время осмотра.

3.7. При замыкании на землю в электроустановках напряжением 3 - 35кВ приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4 м в ЗРУ и менее 8 м в ОРУ и на ВЛ допускается только для оперативных переключений с целью ликвидации замыкания и освобождения людей, попавших под напряжение. При этом следует пользоваться электрозащитными средствами.

3.8. При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от действия электрического тока напряжение должно быть снято немедленно без предварительного разрешения оперативного персонала.

3.9. Отключать и включать электрические аппараты, предназначенные для коммутации электрической цепи и снятия напряжения с части электроустановки (выключатель, выключатель нагрузки, отделитель, разъединитель, автомат, рубильник, пакетный выключатель, предохранитель) (далее - коммутационные аппараты) и заземлители (заземляющие разъединители, заземляющие ножи) напряжением выше 1000В с ручным приводом необходимо в диэлектрических перчатках.

3.10. Снимать и устанавливать предохранители следует при снятом напряжении. Допускается снимать и устанавливать предохранители, находящиеся под напряжением, но без нагрузки.

Под напряжением и под нагрузкой допускается заменять:

предохранители в цепях управления, электроавтоматики, блокировки, измерения, релейной защиты, контроля и сигнализации (далее - вторичные соединения или цепи);

предохранители трансформаторов напряжения;

предохранители пробочного типа.

3.11. При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться:

в электроустановках напряжением выше 1000В - изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и средств защиты лица, глаз от механических воздействий и термических рисков электрической дуги;

в электроустановках напряжением до 1000В - изолирующими клещами, диэлектрическими перчатками и средствами защиты лица, глаз от механических воздействий и термических рисков электрической дуги.

3.12. Двери помещений электроустановок, камер, щитов и сборок, кроме тех, в которых проводятся работы, должны быть закрыты на замок.

3.13. Порядок хранения и выдачи ключей от электроустановок определяется распоряжением руководителя организации (обособленного подразделения). Ключи от электроустановок должны находиться на учете у оперативного персонала. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, ключи могут быть на учете у административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов)

Ключи от электроустановок должны быть пронумерованы и храниться в запираемом ящике. Один комплект должен быть запасным.

Выдача ключей должна быть заверена подписью работника, ответственного за выдачу и хранение ключей, а также подписью работника, получившего ключи.

Ключи от электроустановок должны выдаваться:

работникам, имеющим право единоличного осмотра, в том числе оперативному персоналу - от всех помещений, вводных устройств, щитов и щитков;

допускающему из числа оперативного персонала, ответственному руководителю работ и производителю работ, наблюдающему при допуске к работам по наряду, распоряжению от помещений, вводных устройств, щитов, щитков, в которых предстоит работать;

оперативному или оперативно-ремонтному персоналу при работах, выполняемых в порядке текущей эксплуатации от помещений, в которых предстоит работать, вводных устройств, щитов и щитков. Ключи подлежат возврату ежедневно по окончании осмотра или работы.

При работе в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, ключи от электроустановок должны возвращаться не позднее следующего рабочего дня после осмотра или полного окончания работы.

Работодатель должен обеспечить учет выдачи и возврата ключей от электроустановок.

IV. Охрана труда при производстве работ в действующих электроустановках

4.1. Работы в действующих электроустановках должны проводиться:

по заданию на производство работы, оформленному на специальном бланке установленной формы и определяющему содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы (далее - наряд-допуск, наряд), форма которого и указания по его

заполнению предусмотрены приложением N 7 к Правилам;

по распоряжению;

на основании перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

4.2. Не допускается самовольное проведение работ в действующих электроустановках, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом, распоряжением или утвержденным работодателем перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

4.3. Выполнение работ в месте проведения работ по-другому наряду должно согласовываться с работником, выдавшим первый наряд (ответственным руководителем или производителем работ).

Согласование оформляется до начала подготовки рабочего места по второму наряду записью "Согласовано" на лицевой стороне второго наряда, располагаемой в левом нижнем поле документа с подписями работников, согласующих документ.

4.4. Капитальный ремонт электрооборудования напряжением выше 1000 В, работа на токоведущих частях без снятия напряжения в электроустановках напряжением выше 1000 В, а также ремонт ВЛ независимо от напряжения, должны выполняться по технологическим картам или проекту производства работ (далее - ППР), утвержденным руководителем организации (обособленного подразделения).

Работы на линиях под наведенным напряжением (ВЛ, КВЛ, ВЛС, воздушные участки КВЛ, которые проходят по всей длине или на отдельных участках вблизи действующих ВЛ или контактной сети электрифицированной железной дороги переменного тока, на отключенных проводах (тросах) которых при заземлении линии по концам (в РУ) на отдельных ее участках сохраняется напряжение более 25 В при наибольшем рабочем токе влияющих ВЛ (при пересчете на наибольший рабочий ток влияющих ВЛ), выполняются по технологическим картам или ППР, утвержденным руководителем организации (обособленного подразделения).

4.5. В электроустановках напряжением до 1000В при работе под напряжением необходимо:

снять напряжение с расположенных вблизи рабочего места других токоведущих частей, находящихся под напряжением, к которым возможно прикосновение, или оградить их;

работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на резиновом диэлектрическом ковре;

применять изолированный инструмент (у отверток должен быть изолирован стержень) или пользоваться диэлектрическими перчатками.

Не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры.

4.6. Не допускается в электроустановках работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет менее расстояния, указанного в таблице N 1.

Не допускается при работе около неогражденных токоведущих частей располагаться так, чтобы эти части находились сзади работника или по обеим сторонам от него.

4.7. Не допускается прикасаться без применения электрозачитных средств к изоляторам, изолирующим частям оборудования, находящегося под напряжением.

4.8. В пролетах пересечения в ОРУ и на ВЛ при замене проводов (тросов) и относящихся к ним изоляторов и арматуры, расположенных ниже проводов, находящихся под напряжением,

через заменяемые провода (тросы) в целях предупреждения подсечки расположенных выше проводов должны быть перекинута канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует перекидывать в двух местах - по обе стороны от места пересечения, закрепляя их концы за якоря, конструкции. Подъем провода должен осуществляться медленно и плавно.

4.9. Работы в ОРУ на проводах (тросах) и относящихся к ним изоляторах, арматуре, расположенных выше проводов, тросов, находящихся под напряжением, необходимо проводить в соответствии с ППР, утвержденным руководителем организации или обособленного подразделения. В ППР должны быть предусмотрены меры для предотвращения опускания проводов (тросов) и для защиты от наведенного напряжения. Не допускается замена проводов (тросов) при этих работах без снятия напряжения с пересекаемых проводов.

4.10. Работникам следует помнить, что после исчезновения напряжения на электроустановке оно может быть подано вновь без предупреждения.

4.11. Не допускаются работы в неосвещенных местах. Освещенность участков работ, рабочих мест, проездов и подходов к ним должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных устройств на работников.

4.12. При приближении грозы должны быть прекращены все работы на ВЛ, ВЛС, ОРУ, на вводах и коммутационных аппаратах ЗРУ, непосредственно подключенных к ВЛ, на линиях для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящих из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных кабельных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла (далее - КЛ), подключенных к участкам ВЛ, а также на вводах ВЛС в помещениях узлов связи и антенно-мачтовых сооружениях.

4.13. Работники, работающие в помещениях с электрооборудованием (за исключением щитов управления, релейных и им подобных), в ЗРУ и ОРУ, в подземных сооружениях, колодцах, туннелях, траншеях и котлованах, а также участвующие в обслуживании и ремонте ВЛ, должны пользоваться защитными касками.

4.14. На ВЛ независимо от класса напряжения допускается перемещение работников по проводам сечением не менее 240 кв. мм и по тросам сечением не менее 70 кв. мм при условии, что провода и тросы находятся в нормальном техническом состоянии, не имеют повреждений, вызванных вибрацией, коррозией. При перемещении по расщепленным проводам и тросам строп предохранительного пояса следует закреплять за них, а в случае использования специальной тележки - за тележку.

4.15. Техническое обслуживание осветительных устройств, расположенных на потолке машинных залов и цехов, с тележки мостового крана должны производить по наряду не менее двух работников, один из которых должен иметь группу III и выполнять соответствующую работу. Второй работник должен находиться вблизи работающего и контролировать соблюдение им необходимых мер безопасности.

Устройство временных подмостей, лестниц на тележке мостового крана не допускается. Работать следует непосредственно с настила тележки или с установленных на настиле стационарных подмостей.

С троллейных проводов перед подъемом на тележку мостового крана должно быть снято напряжение. При работе следует соблюдать правила по охране труда при работе на высоте.

Передвигать мост или тележку мостового крана крановщик должен только по команде производителя работ. При передвижении мостового крана работники должны размещаться в

кабине мостового крана или на настиле моста. Когда работники находятся на тележке мостового крана, передвижение моста и тележки запрещается.

4.16. При проведении земляных работ необходимо соблюдать требования строительных норм и правил.

4.17. На ВЛ и ВЛС перед соединением или разрывом электрически связанных участков (проводов, тросов) необходимо уравнивать потенциалы этих участков. Уравнивание потенциалов участков ВЛ, ВЛС осуществляется путем соединения этих участков проводником или установкой заземлений с обеих сторон разрыва (предполагаемого разрыва) с присоединением к одному заземлителю (заземляющему устройству).

V. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках

5.1. Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе с учетом требований пункта 5.14 Правил; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

допуск к работе;

надзор во время работы;

оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

5.2. Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются:

выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск с учетом требований пункта 5.14 Правил; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

ответственный руководитель работ;

допускающий;

производитель работ;

наблюдающий;

члены бригады.

5.3. Работник, 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 безопасное выполнение работ; за соответствие групп по электробезопасности работников, указанных в наряде, выполняемой работе; за проведение целевого инструктажа ответственному руководителю работ (производителю работ, наблюдающему). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5.4. Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа

административно - технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющим группу V (при эксплуатации электроустановок напряжением выше 1000 В), группу IV (при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

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, находящимися непосредственно на территории объекта электроэнергетики или энергопринимающей установки потребителя электроэнергии. Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов и распоряжений должно быть оформлено ОРД организации или обособленного подразделения. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5.5. Работник, выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск, отвечает: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

за выдачу команд по отключению и заземлению ЛЭП и оборудования, находящихся в его технологическом управлении и получение подтверждения их выполнения, а также за самостоятельные действия по отключению и заземлению ЛЭП и оборудования, находящихся в его технологическом управлении; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

за соответствие и достаточность предусмотренных нарядом (распоряжением) мер по отключению и заземлению оборудования с учетом фактической схемы электроустановок; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

за координацию времени и места работ допущенных бригад, в том числе за учет бригад, а также за получение информации от всех допущенных к работам в электроустановке бригад (допускающих) о полном окончании работ и возможности включения электроустановки в работу. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

В случае, когда работник выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск не является лицом, в технологическом управлении которого находится ЛЭП и оборудование, указанный работник отвечает за получение подтверждения о выполненных технических мероприятиях по отключению и заземлению ЛЭП и оборудования от диспетчерского персонала (работник субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике (диспетчер), уполномоченный при осуществлении оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике от имени субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике отдавать обязательные для исполнения диспетчерские команды и разрешения или осуществлять изменение технологического режима работы и эксплуатационного состояния объектов диспетчеризации, непосредственно воздействуя на них с использованием средств дистанционного управления, при управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы) или оперативного персонала, в чьем соответственно диспетчерском или технологическом управлении находится ЛЭП и оборудование. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5.6. Право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и на допуск предоставляется оперативному персоналу, имеющему группу не ниже IV, в соответствии с должностными инструкциями. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Допускается право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и допуск предоставлять работникам из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющим группу не ниже IV, уполномоченным на это ОРД организации или обособленного подразделения. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5.7. Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мероприятий по подготовке рабочего места 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 в электроустановках напряжением выше 1000 В назначаются работники из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющие группу V 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, работник, выдающий наряд, должен сделать запись об этом в строке "Отдельные указания" наряда, форма которого предусмотрена приложением N 7 к Правилам. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Выдающий наряд имеет право не назначать ответственного руководителя работ при выполнении работ в РУ напряжением выше 1000 В с одиночной секционированной или несекционированной системой шин, не имеющей обходной системы шин, а также на ВЛ, КВЛ и КЛ, всех электроустановках напряжением до 1000 В (далее - электроустановки с простой и наглядной схемой).

Ответственный руководитель работ должен назначаться при выполнении работ в одной электроустановке (ОРУ, ЗРУ):

с использованием механизмов и грузоподъемных машин;

с отключением электрооборудования, за исключением работ в электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей (пункт 6.8 Правил);

на КЛ и кабельных линиях связи (далее - 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, когда одна или все остальные цепи остаются под напряжением;

при одновременной работе двух и более бригад в электроустановке;

по пофазному ремонту ВЛ;

под наведенным напряжением;

без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли;

без снятия напряжения с временной изоляцией токоведущих частей на время проведения работ без изоляции человека от земли и использовании специального инструмента и приспособлений для работы под напряжением, за исключением работ в цепях вторичной коммутации;

на оборудовании и установках средств связи, средств диспетчерского и технологического управления (далее - СДТУ), по устройству мачтовых переходов, испытанию КЛС, при работах с аппаратурой необслуживаемых усилительных пунктов (далее - НУП) или необслуживаемых регенерационных пунктов (далее - НРП), на фильтрах присоединений без включения заземляющего ножа конденсатора связи. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет работник, выдающий наряд, которому разрешается назначать ответственного руководителя работ, и при других работах в электроустановках, помимо выше перечисленных.

5.8. Работник из числа электротехнического персонала, производящий подготовку рабочих мест и (или) оценку достаточности принятых мер по их подготовке, инструктирующий членов бригады и осуществляющий допуск к работе (далее - допускающий), отвечает за правильность и достаточность принятых им мер безопасности по подготовке рабочих мест и соответствие их мероприятиям, 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 пункте 5.13 Правил. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В - группу III.

5.9. Производитель работ отвечает:

за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;

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 (знаков безопасности), предназначенных для предупреждения человека о возможной опасности, запрещении или предписании определенных действий, а также для информации о расположении объектов, использование которых связано с исключением или снижением последствий воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов (далее - плакаты, знаки безопасности), заземлений, запирающих устройств;

за безопасное проведение работы и соблюдение 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. При выполнении 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, производитель работ должен иметь группу IV.

Производитель работ, выполняемых по распоряжению, должен иметь группу III при работе во всех электроустановках, кроме случаев, указанных в пунктах 7.7, 7.13, 7.15, 25.5, 39.21 Правил.

5.10. Работник из числа электротехнического персонала, осуществляющий надзор за бригадами, не имеющими права самостоятельного производства работ в электроустановках (далее - наблюдающий), отвечает:

за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;

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 назначается 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.

5.11. Член бригады отвечает за соблюдение требований настоящих Правил, инструкций по охране труда соответствующих организаций и инструктивных указаний, полученных при допуске к работе и во время работы.

5.12. Организационно-распорядительным документом должно быть оформлено предоставление прав работникам, выдающим наряд, распоряжение, выдающим разрешение на подготовку рабочего места и допуск в случаях, определенных в пункте 5.14 Правил, допускающему, ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему), а также права единоличного осмотра.

5.13. Работникам, ответственным за безопасное ведение работ, разрешается выполнять одну из дополнительных обязанностей в соответствии с таблицей N 2.

Правомерно выполнение работником обязанностей допускающего и выдающего разрешение на подготовку рабочего места и допуск, при наличии у допускающего прав оперативного управления оборудованием, которое необходимо отключать и заземлять в соответствии с мерами безопасности для производства работ, и прав ведения оперативных переговоров с работниками, выполняющими необходимые отключения и заземления оборудования на объектах, не находящихся в оперативном управлении допускающего.

Допускающий из числа оперативного персонала имеет право выполнять обязанности члена бригады.

На ВЛ всех уровней напряжения правомерно ответственному руководителю или производителю работ из числа ремонтного персонала выполнять обязанности допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами.

5.14. Требования по назначению лица, ответственного за выдачу разрешения на подготовку рабочих мест и на допуск, и по выдаче такого разрешения не распространяются на выполнение работ в электроустановках потребителей электрической энергии, кроме работ на ВЛ, КЛ, КВЛ, требующих координации со стороны персонала другой организации при изменении их эксплуатационного состояния. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5.15. Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов бригады по электробезопасности должны определяться исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимой производителем работ, при выполнении работ должен иметь группу III, за исключением выполнения работ на ВЛ в соответствии с пунктом 38.23 Правил, выполнять которые должен член бригады, имеющий группу IV.

В состав бригады на каждого работника, имеющего группу III, допускается включать одного работника, имеющего группу II, но общее число членов бригады, имеющих группу II, не должно превышать трех.

5.16. Оперативный персонал, находящийся на дежурстве, по разрешению работника из числа

вышестоящего оперативного персонала разрешено привлекать к работе в бригаде с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

Таблица N 2

Дополнительные обязанности работников, ответственных за безопасное ведение работ

Ответственный работник	Дополнительные 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 оперативного и оперативно-ремонтного персонала	допускающий (в электроустановках с простой наглядной схемой)
Производитель работ, имеющий группу IV	Допускающий (в случаях, предусмотренных в пункте 42.5 Правил)

VI. Организация работ в электроустановках с оформлением наряда-допуска

6.1. Наряд оформляется в двух экземплярах. При передаче по телефону, радио наряд выписывается в трех экземплярах. В последнем случае работник, выдающий наряд, оформляет один экземпляр, а работник, принимающий текст в виде телефонограммы или радиogramмы, факса или электронного письма, заполняет два экземпляра наряда и после проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью. Наряд также разрешено оформлять в электронном виде и передавать по электронной почте.

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 ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

В зависимости от местных условий один экземпляр наряда может передаваться работнику из числа оперативного персонала, выдающему разрешение на подготовку рабочего места и на допуск. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

6.2. Число нарядов, выдаваемых на одного ответственного руководителя работ, определяет работник, выдающий наряд.

Выдающий наряд имеет право допускающему и производителю работ (наблюдающему) выдать сразу несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним.

6.3. Выдавать наряд разрешается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд разрешается продлевать 1 раз на срок не более 15 календарных дней. При перерывах в работе наряд остается действительным.

6.4. Продлевать наряд имеет право работник, выдавший наряд, или другой работник, имеющий право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Разрешение на продление наряда передается по телефону, радио или с нарочным допускающему, ответственному руководителю или производителю работ. В этом случае допускающий, ответственный руководитель или производитель работ за своей подписью указывает в наряде фамилию и инициалы работника, продлившего наряд.

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

6.6. Учет работ по нарядам и распоряжениям ведется в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением N 8 к Правилам. Выдача и заполнение наряда, ведение журнала учета работ по нарядам и распоряжениям допускается в электронной форме с применением автоматизированных систем и использованием электронной подписи в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Допускается учет работ по нарядам и распоряжениям вести иным образом, установленным руководителем организации, при сохранении состава сведений, содержащихся в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

Независимо от принятого в организации порядка учета работ по нарядам и распоряжениям факт допуска к работе должен быть зарегистрирован записью в оперативном документе, в котором в хронологическом порядке оформляются события и действия по изменению эксплуатационного состояния оборудования электроустановок, выданные (полученные) команды, распоряжения, разрешения, выполнение работ по нарядам, распоряжениям, в порядке текущей эксплуатации, приемка и сдача смены (дежурства) (далее - оперативный журнал).

При выполнении работ по наряду в оперативном журнале производится запись о первичном и ежедневных допусках к работе.

6.7. Наряд разрешается выдавать на одно или несколько рабочих мест электрической цепи (оборудование и шины) одного назначения, наименования и напряжения, присоединенной к шинам РУ, генератора, щита, сборки и находящихся в пределах электростанции, подстанции (далее - присоединение) с учетом требований, указанных в пунктах 6.8, 6.9, 6.11, 6.12, 6.14 Правил.

Электрические цепи разного напряжения одного силового трансформатора (независимо от числа обмоток), одного двухскоростного электродвигателя считаются одним присоединением. В схемах многоугольников, полуторных схемах к присоединению линии, трансформатора относятся все коммутационные аппараты и шины, посредством которых эта линия или трансформатор присоединены к РУ.

6.8. В электроустановках напряжением выше 1000 В, где напряжение снято со всех токоведущих частей, в том числе с вводов ВЛ и КЛ, и заперт вход в соседние электроустановки (сборки и щиты до 1000 В могут оставаться под напряжением), допускается выдавать один наряд для одновременной работы на сборных шинах и всех присоединениях.

В электроустановках напряжением до 1000 В при полностью снятом напряжении со всех токоведущих частей допускается выдавать один наряд на выполнение работ на сборных шинах РУ, распределительных щитов, сборок, а также на всех присоединениях этих установок одновременно.

6.9. При выводе в ремонт агрегатов (котлов, турбин, генераторов) и отдельных технологических установок (систем золоудаления, сетевых подогревателей, дробильных систем) допускается выдавать один наряд для работы на всех (или части) электродвигателях

этих агрегатов (установок) и один наряд для работ в РУ на всех (или части) присоединениях, питающих электродвигатели этих агрегатов (установок).

Выдавать один наряд допускается только для работы на электродвигателях одного напряжения и присоединениях одного РУ.

6.10. При работе по одному наряду на электродвигателях и их присоединениях в РУ, укомплектованном шкафами КРУ, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется, разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. В РУ другого конструктивного исполнения допуск и работа на присоединениях электродвигателей должны проводиться с оформлением перевода с одного рабочего места на другое.

6.11. В РУ напряжением 3 - 110 кВ с одиночной системой шин и любым числом секций при выводе в ремонт одной из секций с присоединениями полностью разрешается выдавать один наряд для работы на шинах и на всех (или части) присоединениях этой секции. Разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам в пределах этой секции.

6.12. Один наряд для одновременного или поочередного выполнения работ на разных рабочих местах одной электроустановки допускается выдавать в следующих случаях:

при прокладке и перекладке силовых и контрольных кабелей, испытаниях электрооборудования, проверке устройств защиты, измерений, блокировки, электроавтоматики, телемеханики, связи;

при ремонте коммутационных аппаратов одного присоединения, в том числе когда их приводы находятся в другом помещении;

при ремонте отдельного кабеля в туннеле, коллекторе, колодце, траншее, котловане;

при ремонте кабелей (не более двух), выполняемом в двух котлованах или РУ и находящемся рядом котловане, когда расположение рабочих мест позволяет производителю работ осуществлять надзор за бригадой.

При этом разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. Оформление в наряде перевода с одного рабочего места на другое не требуется.

6.13. При проведении работ согласно пунктам 6.8, 6.9, 6.11, 6.12 Правил все рабочие места должны быть подготовлены до допуска бригады на первое рабочее место.

Не допускается подготовка к включению любого из присоединений, в том числе опробование электродвигателей, до полного окончания работ по наряду.

В случае рассредоточения членов бригады по разным рабочим местам допускается пребывание одного или нескольких членов бригады, имеющих группу III, отдельно от производителя работ.

Членов бригады, которым предстоит находиться отдельно от производителя работ, последний должен привести на рабочие места и проинструктировать о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы.

6.14. Допускается выдавать один наряд для поочередного проведения однотипной работы на нескольких электроустановках, предназначенных для преобразования и распределения электрической энергии (далее - подстанциях) или нескольких присоединениях одной подстанции.

К таким работам относятся: протирка изоляторов; подтяжка контактных соединений, отбор проб и доливка масла; переключение ответвлений обмоток трансформаторов; проверка устройств релейной защиты, электроавтоматики, измерительных приборов; испытание повышенным напряжением от постороннего источника; проверка изоляторов измерительной

штангой; отыскание места повреждения КЛ. Срок действия такого наряда - 1 сутки.

Допуск на каждую подстанцию и на каждое присоединение оформляется в соответствующей графе наряда.

Каждую из подстанций разрешается включать в работу только после полного окончания работы на ней.

6.15. Работа на участках ВЛ, расположенных на территории РУ, должна проводиться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим ВЛ. При работе на концевой опоре местный оперативный персонал должен проинструктировать бригаду, провести ее к этой опоре. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, производителю работ линейной бригады разрешается получить ключ от РУ и самостоятельно проходить к опоре.

При работе на порталах ОРУ, зданиях ЗРУ, крышах комплектных распределительных устройств наружной установки (далее - КРУН) допуск линейной бригады с необходимым оформлением в наряде должен выполнять допускающий из числа оперативного персонала, обслуживающего РУ.

Выходить из РУ производитель работ с линейной бригадой имеет право самостоятельно, а отдельные члены бригады - в порядке, предусмотренном пунктом 11.3 Правил.

6.16. Работы на концевых муфтах и заделках КЛ, расположенных в РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим РУ. Если РУ и КЛ принадлежат разным организациям, то эти работы проводятся в соответствии с требованиями, изложенными в главе XLVI Правил.

Допуск к работам на КЛ в этих случаях осуществляет персонал, обслуживающий РУ. Работы на КЛ, проходящих по территории и в кабельных сооружениях РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим КЛ. Допуск к работам осуществляет персонал, обслуживающий КЛ, после получения разрешения от оперативного персонала, обслуживающего РУ.

6.17. Работы на устройствах связи, расположенных в РУ, проводятся по нарядам, выдаваемым персоналом СДТУ. Допускается выдача таких нарядов персоналом, обслуживающим РУ. Исключения составляют работы на конденсаторах связи и высокочастотных заградителях, которые должны проводиться только по нарядам, выданными работниками, обслуживающими РУ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Подготовку рабочих мест и допуск на работы в устройствах СДТУ, расположенных в РУ, выполняет персонал, обслуживающий РУ.

6.18. На каждую ВЛ, а на многоцепной ВЛ и на каждую цепь выдается отдельный наряд. Допускается выдача одного наряда на несколько ВЛ (цепей) в следующих случаях:

при работах, когда напряжение снято со всех цепей, или при работах под напряжением, когда напряжение не снимается ни с одной цепи многоцепной ВЛ;

при работах на ВЛ в местах их пересечения;

при работах на ВЛ напряжением до 1000 В, выполняемых поочередно, если трансформаторные пункты или комплектные трансформаторные пункты, от которых они питаются, отключены;

при однотипных работах на нетоковедущих частях нескольких ВЛ, не требующих их отключения.

6.19. В наряде должно быть указано, находится ли ремонтируемая ВЛ под наведенным

напряжением, а также ВЛ, пересекающие ремонтируемую линию, которые требуется отключить и заземлить (с установкой заземления согласно главе XXII Правил). Такое же указание должно быть внесено в наряд относительно ВЛ, проходящих вблизи ремонтируемой, если их отключение требуется по условиям работы. При этом заземление ВЛ, пересекающих ремонтируемую или проходящих вблизи, должно быть выполнено до допуска к работам. Не допускается снимать с них заземления до полного окончания работ.

В случае принадлежности ВЛ другим организациям их отключение должно быть подтверждено оперативным персоналом владельца ВЛ.

6.20. При пофазном ремонте наряд выдается для работ только на участке одного шага транспозиции.

На отключенных ВЛ допускается рассредоточение бригады на участке протяженностью не более 2 км, за исключением работ по монтажу и демонтажу проводов (тросов) в пределах анкерного пролета большей длины. В этом случае протяженность участка работ одной бригады имеет право определять выдающий наряд.

При работах, выполняемых на токоведущих частях под напряжением, бригада должна находиться на одной опоре (в одном промежуточном пролете) или на двух смежных опорах.

6.21. При работах по одному наряду на разных участках, опорах ВЛ перевод бригады с одного рабочего места на другое в наряде не оформляется.

VII. Организация работ в электроустановках по распоряжению

7.1. Работы в электроустановках могут проводиться по распоряжению, являющемуся письменным заданием на производство работы, определяющим ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием их групп по электробезопасности (далее - распоряжение). Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня или смены исполнителей.

При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново.

При перерывах в работе в течение одного дня повторный допуск осуществляется производителем работ.

7.2. Распоряжение отдается производителю работ и допускающему. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, в тех случаях, когда допуск к работам на рабочем месте не требуется, распоряжение отдается непосредственно работнику, выполняющему работу.

7.3. Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут по усмотрению работника, выдающего распоряжение, проводиться по наряду.

7.4. Распоряжение допускается выдавать для работы поочередно на нескольких электроустановках (присоединениях).

7.5. Допуск к работам по распоряжению должен быть оформлен в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

7.6. По распоряжению оперативным и оперативно-ремонтным персоналом или под его надзором, работниками, выполняющими техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования (далее - ремонтный персонал), в электроустановках напряжением выше 1000 В разрешается проводить работы, выполняемые

безотлагательно для предотвращения воздействия на человека опасного производственного фактора, который приведет к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, а также работы по устранению неисправностей и повреждений, угрожающих нарушением нормальной работы оборудования, сооружений, устройств ТАИ, СДТУ, электро- и теплоснабжения потребителей (далее - неотложные работы) продолжительностью не более 1 часа без учета времени на подготовку рабочего места.

Неотложные работы, для выполнения которых требуется более 1 часа или участие более трех работников, включая работника из оперативного и оперативно-ремонтного персонала, осуществляющего надзор в случае выполнения этих работ ремонтным персоналом, должны проводиться по наряду в соответствии с требованиями Правил.

7.7. При проведении неотложных работ производитель работ (наблюдающий) из числа оперативного персонала, выполняющий работу или осуществляющий наблюдение за работающими в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В - группу III. Члены бригады, работающие в электроустановках напряжением до и выше 1000 В, должны иметь группу III. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Допуск к работам в электроустановках должен быть осуществлен после выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места, определяемых работником, выдающим распоряжение. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

7.8. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускается выполнять по распоряжению работы на электродвигателе, от которого кабель отсоединен и концы его замкнуты накоротко и заземлены; на генераторе, от выводов которого отсоединены шины и кабели; в РУ на выкаченных тележках КРУ, у которых шторки отсеков заперты на замок, а также работы на нетоковедущих частях, не требующие снятия напряжения и установки временных ограждений.

7.9. Допускается выполнение работ по распоряжению в электроустановках напряжением до 1000 В, кроме работ на сборных шинах РУ и на присоединениях, по которым не исключена подача напряжения на сборные шины, а также на ВЛ с использованием грузоподъемных машин и механизмов. Работы по обслуживанию сети наружного освещения выполняются по распоряжению с применением механизмов при выполнении условий, предусмотренных пунктом 38.76 Правил.

7.10. В электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в помещениях, кроме особо опасных и в особо неблагоприятных условиях в отношении поражения людей электрическим током, работник, имеющий группу III и право быть производителем работ, имеет право работать единолично.

7.11. При монтаже, ремонте и эксплуатации вторичных цепей, устройств релейной защиты, измерительных приборов, электроавтоматики, телемеханики, связи, включая работы в приводах и агрегатных шкафах коммутационных аппаратов, независимо от того, находятся они под напряжением или нет, производителю работ разрешается по распоряжению отключать и включать вышеуказанные устройства, а также опробовать устройства защиты и электроавтоматики на отключение и включение выключателей с разрешения оперативного персонала.

7.12. В электроустановках напряжением выше 1000 В одному работнику, имеющему группу III, по распоряжению допускается проводить:

благоустройство территории ОРУ, скашивание травы, расчистку от снега дорог и проходов;
ремонт и обслуживание устройств проводной радио- и телефонной связи, осветительной

электропроводки и арматуры, расположенных вне камер РУ на высоте не более 2,5 м;
нанесение (восстановление) диспетчерских (оперативных) наименований и других надписей вне камер РУ;
наблюдение за сушкой трансформаторов, генераторов и другого оборудования, выведенного из работы;
обслуживание маслоочистительной и прочей вспомогательной аппаратуры при очистке и сушке масла;
работы на электродвигателях и механической части вентиляторов и маслонасосов трансформаторов, компрессоров;
другие работы, предусмотренные Правилами.

7.13. По распоряжению единолично уборку коридоров ЗРУ и электропомещений с электрооборудованием напряжением до и выше 1000 В, где токоведущие части ограждены, имеет право выполнять работник, имеющий группу II. Уборку в ОРУ имеет право выполнять один работник, имеющий группу III.

7.14. На ВЛ по распоряжению могут выполняться работы на проводящих частях (частях электроустановки, на которых не исключено появление напряжения в аварийных режимах работы, например: корпус электрической машины), не требующих снятия напряжения, в том числе:

с подъемом до 3 м, считая от уровня земли до ног работающего;

без разборки конструктивных частей опоры;

с откапыванием стоек опоры на глубину до 0,5 м;

по расчистке трассы ВЛ, когда исключено падение на провода вырубаемых деревьев, сучьев, также исключено приближение на недопустимое расстояние к проводам работников, осуществляющих обрубку веток и сучьев, и применяемых ими приспособлений и механизмов.

7.15. Одному работнику, имеющему группу II, разрешается выполнять по распоряжению следующие работы на ВЛ: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

осмотр ВЛ в светлое время суток при благоприятных метеоусловиях, в том числе с оценкой состояния опор, проверкой загнивания деревянных оснований опор;

восстановление постоянных обозначений на опоре;

замер габаритов угломерными приборами;

противопожарную очистку площадок вокруг опор;

окраску бандажей на опорах.

7.16. При выполнении работ по распоряжениям, выдаваемым оперативным персоналом подчиненному оперативному персоналу в смене, записи о начале, окончании работ, мероприятиях по подготовке рабочего места, характере работы и составе бригады выполняются только в оперативных журналах.

VIII. Охрана труда при организации работ в электроустановках, выполняемых по перечню работ в порядке текущей эксплуатации

8.1. Небольшие по объему ремонтные работы и работы по техническому обслуживанию, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные к производству в порядке текущей

эксплуатации, должны содержаться в перечне работ. Перечень работ подписывается техническим руководителем или работником из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), на которого возложены обязанности по организации безопасного обслуживания электроустановок в соответствии с действующими правилами и нормативно-техническими документами (далее - ответственный за электрохозяйство) и утверждается руководителем организации или руководителем обособленного подразделения. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Подготовка рабочего места и работа, разрешенная в порядке текущей эксплуатации к выполнению оперативным или оперативно-ремонтным персоналом, распространяется только на электроустановки напряжением до 1000 В и выполняется только на закрепленном за этим персоналом оборудовании (участке).

8.2. Работа в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень работ, является постоянно разрешенной, на которую не требуется оформление каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, проведения целевого инструктажа.

8.3. При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации следует учитывать условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе.

8.4. Перечень работ в порядке текущей эксплуатации должен содержать указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению единолично и бригадой.

8.5. В перечне работ в порядке текущей эксплуатации должен быть указан порядок учета работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (уведомление вышестоящего оперативного персонала о месте и характере работы, ее начале и окончании, оформлении работы записью в оперативном журнале).

8.6. К работам (перечню работ), выполняемым в порядке текущей эксплуатации в электроустановках напряжением до 1000 В, могут быть отнесены:

работы в электроустановках с односторонним питанием;

отсоединение и присоединение кабеля, проводов электродвигателя и отдельных электроприемников инженерного оборудования зданий и сооружений;

ремонт автоматических выключателей, магнитных пускателей, рубильников, переключателей, устройств защитного отключения (далее - УЗО), контакторов, пусковых кнопок, другой аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов и сборок;

ремонт отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий и сооружений (электродвигателей, электрокалориферов, вентиляторов, насосов, установок кондиционирования воздуха);

ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом электрических машин и смазка подшипников;

снятие и установка электросчетчиков, других приборов и средств измерений;

замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м;

измерения, проводимые с использованием мегаомметра;

другие работы, выполняемые на территории организации, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских.

Приведенный перечень работ не является исчерпывающим и может дополняться по решению руководителя организации (обособленного подразделения). В перечне должно быть указано, какие работы могут выполняться единолично.

В инструкциях по охране труда работников должны быть изложены требования охраны труда и порядок выполнения работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

IX. Охрана труда при выдаче разрешений на подготовку рабочего места и допуск к работе в электроустановках

9.1. Подготовка рабочего места и допуск бригады к работе могут проводиться только после получения разрешения от работника, имеющего право на выдачу разрешения на подготовку рабочего места и допуск к работам (порядок допуска к работам в устройствах тепловой автоматики, теплотехнических измерений (далее - ТАИ), средствах дистанционного управления (далее - СДУ), сигнализации и технических средств автоматизированных систем управления (далее - АСУ) приведен в главе XLIII Правил).

9.2. Разрешение на подготовку рабочего места и допуск к работе передаются работнику, выполняющему подготовку рабочего места и допуск бригады к работе, лично, по телефону, радио, с нарочным или через оперативный персонал промежуточной подстанции.

Не допускается выдача таких разрешений на подготовку рабочего места и допуск к работе до прибытия бригады на место работ.

9.3. Допуск бригады к работе разрешается только по одному наряду.

X. Охрана труда при подготовке рабочего места и первичном допуске бригады к работе в электроустановках по наряду-допуску и распоряжению

10.1. Не допускается изменять предусмотренные нарядом мероприятия по подготовке рабочих мест, а именно: выполненные до начала работ технические мероприятия для предотвращения воздействия на работающего опасного и вредного производственного фактора на рабочем месте.

При возникновении сомнения в достаточности и правильности мероприятий по подготовке рабочего места и в возможности безопасного выполнения работы подготовка рабочих мест должна быть прекращена, а намечаемая работа отложена до выдачи нового наряда, предусматривающего технические мероприятия, устраняющие возникшие сомнения в безопасности.

10.2. В тех случаях, когда производитель работ совмещает обязанности допускающего, подготовку рабочего места он должен выполнять с одним из членов бригады, имеющим группу III.

10.3. Допускающий перед допуском к работе должен убедиться в выполнении технических мероприятий по подготовке рабочего места путем личного осмотра, по записям в оперативном журнале, по оперативной схеме и по сообщениям оперативного, оперативно-ремонтного персонала задействованных в работе организаций.

10.4. Ответственный руководитель и производитель работ (наблюдающий) перед допуском к работе должны выяснить у допускающего, какие мероприятия осуществлены при подготовке рабочего места к выполнению работ, и совместно с допускающим проверить эту подготовку путем личного осмотра в пределах рабочего места.

При отсутствии оперативного персонала, но с его разрешения, проверку подготовки рабочего

места к выполнению работ ответственный руководитель работ совместно с производителем работ могут выполнять самостоятельно.

10.5. Допуск к работе по нарядам и распоряжениям должен проводиться непосредственно на рабочем месте.

Допуск к работе по распоряжению в тех случаях, когда подготовка рабочего места не нужна, проводить на рабочем месте необязательно, а на ВЛ, ВЛС и КЛ - не требуется.

10.6. Допуск к работе проводится после проверки подготовки рабочего места. При этом допускающий должен проверить соответствие состава бригады составу, указанному в наряде или распоряжении, по именованным удостоверениям членов бригады; доказать бригаде, что напряжение отсутствует, демонстрацией установленных заземлений или проверкой отсутствия напряжения, если заземления не видны с рабочего места, а в электроустановках напряжением 35 кВ и ниже (где позволяет конструктивное исполнение) - последующим прикосновением рукой к токоведущим частям.

10.7. Началу работ по наряду или распоряжению должен предшествовать целевой инструктаж, предусматривающий указания по безопасному выполнению конкретной работы в электроустановке, охватывающий категорию работников, определенных нарядом или распоряжением, в последовательной цепи от работника, выдавшего наряд, отдавшего распоряжение, до члена бригады или исполнителя.

Без проведения целевого инструктажа допуск к работе не разрешается.

Целевой инструктаж при работах по наряду проводят:

работник, выдающий наряд, - ответственному руководителю работ или, если ответственный руководитель не назначается, производителю работ (наблюдающему);

допускающий - ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;

ответственный руководитель работ - производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;

производитель работ (наблюдающий) - членам бригады.

Целевой инструктаж при работах по распоряжению проводят:

работник, отдающий распоряжение производителю (наблюдающему) или непосредственному исполнителю работ;

допускающий - производителю работ (наблюдающему), членам бригады (исполнителям).

производитель работ - членам бригады.

Допускается проведение целевого инструктажа работником, выдающим наряд, отдающим распоряжение по телефону.

При вводе в состав бригады нового члена бригады инструктаж, как правило, должен проводить производитель работ (наблюдающий).

10.8. Работник, выдающий наряд, отдающий распоряжение, ответственный руководитель работ, производитель работ в проводимых ими целевых инструктажах, помимо вопросов электробезопасности, должны дать четкие указания по технологии безопасного проведения работ, использованию грузоподъемных машин и механизмов, инструмента и приспособлений.

Наблюдающий инструктирует членов бригады о мерах по безопасному ведению работ, исключающих возможность поражения электрическим током, и о порядке перемещения

членов бригады по территории электроустановки. Производитель работ инструктирует бригаду по вопросам безопасной технологии выполнения работы, использованию инструмента и приспособлений.

Производитель работ в целевом инструктаже обязан дать членам бригады исчерпывающие указания в целях предотвращения поражения электрическим током.

10.9. Допускающий в целевом инструктаже должен ознакомить членов бригады с содержанием наряда, распоряжения, указать границы рабочего места, наличие наведенного напряжения, показать ближайшие к рабочему месту оборудование и токоведущие части ремонтируемого оборудования и соседних присоединений, к которым не допускается приближаться независимо от того, находятся они под напряжением или нет.

10.10. При работе по наряду целевые инструктажи должны быть подписаны работниками, проводшими и получившими инструктаж, в таблицах наряда, форма которого предусмотрена приложением N 7 к Правилам.

При работе по распоряжению целевые инструктажи должны быть оформлены подписями работников, проводших и получивших инструктаж, в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением N 5 к Правилам.

10.11. Допуск к работе оформляется в двух экземплярах наряда, из которых один остается у производителя работ (наблюдающего), а второй - у допускающего их работника.

Когда производитель работ совмещает обязанности допускающего, допуск оформляется в одном экземпляре наряда.

Допуск к работе по наряду и распоряжению оформляется в журнале учета работ по нарядам-допускам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением N 8 к Правилам, с записью о допуске к работе в оперативном журнале.

XI. Надзор за бригадой. Изменения состава бригады при проведении работ в электроустановках

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

Не допускается совмещение надзора наблюдающим с выполнением какой-либо работы.

11.2. Производитель работ (наблюдающий), в случае временного ухода с рабочего места и отсутствия возможности переложить исполнение своих обязанностей на ответственного руководителя работ, допускающего или работника, имеющего право выдачи нарядов, обязан удалить бригаду с места работы (вывести бригаду из РУ, закрыть входные двери на замок, организовать спуск членов бригады с опор ВЛ).

Производитель работ (наблюдающий) на время своего временного отсутствия на рабочем месте должен передать наряд заменившему его работнику.

Оставаться в электроустановках напряжением выше 1000 В одному производителю работ (наблюдающему) или членам бригады без производителя работ (наблюдающего) не разрешается. Исключением могут быть следующие виды работ:

регулировка выключателей, разъединителей, приводы которых вынесены в другое помещение;

монтаж, проверка вторичных цепей, устройств защиты, электроавтоматики, сигнализации, измерений, связи;

прокладка силовых и контрольных кабелей;

испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения, когда необходимо осуществлять наблюдение за испытываемым оборудованием и предупредить об опасности приближения к нему посторонних лиц.

Указанные работы производятся по наряду на основании и условиях, предусмотренных пунктами 6.12 и 6.13 Правил.

11.3. Допускается с разрешения производителя работ (наблюдающего) временный уход с рабочего места одного или нескольких членов бригады. При этом выводить их из состава бригады не требуется. В электроустановках напряжением выше 1000 В количество членов бригады, оставшихся на рабочем месте, должно быть не менее двух, включая производителя работ (наблюдающего).

Члены бригады, имеющие группу III, могут самостоятельно выходить из РУ и возвращаться на рабочее место, члены бригады, имеющие группу II, - только в сопровождении члена бригады, имеющего группу III, или работника, имеющего право единоличного осмотра электроустановок. Не допускается после выхода из РУ оставлять незапертой дверь.

Возвратившиеся члены бригады могут приступить к работе только с разрешения производителя работ (наблюдающего).

Члены бригады, не имеющие право самостоятельной работы в электроустановках, могут выходить из РУ и возвращаться на рабочее место только в сопровождении работника, имеющего право единоличного осмотра электроустановок, или наблюдающего, если его могут заменить на условиях, предусмотренных пунктом 11.2 Правил.

11.4. При обнаружении нарушений Правил или выявлении других обстоятельств, угрожающих безопасности работающих, члены бригады должны быть удалены с рабочего места и у производителя работ (наблюдающего) должен быть изъят наряд. Только после устранения обнаруженных нарушений бригада вновь допускается к работе с оформлением нового наряда.

11.5. Изменять состав бригады разрешается работнику, выдавшему наряд, или другому работнику, имеющему право выдачи наряда в данной электроустановке. Указания об изменении состава бригады разрешается передавать по телефону, радио или с нарочным допускающему, ответственному руководителю или производителю работ (наблюдающему), который в наряде заверяет своей подписью внесенные в наряд изменения и фамилию и инициалы работника, давшего указание об изменении.

При изменении состава бригады должны соблюдаться требования пункта 5.15 Правил. Производитель работ (наблюдающий) обязан проинструктировать работников, введенных в состав бригады.

11.6. При замене ответственного руководителя или производителя работ (наблюдающего), изменении состава бригады более чем наполовину или изменении условий работы наряд должен быть выдан заново.

ХII. Перевод на другое рабочее место

12.1. В РУ напряжением выше 1000 В перевод бригады на другое рабочее место осуществляет допускающий. Этот перевод могут выполнять также ответственный руководитель или производитель работ (наблюдающий) в соответствии с поручением работника, выдающего

наряд, с записью в строке "Отдельные указания" наряда, а также с учетом требований, предусмотренных пунктами 6.10, 6.12 Правил.

12.2. Перевод на другое рабочее место указывается в наряде. Перевод, осуществляемый допускающим из числа оперативного персонала, оформляется в двух экземплярах наряда, за исключением случаев, предусмотренных в пункте 6.1 Правил.

12.3. В РУ напряжением до 1000 В, а также на одной ВЛ, ВЛС, КЛ перевод на другое рабочее место осуществляет производитель работ (наблюдающий) без оформления в наряде.

12.4. При выполнении работ без отключения оборудования оформлению в наряде подлежит только перевод бригады из одного РУ в другое.

ХIII. Оформление перерывов в работе и повторных допусков к работе в электроустановке

13.1. При перерыве в работе на протяжении рабочего дня (на обед, по условиям работы) бригада должна быть удалена с рабочего места, а двери РУ закрыты на замок.

Наряд остается у производителя работ (наблюдающего). Члены бригады не имеют права возвращаться после перерыва на рабочее место без производителя работ (наблюдающего). Допуск к работе после такого перерыва выполняет производитель работ (наблюдающий) без указания в наряде.

13.2. При перерыве в работе в связи с окончанием рабочего дня бригада должна быть удалена с рабочего места.

Плакаты безопасности, ограждения, флажки, заземления не снимаются.

Производитель работ (наблюдающий) должен сдать наряд допускающему, а в случае отсутствия допускающего на рабочем месте оставить наряд в отведенном для этого месте. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, производителю работ (наблюдающему) разрешается по окончании рабочего дня оставлять наряд у себя.

Окончание работы производитель работ (наблюдающий) оформляет подписью в своем экземпляре наряда.

13.3. Повторный допуск к работе в последующие дни на подготовленное рабочее место осуществляет допускающий или с его разрешения ответственный руководитель работ. Разрешение на повторный допуск фиксируется в оперативном журнале. При этом разрешения на допуск к работе от вышестоящего оперативного персонала не требуется.

Производитель работ (наблюдающий) с разрешения допускающего имеет право допустить бригаду к работе на подготовленное рабочее место, если ему это поручено, с записью в строке "Отдельные указания" наряда.

При возобновлении работы на следующий день производитель работ (наблюдающий) должен убедиться в целостности и сохранности оставленных плакатов, ограждений, флажков, а также надежности заземлений и допустить бригаду к работе.

Допуск к работе, выполняемый допускающим из числа оперативного персонала, оформляется в двух экземплярах наряда; допуск к работе, осуществляемый ответственным руководителем или производителем работ (наблюдающим), оформляется в экземпляре наряда, находящемся у производителя работ (наблюдающего).

XIV. Сдача-приемка рабочего места, закрытие наряда-допуска, распоряжения после окончания работы в электроустановках

14.1. После полного окончания работы производитель работ (наблюдающий) должен удалить бригаду с рабочего места, снять установленные бригадой временные ограждения, переносные плакаты безопасности, флажки и заземления, закрыть двери электроустановки на замок и оформить в наряде полное окончание работ своей подписью. Ответственный руководитель работ после проверки рабочих мест должен оформить в наряде полное окончание работ.

14.2. Производитель работ (наблюдающий) должен сообщить дежурному оперативному персоналу или работнику, выдавшему наряд, о полном окончании работ и выполнении им требований пункта 14.1 Правил.

14.3. Наряд после оформления полного окончания работ производитель работ (наблюдающий) должен сдать допускающему, а при его отсутствии - оставить в отведенном для этого месте, например в папке действующих нарядов. Если передача наряда после полного окончания работ затруднена, то с разрешения допускающего или работника из числа оперативного персонала производитель работ (наблюдающий) имеет право оставить наряд у себя. В этом случае, а также когда производитель работ совмещает обязанности допускающего, он должен не позднее следующего дня сдать наряд оперативному персоналу или работнику, выдавшему наряд, а на удаленных участках - административно-техническому персоналу (руководящим работникам и специалистам) участка. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

14.4. Допускающий после получения наряда, в котором оформлено полное окончание работ, должен осмотреть рабочие места и сообщить работнику, выдающему разрешение на подготовку рабочих мест и допуск к работе, а также оперативному персоналу, в чьем оперативном управлении находится электроустановка, о полном окончании работ и о возможности включения электроустановки.

14.5. Окончание работы по наряду или распоряжению после осмотра места работы должно быть отражено в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям и оперативном журнале.

XV. Охрана труда при включении электроустановок после полного окончания работ

15.1. Работник из числа оперативного персонала, получивший разрешение (распоряжение, команду) на включение электроустановки после полного окончания работ в ней, должен перед включением убедиться в готовности электроустановки к включению (проверить чистоту рабочего места, отсутствие инструмента), снять временные ограждения, переносные плакаты безопасности и заземления, установленные при подготовке рабочего места оперативным персоналом, восстановить постоянные ограждения.

15.2. Допускающему из числа оперативно-ремонтного персонала разрешается предоставлять право после окончания работы в электроустановке включить ее без получения дополнительного разрешения или распоряжения.

Предоставление права на такое включение должно быть записано в строке наряда "Отдельные указания".

Право на такое включение предоставляется только в том случае, если к работам на электроустановке или ее участке не допущены другие бригады.

15.3. В аварийных случаях оперативный персонал или допускающий могут включить в работу выведенное в ремонт электрооборудование или электроустановку в отсутствие бригады до полного окончания работ при условии, что до прибытия производителя работ и возвращения

им наряда на рабочих местах расставлены работники, обязанные предупредить производителя работ и всех членов бригады о том, что электроустановка включена и возобновление работ не допускается.

XVI. Охрана труда при выполнении технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ со снятием напряжения

16.1. При подготовке рабочего места со снятием напряжения, при котором с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, снято напряжение отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы, 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;

вывешены указательные плакаты "Заземлено", ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

XVII. Охрана труда при выполнении отключений в электроустановках

17.1. При подготовке рабочего места должны быть отключены:

токоведущие части, на которых будут производиться работы;

неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин на расстояние, менее указанного в таблице N 1;

цепи управления и питания приводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей и разъединителей.

17.2. В электроустановках напряжением выше 1000 В с каждой стороны, с которой включением коммутационного аппарата не исключена подача напряжения на рабочее место, должен быть видимый разрыв. Видимый разрыв разрешается создавать отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов.

В случае отсутствия видимого разрыва в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления с выкатными элементами, а также в комплектных распределительных устройствах с элегазовой изоляцией (далее - КРУЭ) напряжением 6 кВ и выше разрешается проверку отключенного положения коммутационного аппарата проверять по механическому указателю гарантированного положения контактов. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, связанные с выделенным для работ

участком электроустановки, должны быть отключены и схемы их разобраны также со стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с рабочего места, позволяющего оперативному персоналу, осуществляющему оперативное обслуживание электроустановок, дистанционно (с монитора компьютера) осуществлять управление коммутационными аппаратами, заземляющими ножами разъединителей и определять их положение, использовать выводимые на монитор компьютера схемы электрических соединений электроустановок, электрические параметры (напряжение, ток, мощность), а также считывать поступающие аварийные и предупредительные сигналы (далее - автоматизированное рабочее место оперативного персонала (АРМ)) не допускается нахождение персонала в распределительных устройствах, в которых находятся данные коммутационные аппараты.

17.3. После отключения выключателей, разъединителей (отделителей) и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ проверка положения коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей, заземляющих ножей) производится по сигнализации АРМ. Общий контроль за состоянием коммутационных аппаратов осуществляется средствами технологического видеонаблюдения. Визуальная проверка фактического положения коммутационных аппаратов должна быть выполнена после окончания всего комплекса операций непосредственно на месте установки коммутационных аппаратов.

17.4. В электроустановках напряжением выше 1000 В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми подается напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры:

у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты ключом или съемной ручкой (далее - 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 задвижка должна быть закрыта и заперта на механический замок и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;

при дистанционном управлении с АРМ, у приводов разъединителей должны быть отключены силовые цепи, ключ выбора режима работы в шкафу управления переведен в положение "местное управление", шкаф управления разъединителем заперт на механический замок;

у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение;

должны быть вывешены запрещающие плакаты.

Меры по предотвращению ошибочного включения коммутационных аппаратов КРУ с выкатными тележками должны быть приняты в соответствии с требованиями, предусмотренными пунктами 29.1, 29.2 Правил.

17.5. 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 управления, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

17.6. 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.

XVIII. Вывешивание запрещающих плакатов

18.1. 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, в КРУ - в соответствии с пунктом 29.2 Правил.

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.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ аналогичные плакаты безопасности, кроме того, должны быть отображены рядом с графическим обозначением соответствующего коммутационного аппарата на схеме АРМ.

18.2. На приводах разъединителей, которыми отключена для выполнения работ ВЛ, КВЛ или КЛ, вывешивается один плакат "Не включать! Работа на линии" независимо от числа работающих бригад. При дистанционном управлении коммутационными аппаратами с АРМ знак запрещающего плаката "Не включать! Работа на линии!" должен быть отображен на схеме рядом с символом разъединителя, которым подается напряжение на линию электропередачи. При отсутствии разъединителей на линиях электропередачи напряжением до 1000 В допускается вывешивать плакат "Не включать! Работа на линии!" на приводах или ключах управления коммутационным аппаратом в зависимости от его конструктивного

исполнения. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Плакат вывешивается и снимается по команде диспетчерского или оперативного персонала, в чьем соответственно диспетчерском или технологическом управлении находится ВЛ, КВЛ или КЛ. Перед отдачей команды на снятие плаката "Не включать! Работа на линии!" диспетчерский или оперативный персонал, в чьем соответственно диспетчерском или технологическом управлении находится ВЛ, КВЛ или КЛ, должен получить от работника из числа оперативного персонала, выдающего разрешение на подготовку рабочего места и на допуск, подтверждение об окончании работ и удалении всех бригад с рабочего места. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

XIX. Охрана труда при проверке отсутствия напряжения

19.1. 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 комплектных распределительных устройствах заводского изготовления (в том числе с заполнением элегазом) проверка отсутствия напряжения производится с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

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.

При дистанционном управлении коммутационными аппаратами и заземляющими ножами с АРМ допускается проверку отсутствия напряжения, производимую перед включением заземляющих ножей, выполнять выверкой схемы, отображаемой на мониторе АРМ. Для элегазового оборудования - при наличии соответствующей оперативной блокировки и разрешения завода-изготовителя.

19.2. 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.

19.3. Проверять отсутствие напряжения выверкой схемы в натуре разрешается: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

в ОРУ и на комплектной трансформаторной подстанции (далее - КТП) наружной установки, а также на ВЛ при тумане, дожде, снегопаде в случае отсутствия специальных указателей напряжения; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

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.

19.4. 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.

19.5. В электроустановках напряжением до 1000 В с заземленной нейтральной при применении двухполюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами, так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником. Разрешается применять предварительно проверенный вольтметр. Запрещено пользоваться контрольными лампами.

19.6. Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры являются только дополнительными средствами, подтверждающими отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

XX. Охрана труда при установке заземлений

20.1. Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

20.2. 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.

20.3. 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.

Запрещается при установке, снятии переносного заземления или выполнении работы касаться проводящих частей заземления.

20.4. Запрещается пользоваться для заземления проводниками, не предназначенными для этой цели, кроме случаев, указанных в пункте 27.2 Правил.

XXI. Охрана труда при установке заземлений в распределительных устройствах

21.1. В электроустановках напряжением выше 1000 В заземляться должны токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ участка со всех сторон, откуда подается напряжение, за исключением отключенных для работы сборных шин РУ, на которые достаточно установить одно заземление.

При работах на отключенном линейном разъединителе на провода спусков со стороны ВЛ независимо от наличия заземляющих ножей на разъединителе должно быть установлено дополнительное заземление, не нарушаемое при манипуляциях с разъединителем.

21.2. Заземленные токоведущие части должны быть отделены от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом. Разрешается отсутствие видимого разрыва в случаях, указанных в пункте 17.2 Правил.

Установленные заземления могут быть отделены от токоведущих частей, на которых непосредственно ведется работа, отключенными выключателями, разъединителями, отделителями или выключателями нагрузки, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами, выкатными элементами комплектных устройств.

Непосредственно на рабочем месте заземление на токоведущие части дополнительно должно быть установлено в тех случаях, когда эти части могут оказаться под наведенным напряжением (потенциалом).

21.3. Переносные заземления следует присоединять к токоведущим частям в местах, очищенных от краски.

21.4. В электроустановках напряжением до 1000 В при работах на сборных шинах РУ, щитов, сборок напряжение с шин должно быть снято и шины (за исключением шин, выполненных изолированным проводом) должны быть заземлены. Необходимость и возможность заземления присоединений этих РУ, щитов, сборок и подключенного к ним оборудования определяет выдающий наряд, распоряжение.

21.5. Разрешается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ (измерение сопротивления изоляции).

Временное снятие и повторную установку заземлений выполняют оперативный персонал либо по указанию работника, выдающего наряд, производитель работ.

Разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производителем работ должно быть внесено в строку наряда "Отдельные указания" с записью о том, где и для какой цели должны быть сняты заземления.

21.6. В электроустановках, конструкция которых такова, что установка заземления опасна или невозможна (например, в некоторых распределительных ящиках, КРУ отдельных типов, сборках с вертикальным расположением фаз), должны быть разработаны дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности работ, включающие установку диэлектрических колпаков на ножи разъединителей, рубильников диэлектрических накладок или отсоединение проводов, кабелей и шин. Перечень таких электроустановок утверждается работодателем и доводится до сведения работников.

21.7. В электроустановках напряжением до 1000 В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

21.8. 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, имеет право быть из числа ремонтного персонала, а при выполнении работ по заземлению присоединений потребителей - из персонала потребителей. На удаленных подстанциях по разрешению административно-технического (руководящих работников и специалистов) или оперативного персонала при установке заземлений в основной схеме разрешается работа второго работника, имеющего группу III, из числа персонала потребителей; включать заземляющие ножи имеет право один работник, имеющий группу IV, из числа оперативного персонала. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления единолично имеет право работник из числа оперативного персонала, имеющий группу III.

XXII. Охрана труда при установке заземлений на ВЛ

22.1. ВЛ напряжением выше 1000 В должны быть заземлены во всех РУ и у секционирующих коммутационных аппаратов, где отключена линия. Разрешается:

ВЛ напряжением 35 кВ и выше с ответвлениями не заземлять на подстанциях, подключенных к этим ответвлениям, при условии, что ВЛ заземлена с двух сторон, а на этих подстанциях заземления установлены за отключенными линейными разъединителями;

ВЛ напряжением 6 - 20 кВ заземлять только в одном РУ или у одного секционирующего аппарата либо на ближайшей к РУ или секционирующему аппарату опоре. В остальных РУ этого напряжения и у секционирующих аппаратов, где ВЛ отключена, разрешается ее не заземлять при условии, что на ВЛ будут установлены заземления между рабочим местом и этим РУ или секционирующими аппаратами. На ВЛ указанные заземления следует устанавливать на опорах, имеющих заземляющие устройства.

На ВЛ напряжением до 1000 В достаточно установить заземление только на рабочем месте.

22.2. Дополнительно к заземлениям, указанным в пункте 22.1 Правил, на рабочем месте каждой бригады должны быть заземлены провода всех фаз, а при необходимости и грозозащитные тросы.

22.3. При монтаже проводов в анкерном пролете, а также после соединения петель на анкерных опорах смонтированного участка ВЛ провода (тросы) должны быть заземлены на начальной анкерной опоре и на одной из конечных промежуточных опор (перед анкерной опорой конечной).

22.4. Не разрешается заземлять провода (тросы) на конечной анкерной опоре смонтированного анкерного пролета, а также смонтированного участка ВЛ во избежание перехода потенциала от грозовых разрядов и других перенапряжений с проводов (тросов) готового участка ВЛ на следующий, монтируемый, ее участок.

22.5. На ВЛ с расщепленными проводами разрешается в каждой фазе заземлять только один провод; при наличии изолирующих распорок заземлять требуется все провода фазы.

22.6. На одноцепных ВЛ заземление на рабочих местах необходимо устанавливать на опоре, на которой ведется работа, или на соседней. Разрешается установка заземлений с двух сторон участка ВЛ, на котором работает бригада, при условии, что расстояние между заземлениями не превышает 2 км.

22.7. При работах на изолированном от опоры молниезащитном тросе или на конструкции опоры, когда требуется приближение к этому тросу на расстояние менее 1 м, трос должен быть заземлен. Заземление нужно устанавливать в сторону пролета, в котором трос изолирован, или в пролете на месте проведения работ.

Отсоединять и присоединять заземляющий спуск к грозозащитному тросу, изолированному от земли, следует после предварительного заземления троса.

Если на этом тросе предусмотрена плавка гололеда, перед началом работы трос должен быть отключен и заземлен с тех сторон, откуда на него не исключена подача напряжения.

22.8. Переносные заземления следует присоединять на металлических опорах - к их элементам, на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками - к этим спускам после проверки их целостности. На железобетонных опорах, не имеющих заземляющих спусков, разрешается присоединять заземления к траверсам и другим металлическим элементам опоры, имеющим контакт с заземляющим устройством.

В электросетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью при наличии повторного

заземления нулевого провода разрешается присоединять переносные заземления к этому нулевому проводу.

Места присоединения переносных заземлений к заземляющим проводникам или к конструкциям должны быть очищены от краски.

Переносное заземление на рабочем месте разрешается присоединять к заземлителю, погруженному вертикально в грунт, не менее чем на 0,5 м. Запрещена установка заземлителей в случайные навалы грунта.

22.9. На ВЛ напряжением до 1000 В при работах, выполняемых с опор либо с телескопической вышки без изолирующего звена, заземление должно быть установлено как на провода ремонтируемой линии, так и на все подвешенные на этих опорах провода, в том числе на неизолированные провода линий радиотрансляции и телемеханики.

22.10. На ВЛ, отключенных для ремонта, устанавливать, а затем снимать переносные заземления и включать имеющиеся на опорах заземляющие ножи должны работники из числа оперативного персонала: один, имеющий группу IV (на ВЛ напряжением выше 1000 В) или группу III (на ВЛ напряжением до 1000 В), второй - имеющий группу III. Разрешается использование второго работника, имеющего группу III, из числа ремонтного персонала, а на ВЛ, питающих потребителя, из числа персонала потребителя.

Отключать заземляющие ножи разрешается одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

На рабочих местах на ВЛ устанавливать переносные заземления имеет право производитель работ с членом бригады, имеющим группу III. Снимать эти переносные заземления разрешается по указанию производителя работ два члена бригады, имеющие группу III.

22.11. На ВЛ при проверке отсутствия напряжения, установке и снятии заземлений один из двух работников должен находиться на земле и вести наблюдение за другим.

22.12. Требования к установке заземлений на ВЛ при работах в пролете пересечения с другими ВЛ, на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ, на ВЛ под наведенным напряжением и при пофазном ремонте предусмотрены главой XXXVIII Правил.

XXIII. Ограждение рабочего места, вывешивание плакатов безопасности

23.1. В электроустановках должны быть вывешены плакаты "Заземлено" на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых не исключается подача напряжения на заземленный участок электроустановки, и на ключах и кнопках дистанционного управления коммутационными аппаратами. При дистанционном управлении с АРМ знак плаката "Заземлено" отображается на схеме у символов коммутационных аппаратов.

23.2. Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, должны применяться щиты, ширмы, экраны, изготовленные из изоляционных материалов.

При установке временных ограждений без снятия напряжения расстояние от них до токоведущих частей должно быть не менее указанного в таблице 1.

В электроустановках напряжением 6 - 10 кВ это расстояние разрешается уменьшить до 0,35 м.

На временные ограждения должны быть нанесены надписи "Стоять! Напряжение!" или укреплены соответствующие плакаты.

Выгораживание рабочих мест осуществляется щитами, ширмами, барьерами или шнуром из растительных либо синтетических волокон (с оставлением прохода) и вывешиванием на них

плакатов "Стой! Напряжение", обращенными внутрь огражденного пространства.

23.3. В электроустановках напряжением до 20 кВ в тех случаях, когда нельзя оградить токоведущие части щитами, разрешается 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 на токоведущие части электроустановок напряжением выше 1000 В должны два работника с IV и III группой с применением диэлектрических перчаток и изолирующих штанг либо клещей.

Установка и снятие накладок в электроустановках до 1000 В могут производиться одним работником с группой не ниже III с применением диэлектрических перчаток.

23.4. На ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты "Стой! Напряжение".

23.5. 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 по распоряжению во вторичных цепях ограждать рабочее место не требуется.

23.6. 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 имеет право 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!".

23.7. На подготовленных рабочих местах в электроустановках (на оборудовании, на котором предстоит производить работы, а также в месте прохода внутрь выгороженного рабочего места) должен быть вывешен плакат "Работать здесь".

23.8. Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест допускающим, кроме случаев, оговоренных в графе "Отдельные указания" наряда.

XXIV. Охрана труда при работах в зоне влияния электрического и магнитного полей

24.1. В ОРУ и на ВЛ напряжением 330 кВ и выше должна быть обеспечена защита работающих от биологически активного электрического поля, способного оказывать отрицательное воздействие на организм человека и вызывать появление электрических разрядов при прикосновении к заземленным или изолированным от земли электропроводящим объектам.

24.2. В электроустановках всех напряжений должна быть обеспечена защита работающих от биологически активного магнитного поля, способного оказывать отрицательное воздействие на организм человека.

24.3. Биологически активными являются электрическое и магнитное поля, напряженность которых превышает допустимое значение.

24.4. Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электрического поля (ЭП) составляет 25 кВ/м. Пребывание в ЭП с уровнем напряженности, превышающим 25 кВ/м, без применения индивидуальных средств защиты не разрешается.

При уровнях напряженности ЭП свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин.

При уровне напряженности ЭП свыше 5 до 20 кВ/м допустимое время пребывания персонала рассчитывается по формуле:

$$T = 50 / E - 2 ,$$

где: E - уровень напряженности воздействующего ЭП, кВ/м;

T - допустимое время пребывания персонала, час.

При уровне напряженности ЭП, не превышающем 5 кВ/м, пребывание персонала в ЭП разрешается в течение всего рабочего дня (8 ч).

Допустимое время пребывания в электрическом поле имеет право быть реализовано однократно или по частям в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо использовать средства защиты от электромагнитного поля или находиться в ЭП напряженностью до 5 кВ/м.

24.5. Допустимая напряженность (H) или индукция (B) магнитного поля для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле определяется в соответствии с таблицей N 3.

Таблица N 3

Допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания (час)	Допустимые уровни магнитного поля H (А/м)/B (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
≤ 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Допустимые уровни магнитного поля внутри временных интервалов определяются интерполяцией.

24.6. При необходимости пребывания работников в зонах с различной напряженностью магнитного поля общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

24.7. Допустимое время пребывания в магнитном поле имеет право быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. При изменении режима труда и отдыха (сменная работа) предельно допустимый уровень магнитного поля не должен превышать установленный для 8-часового рабочего дня.

24.8. Контроль уровней электрического и магнитного полей должен производиться при:

приемке в эксплуатацию новых, расширении и реконструкции действующих электроустановок;

оборудовании помещений для постоянного или временного пребывания персонала, находящихся вблизи электроустановок (только для магнитного поля);

оценке рабочих мест по условиям труда.

24.9. Уровни электрического и магнитного полей должны определяться во всей зоне, где может находиться персонал в процессе выполнения работ, на маршрутах следования к рабочим местам и осмотра оборудования.

Измерения напряженности ЭП должны производиться:

при работах без подъема на оборудование и конструкции - на высоте 1,8 м от поверхности земли, плит кабельного канала (лотка), площадки обслуживания оборудования или пола помещения;

при работах с подъемом на оборудование и конструкции - на высоте 0,5, 1,0 и 1,8 м от пола площадки рабочего места (например, пола люльки подъемника) и на расстоянии 0,5 м от заземленных токоведущих частей оборудования.

Измерения напряженности (индукции) магнитного поля должны производиться на высоте 0,5, 1,5 и 1,8 м от пола площадки рабочего места, поверхности земли, пола помещения, настила переходных мостиков, а при нахождении источника магнитного поля под рабочим местом - дополнительно на уровне пола площадки рабочего места.

24.10. Измерения напряженности (индукции) магнитного поля должны проводиться при максимальном рабочем токе электроустановки или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток (I_{max}) путем умножения измеренных значений на отношение I_{max} / I , где I - ток в источнике магнитного поля в момент измерения.

Напряженность (индукция) магнитного поля измеряется в производственных помещениях с постоянным пребыванием работников, расположенных на расстоянии менее 20 м от токоведущих частей электроустановок, в том числе отделенных от них стеной.

24.11. В качестве средств защиты от воздействия ЭП должны применяться средства защиты, соответствующие требованиям технических регламентов и национальных (межгосударственных) стандартов:

в ОРУ - стационарные экранирующие устройства и экранирующие комплекты, сертифицированные в установленном действующим законодательством порядке;

на ВЛ - экранирующие комплекты, сертифицированные в установленном действующим законодательством порядке.

В заземленных кабинах и кузовах машин, механизмов, передвижных мастерских и лабораторий, а также в зданиях из железобетона, в кирпичных зданиях с железобетонными перекрытиями, металлическим каркасом или заземленной металлической кровлей ЭП отсутствует, и применение средств защиты не требуется.

24.12. Не допускается применение экранирующих комплектов при работах, не исключающих возможности прикосновения к находящимся под напряжением до 1000 В токоведущим частям, а также при испытаниях оборудования (для работников, непосредственно проводящих испытания повышенным напряжением) и электросварочных работах.

24.13. При работе на участках отключенных токоведущих частей электроустановок для снятия наведенного потенциала они должны быть заземлены. Прикасаться к отключенным, но не заземленным токоведущим частям без средств защиты не допускается. Ремонтные приспособления и оснастка, которые могут оказаться изолированными от земли, также должны быть заземлены.

24.14. Машины и механизмы на пневмоколесном ходу, находящиеся в зоне влияния электрического поля, должны быть заземлены. При их передвижении в этой зоне для снятия наведенного потенциала следует применять металлическую цепь, присоединенную к шасси или кузову и касающуюся земли.

24.15. Не разрешается заправка машин и механизмов горючими и смазочными материалами в зоне влияния ЭП.

24.16. В качестве мер защиты от воздействия магнитного поля должны применяться стационарные или переносные магнитные экраны.

Рабочие места и маршруты передвижения работников следует располагать на расстояниях от источников магнитного поля, при которых обеспечивается выполнение требований, предусмотренных пунктом 24.5 Правил.

24.17. Зоны электроустановок с уровнями магнитных полей более 80 А/м и электрических полей более 5 кВ/м должны обозначаться предупреждающими надписями и знаками. Зоны электроустановок с уровнями магнитных и электрических полей выше предельно допустимых значений, в которых не допускается даже кратковременное пребывание работников, должны быть ограждены. Карты напряженности электрического и магнитного полей должны находиться на рабочих местах оперативного персонала, обслуживающего электроустановки.

24.18. Дополнительные меры безопасности при работе в зоне влияния электрического и магнитного полей должны быть отражены в строке "Отдельные указания" наряда.

XXV. Охрана труда при выполнении работ на генераторах и синхронных компенсаторах

25.1. Вращающийся невозбужденный генератор с отключенным устройством автомата гашения поля (далее - АГП) должен рассматриваться как находящийся под напряжением (за исключением случая вращения от валоповоротного устройства).

25.2. При испытаниях генератора установка и снятие специальных закороток на участках его схемы или схемы блока должны выполняться после их заземления. Установку и снятие специальных закороток при рабочей частоте вращения разрешается выполнять с использованием средств защиты после снятия возбуждения генератора и отключения АГП.

25.3. На каждой электростанции должны быть утверждены схемы заземления генератора, учитывающие тип системы возбуждения генератора, схемы РУ генераторного напряжения, схему блока и схему нейтрали генератора. Должна быть исключена подача напряжения в

обмотку ротора от схемы начального возбуждения.

25.4. В цепях статора вращающегося невозбужденного генератора с отключенным устройством АГП допускается измерять значение остаточного напряжения, определять порядок чередования фаз.

Эти работы должны выполнять работники электролабораторий, наладочных организаций с применением электрозащитных средств в соответствии с нарядом или распоряжением под наблюдением оперативного персонала.

25.5. Измерения напряжения на валу и сопротивления изоляции ротора работающего генератора разрешается выполнять по распоряжению двум работникам, имеющим группы IV и III.

25.6. Обточку и шлифовку контактных колец ротора, шлифовку коллектора возбудителя выведенного в ремонт генератора имеет право выполнять по распоряжению работник из числа неэлектротехнического персонала под наблюдением работника, имеющего группу III. При работе следует пользоваться средствами защиты лица и глаз от механических воздействий.

25.7. Обслуживать щеточный аппарат на работающем генераторе допускается единолично по распоряжению обученному для этой цели работнику, имеющему группу III, если при этом исключена вероятность появления однополюсного замыкания на землю или междуполюсного короткого замыкания. При этом необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

работать в защитной каске с использованием средств защиты лица и глаз, застегнутой спецодежде, остерегаясь захвата ее вращающимися частями машины;

пользоваться диэлектрическими галошами, коврами или диэлектрическими перчатками, если есть вероятность случайного прикосновения участками тела к заземленным частям;

не касаться руками одновременно токоведущих частей двух полюсов или токоведущих и заземленных частей.

XXVI. Охрана труда при выполнении работ в электролизных установках

26.1. При эксплуатации электролизной установки (далее - ЭлУ) нельзя допускать образования взрывоопасной смеси водорода с кислородом или воздухом.

26.2. Не допускается работа электролизеров, если уровень жидкости в смотровых стеклах регуляторов давления не виден.

Максимально допустимый перепад давления между водородной и кислородной системами не должен превышать 1961,4 Па (200 мм вод. ст.).

26.3. Ремонтные работы на газопроводах водорода, ресиверах и аппаратах электролизной установки должны выполняться по наряду.

Если работа не требует проведения технических мероприятий по подготовке рабочих мест, то ее можно выполнять по распоряжению под наблюдением оперативного персонала, обслуживающего данную установку.

26.4. Работы с открытым огнем на ресиверах, подводящих и отводящих трубопроводах на расстоянии менее 10 м от них, работы на оборудовании в помещении ЭлУ должны выполняться по наряду. Меры пожарной безопасности, обеспечивающие безопасность работ, записываются в графе наряда "Отдельные указания" наряда. Не допускается работать с огнем непосредственно на корпусах оборудования и трубопроводах, заполненных водородом.

26.5. Аппараты и трубопроводы ЭлУ (кроме ресиверов) должны перед пуском продуваться

азотом, требования к которому установлены соответствующими нормативными документами. Не допускается продувка этих аппаратов углекислым газом.

Ресиверы ЭлУ могут продуваться азотом или углекислым газом в соответствии с нормативными документами. При необходимости внутреннего осмотра один ресивер или их группу следует продуть углекислым газом либо азотом для удаления водорода, отключить от других групп ресиверов запорной арматурой и металлическими заглушками, имеющими хвостовики, выступающие за пределы фланцев, и затем продуть чистым воздухом.

Продувку ресиверов инертным газом, воздухом и водородом следует вести до достижения в них концентраций компонентов, указанных в таблице N 4.

При использовании для продувки ресиверов углекислого газа технического сорта, который содержит до 0,05% окиси углерода, его следует хранить отдельно от углекислого газа пищевого сорта.

Таблица N 4

Порядок продувки ресиверов

Операция вытеснения	Место отбора	Определяемый компонент	Содержание компонента по норме, %
Воздуха углекислым газом	Верх ресивера	Углекислый газ	85
Воздуха азотом	То же	Кислород	3,0
Углекислого газа водородом	Низ ресивера	Углекислый газ	1,0
		Кислород	0,5
Азота водородом	То же	Азот	1,0
		Кислород	0,5
Водорода углекислым газом	Верх ресивера	Углекислый газ	95
Водорода азотом	То же	Водород	3,0
Углекислого газа воздухом	Низ ресивера	Углекислый газ	Отсутствие
Азота воздухом	То же	Кислород	20

26.6. При отключении ЭлУ более чем на 4 часа продувка азотом ее аппаратов и трубопроводов обязательна. В случае отключения на 1 - 4 часа разрешается оставить систему под давлением водорода или кислорода в пределах $(9,807 - 19,614) \times 10(3)$ Па (0,1 - 0,2 кгс/см²). При отключении установки менее чем на 1 час разрешается оставлять аппаратуру под номинальным давлением газов, при этом сигнализация повышения разности давлений в регуляторах давления водорода и кислорода не должна отключаться.

Продувка азотом обязательна, если отключение связано с нарушением технологического режима или если после отключения необходимо откачать электролит из электролизера.

26.7. При проведении сварки или ремонтных работ, связанных с вскрытием оборудования ЭлУ, продувку необходимо вести до полного отсутствия водорода в конечной по ходу ее точке.

26.8. Работы с открытым огнем в помещении ЭлУ могут выполняться после отключения

установки, проведения анализа воздуха на отсутствие водорода и обеспечения непрерывной вентиляции.

Для выполнения работ с открытым огнем на аппаратах ремонтируемой ЭУ при наличии в том же помещении другой работающей ЭУ необходимо отсоединить трубопроводы работающей ЭУ от ремонтируемой и установить заглушки с хвостовиками. Место проведения работы с огнем должно быть ограждено щитами.

Запрещены ремонтные работы на аппаратах, заполненных водородом.

26.9. Замерзшие трубопроводы и задвижки можно отогреть только паром или горячей водой. Утечку газа из соединений можно определять специальными течеискателями или с помощью мыльного раствора. Запрещается использовать открытый огонь для отогрева и определения утечек.

26.10. Запрещается курить, пользоваться открытым огнем, электрическими нагревательными приборами и переносными лампами напряжением более 12 В в помещении ЭУ и около ресиверов.

Для внутреннего освещения аппаратов во время их осмотра и ремонта следует пользоваться переносными светильниками во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12 В, огражденными металлическими сетками.

26.11. Внутри помещения ЭУ и на дверях должны быть вывешены знаки безопасности, запрещающие пользоваться открытым огнем, согласно действующим нормативным документам на ресиверах водорода должны быть сделаны надписи "Водород. Огнеопасно".

26.12. Не разрешается хранить легковоспламеняющиеся взрывчатые вещества в помещении ЭУ.

26.13. При работе с электролитом следует пользоваться специальной защитной одеждой, средствами защиты глаз, рук и ног от химических факторов, предусмотренными типовыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением. Попадание жидкой или твердой щелочи на кожу, волосы, в глаза недопустимо.

26.14. Пробу электролита для измерения плотности следует отбирать только при снятом давлении.

26.15. К электролизерам, особенно к концевым плитам, запрещается прикасаться без средств защиты. Должно быть исключено попадание щелочи на изоляционные втулки стяжных болтов и на изоляторы под монополярными плитками.

На полу у электролизеров должны быть резиновые диэлектрические ковры.

26.16. Оборудование и трубопроводы ЭУ, ресиверы и трубопроводы от ресиверов до машинного зала должны составлять на всем протяжении непрерывную электрическую цепь и присоединяться к заземляющим устройствам. В пределах ЭУ аппараты и трубопроводы должны быть заземлены не менее чем в двух местах.

26.17. Эксплуатация воздухопроводов от ЭУ до газовых постов, а также трубопроводов газомасляной системы охлаждения генераторов должна выполняться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

26.18. Для проверки предохранительных клапанов ЭУ должна быть отключена и продута азотом. Запрещаются испытания клапанов во время работы ЭУ.

26.19. Запрещается подтягивать болты и гайки аппаратов и арматуры, находящихся под давлением. Шланги и штуцера должны быть надежно закреплены.

26.20. Пуск ЭЛУ после монтажа, капитального ремонта или длительной остановки должен проводиться под надзором ответственного инженерно-технического работника.

XXVII. Охрана труда при выполнении работ на электродвигателях

27.1. Если работа на электродвигателе или приводимом им в движение механизме связана с прикосновением к токоведущим и вращающимся частям, электродвигатель должен быть отключен с выполнением предусмотренных Правилами технических мероприятий, предотвращающих его ошибочное включение. При этом у двухскоростного электродвигателя должны быть отключены и разобраны обе цепи питания обмоток статора.

Работу, не связанную с прикосновением к токоведущим или вращающимся частям электродвигателя и приводимого им в движение механизма, разрешается производить на работающем электродвигателе.

Запрещается снимать ограждения вращающихся частей, работающих электродвигателя и механизма.

27.2. При работе на электродвигателе правомерна установка заземления на любом участке кабельной линии, соединяющей электродвигатель с секцией РУ, щитом, сборкой.

Если работы на электродвигателе рассчитаны на длительный срок, не выполняются или прерваны на несколько дней, то отсоединенная от него КЛ должна быть заземлена также со стороны электродвигателя.

В тех случаях, когда сечение жил кабеля не позволяет применять переносные заземления, у электродвигателей напряжением до 1000 В разрешается заземлять КЛ медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление или соединение жил кабеля должно учитываться в оперативной документации наравне с переносным заземлением.

27.3. Перед допуском к работам на электродвигателях, способных к вращению за счет соединенных с ними механизмов (дымососы, вентиляторы, насосы), штурвалы запорной арматуры (задвижек, вентилей, шиберов) должны быть заперты на замок. Кроме того, должны быть приняты меры по затормаживанию роторов электродвигателей или расцеплению соединительных муфт.

Необходимые операции с запорной арматурой должны быть согласованы с начальником смены технологического цеха, участка с записью в оперативном журнале.

27.4. Со схем ручного дистанционного и автоматического управления электроприводами запорной арматуры, направляющих аппаратов должно быть снято напряжение.

На штурвалах задвижек, шиберов, вентилей должны быть вывешены плакаты "Не открывать! Работают люди", а на ключах, кнопках управления электроприводами запорной арматуры - "Не включать! Работают люди".

27.5. На однотипных или близких по габариту электродвигателях, установленных рядом с двигателем, на котором предстоит выполнить работу, должен быть вывешен плакат "Стой! Напряжение" независимо от того, находятся они в работе или остановлены.

27.6. Работы по одному наряду на электродвигателях одного напряжения, выведенных в ремонт агрегатов, технологических линий, установок могут проводиться на условиях, предусмотренных пунктом 6.9 Правил. Допуск на все заранее подготовленные рабочие места

разрешается выполнять одновременно, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется. При этом запрещается опробование или включение в работу любого из перечисленных в наряде электродвигателей до полного окончания работы на других электродвигателях.

27.7. Порядок включения электродвигателя для опробования должен быть следующим:

производитель работ удаляет бригаду с места работы, оформляет окончание работы и сдает наряд оперативному персоналу;

оперативный персонал снимает установленные заземления, плакаты, выполняет сборку схемы.

После опробования при необходимости продолжения работы на электродвигателе оперативный персонал вновь подготавливает рабочее место, и бригада по наряду повторно допускается к работе на электродвигателе.

27.8. Работу на вращающемся электродвигателе без соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями разрешается проводить по распоряжению.

27.9. Обслуживание щеточного аппарата на работающем электродвигателе разрешается выполнять по распоряжению обученному для этой цели работнику, имеющему группу III, при соблюдении следующих мер предосторожности:

работать с использованием средств защиты лица и глаз, в застегнутой спецодежде, остерегаясь захвата ее вращающимися частями электродвигателя;

пользоваться диэлектрическими галошами, коврами;

не касаться руками одновременно токоведущих частей двух полюсов или токоведущих и заземленных частей.

Кольца ротора разрешается шлифовать на вращающемся электродвигателе лишь с помощью колодок из изоляционного материала.

27.10. В инструкциях по охране труда соответствующих организаций должны быть детально изложены требования к подготовке рабочего места и организации безопасного проведения работ на электродвигателях, учитывающие виды используемых электрических машин, особенности пускорегулирующих устройств, специфику механизмов, технологических схем.

XXVIII. Охрана труда при выполнении работ на коммутационных аппаратах

28.1. Допуск к работе на коммутационном аппарате разрешается после выполнения технических мероприятий, предусмотренных Правилами, обеспечивающих безопасность работы, включая мероприятия, препятствующие ошибочному срабатыванию коммутационного аппарата.

28.2. Подъем на находящийся под рабочим давлением воздушный выключатель разрешается только при проведении наладочных работ и при испытаниях. Запрещается подъем на отключенный воздушный выключатель с воздушнонаполненным отделителем, когда отделитель находится под рабочим давлением.

28.3. Перед подъемом на воздушный выключатель для испытания или наладки следует:

отключить цепи управления;

заблокировать кнопку местного управления или пусковые клапаны путем установки специальных заглушек либо запереть шкафы и поставить около выключателя

проинструктированного члена бригады, который допускал бы к оперированию выключателем (после подачи оперативного тока) только одного определенного работника по указанию производителя работ.

Во время нахождения работников на воздушном выключателе, находящемся под давлением, необходимо прекратить все работы в шкафах управления и распределительных шкафах. Выводы выключателя напряжением 220 кВ и выше действующих подстанций для снятия наведенного напряжения должны быть заземлены.

28.4. Перед допуском к работе, связанной с пребыванием людей внутри воздухоборников, следует:

закрыть задвижки на всех воздухопроводах, по которым предусмотрена подача воздуха, запереть их приводы (штурвалы) на цепь с замком и вывесить на приводах задвижек плакат "Не открывать! Работают люди";

выпустить из воздухоборников воздух, находящийся под избыточным давлением, оставив открытыми спускной дренажный вентиль, пробку или задвижку;

отсоединить от воздухоборников воздухопроводы подачи воздуха и установить на них заглушки.

28.5. Нулевые показания манометров на выключателях и воздухоборниках не могут служить достоверным признаком отсутствия давления сжатого воздуха.

Перед отвинчиванием болтов и гаек на крышках люков и лазов воздухоборников производителю работ следует лично убедиться в открытом положении спускных задвижек, пробок или клапанов с целью определения действительного отсутствия сжатого воздуха.

Спускные задвижки, пробки (клапаны) разрешается закрывать только после завинчивания всех болтов и гаек, крепящих крышки люков (лазов).

28.6. Во время отключения и включения воздушных выключателей при опробовании, наладке и испытаниях присутствие работников около выключателей запрещается.

Команду на выполнение операций выключателем производитель работ должен подать после того, как члены бригады будут удалены от выключателя на безопасное расстояние или в укрытие.

28.7. Для пробных включений и отключений коммутационного аппарата при его наладке и регулировке разрешается при несданном наряде временная подача напряжения в цепи оперативного тока, силовые цепи привода, а также подача воздуха на выключатели.

Установку снятых предохранителей, включение отключенных автоматов и открытие задвижек для подачи воздуха, а также снятие на время опробования плакатов безопасности должен осуществлять оперативный персонал.

Операции по опробованию коммутационного аппарата имеет право осуществлять производитель работ, если на это получено разрешение выдавшего наряд и подтверждено записью в строке "Отдельные указания" наряда, либо оперативный персонал по требованию производителя работ.

После опробования, при необходимости продолжения работы на коммутационном аппарате, оперативным персоналом должны быть выполнены технические мероприятия, требуемые для допуска бригады к работе.

В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, повторного разрешения для подготовки рабочего места и допуска к работе после опробования коммутационного аппарата производителю работ не требуется.

XXIX. Охрана труда при выполнении работ в комплектных распределительных устройствах

29.1. При работе на оборудовании тележки или в отсеке шкафа КРУ тележку с оборудованием необходимо выкатить в ремонтное положение; шторку отсека, в котором токоведущие части остались под напряжением, запереть на замок и вывесить плакат безопасности "Стоять! Напряжение"; на тележке или в отсеке, где предстоит работать, вывесить плакат "Работать здесь".

29.2. При работах вне КРУ на подключенном к нему оборудовании или на отходящих ВЛ и КЛ тележку с выключателем необходимо выкатить в ремонтное положение из шкафа; шторку или дверцы запереть на замок и на них вывесить плакаты "Не включать! Работают люди" или "Не включать! Работа на линии".

При этом разрешается:

при наличии блокировки между заземляющими ножами и тележкой с выключателем устанавливать тележку в контрольное положение после включения этих ножей;

при отсутствии такой блокировки или заземляющих ножей в шкафах КРУ устанавливать тележку в промежуточное положение между контрольным и ремонтным положением при условии запираания ее на замок. Устанавливать тележку в промежуточное положение разрешается независимо от наличия заземления на присоединении.

При установке заземлений в шкафу КРУ в случае работы на отходящих ВЛ необходимо учитывать требования, предусмотренные пунктом 22.1 Правил.

29.3. Оперировать выкатной тележкой КРУ с силовыми предохранителями разрешается под напряжением, но без нагрузки.

29.4. Устанавливать в контрольное положение тележку с выключателем для опробования и работы в цепях управления и защиты разрешается в тех случаях, когда работы вне КРУ на отходящих ВЛ, КВЛ и КЛ или на подключенном к ним оборудовании, включая механизмы, соединенные с электродвигателями, не проводятся или выполнено заземление в шкафу КРУ.

29.5. В РУ, оснащенных вакуумными выключателями, испытания дугогасительных камер повышенным напряжением с амплитудным значением более 20 кВ необходимо выполнять с использованием специального экрана для защиты работников от возникающих рентгеновских излучений.

XXX. Охрана труда при выполнении работ на мачтовых (столбовых) трансформаторных подстанциях и комплектных трансформаторных подстанциях

30.1. При работах на оборудовании мачтовых и столбовых трансформаторных подстанций (далее - ТП) и комплектных трансформаторных подстанций (далее - КТП) без отключения питающей линии напряжением выше 1000 В разрешаются лишь те осмотры и ремонт, которые возможно выполнять стоя на площадке и при условии соблюдения расстояний до токоведущих частей, находящихся под напряжением, указанных в таблице N 1. Если эти расстояния меньше допустимых, то работа должна выполняться при отключении и заземлении токоведущих частей напряжением выше 1000 В.

30.2. Допуск к работам на мачтовых ТП и КТП киоскового типа независимо от наличия или отсутствия напряжения на линии должен быть произведен только после отключения сначала коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В, затем линейного разъединителя

напряжением выше 1000 В и наложения заземления на токоведущие части подстанции. Если не исключена подача напряжения 380/220 В, то линии этого напряжения должны быть отключены с противоположной питающей стороны, приняты меры против их ошибочного или самопроизвольного включения, а на подстанции на эти линии до коммутационных аппаратов наложены заземления.

30.3. На мачтовых ТП, переключательных пунктах и других устройствах, не имеющих ограждений, приводы разъединителей, выключателей нагрузки, шкафы напряжением выше 1000 В и щиты напряжением до 1000 В должны быть заперты на замок.

Стационарные лестницы у площадки обслуживания должны быть сблокированы с разъединителями и заперты на замок.

XXXI. Охрана труда при выполнении работ на силовых трансформаторах, масляных шунтирующих и дугогасящих реакторах

31.1. Осмотр силовых трансформаторов (далее - трансформаторы), масляных шунтирующих и дугогасящих реакторов (далее - реакторы) должен выполняться непосредственно с земли или со стационарных лестниц с поручнями с соблюдением расстояний до токоведущих частей, указанных в таблице N 1.

31.2. Осмотр газового реле после срабатывания на сигнал и отбор газа из газового реле работающего трансформатора (реактора) должен выполняться после разгрузки и отключения трансформатора (реактора).

31.3. Работы, связанные с выемкой активной части из бака трансформатора (реактора) или поднятием колокола, должны выполняться по специально разработанному для местных условий проекту производства работ.

31.4. Выполнять работы внутри баков трансформатора (реактора) имеют право только специально подготовленные рабочие и специалисты, хорошо знающие пути перемещения, исключающие падение и травмирование во время выполнения работ или осмотров активной части. Спецодежда работающих должна быть чистой и удобной для передвижения, не иметь металлических застежек, защищать тело от перегрева и загрязнения маслом. Работать внутри трансформатора (реактора) следует в защитной каске и перчатках. В качестве обуви необходимо использовать резиновые сапоги.

31.5. Перед проникновением внутрь трансформатора следует убедиться в том, что из бака полностью удалены азот или другие газы, а также выполнена достаточная вентиляция бака с кислородосодержанием воздуха в баке не менее 20%.

Работа должна производиться по наряду тремя работниками, двое из которых - страхующие. Они должны находиться у смотрового люка или, если его нет, у отверстия для установки ввода с канатом от лямочного предохранительного пояса работника, работающего внутри трансформатора, с которым должна поддерживаться постоянная связь. При необходимости работник, выполняющий работы внутри трансформатора, должен быть обеспечен шланговым противогазом.

Производитель работ при этом должен иметь группу IV.

31.6. Освещение при работе внутри трансформатора должно обеспечиваться переносными светильниками напряжением не более 12 В с защитной сеткой и только заводского исполнения или аккумуляторными фонарями. При этом разделительный трансформатор для переносного светильника должен быть установлен вне бака трансформатора.

31.7. Если в процессе работы в бак подается осушенный воздух (с точкой росы не выше - 40

градусов С), то общее время пребывания каждого работающего внутри трансформатора не должно превышать 4 часов в сутки.

31.8. Работы по регенерации трансформаторного масла, его осушке, чистке, дегазации должны выполняться с использованием защитной одежды и обуви.

31.9. В процессе слива и залива трансформаторного масла в силовые трансформаторы напряжением 110 кВ и выше вводы трансформаторов должны быть заземлены во избежание появления на них электростатического заряда.

XXXII. Охрана труда при выполнении работ на измерительных трансформаторах тока

32.1. Запрещается использовать шины в цепи первичной обмотки трансформаторов тока в качестве токоведущих при монтажных и сварочных работах.

32.2. До окончания монтажа вторичных цепей, электроизмерительных приборов, устройств релейной защиты и электроавтоматики вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть замкнуты накоротко.

32.3. При проверке полярности вторичных обмоток прибор, указывающий полярность, должен быть присоединен к зажимам вторичной обмотки до подачи импульса в первичную обмотку трансформаторов тока.

XXXIII. Охрана труда при выполнении работ на электрических котлах

33.1. Запрещается на трубопроводах включенных электрических котлов выполнять работы, нарушающие защитное заземление.

33.2. Перед выполнением работ, связанных с разъединением трубопровода (замена задвижки, участка трубы), следует выполнить с помощью электросварки надежное электрическое соединение разъединяемых частей трубопровода. При наличии байпасного обвода места разрыва такого соединения не требуется.

33.3. Кожух электрического котла с изолированным корпусом должен быть закрыт на замок. Открывать кожух допускается только после снятия напряжения с котла.

33.4. Электрические паровые котлы с рабочим давлением выше 0,07 МПа и водогрейные котлы с температурой нагрева воды выше 115 градусов С должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями действующих правил устройства и безопасной эксплуатации электродных котлов и электрокотельных.

XXXIV. Охрана труда при работах на электрофильтрах

34.1. Работа на электрофильтрах должна проводиться по наряду, включая работы на электрооборудовании механизмов встряхивания, другие работы внутри электрофильтров и газоходов.

34.2. Осмотры и техническое обслуживание электрофильтров должны быть организованы на основании инструкций по охране труда соответствующих организаций, учитывающих особенности конкретной золоулавливающей установки. В инструкциях должен быть регламентирован порядок выдачи нарядов и допуска к работам на электрофильтрах в зависимости от распределения обязанностей между цехами и подразделениями организации. Инструкции должны учитывать требования Правил.

34.3. Запрещается во время нахождения работников в электрофильтре включать механизмы встряхивания для опробования и регулировки, если это не оговорено в строке "Отдельные указания" наряда.

34.4. При проведении работ в любой секции электрофильтра, на резервной шине, любом из кабелей питания секции должны быть отключены и заземлены все питающие агрегаты и кабели остальных секций.

34.5. После отключения электрофильтра с него и питающих кабелей должен быть снят статический заряд посредством заземления электроагрегатов. Прикасаться к незаземленным частям электрофильтра запрещается.

XXXV. Охрана труда при выполнении работ с аккумуляторными батареями

35.1. Аккумуляторное помещение должно быть заперто на замок. Работникам, осматривающим эти помещения и выполняющим в них работу, ключи выдаются на общих основаниях.

35.2. Запрещается курение в аккумуляторном помещении, вход в него с огнем, пользование электронагревательными приборами, аппаратами и инструментами, которые могут дать искру, за исключением выполнения работ, указанных в пункте 35.11 Правил.

На дверях аккумуляторного помещения должны быть сделаны надписи "Аккумуляторная", "Огнеопасно", "Запрещается курить" или вывешены соответствующие знаки безопасности о запрещении использования открытого огня и курения.

35.3. В аккумуляторных помещениях приточно-вытяжная вентиляция должна включаться перед началом заряда и отключаться не ранее чем через 1,5 часа после окончания заряда.

35.4. В каждом аккумуляторном помещении должны быть:

стеклянная или фарфоровая (полиэтиленовая) кружка с носиком (или кувшин) емкостью 1,5 - 2 л для составления электролита и доливки его в сосуды;

нейтрализующий 2,5-процентный раствор пищевой соды для кислотных батарей и 10-процентный раствор борной кислоты или уксусной эссенции (одна часть на восемь частей воды) для щелочных батарей;

вода для обмыва рук;

полотенце.

35.5. На всех сосудах с электролитом, дистиллированной водой и нейтрализующими растворами должны быть сделаны соответствующие надписи, указаны наименования.

35.6. Кислота должна храниться в стеклянных бутылках с притертыми пробками, снабженных бирками с названием кислоты. Бутыли с кислотой и порошковые бутылки должны находиться в отдельном помещении при аккумуляторной батарее. Бутыли следует устанавливать на полу в корзинах или деревянных обрешетках.

35.7. Все работы с кислотой, щелочью и свинцом должны выполнять специально обученные работники.

35.8. Стеклобутылки с кислотами и щелочами должны переносить двое работников. Бутыль вместе с корзиной следует переносить в специальном деревянном ящике с ручками или на специальных носилках с отверстием посередине и обрешеткой, в которую бутыль должна входить вместе с корзиной на 2/3 высоты.

35.9. При приготовлении электролита кислота должна медленно (во избежание интенсивного нагрева раствора) вливаться тонкой струей из кружки в фарфоровый или другой термостойкий сосуд с дистиллированной водой. Электролит при этом все время нужно перемешивать стеклянным стержнем или трубкой либо мешалкой из кислотоупорной пластмассы.

Запрещается готовить электролит, вливая воду в кислоту. В готовый электролит доливать воду разрешается.

35.10. При работах с кислотой и щелочью необходимо надевать специальную защитную одежду, средства защиты глаз, рук и ног от химических факторов. Куски едкой щелочи следует дробить в специально отведенном месте, предварительно завернув их в мешковину.

35.11. Работы по пайке пластин в аккумуляторном помещении разрешаются при следующих условиях:

пайка разрешается не ранее чем через 2 часа после окончания заряда. Батареи, работающие по методу постоянного подзаряда, должны быть за 2 часа до начала работ переведены в режим разряда;

до начала работ помещение должно быть провентилировано в течение 1 часа;

во время пайки должна выполняться непрерывная вентиляция помещения;

место пайки должно быть ограждено от остальной батареи негорючими щитами;

во избежание отравления свинцом и его соединениями должны быть приняты специальные меры предосторожности и определен режим рабочего дня в соответствии с инструкциями по эксплуатации и ремонту аккумуляторных батарей. Работы должны выполняться по наряду.

35.12. Обслуживание аккумуляторных батарей и зарядных устройств должно выполняться специально обученными работниками, имеющими группу III.

XXXVI. Охрана труда при выполнении работ на конденсаторных установках

36.1. При проведении работ конденсаторы перед прикосновением к ним или их токоведущим частям после отключения установки от источника питания должны быть разряжены независимо от наличия разрядных устройств, присоединенных к шинам или встроенным в единичные конденсаторы.

Разряд конденсаторов (снижение остаточного напряжения до нуля) производится путем замыкания выводов накоротко и на корпус металлической шиной с заземляющим проводником, укрепленной на изолирующей штанге.

36.2. Выводы конденсаторов должны быть закорочены, если они не подключены к электрическим схемам, но находятся в зоне действия электрического поля (наведенного напряжения).

36.3. Не разрешается прикасаться к клеммам обмотки отключенного от сети асинхронного электродвигателя, имеющего индивидуальную компенсацию реактивной мощности, до разряда конденсаторов.

36.4. Не разрешается касаться голыми руками конденсаторов, пропитанных трихлордифенилом (ТХД) и имеющих течь. При попадании ТХД на кожу необходимо промыть кожу водой с мылом, при попадании в глаза - промыть глаза слабым раствором борной кислоты или раствором двууглекислого натрия (одна чайная ложка питьевой соды на стакан воды).

XXXVII. Охрана труда при выполнении работ на кабельных линиях

37.1. Земляные работы на территории организаций, населенных пунктов, а также в охранных зонах подземных коммуникаций (электрокабели, кабели связи, газопроводы) должны начинаться только после получения письменного разрешения руководства организации, местного органа власти и владельца этих коммуникаций (соответственно). К разрешению должен быть приложен план (схема) размещения и глубины заложения коммуникаций (далее - план коммуникаций). Местонахождение подземных коммуникаций должно быть обозначено соответствующими знаками или надписями как на плане (схеме), так и на месте выполнения работ.

37.2. При обнаружении не отмеченных на планах коммуникаций кабелей, трубопроводов, подземных сооружений, а также боеприпасов земляные работы следует прекратить до выяснения их принадлежности и получения разрешения от соответствующих организаций на продолжение работ.

37.3. Запрещается проведение землеройных работ машинами на расстоянии менее 1 м, а механизмов ударного действия - менее 5 м от трассы кабеля, если эти работы не связаны с раскопкой кабеля.

Применение землеройных машин, отбойных молотков, ломов и кирок для рыхления грунта над кабелем разрешается производить на глубину, при которой до кабеля остается слой грунта не менее 30 см. Остальной слой грунта должен удаляться вручную лопатами.

Перед началом раскопок КЛ должно быть произведено контрольное вскрытие линии под надзором персонала организации - владельца КЛ.

37.4. В зимнее время к выемке грунта лопатами необходимо приступать только после его отогревания. При этом приближение источника тепла к кабелям допускается не ближе чем на 15 см.

37.5. Место работ по рытью котлованов, траншей или ям должно быть ограждено с учетом требований действующих норм и правил в строительстве. На ограждении должны размещаться предупреждающие знаки и надписи, а в ночное время - сигнальное освещение.

37.6. При рытье траншей в слабом или влажном грунте, когда есть угроза обвала, их стены должны быть надежно укреплены.

В сыпучих грунтах работы можно вести без крепления стен, но с устройством откосов, соответствующих углу естественного откоса грунта.

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки. Разработка и крепление грунта в выемках глубиной более 2 м должны производиться по ППР.

37.7. В грунтах естественной влажности, при отсутствии грунтовых вод и при отсутствии расположенных поблизости подземных сооружений, рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками без крепления разрешается на глубину не более 1 м - в насыпных песчаных и крупнообломочных грунтах, 1,25 м - в супесях, 1,5 м - в суглинках и глинах.

В плотных связанных грунтах траншеи с вертикальными стенками рыть роторными и траншейными экскаваторами без установки креплений разрешается на глубину не более 3 м. В этих случаях спуск работников в траншеи запрещен. В местах траншеи, где необходимо пребывание работников, должны быть устроены крепления или выполнены откосы.

Разработка мерзлого грунта (кроме сыпучего) разрешается без креплений на глубину промерзания.

37.8. При условиях, отличающихся от условий, приведенных в пункте 37.7 Правил, котлованы и траншеи следует разрабатывать с откосами без креплений либо с вертикальными стенками, закрепленными на всю высоту.

37.9. Крепление котлованов и траншей глубиной до 3 м должно быть инвентарным и выполняться по типовым проектам или ППР.

37.10. Перемещение, установка и работы строительных машин и автотранспорта, размещение лебедок, оборудования, материалов вблизи выемок (котлованов, траншей, канав) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном ППР, или на расстоянии по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опорных частей вышеуказанных машин, оборудования, лебедок, материалов не менее указанного в таблице N 5.

Таблица N 5

Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1,0	1,5	1,25	1,00	1,00
2,0	3,0	2,40	2,00	1,50
3,0	4,0	3,60	3,25	1,75
4,0	5,0	4,40	4,00	3,00
5,0	6,0	5,30	4,75	3,50

37.11. Открытые муфты должны укрепляться на доске, подвешенной с помощью проволоки или троса к перекинутым через траншею брусам, и закрываться коробами. Одна из стенок короба должна быть съемной и закрепляться без применения гвоздей.

37.12. Запрещается использовать для подвешивания кабелей соседние кабели, трубопроводы.

37.13. Кабели следует подвешивать таким образом, чтобы не происходило их смещение.

37.14. На короба, закрывающие откопанные кабели, следует вывешивать плакат безопасности "Стой! Напряжение".

37.15. Перед разрезанием кабеля или вскрытием муфт следует удостовериться в том, что работа будет выполняться на подлежащем ремонту кабеле, что этот кабель отключен и что выполнены технические мероприятия.

37.16. На рабочем месте подлежащий ремонту кабель определяется:

при прокладке в туннеле, коллекторе, канале - прослеживанием, сверкой раскладки с чертежами и схемами, проверкой по биркам;

при прокладке кабелей в земле - сверкой их расположения с чертежами прокладки.

Для этой цели должна быть предварительно прорыта контрольная траншея (шурф) поперек кабелей, позволяющая видеть все кабели.

37.17. Во всех случаях, когда отсутствует видимое повреждение кабеля, следует применять кабелеискательный аппарат.

37.18. Перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты необходимо

проверить отсутствие напряжения с помощью специального приспособления, состоящего из изолирующей штанги и стальной иглы или режущего наконечника. На КЛ с двухсторонним питанием отсутствие напряжения проверяется проколом дистанционным способом с двух сторон от места повреждения кабеля или соединительной муфты.

В туннелях, коллекторах, колодцах, траншеях, где проложено несколько кабелей, и на других кабельных сооружениях приспособление должно быть с дистанционным управлением. Приспособление должно обеспечить прокол или разрезание оболочки до жил с замыканием их между собой и заземлением.

Кабель у места прокалывания предварительно должен быть закрыт экраном.

37.19. При проколе кабеля следует пользоваться диэлектрическими перчатками и средствами защиты от термических рисков электрической дуги (спецодеждой, средствами защиты лица и глаз), при этом необходимо стоять на изолирующем основании сверху траншеи на максимальном расстоянии от прокалываемого кабеля.

Прокол кабеля должны выполнять два работника: допускающий и производитель работ или производитель и ответственный руководитель работ. Один из них, прошедший специальное обучение, непосредственно прокалывает кабель, а второй - наблюдает.

37.20. Если в результате повреждений кабеля открыты все токоведущие жилы, отсутствие напряжения можно проверять непосредственно указателем напряжения без прокола кабеля.

37.21. Для заземления прокалывающего приспособления могут быть использованы заземлитель, погруженный в почву на глубину не менее 0,5 м, или броня кабеля. Присоединять заземляющий проводник к броне следует посредством хомутов; броня под хомутом должна быть зачищена.

В тех случаях, когда броня подверглась коррозии, разрешается присоединение заземляющего проводника к металлической оболочке кабеля.

37.22. На КЛ электростанций и подстанций, где длина и способ прокладки кабелей позволяют, пользуясь чертежами, бирками, кабелеискательным аппаратом, точно определить подлежащий ремонту кабель, разрешается по усмотрению работника, выдающего наряд, не прокалывать кабель перед его разрезанием или вскрытием муфты.

37.23. Вскрывать соединительные муфты и разрезать кабель в тех случаях, когда предварительный прокол не делается, следует заземленным инструментом, надев диэлектрические перчатки, используя средства защиты от термических рисков электрической дуги и механических воздействий, стоя на изолирующем основании.

После предварительного прокола те же операции на кабеле разрешается выполнять без перечисленных дополнительных мер безопасности.

37.24. Кабельная масса для заливки муфт должна разогреваться в специальной железной посуде с крышкой и носиком.

Кабельная масса из вскрытой банки вынимается при помощи подогретого ножа в теплое время года и откалывается - в холодное время года.

Запрещается разогревать невскрытые банки с кабельной массой.

37.25. При заливке муфт массой работник должен быть одет в специальную одежду, брезентовые рукавицы и предохранительные очки.

37.26. Разогрев, снятие и перенос сосуда с припоем, а также сосуда с массой должны выполняться в брезентовых рукавицах и предохранительных очках. Запрещается передавать сосуд с припоем либо сосуд с массой из рук в руки, при передаче необходимо ставить их на

землю.

37.27. Перемешивание расплавленной массы следует выполнять металлической мешалкой, а снятие нагара с поверхности расплавленного припоя - металлической сухой ложкой. Мешалка и ложка перед применением должны быть подогреты.

37.28. В холодное время года соединительные и концевые муфты перед заливкой их горячими составами должны быть подогреты.

37.29. Разогрев кабельной массы в кабельных колодцах, туннелях, кабельных сооружениях запрещен.

37.30. При перекатке барабана с кабелем необходимо принять меры против захвата его выступающими частями одежды.

До начала работ по перекатке барабана следует закрепить концы кабеля и удалить торчащие из барабана гвозди.

Барабан с кабелем разрешается перекачивать только по горизонтальной поверхности по твердому грунту или настилу.

37.31. При ручной прокладке кабеля число работников должно быть таким, чтобы на каждого приходился участок кабеля массой не более 35 кг для мужчин и 15 кг для женщин. Работать следует в брезентовых рукавицах.

37.32. Запрещается при прокладке кабеля стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы. Для этой цели должны быть установлены угловые ролики.

37.33. При прогреве кабеля запрещается применять трансформаторы напряжением выше 380 В.

37.34. Перекладывать кабель и переносить муфты следует после отключения кабеля. Перекладывать кабель, находящийся под напряжением, разрешается при условиях:

перекладываемый кабель должен иметь температуру не ниже 5 градусов С;

муфты на перекладываемом участке кабеля должны быть укреплены хомутами на досках;

для работы должны использоваться диэлектрические перчатки, поверх которых для защиты от механических повреждений должны быть надеты брезентовые рукавицы;

работа должна выполняться работниками, имеющими опыт прокладки, под надзором ответственного руководителя работ, имеющего группу V, в электроустановках напряжением выше 1000 В и производителя работ, имеющего группу IV, в электроустановках напряжением до 1000 В.

37.35. Работы в подземных кабельных сооружениях, а также их осмотр со спуском в них должны выполняться по наряду не менее чем тремя работниками, двое из которых - страхующие. Между работниками, выполняющими работу, и страхующими должна быть установлена визуальная и/или голосовая связь. Производитель работ должен иметь группу IV.

На электростанциях и подстанциях осмотр коллекторов и туннелей, не относящихся к числу газоопасных, разрешено проводить по распоряжению одним работником, имеющим группу III, при наличии устойчивой связи (телефон, радиостанция).

37.36. В каждом цехе (районе, участке) необходимо иметь утвержденный руководителем организации перечень газоопасных подземных сооружений, с которым должен быть ознакомлен оперативный персонал.

Все газоопасные подземные сооружения должны быть помечены на плане. Люки и двери газоопасных помещений должны надежно запираяться и иметь знаки в соответствии с государственным стандартом.

37.37. До начала и во время работы в подземном сооружении должна быть обеспечена естественная или принудительная вентиляция и взят анализ на содержание в воздухе кислорода, которого должно быть не менее 20%.

Естественная вентиляция создается открыванием не менее двух люков с установкой около них специальных козырьков, направляющих воздушные потоки. Перед началом работы продолжительность естественной вентиляции должна составлять не менее 20 минут.

Принудительная вентиляция обеспечивается вентилятором или компрессором в течение 10 - 15 минут для полного обмена воздуха в подземном сооружении посредством рукава, опускаемого вниз и не достигающего дна на 0,25 м.

Не разрешается применять для вентиляции баллоны со сжатыми газами. Если естественная или принудительная вентиляция не обеспечивают полное удаление вредных веществ, спуск в подземное сооружение разрешается только с применением изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания, в том числе с использованием шлангового противогаса.

37.38. Запрещается без проверки подземных сооружений на загазованность приступать к работе в них. Проверку должны проводить работники, обученные пользованию приборами. Список таких работников утверждается руководителем организации (обособленного подразделения).

Проверка отсутствия газов с помощью открытого огня запрещается.

37.39. Перед началом работы в коллекторах и туннелях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, последняя должна быть приведена в действие на срок, определяемый в соответствии с местными условиями. Отсутствие газа в этом случае разрешается не проверять.

37.40. При работах в коллекторах и туннелях должны быть открыты два люка или две двери, чтобы работники находились между ними. У открытого люка должен быть установлен предупреждающий знак или сделано ограждение. До начала работы члены бригады должны быть ознакомлены с планом эвакуации из подземного сооружения в случае непредвиденных обстоятельств.

37.41. При открывании колодцев необходимо применять инструмент, не дающий искрообразования, а также избегать ударов крышки о горловину люка.

У открытого люка колодца должен быть установлен предупреждающий знак или сделано ограждение.

37.42. В колодце разрешается находиться и работать одному работнику, имеющему группу III, с применением лямочного предохранительного пояса со страховочным канатом. Данный предохранительный пояс должен иметь наплечные ремни, пересекающиеся со стороны спины, с кольцом на пересечении для крепления каната. Другой конец каната должен держать один из страхующих работников.

37.43. При работах в колодцах разжигать в них паяльные лампы, устанавливая баллоны с пропан-бутаном, разогревать составы для заливки муфт и припой не разрешается. Опускать в колодец расплавленный припой и разогретые составы для заливки муфт следует в специальном закрытом сосуде, подвешенном с помощью карабина к металлическому тросику.

37.44. При проведении огневых работ должны применяться щитки из огнеупорного материала, ограничивающие распространение пламени, и приниматься меры к предотвращению пожара.

37.45. В коллекторах, туннелях, кабельных полуэтажах и прочих помещениях, в которых проложены кабели, при работе с использованием пропан-бутана суммарная вместимость находящихся в помещении баллонов не должна превышать 5 л.

После окончания работ баллоны с газом должны быть удалены, а помещение провентилировано.

37.46. При прожигании кабелей находиться в колодцах не разрешается, а в туннелях и коллекторах разрешается только на участках между двумя открытыми входами. Запрещается работать на кабелях во время их прожигания.

После прожигания во избежание пожара необходимо осмотреть кабели.

37.47. Перед допуском к работам и проведением осмотра в туннелях устройства защиты от пожара в них должны быть переведены с автоматического действия на дистанционное управление и на ключе управления должен быть вывешен плакат "Не включать! Работают люди".

37.48. Запрещается курить в колодцах, коллекторах и туннелях, а также на расстоянии менее 5 м от открытых люков.

37.49. При длительных работах в колодцах, коллекторах и туннелях время пребывания в них должен определять работник, выдающий наряд, в зависимости от условий выполнения работ.

37.50. В случае появления газа работа в колодцах, коллекторах и туннелях должна быть прекращена, работники выведены из опасной зоны до выявления источника загазованности и его устранения.

Для вытеснения газов необходимо применять принудительную вентиляцию.

37.51. Для освещения рабочих мест в колодцах и туннелях должны применяться светильники напряжением 12 В или аккумуляторные фонари во взрывозащищенном исполнении. Трансформатор для светильников напряжением 12 В должен располагаться вне колодца или туннеля.

XXXVIII. Охрана труда при выполнении работ на воздушных линиях электропередачи

38.1. Работы по замене элементов опор, монтажу и демонтажу опор и проводов, замене гирлянд изоляторов ВЛ должны выполняться по технологической карте или ППР.

38.2. Подниматься на опору и работать на ней разрешается только после проверки достаточной устойчивости и прочности опоры, особенно ее основания.

38.3. Для определения прочности деревянных опор должна проверяться степень загнивания древесины с откапыванием опоры на глубину не менее 0,5 м. Для определения прочности железобетонных опор и приставок должно проверяться отсутствие недопустимых трещин в бетоне, оседания или вспучивания грунта вокруг опоры, разрушения бетона опоры (приставки) с откапыванием грунта на глубину не менее 0,5 м.

38.4. На металлических опорах должно проверяться отсутствие повреждений фундаментов, наличие всех раскосов и гаек на анкерных болтах, состояние оттяжек, заземляющих проводников.

38.5. Необходимость и способы укрепления опоры, прочность которой вызывает сомнение (недостаточное заглубление, вспучивание грунта, загнивание древесины, трещины в бетоне), должны определяться на месте производителем или ответственным руководителем работ.

Работы по укреплению опоры с помощью растяжек следует выполнять без подъема на опору, с телескопической вышки или другого механизма для подъема людей, с установленной рядом опоры, либо применять для этого специальные раскрепляющие устройства, для навески которых не требуется подниматься по опоре.

Подниматься по опоре разрешается только после ее укрепления.

Опоры, не рассчитанные на одностороннее тяжение проводов и тросов и временно подвергаемые такому тяжению, должны быть предварительно укреплены во избежание их падения.

До укрепления опор не допускается нарушать целостность проводов и снимать вязки на опорах.

38.6. Подниматься на опору разрешается членам бригады, допущенным к работам, выполняемым на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты и имеющим следующие группы: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

III - при всех видах работ до верха опоры;

II - при работах, выполняемых с отключением ВЛ, до верха опоры, а при работах на нетоковедущих частях ВЛ, находящейся под напряжением, не выше уровня, при котором от головы работающего до уровня нижних проводов этой ВЛ остается расстояние 2 м. Исключение составляют работы по окраске опор в соответствии с пунктом 38.17 Правил.

38.7. При подъеме на деревянную и железобетонную опоры строп предохранительного пояса следует заводить за стойку.

Не разрешается на угловых опорах со штыревыми изоляторами подниматься и работать со стороны внутреннего угла.

При работе на опоре следует пользоваться ляпочным предохранительным поясом и опираться на оба когтя (лаза) в случае их применения.

При работе на стойке опоры располагаться следует таким образом, чтобы не терять из виду ближайшие провода, находящиеся под напряжением.

При замене деталей опоры должна быть исключена возможность ее смещения или падения.

38.8. Не разрешается откапывать сразу обе стойки опоры при замене одинарных и сдвоенных приставок П- и АП-образных опор. Следует заменить приставку на одной стойке опоры, закрепить бандажи и утрамбовать землю и только тогда приступать к замене приставок на другой стойке. Заменять сдвоенные приставки необходимо поочередно.

38.9. Не разрешается находиться в котловане при вытаскивании или опускании приставки.

38.10. Способы валки и установки опоры, необходимость и способы ее укрепления во избежание отклонения определяет ответственный руководитель работ. В случае применения оттяжек с крюками последние должны быть снабжены предохранительными замками.

38.11. При работах на изолирующих подвесках разрешается перемещаться по поддерживающим одноцепным и многоцепным (с двумя и более гирляндами изоляторов) и по натяжным многоцепным подвескам.

Работа на одноцепной натяжной изолирующей подвеске допускается при использовании специальных приспособлений или лежа на ней и зацепившись ногами за траверсу для фиксации положения тела.

38.12. При работе на поддерживающей изолирующей подвеске строп предохранительного пояса должен быть закреплен за траверсу. Если длина стропа недостаточна, необходимо пользоваться закрепленными за пояс двумя страховочными канатами. Один канат привязывают к траверсе, а второй, предварительно заведенный за траверсу, подстраховывающий член бригады подает по мере необходимости.

38.13. При работе на натяжной изолирующей подвеске строп предохранительного пояса должен быть закреплен за траверсу или за предназначенное для этой цели приспособление.

38.14. На поддерживающих и натяжных многоцепных изолирующих подвесках допускается закреплять строп предохранительного пояса за одну из гирлянд изоляторов, на которой работа не ведется. Запрещается закреплять этот строп за гирлянду, на которой идет работа.

В случае обнаружения неисправности, могущей привести к расцеплению изолирующей подвески, работа должна быть прекращена.

38.15. Не разрешается при подъеме (или опускании) на траверсы проводов, тросов, а также при их натяжении находиться на этих траверсах или стойках под ними.

38.16. Выбирать схему подъема груза и размещать подъемные блоки следует с таким расчетом, чтобы не возникали усилия, которые могут вызвать повреждение опоры.

38.17. Окраску опоры с подъемом до ее верха могут с соблюдением требований пункта 38.6 Правил выполнять работники, имеющие группу II. При окраске опоры должны быть приняты меры для предотвращения попадания краски на изоляторы и провода (например, применены поддоны).

38.18. При производстве работ с опоры, телескопической вышки, гидropодъемника без изолирующего элемента или другого механизма для подъема людей расстояние от работника, применяемого инструмента, приспособлений, канатов, оттяжек до провода (электропередачи, радиотрансляции, телемеханики), находящегося под напряжением до 1000 В, должно быть не менее 0,6 м.

38.19. При производстве работ, при которых не исключена возможность приближения к проводам (электропередачи, связи, радиотрансляции, телемеханики) на расстояние менее 0,6 м, эти провода должны быть отключены и заземлены на месте производства работ.

38.20. Работы по перетяжке и замене проводов на ВЛ напряжением до 1000 В и на линиях уличного освещения, подвешенных на опорах линий напряжением выше 1000 В, должны выполняться с отключением всех линий напряжением до и выше 1000 В и заземлением их с двух сторон участка работ.

Работы следует выполнять по наряду бригадой в составе не менее двух работников; производитель работ должен иметь группу IV.

38.21. При выполнении работ на ВЛ без снятия напряжения безопасность персонала обеспечивается по одной из двух схем.

Первая схема. Провод под напряжением - изоляция - человек - земля. Схема реализуется двумя методами:

работа в контакте, когда основным защитным средством (средство защиты, предназначенное для обеспечения электробезопасности) являются диэлектрические перчатки и изолированный инструмент. Этим методом выполняются работы на ВЛ напряжением до 1000 В;

работа на расстоянии, когда работа выполняется с применением основных (изолирующие штанги, клещи) и дополнительных (диэлектрические перчатки, боты, накладки) электрозщитных средств. Этот метод применяется на ВЛ напряжением выше 1000 В.

Вторая схема. Провод под напряжением - человек - изоляция - земля. Работы по этой схеме допускаются при следующих условиях:

изоляция работающего от земли специальными устройствами соответствующего напряжения; применение экранирующего комплекта, соответствующего техническим регламентам и иным обязательным требованиям;

выравнивание потенциалов экранирующего комплекта, рабочей площадки и провода специальной штангой для переноса потенциала. Расстояние от работника до заземленных частей и элементов оборудования при работах должно быть не менее расстояния, указанного в таблице N 1.

38.22. Конкретные виды работ под потенциалом провода должны выполняться по специальным инструкциям или по технологическим картам, проектам организации работ (далее - ПОР), ППР.

38.23. Члены бригады, имеющие право выполнения работ под потенциалом провода (с непосредственным касанием токоведущих частей) ВЛ напряжением выше 1000 В, должны иметь группу IV, а остальные члены бригады - группу III.

38.24. Не разрешается прикасаться к изоляторам и арматуре изолирующих подвесок, имеющих иной, чем провод, потенциал, а также передавать или получать инструмент или приспособления работникам, не находящимся на той же рабочей площадке, при выполнении работ с площадки изолирующего устройства, находящегося под потенциалом провода.

38.25. Перед началом работ на изолирующих подвесках следует проверить измерительной штангой электрическую прочность фарфоровых изоляторов. При наличии выпускающих зажимов следует заклинить их на опоре, на которой выполняется работа, и на соседних опорах, если это требуется по рельефу трассы.

38.26. Работы на изолирующей подвеске по ее перецепке, замене отдельных изоляторов, арматуры, проводимые монтерами, находящимися на изолирующих устройствах или траверсах, допускаются при количестве исправных изоляторов в подвеске не менее 70%, а на ВЛ напряжением 750 кВ - при наличии не более пяти дефектных изоляторов в одной подвеске.

38.27. При перецепке изолирующих подвесок на ВЛ напряжением 330 кВ и выше, выполняемой с траверс, устанавливать и отцеплять от траверсы необходимые приспособления следует в диэлектрических перчатках и в экранирующем комплекте.

38.28. Разрешается прикасаться на ВЛ напряжением 35 кВ к шапке первого изолятора при двух исправных изоляторах в изолирующей подвеске, а на ВЛ напряжением 110 кВ и выше - к шапкам первого и второго изоляторов. Счет изоляторов ведется от траверсы.

38.29. Установка трубчатых разрядников под напряжением на ВЛ напряжением 35 - 110 кВ разрешается при условии применения изолирующих подвесных габаритников, исключающих возможность приближения внешнего электрода разрядника к проводу на расстояние менее заданного.

38.30. Не разрешается находиться в зоне возможного выхлопа газов при приближении внешнего электрода разрядника к проводу или отводе электрода при снятии разрядника. Приближать или отводить внешний электрод разрядника следует с помощью изолирующей штанги.

Не разрешается приближаться к изолированному от опоры молниезащитному тросу на расстояние менее 1 м.

38.31. При использовании троса в схеме плавки гололеда допустимое расстояние приближения

к тросу должно определяться в зависимости от напряжения плавки.

38.32. Не разрешается работать на ВЛ и ВЛС, находящихся под напряжением, при тумане, дожде, снегопаде, в темное время суток, а также при ветре, затрудняющем работы на опорах.

38.33. При монтаже и замене проводов и тросов раскатывать их следует плавно, без рывков, тяговые канаты направлять так, чтобы избежать подхлестывания и приближения к проводам, находящимся под напряжением. Для оттяжек и контроттяжек необходимо применять канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует натягивать без слабины.

Используемые при работе лебедки и стальные канаты должны быть заземлены.

38.34. Провод (трос) каждого барабана перед раскаткой должен быть заземлен.

38.35. Перед началом монтажных работ (визировка, натяжка, перекладка из роликов в зажимы) раскатанный провод (трос) должен быть заземлен в двух местах: у начальной анкерной опоры вблизи натяжного зажима и на конечной опоре, через которую производится натяжение. Кроме того, заземления должны накладываться на провод (трос) и на каждой промежуточной опоре, где производится работа.

38.36. Для провода или троса, лежащего в металлических раскаточных роликах или зажимах, достаточным является заземление обойм этих роликов (зажимов). При естественном металлическом контакте между металлической обоймой ролика (зажима) и телом металлической или арматурной железобетонной опоры дополнительных мероприятий по заземлению металлического ролика (зажима) не требуется.

38.37. При работе на проводах, выполняемой с телескопической вышки (подъемника), рабочая площадка вышки должна быть с помощью специальной штанги соединена с проводом линии гибким медным проводником сечением не менее 10 мм², а сама вышка заземлена.

Провод при этом должен быть заземлен на ближайшей опоре или в пролете.

38.38. Запрещается входить в кабину вышки и выходить из нее, а также прикасаться к корпусу вышки, стоя на земле, после соединения рабочей площадки телескопической вышки с проводом.

Запрещается использовать металлический трос в качестве бесконечного каната.

Машинист (водитель), управляющий подъемником с земли, должен быть в диэлектрических ботах и диэлектрических перчатках.

38.39. Петли на анкерной опоре следует соединять только по окончании монтажных работ в смежных с этой опорой анкерных пролетах.

На анкерной опоре ВЛ напряжением 110 кВ и выше петли до соединения должны быть закреплены за провода или за натяжные изолирующие подвески, но не ближе чем за четвертый изолятор, считая от траверсы, а на ВЛ напряжением 35 кВ и ниже - только за провода.

38.40. При выполнении работы на проводах ВЛ в пролете пересечения с другой ВЛ, находящейся под напряжением, заземление необходимо устанавливать на опоре, где ведется работа.

Если в этом пролете подвешиваются или заменяются провода, то с обеих сторон от места пересечения должен быть заземлен как подвешиваемый, так и заменяемый провод.

38.41. При замене проводов (тросов) и относящихся к ним изоляторов и арматуры, расположенных ниже проводов, находящихся под напряжением, через заменяемые провода (тросы) в целях предупреждения подсечки расположенных выше проводов должны быть перекинута канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует

перекидывать в двух местах - по обе стороны от места пересечения, закрепляя их концы за якоря или конструкции. Подъем провода (троса) должен осуществляться медленно и плавно.

38.42. Работы на проводах (тросах) и относящихся к ним изоляторах, арматуре, расположенных выше проводов, находящихся под напряжением, необходимо выполнять по ППР, утвержденному руководителем организации (обособленного подразделения). В ППР должны быть предусмотрены меры для предотвращения опускания проводов (тросов) и для защиты от наведенного напряжения. Замена проводов (тросов) при этих работах должна выполняться с обязательным снятием напряжения с пересекаемых проводов, кроме случаев применения в электроустановках напряжением 220 кВ и выше технологий ремонта, исключая приближение заменяемого провода (троса) к проводам пересекаемых ВЛ, находящимся под напряжением, на расстояния менее допустимых специально обученным и допущенным к этим работам работникам.

38.43. Эксплуатирующим организациям необходимо определить линии (участки линий), находящиеся под наведенным напряжением, путем выполнения измерений, с последующим перерасчетом значений на наибольший рабочий ток влияющей ВЛ. Схема и порядок измерений величины наведенного напряжения и ее перерасчета на наибольший рабочий ток влияющей ВЛ определяются эксплуатирующей организацией. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Работники, обслуживающие ВЛ, должны иметь в наличии перечень линий, находящихся под наведенным напряжением, знать содержание указанного перечня и требования безопасной организации и выполнения работ на них, указанные в Правилах. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Сведения о наличии наведенного напряжения на ВЛ должны быть указаны в строке "Отдельные указания" наряда-допуска. Значение расчетного наведенного напряжения на ВЛ указывается в перечне ВЛ под наведенным напряжением. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.44. Все виды работ на ВЛ под наведенным напряжением, связанные с прикосновением к проводу (грозотросу), должны выполняться по технологическим картам или ППР. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.45. Работы на ВЛ под наведенным напряжением могут производиться одним из следующих методов: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

с заземлением ВЛ с обеих сторон в РУ и на рабочем месте с использованием для обеспечения безопасного производства работ технологии уравнивания потенциалов или технологии работ "без снятия напряжения"; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

без заземления ВЛ в РУ при заземлении ВЛ только на рабочем месте. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.46. Работы с заземлением ВЛ с обеих сторон в РУ и на рабочем месте с использованием технологии уравнивания потенциалов должны производиться с выполнением следующих мероприятий: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

выводимая в ремонт ВЛ должна быть заземлена с обеих сторон в РУ; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

при работе с металлической опоры на рабочем месте бригады фазные провода (грозотрос) ВЛ должны заземляться на стойку опоры, а при работе с железобетонной опоры - на стационарный заземлитель, исправный и соответствующий установленным требованиям; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

при работе с телескопической вышки (подъемника), рабочая площадка вышки должна быть соединена с проводом (тросом) линии гибким проводником сечением не менее 25 мм, а сама вышка (шасси) - заземлена. Провод (грозотрос) линии при этом должен быть заземлен на месте работ. Не разрешается входить в кабину телескопической вышки и выходить из нее, а также прикасаться к корпусу вышки, стоя на земле, после соединения рабочей площадки телескопической вышки с проводом. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

В процессе работы не допускается использовать в качестве "бесконечных" канаты из токопроводящих материалов. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Количество допускаемых к работе на ВЛ бригад, работающих по методу, указанному в данном пункте Правил, не ограничивается. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

При невозможности обеспечить уравнивание потенциалов на рабочем месте (например, при работе с деревянной опоры), работы необходимо выполнять в соответствии с пунктами 38.47 или 38.48 Правил. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.47. Работы с заземлением ВЛ с обеих сторон в РУ и на рабочем месте с использованием технологии "без снятия напряжения" должны производиться с выполнением мероприятий, предусмотренных в пунктах 38.21 - 38.32 Правил. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.48. Работы без заземления ВЛ в РУ при заземлении ВЛ только на рабочем месте должны производиться с выполнением следующих мероприятий: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

выводимая в ремонт ВЛ со стороны РУ не заземляется; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

к работе на одной ВЛ (на одном электрически связанном участке) может допускаться не более одной бригады; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

ВЛ (участок ВЛ) заземляется только в одном месте (на месте работы бригады) или на двух смежных опорах. При этом на месте работы бригады кроме основного необходимо установить дополнительное переносное заземление. При снятии переносных заземлений по окончании работ сначала необходимо отсоединить струбцины обоих заземлений от провода (грозотроса) ВЛ, а затем от заземлителя. Допускается работа только с опоры, на которой установлено заземление (основное и дополнительное), или в пролете между смежными заземленными опорами; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

при необходимости работы в двух и более пролетах (участках) ВЛ должна быть разделена на электрически не связанные участки посредством разъединения петель на анкерных опорах. На каждом из таких участков может работать лишь одна бригада; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

перед установкой или снятием заземления провод (трос) должен быть предварительно заземлен с помощью штанги с дугогасящим устройством (для снятия статической составляющей наведенного напряжения и локализации дугового разряда). Заземляющий провод штанги должен быть заранее присоединен к заземлителю. Штанга может быть снята лишь после установки (или снятия) переносного заземления; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

при отсутствии штанги с дугогасящим устройством установка (снятие) защитного заземления на рабочем месте может производиться только после временного заземления ВЛ в одном из РУ. Заземляющие ножи на конце ВЛ в РУ должны отключаться только после установки (снятия) заземления на рабочем месте. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.49. На ВЛ (на одном электрически связанном участке) под наведенным напряжением не допускается одновременная работа бригад, использующих разные методы производства работ, указанные в пункте 38.45 Правил. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.50. На ВЛ под наведенным напряжением работы с земли, связанные с прикосновением к проводу (тросу), опущенному с опоры вплоть до земли, должны выполняться с использованием электрозащитных средств (диэлектрические перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной проводником с этим проводом (тросом) для выравнивания потенциалов. Соединение металлической площадки с проводом (тросом) должно выполняться с применением электрозащитных средств и только после расположения на ней работающего. Приближение к площадке без средств защиты от напряжения шага не допускается. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Выполнение работ с земли без применения электрозащитных средств и металлической площадки допускается при условии заземления провода в непосредственной близости к каждому месту прикосновения. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.51. При монтажных работах (подъем, визирование, натяжка, перекладка проводов из раскаточных роликов в зажимы) на ВЛ под наведенным напряжением или строящихся ВЛ в створе действующих ВЛ провод должен быть заземлен на анкерной опоре, от которой ведется раскатка, на конечной анкерной опоре, через которую проводится натяжка, и на каждой промежуточной опоре, на которую поднимается провод. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.52. По окончании работы на промежуточной опоре заземление с провода (грозотроса) на этой опоре может быть снято. В случае возобновления работы на промежуточной опоре, связанной с прикосновением к проводу (грозотросу), провод должен быть вновь заземлен на той же опоре. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.53. Применяемые при монтаже проводов на ВЛ под наведенным напряжением стальные тяговые канаты сначала необходимо закреплять на тяговом механизме и для выравнивания потенциалов заземлять на тот же заземлитель, что и провод. Только после этого разрешается прикреплять канат к проводу. Разъединять провод и тяговый канат можно только после выравнивания их потенциалов, то есть после соединения каждого из них с общим заземлителем. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.54. На ВЛ под наведенным напряжением перекладку проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы следует проводить в направлении, обратном направлению раскатки. До начала перекладки необходимо, оставив заземленными провода на анкерной опоре, в сторону которой будет проводиться перекладка, снять заземление с проводов на анкерной опоре, от которой начинается перекладка. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Заземление с перекладываемых проводов (троса) можно снимать только после перекладки провода (троса) в поддерживающие зажимы и окончания работ на данной опоре. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.55. Во время перекладки проводов в зажимы смежный анкерный пролет, в котором перекладка уже закончена, следует рассматривать как находящийся под наведенным напряжением. Выполнять на нем работы, связанные с прикосновением к проводам, разрешается только после заземления их на рабочем месте. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.56. На отключенной цепи многоцепной ВЛ с расположением цепей одна над другой можно работать только при условии, что эта цепь подвешена ниже цепей, находящихся под напряжением. Не допускается заменять и регулировать провода отключенной цепи. (в ред.

Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.57. При работе на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ с горизонтальным расположением цепей на стойках должны быть вывешены красные флажки со стороны цепей, оставшихся под напряжением. Флажки вывешивают на высоте 2 - 3 м от земли производитель работ с членом бригады, имеющим группу III. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.58. Подниматься на опору со стороны цепи, находящейся под напряжением, и переходить на участки траверс, поддерживающих эту цепь, запрещается. Если опора имеет степ-болты, подниматься по ним разрешается независимо от того, под какой цепью они расположены. При расположении степ-болтов со стороны цепей, оставшихся под напряжением, подниматься на опору следует под наблюдением находящегося на земле производителя работ или члена бригады, имеющего группу III. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.59. При работе с опор на проводах отключенной цепи многоцепной ВЛ, остальные цепи которой находятся под напряжением, заземление необходимо устанавливать на каждой опоре, на которой ведутся работы. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.60. Запрещается при пофазном ремонте ВЛ заземлять в РУ провод отключенной фазы. Провод должен быть заземлен только на рабочем месте. На ВЛ напряжением 35 кВ и выше при работах на проводе одной фазы или поочередно на проводах каждой фазы разрешается заземлять на рабочем месте провод только той фазы, на которой выполняется работа. При этом не разрешается приближаться к проводам остальных незаземленных фаз на расстояние менее указанного в таблице N 1. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.61. При пофазном ремонте для увеличения надежности заземления оно должно быть двойным, состоящим из двух отдельных, установленных параллельно заземлений. Работать на проводе разрешается не далее 20 м от установленного заземления. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.62. При одновременной работе нескольких бригад отключенный провод должен быть разъединен на электрически не связанные участки. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Каждой бригаде следует выделить отдельный участок, на котором устанавливается одно двойное заземление.

38.63. При пофазном ремонте ВЛ напряжением 110 кВ и выше для локализации дугового разряда перед установкой или снятием заземления провод должен быть предварительно заземлен с помощью штанги с дугогасящим устройством. Заземляющий провод штанги должен быть заранее присоединен к заземлителю. Эта штанга должна быть снята лишь после установки (или снятия) переносного заземления. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.64. Запрещается при пофазном ремонте на ВЛ с горизонтальным расположением фаз переходить на участки траверсы, поддерживающие провода фаз, находящихся под напряжением. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Условия производства работ при пофазном ремонте ВЛ напряжением 35 кВ и выше должны быть указаны в строке "Отдельные указания" наряда.

38.65. Работы по расчистке трассы ВЛ от деревьев выполняются по наряду или распоряжению. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.66. До начала валки деревьев рабочее место должно быть расчищено. В зимнее время для быстрого отхода от падающего дерева следует проложить в снегу две дорожки длиной 5 - 6 м

под углом к линии его падения в сторону, противоположную падению. Не разрешается влезать на подрубленные и подпиленные деревья. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.67. Производитель работ должен перед началом работы предупредить всех членов бригады об опасности приближения сваливаемых деревьев, канатов к проводам ВЛ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.68. Во избежание падения деревьев на провода до начала рубки должны быть применены оттяжки. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Запрещается валить деревья без подпила или подруба, а также делать сквозной пропил дерева. Наклоненные деревья следует валить в сторону их наклона, но при угрозе падения деревьев на ВЛ их валка не разрешается до отключения ВЛ.

38.69. Запрещается в случае падения дерева на провода приближаться к нему на расстояние менее 8 м до снятия напряжения с ВЛ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.70. О предстоящем падении сваливаемого дерева пильщики должны предупредить других рабочих. Стоять со стороны падения дерева и с противоположной стороны не разрешается. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.71. Запрещается оставлять не поваленным подрубленное и подпиленное дерево на время перерыва в работе. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.72. Перед валкой гнилых и сухостойких деревьев необходимо опробовать их прочность, а затем сделать подпил. Запрещается подрубить эти деревья. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Запрещается групповая валка деревьев с предварительным подпиливанием и валка с использованием падения одного дерева на другое. В первую очередь следует сваливать подгнившие и обгоревшие деревья.

38.73. При обходах и осмотрах ВЛ назначать производителя работ не обязательно. Во время осмотра ВЛ запрещается выполнять какие-либо ремонтные и восстановительные работы, а также подниматься на опору и ее конструктивные элементы. Подъем на опору разрешается при верховом осмотре ВЛ. Проведение целевого инструктажа обязательно. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.74. В труднопроходимой местности (болота, водные преграды, горы, лесные завалы) и в условиях неблагоприятной погоды (дождь, снегопад, сильный мороз), а также в темное время суток осмотр ВЛ должны выполнять не менее двух работников, имеющих группу II, один из которых назначается старшим. В остальных случаях осматривать ВЛ имеет право один работник, имеющий группу II. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Не разрешается идти под проводами при осмотре ВЛ в темное время суток.

При поиске повреждений осматривающие ВЛ должны иметь при себе предупреждающие знаки или плакаты.

При проведении обходов должна быть обеспечена связь с диспетчером.

38.75. Запрещается приближаться на расстояние менее 8 м к лежащему на земле проводу ВЛ напряжением выше 1000 В, к находящимся под напряжением железобетонным опорам ВЛ напряжением 6 - 35 кВ при наличии признаков протекания тока замыкания на землю (повреждение изоляторов, прикосновение провода к телу опоры, испарение влаги из почвы, возникновение электрической дуги на стойках и в местах заделки опоры в грунт). В этих случаях вблизи провода или опоры следует организовать охрану для предотвращения приближения к месту замыкания людей и животных, установить по мере возможности

предупреждающие знаки или плакаты, сообщить о происшедшем владельцу ВЛ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.76. При работах на участках пересечения ВЛ с транспортными магистралями (железные дороги, судоходные реки и каналы), когда требуется временно приостановить движение транспорта либо на время его движения приостановить работы на ВЛ, работник, выдающий наряд, должен вызвать на место работ представителя службы движения транспортной магистрали. Этот представитель должен обеспечить остановку движения транспорта на необходимое время или предупредить линейную бригаду о приближающемся транспорте. Для пропуска транспорта провода, мешающие движению, должны быть подняты на безопасную высоту. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.77. При работах на участках пересечения или сближения ВЛ с шоссе и проселочными дорогами для предупреждения водителей транспорта или для остановки по согласованию с Государственной инспекцией по безопасности дорожного движения МВД России (ГИБДД) его движения производитель работ должен выставить на шоссе или дороге сигнальщики. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

При необходимости должен быть вызван представитель ГИБДД.

Сигнальщики должны находиться на расстоянии 100 м в обе стороны от места пересечения или сближения ВЛ с дорогами и иметь при себе днем красные флажки, а ночью красные фонари.

38.78. По распоряжению без отключения сети освещения допускается работать в следующих случаях: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

при использовании телескопической вышки с изолирующим звеном;

при расположении светильников ниже проводов на расстоянии не менее 0,6 м на деревянных опорах без заземляющих спусков с опоры или с приставной деревянной лестницы.

В остальных случаях следует отключать и заземлять все подвешенные на опоре провода и работу выполнять по наряду.

38.79. При работе на пускорегулирующей аппаратуре газоразрядных ламп до отключения ее от общей схемы светильника следует предварительно отсоединить от сети питающие провода и разрядить статические конденсаторы (независимо от наличия разрядных резисторов).

38.80. Работа на проводах ВЛЗ 6 - 20 кВ должна проводиться с отключением ВЛ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.81. Расстояние от работников до проводов ВЛ и других элементов, соединенных с проводами, расстояние от проводов ВЛ до механизмов и грузоподъемных машин должно быть не менее указанных в таблице N 1. Расстояние от провода с защитным покрытием до деревьев должно быть не менее 0,55 м. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.82. Для работ по удалению с проводов упавших деревьев ВЛ должна быть отключена и заземлена. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.83. На ВЛ, находящейся под напряжением, допускается выполнять работы по удалению набросов и ветвей деревьев с применением изолирующих штанг. При выполнении указанных работ без применения защитных средств линия должна быть отключена и заземлена. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.84. Работы на ВЛИ 0,38 кВ могут выполняться с отключением или без отключения ВЛ. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.85. Работы с отключением ВЛИ 0,38 кВ выполняются при необходимости замены жгута

проводов целиком, при разъединении или соединении (одного или нескольких) проводов на линиях, проходящих во взрыво- и пожароопасных зонах (вблизи бензоколонок, газораспределительных станций). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Разрешается отключение не всей линии, а только провода, на котором предстоит работа. Провод, после его определения по маркировке и проверки отсутствия на нем напряжения, должен быть отключен со всех сторон, откуда на него не исключена подача напряжения, и заземлен на месте работы.

38.86. Без снятия напряжения на ВЛИ 0,38 кВ разрешено выполнять работы по: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

замене опор и их элементов, линейной арматуры;

перетяжке проводов;

замене соединительных, ответвительных и натяжных зажимов;

подключению или отсоединению ответвлений к электроприемникам;

замене участка или восстановлению изоляции отдельного фазного провода.

38.87. При выполнении работы без снятия напряжения на самонесущих изолированных проводах с неизолированным нулевым проводом необходимо изолировать нулевой провод и металлическую арматуру с помощью изолирующих накладок и колпаков. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.88. Запрещается работа на ВЛИ 0,38 кВ без снятия напряжения в случаях: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

отключения ВЛ, вызванного ошибкой бригады;

обнаружения повреждения на ВЛ, ликвидация которого невозможна без нарушения технологии работ;

отсутствия или неисправности технических средств и средств защиты;

сильного дождя, снегопада, густого тумана, обледенения опор (при необходимости подъема на опоры);

других обстоятельств, угрожающих безопасности работ.

38.89. Работа на ВЛИ 0,38 кВ без снятия напряжения должна выполняться по наряду. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

38.90. Бригада, выполняющая работы без снятия напряжения, должна состоять не менее чем из двух работников - производителя работ, имеющего группу IV, и члена бригады, имеющего группу III. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Производитель работ и член бригады должны пройти подготовку и получить право на проведение работ без снятия напряжения на ВЛИ 0,38 кВ, а также допуск к работам, выполняемым на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты, о чем должна быть сделана соответствующая запись в строке "Свидетельство на право проведения специальных работ" удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 2 к Правилам. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

XXXIX. Охрана труда при проведении испытаний и измерений. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника

39.1. К проведению испытаний электрооборудования допускаются работники, прошедшие специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в настоящем подразделе, 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 поле "Свидетельство на право проведения специальных работ" удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках.

Испытательные установки (электролаборатории) должны быть зарегистрированы в федеральном органе исполнительной власти, осуществляющем федеральный государственный энергетический надзор.

Производитель работ, занятый испытаниями электрооборудования, а также работники, проводящие испытания единолично с использованием стационарных испытательных установок, должны пройти месячную стажировку под контролем работника, стаж которого по испытаниям электрооборудования не должен быть менее года (далее - опытный работник).

39.2. 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 в соответствии с главой X Правил, 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.

39.3. Испытания электрооборудования проводит бригада, в которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады - группу III, а член бригады, которому поручается охрана, - группу II.

39.4. 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.

39.5. Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошными или сетчатыми ограждениями, а двери снабжены блокировкой, разрешается выполнять работнику, имеющему группу III, единолично в порядке, установленном для электроустановок напряжением до 1000 В, с использованием типовых методик испытаний.

39.6. Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000 В. Испытательная установка, имеющая напряжение выше 1000 В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открывания двери. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая сигнализация, извещающая о включении напряжения до и выше 1000 В, и звуковая сигнализация, извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки, и звуковой сигнализацией, кратковременно извещающей о подаче испытательного напряжения.

39.7. Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

39.8. Испытываемое оборудование, испытательная установка и соединительные провода между ними должны быть ограждены щитами, канатами с предупреждающим плакатом "Испытание. Опасно для жизни", обращенным наружу. Ограждение должны устанавливать работники, проводящие испытание.

39.9. При необходимости следует выставлять 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.

39.10. 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.

39.11. При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в разных помещениях или на разных участках РУ разрешается нахождение членов бригады, имеющих группу III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от производителя работ. Эти члены бригады должны находиться вне ограждения и получить перед началом испытаний необходимый инструктаж от производителя работ.

39.12. Снимать заземления, установленные при подготовке рабочего места и препятствующие проведению испытаний, а затем устанавливать их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в строке "Отдельные указания" наряда.

39.13. При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напряжением 380/220 В вывод высокого напряжения ее должен быть заземлен.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах для заземления, должно быть не менее 4 мм².

39.14. Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220 В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом цепи или через штепсельную вилку, расположенные на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижными и неподвижными контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной электроустановки от сети напряжением 380/220 В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующей эти сети.

39.15. Соединительный провод между испытываемым оборудованием и испытательной установкой сначала должен быть присоединен к ее заземленному выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние, менее указанного в таблице N 1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

39.16. Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений;

проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;

предупредить членов бригады о подаче напряжения словами "Подаю напряжение" и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 В.

39.17. С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие-либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании запрещается.

39.18. Запрещается с момента подачи напряжения на вывод испытательной установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

39.19. Испытывать или прожигать кабели следует со стороны пунктов, имеющих заземляющие устройства.

39.20. После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить ее от сети напряжением 380/220 В, заземлить вывод установки и сообщить об этом членам бригады словами "Напряжение снято". Только после этого разрешается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

После испытания оборудования со значительной емкостью (кабели, генераторы) с него

должен быть снят остаточный заряд специальной разрядной штангой.

39.21. 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 (разрешено быть из числа ремонтного персонала). При измерении следует пользоваться диэлектрическими перчатками. Запрещается наклоняться к прибору для отсчета показаний.

Указанная работа должна проводиться по распоряжению.

39.22. В электроустановках напряжением до 1000 В работать с электроизмерительными клещами разрешается одному работнику, имеющему группу III.

Запрещается работать с электроизмерительными клещами, находясь на опоре ВЛ.

Указанная работа должна проводиться по распоряжению либо в порядке текущей эксплуатации.

39.23. 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.

39.24. Присоединять импульсный измеритель линий разрешается только к отключенной и заземленной ВЛ. Присоединение следует выполнять в следующем порядке:

соединительный провод сначала необходимо присоединить к заземленной проводке импульсного измерителя (идущей от защитного устройства), а затем с помощью изолирующих штанг - к проводу ВЛ. Штанги, которыми соединительный провод подсоединяется к ВЛ, на время измерения должны оставаться на проводе линии. При работе со штангами необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками;

снять заземление с ВЛ на том конце, где присоединен импульсный измеритель. При необходимости разрешается снятие заземлений и на других концах проверяемой ВЛ. После снятия заземлений с ВЛ соединительный провод, защитное устройство и проводка к нему должны считаться находящимися под напряжением и прикасаться к ним не разрешается;

снять заземление с проводки импульсного измерителя.

39.25. Присоединение проводки импульсного измерителя к ВЛ с помощью изолирующих штанг должен выполнять оперативный персонал, имеющий группу IV, или персонал лаборатории под наблюдением оперативного персонала.

Подключение импульсного измерителя через стационарную коммутационную аппаратуру к уже присоединенной к ВЛ стационарной проводке и измерения могут проводить единолично оперативный персонал или по распоряжению работник, имеющий группу IV, из персонала лаборатории.

39.26. По окончании измерений ВЛ должна быть снова заземлена, и только после этого разрешается снять изолирующие штанги с соединительными проводами сначала с ВЛ, а затем с проводки импульсного измерителя.

39.27. Измерения импульсным измерителем, не имеющим генератора импульсов высокого напряжения, разрешается без удаления с ВЛ работающих бригад.

39.28. Измерения мегаомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением

выше 1000 В измерения производятся по наряду, кроме работ, указанных в пунктах 6.12, 6.14 Правил, в электроустановках напряжением до 1000 В и во вторичных цепях - по распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Разрешается измерение мегаомметром сопротивления изоляции электрооборудования выше 1000 В, включаемого в работу после ремонта, выполнять по распоряжению двум работникам из числа оперативного персонала, имеющим группу IV и III при условии выполнения технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ со снятием напряжения.

39.29. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

39.30. При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг), при этом следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

39.31. При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

XI. Охрана труда при обмыве и чистке изоляторов под напряжением

40.1. В электроустановках обмывать гирлянды изоляторов, опорные изоляторы и фарфоровую изоляцию оборудования разрешается, не снимая напряжения с токоведущих частей, в соответствии с ППР или инструкцией по охране труда соответствующей организации. Длина струи воды должна быть не менее указанной в таблице N 6.

Таблица N 6

Минимально допустимые расстояния по струе воды между насадкой и обмываемым изолятором

Диаметр выходного отверстия насадки, мм	Минимально допустимое расстояние по струе, м, при напряжении электроустановки, кВ					
	до 10	35	110 - 150	220	330	500
10	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
12	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0	10,0
14	4,0	5,0	6,5	8,5	9,5	11,0
16	4,0	6,0	7,0	9,0	10,0	12,0

40.2. При обмыве ствол, телескопическая вышка и цистерна с водой должны быть заземлены. При обмыве с телескопической вышки ствол с насадкой должен быть соединен с корзиной вышки и рамой автоцистерны гибким медным проводником сечением не менее 25 мм².

При обмыве с земли, телескопической вышки или специальной металлической площадки следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

40.3. Не допускается в процессе обмыва, стоя на земле, прикасаться к машине или механизму, используемым при обмыве, выходить из кабины или кузова и входить в них. Должны быть

приняты меры для предотвращения приближения посторонних людей к машинам и механизмам, применяемым при обмыве.

Переносить рукава с водой разрешается только после прекращения обмыва.

40.4. В ЗРУ чистить изоляторы, не снимая напряжения с токоведущих частей, необходимо специальными щетками на изолирующих штангах либо пылесосом в комплекте с полыми изолирующими штангами с насадками.

Чистка должна проводиться с пола или с устойчивых подмостей. При чистке необходимо применять диэлектрические перчатки.

40.5. Перед началом работы изоляционные поверхности штанг должны быть очищены от пыли. Внутреннюю полость штанг нужно систематически очищать от пыли и в процессе чистки.

40.6. Головки, насаживаемые на полые изолирующие штанги пылесосов, также должны быть выполнены из изоляционного материала во избежание замыкания соседних фаз электроустановки при чистке изоляции.

40.7. Чистка изоляции без снятия напряжения любым способом должна выполняться по наряду двумя работниками. Работа должна выполняться работником, имеющим группу III, под наблюдением производителя работ, имеющего группу IV. Эти работники должны быть специально обучены и допущены к проведению указанных работ с записью в поле "Свидетельство на право проведения специальных работ" удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

40.8. Чистка изоляции без снятия напряжения в ЗРУ разрешается при наличии в них проходов достаточной ширины, позволяющих свободно оперировать пылеудаляющими средствами, и выполняется только с пола или устойчивых подмостей.

XLI. Охрана труда при выполнении работ со средствами связи, диспетчерского и технологического управления

41.1. Требования, содержащиеся в настоящем подразделе, должны соблюдаться при выполнении работ на КЛ и ВЛС; на оборудовании и устройствах СДТУ, расположенных в аппаратных залах, кроссах, радиоузлах связи и помещениях энергетических предприятий; в устройствах связи, на установках высокочастотной связи по ВЛ, релейной защиты и телемеханики; в установках промышленного телевидения и вычислительных устройствах.

41.2. Ответственный руководитель работ должен назначаться при работах, выполняемых согласно пункту 5.7 Правил, и работах:

по устройству мачтовых переходов, замене концевых угловых опор;

по испытанию КЛС;

с аппаратурой НУП (НРП);

на фильтрах присоединения без включения заземляющего ножа, исключая осмотры фильтров без их вскрытия.

Работнику, выдающему наряд, разрешается назначать ответственного руководителя работ и при других работах, помимо вышеперечисленных.

41.3. Разрешается совмещение ответственным руководителем или производителем работ обязанностей допускающего в устройствах СДТУ, если для подготовки рабочего места не требуется оперировать коммутационными аппаратами. При этом допускающему разрешается

снимать предохранители и совместно с членом бригады устанавливать переносные заземления.

41.4. В устройствах СДТУ по распоряжению разрешается проводить работы, указанные в разделе VII Правил, и работы:

на отключенных ВЛС и КЛС, не подверженных влиянию линий электропередачи и фидерных радиотрансляционных линий 1 класса;

по ремонту, монтажу и наладке устройств СДТУ, кроме аппаратуры высокочастотной связи, расположенной в РУ, включая элементы обработки и присоединения высокочастотных каналов связи.

41.5. При работе на участках пересечения и сближения КЛ или ВЛС с ВЛ напряжением 750 кВ должны выполняться требования указаний по защите персонала и сооружений связи и радиофикации на участках пересечения и сближения с линиями электропередачи напряжением 750 кВ.

41.6. Работа на устройствах СДТУ, расположенных на территории РУ, должна быть организована в соответствии с пунктом 6.17 Правил.

Работа на высокочастотных заградителях, установленных на ВЛ вне территории РУ, должна проводиться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим ВЛ.

41.7. При испытаниях КЛС повышенным напряжением испытываемый участок должен быть ограничен. Во избежание появления испытательного напряжения на участках КЛС, не подвергаемых испытаниям, все соединения между ними должны быть сняты.

41.8. Работники, находящиеся во время испытаний электрической прочности изоляции на разных концах КЛС, должны иметь между собой связь.

41.9. Телефонный аппарат на дальнем конце КЛС должен быть включен до проведения испытаний через разделительные конденсаторы (емкостью 0,1 мкФ и рабочим напряжением 5 - 6 кВ), включенные в каждую жилу выделенной для телефонной связи пары. Телефонный аппарат и конденсаторы следует располагать вне котлована или колодца на деревянной подставке, покрытой резиновым диэлектрическим ковром. Телефонные разговоры должны проводиться при отсутствии испытательного напряжения на кабеле и только по получении вызова от ответственного руководителя работ. Не разрешается дотрагиваться до телефонного аппарата и соединительных проводов при испытаниях.

41.10. Во время испытаний телефонный аппарат у ответственного руководителя работ должен быть отключен. Включать его следует после окончания испытаний и снятия заряда с кабеля.

41.11. Перед подачей испытательного напряжения на кабель ответственный руководитель работ должен предупредить по телефону членов бригады о начале испытаний.

41.12. Запрещается производить какие-либо переключения на боксах и концах разделанного кабеля, а также прикасаться к кабелю во время испытаний.

41.13. Металлические корпуса измерительных приборов и устройств должны быть заземлены до начала работы, а снятие заземления должно быть выполнено после окончания работы с приборами и устройствами в качестве заключительной операции.

41.14. Электрические измерения КЛС, подверженных влиянию линий электропередачи и электрифицированных железных дорог переменного тока, следует проводить с применением электрозащитных средств.

41.15. Подключение кабелей к устройству защиты от коррозии и защитных устройств к источнику блуждающих токов, а также работы на катодных установках, проводимые без

снятия напряжения с установки, необходимо выполнять в диэлектрических перчатках.

Ремонт дренажной установки разрешается выполнять после ее отключения, а также после заземления дренажного кабеля со стороны контактной сети электрифицированной железной дороги или трамвая.

41.16. Эксплуатация оборудования, обеспечивающего содержание кабеля под избыточным воздушным давлением, должна соответствовать правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Работы на этом оборудовании разрешается проводить по распоряжению после отключения кабеля и подготовки рабочего места.

Снимать панели с блока осушки и автоматики и приступать к работам разрешается не ранее 15 минут после снятия напряжения с оборудования. При работе необходимо использовать диэлектрический коврик.

41.17. Дистанционное питание НУП постоянным и переменным током должно сниматься при следующих работах на КЛС:

монтаж, демонтаж и перекладка кабеля;

ремонт поврежденной телефонной связи;

измерения на кабеле.

41.18. Дистанционное питание НУП (НРП) должно сниматься по заявке дежурного СДТУ, которую он дает на имя дежурного или начальника обслуживаемого усилительного пункта (далее - ОУП). В заявке указывается название магистрали, номер цепи дистанционного питания, участок и характер работы, время начала и окончания работы, вид дистанционного питания, фамилия ответственного руководителя работ.

41.19. Дистанционное питание НУП (НРП) должно сниматься на питающем усилительном пункте дежурным или начальником ОУП после получения разрешения от уполномоченного на это работника.

В цепи передачи дистанционного питания следует сделать разрывы путем снятия соответствующих дужек, предохранителей или других частей в зависимости от конструкции аппаратуры. При этом необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками.

41.20. Получив разрешение на проведение работ в НУП (НРП), ответственный руководитель работ должен определить кабель, подлежащий ремонту, проверить отсутствие напряжения на нем и разрядить его. Эти операции необходимо выполнять в защитных очках и диэлектрических перчатках.

41.21. Для обеспечения безопасности работ на кабеле в НУП (НРП) должны быть сделаны дополнительные разрывы в цепях приема дистанционного питания.

41.22. Допуск бригады для работ на кабеле в НУП (НРП) должен осуществлять после выполнения всех мер безопасности ответственный руководитель работ.

Организации должны иметь перечень устройств, имеющие дистанционное питание. Работники, обслуживающие их, должны быть ознакомлены с этим перечнем.

41.23. Работы в подземных сооружениях КЛС должны выполняться в соответствии с требованиями пунктов 37.35 - 37.51 Правил.

41.24. Работы в НУП (НРП) должны проводиться по наряду или распоряжению бригадой, в которой производитель работ должен иметь группу IV, а члены бригады - группу III.

41.25. Камеры НУП (НРП), не имеющие постоянной вентиляции, перед началом и во время работы необходимо проветривать. При проведении работ камера должна быть открыта.

При работе НУП (НРП), оборудованных вентиляцией, должны быть открыты вентиляционные каналы.

41.26. Перед испытанием аппаратуры дистанционного питания должна быть обеспечена телефонная связь между всеми НУП (НРП) и питающими их ОУП.

41.27. Снимать с аппаратуры отдельные платы разрешается только с разрешения ответственного руководителя работ после снятия напряжения дистанционного питания. Запрещается проводить ремонт аппаратуры, находящейся под напряжением.

41.28 Устройство пересечений и ремонт проводов ВЛС, пересекающих провода контактной сети электрифицированных железных дорог, трамваев и троллейбусов, должны осуществляться при отключенной и заземленной на месте работ контактной сети в присутствии представителя дистанции (района) контактной сети согласно разработанному ППР.

41.29. При перетягивании проводов на улицах населенных пунктов необходимо выставлять сигнальщиков с флажками для предупреждения прохожих и транспорта.

41.30. При натягивании и регулировке проводов связи, проходящих под (над) линией электропередачи, должны соблюдаться требования, предусмотренные пунктом 38.40 Правил с учетом требований главы XXXVIII Правил.

41.31. Перед началом работы необходимо проверить отсутствие напряжения выше 25 В на проводах ВЛС (между проводами и землей).

Запрещается при обнаружении на проводах ВЛС напряжения выше 25 В приступать к работе до выяснения причины появления напряжения и снижения его до 25 В.

41.32. При работах на ВЛС, находящихся под наведенным напряжением, должны выполняться требования 38.43 - 38.57 Правил, относящиеся к работам на ВЛ под наведенным напряжением.

41.33. Заземление проводов ВЛС, находящихся под напряжением, должно выполняться через дренажные катушки с помощью штанг для наложения переносных заземлений.

41.34. При работе на ВЛС под наведенным напряжением раскатываемые монтируемые провода должны быть заземлены в начале пролета и непосредственно у места работы. Провод, лежащий на земле, не должен соприкасаться с линейными проводами и проводами, раскатанными на следующих участках.

Регулировать стрелу провеса и крепить провод на участке следует до соединения его с проводом предыдущего участка. Перед соединением отдельных участков провода в месте работ они должны быть заземлены с обеих сторон от места соединения.

41.35. Работу с радиоаппаратурой разрешается проводить по распоряжению. Обслуживание радиоаппаратуры одним работником, имеющим группу III, разрешается производить без права выполнения ремонтных работ, за исключением работ на аппаратуре, питание которой осуществляется напряжением до 25 В.

41.36. При работе в электромагнитных полях с частотами в диапазоне 60 кГц- 300 ГГц должны выполняться требования нормативных актов. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

41.37. При настройке и испытаниях аппаратуры высокой частоты следует пользоваться средствами защиты от поражения электрическим током и от повышенных электромагнитных излучений.

Применяемые защитные очки должны иметь металлизированное покрытие стекол (например, типа ОРЗ-5).

41.38. Устранять неисправности, производить изменения в схемах, разборку и сборку антенно-фидерных устройств следует после снятия с них напряжения.

Запрещается:

определять наличие электромагнитного излучения по тепловому эффекту на руке или другой части тела;

находиться в зоне излучения с плотностью потока энергии выше допустимой без средств защиты;

нарушать экранирование источника электромагнитного излучения;

находиться перед открытым работающим антенно-фидерным устройством.

41.39. Работы по монтажу и обслуживанию внешних антенно-фидерных устройств на башнях и мачтах должна выполнять бригада, состоящая из работников, имеющих группы IV и III. Перед началом работ следует отключать аппаратуру высокой частоты.

41.40. При работе на антенно-мачтовых сооружениях должны выполняться следующие требования:

работники, поднимающиеся по ним, должны иметь допуск к работам, выполняемым на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

перед работой должна быть отключена аппаратура сигнального освещения мачты и прогрева антенн и вывешен плакат "Не включать! Работают люди";

при замене ламп электрического сигнального освещения мачт должны соблюдаться требования пунктов 38.76, 38.77 Правил.

41.41. Обслуживание, наладку и ремонт оборудования высокочастотных установок, расположенных в РУ или на ВЛ напряжением выше 1000 В, должны проводить не менее двух работников, один из которых должен иметь группу IV, с учетом того, что обесточенные шлейфы высокочастотных заградителей могут быть под наведенным напряжением.

41.42. Разрешается работать на действующей аппаратуре со вскрытием панелей (блоков) одному работнику, имеющему группу III, с применением средств защиты.

Перед началом работ необходимо проверить отсутствие напряжения на соединительной высокочастотной линии. Не допускается работать при напряжении выше 25 В.

41.43. Производить изменения в схемах, разборку и сборку высокочастотного тракта и устранять неисправности в них разрешается только после снятия напряжения с элементов обработки и присоединения ВЛ. При работе на кабеле и фильтре присоединения достаточно включить заземляющий нож на нижней обкладке конденсатора связи.

41.44. Запрещается отключение заземляющих проводников от защитных устройств, аппаратуры и других элементов оборудования высокочастотной установки, подключенной к ВЛ, без заземления нижней обкладки конденсатора связи.

41.45. Подключать и отключать приборы в цепи между конденсаторами связи и фильтром присоединения разрешается только при заземленной с помощью заземляющего ножа нижней обкладке конденсатора связи. При многократном пересоединении приборов в процессе

измерений нижняя обкладка конденсатора связи каждый раз должна заземляться.

Измерения продолжительностью не более 1 часа можно проводить по распоряжению одному работнику, имеющему группу IV, под надзором работника из числа оперативного персонала, имеющего группу IV. Эти измерения должны проводиться только внутри фильтра присоединения без отключения разрядника при отключенном заземляющем ноже нижней обкладки конденсатора связи. При этом приборы должны быть заземлены; измерения необходимо проводить с применением электротехнических средств (диэлектрические боты и перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками).

Измерения продолжительностью более 1 часа должны проводиться по наряду.

41.46. Монтаж и демонтаж перевозных (переносных) высокочастотных постов связи должна выполнять бригада в составе не менее двух работников, один из которых должен иметь группу IV, а другой - группу III.

41.47. Антенна должна крепиться на опорах на расстоянии не менее 3 м от уровня расположения нижних проводов для ВЛ напряжением до 110 кВ включительно и не менее 4 м - для ВЛ напряжением 150 и 220 кВ. Стрела провеса антенны должна быть больше стрелы провеса провода ВЛ.

41.48. Перед подвешиванием антенны пост с антенной катушкой должен быть закреплен на опоре на высоте 1 - 1,5 м и заземлен.

Конец антенны, входящий в пост, должен заземляться через дроссель, находящийся внутри поста, и через заземляющий нож, включенный параллельно с дросселем. Параллельно дросселю должен быть включен разрядник на напряжение 1 кВ.

Антенну следует натягивать осторожно, без рывков.

41.49. При подъеме и спуске антенны один работник, стоящий в середине пролета в стороне от трассы, должен следить за тем, чтобы антенна не приближалась к проводам ВЛ, находящимся под напряжением, на расстояние менее указанного в пункте 41.47 Правил. Не разрешается находиться под проводом антенны.

41.50. Перед спуском антенну необходимо заземлять с помощью заземляющего ножа или переносного заземления.

41.51. Работать на устройствах, расположенных в аппаратных помещениях, включать и отключать, а также ремонтировать аппаратуру телефонной связи, радиотрансляции можно одному работнику, имеющему группу III.

41.52. На полу перед вводными и вводно-испытательными стойками КЛ и ВЛС, стойками дистанционного питания, стойками автоматических регуляторов напряжения, токораспределительными стойками должны находиться резиновый диэлектрический коврик или изолирующие подставки.

41.53. На чехлы оборудования, к которому подводится напряжение дистанционного питания, должны быть нанесены знаки, предупреждающие о наличии напряжения.

41.54. Промывку контактов (контактных полей) искателей и реле необходимо выполнять после снятия с них напряжения.

41.55. При попадании на линию связи, включенную в вводно-испытательную стойку, или защитные полосы кросса постороннего напряжения выше 25 В (от линии электропередачи, аппаратуры дистанционного питания) дежурный персонал должен такую линию отключить и изолировать, пользуясь средствами защиты. О наличии постороннего напряжения выше 25 В следует ставить в известность оперативный персонал объекта, а в его отсутствие -

вышестоящий оперативный персонал. Замену разрядников или предохранителей разрешается проводить только при отсутствии постороннего напряжения.

41.56. При работе на аппаратуре линий связи, подверженных влиянию линий электропередачи и электрифицированных железных дорог переменного тока, замена линейных защитных устройств должна проводиться в диэлектрических перчатках (или клещами с изолирующими рукоятками) и в защитных очках с применением резинового диэлектрического коврика.

41.57. Рабочие места телефонистов коммутаторов и передаточных столов АТС должны быть защищены ограничителями акустических ударов. Во время грозы телефонисты должны пользоваться вместо микротелефонных гарнитур микротелефонными трубками.

41.58. Не разрешается при чистке оборудования пользоваться кистями с открытой металлической оправой, а также шлангами пылесосов с металлическими наконечниками.

41.59. Замену ламп в аппаратуре необходимо выполнять после снятия с них напряжения. Разрешается замена ламп под напряжением до 250 В с применением средств защиты.

XLII. Охрана труда при выполнении работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики, со средствами измерений и приборами учета электроэнергии, вторичными цепями

42.1. Для обеспечения безопасности работ, проводимых в цепях измерительных приборов, устройств релейной защиты и электроавтоматики, вторичные цепи (обмотки) измерительных трансформаторов тока и напряжения должны иметь постоянные заземления. В сложных схемах релейной защиты для группы электрически соединенных вторичных обмоток измерительных трансформаторов допускается выполнять заземление только в одной точке. Все работы в схемах устройств сложных защит выполняются по программам, в которых в том числе должны быть указаны меры безопасности.

42.2. При необходимости разрыва токовой цепи измерительных приборов, устройств релейной защиты, электроавтоматики цепь вторичной обмотки трансформатора тока предварительно закорачивается на специально предназначенных для этого зажимах или с помощью испытательных блоков.

Во вторичной цепи между трансформаторами тока и установленной закороткой не допускается производить работы, которые могут привести к размыканию цепи.

42.3. При работах во вторичных устройствах и цепях трансформаторов напряжения с подачей напряжения от постороннего источника должны быть приняты меры, исключающие возможность обратной трансформации.

42.4. Проверка, опробование действия устройств релейной защиты, электроавтоматики, в том числе с отключением или включением коммутационных аппаратов, должна производиться в соответствии с пунктом 7.11 Правил.

42.5. Производителю работ, имеющему группу IV, из числа персонала, обслуживающего устройства релейной защиты, электроавтоматики, разрешается совмещать обязанности допускающего. При этом он определяет меры безопасности, необходимые для подготовки рабочего места. Подобное совмещение разрешается, если для подготовки рабочего места не требуется выполнения отключений, заземления, установки временных ограждений в части электроустановки напряжением выше 1000 В.

42.6. Производителю работ, имеющему группу IV, единолично, а также членам бригады, имеющим группу III (на условиях, предусмотренных пунктом 6.13 Правил), разрешается работать отдельно от других членов бригады во вторичных цепях и устройствах релейной

защиты, электроавтоматики, если эти цепи и устройства расположены в РУ и помещениях, где токоведущие части напряжением выше 1000 В отсутствуют, полностью ограждены или расположены на высоте, не требующей ограждения.

42.7. Работники энергоснабжающих организаций работу с приборами учета потребителя проводят на правах командированного персонала. Эти работы проводятся бригадой в составе не менее двух работников.

В помещениях РУ записывать показания электросчетчиков допускается работнику энергоснабжающей организации, имеющему группу III, в присутствии представителя потребителя электроэнергии.

42.8. В электроустановках напряжением до 1000 В потребителей, имеющих обслуживающий персонал, работающий по совместительству или по гражданско-правовому договору (детские сады, магазины, поликлиники, библиотеки), подготовку рабочего места и допуск к работе с приборами учета электрической энергии имеет право проводить оперативный персонал соответствующих энергоснабжающих или территориальных электросетевых организаций по утвержденному перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, бригадой из двух работников, имеющих группы III и IV, в присутствии представителя потребителя.

42.9. Работы с приборами учета электроэнергии должны проводиться со снятием напряжения. В цепях электросчетчиков, подключенных к измерительным трансформаторам, при наличии испытательных коробок следует снимать напряжение со схемы электросчетчика в указанных коробках.

42.10. Работу с однофазными электросчетчиками оперативный персонал энергоснабжающих или территориальных электросетевых организаций, имеющий группу III, имеет право проводить единолично при снятом напряжении по утвержденному перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. При отсутствии коммутационного аппарата до электросчетчика в деревянных домах, в помещениях без повышенной опасности эту работу разрешается проводить без снятия напряжения при снятой нагрузке.

42.11. При выполнении работ, указанных в пунктах 42.8 и 42.10 Правил, ОРД организации за работниками должен быть закреплен территориальный участок (район, квартал, округ). В бланках заданий оперативный персонал должен отмечать выполнение технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ в электроустановках.

42.12. В энергоснабжающих или территориальных электросетевых организациях для проведения работ с приборами учета должны быть составлены инструкции или технологические карты по каждому виду работ.

XLIII. Охрана труда при выполнении работ в электрической части устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит

43.1. Обслуживание электрической части устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений, защит и технических средств АСУ должно выполняться с соблюдением мер электробезопасности, предусмотренных Правилами.

43.2. Операции с коммутационной аппаратурой на пультах, распределительных щитах и сборках устройств ТАИ имеет право выполнять оперативный персонал или по наряду производитель работ, если разрешение на такие операции подтверждены записью в строке "Отдельные указания" наряда, или по распоряжению с записью в графе 7 журнала учета работ по нарядам и распоряжениям.

43.3. Подготовка участка технологического оборудования перед допуском к работам на устройствах ТАИ должен проводить оперативный персонал цеха, участка, в управлении

которого находится технологическое оборудование.

43.4. Опробование и проверка под напряжением, пробное включение отдельных элементов и участков схемы или узлов устройств ТАИ во время ремонта, наладки выполняются с разрешения начальника смены (оперативного персонала) технологического цеха, участка при соблюдении следующих условий: работа должна быть прекращена, бригада от опробуемого энергооборудования удалена, защитные заземления, ограждения и плакаты сняты.

Работы, связанные с неоднократным включением и отключением электрооборудования в процессе опробования, разрешается проводить без оформления перерывов в наряде, но с выполнением каждый раз необходимых технических мероприятий.

43.5. По распоряжению можно выполнять работы в устройствах ТАИ, не требующие изменения технологической схемы или режима работы оборудования.

В устройствах ТАИ работником, имеющим группу III, единолично по распоряжению могут выполняться следующие работы:

наладка регистрационной части приборов;

замена манометров (кроме электроконтактных), дифманометров, терморпар, термометров сопротивления;

устранение дефектов в приборах теплотехнического контроля на блочных и групповых щитах управления;

профилактика переключателей точек температурных измерений;

ремонт комплекса технических средств вычислительной техники АСУ;

наладка и проверка параметров настройки электронных блоков авторегуляторов;

уплотнение коробок зажимов;

выполнение надписей, маркировки стендов, датчиков, исполнительных механизмов, панелей;

обдувка щитов, панелей сжатым воздухом.

43.6. Все работы в устройствах ТАИ, расположенных в различных цехах, участках, должны проводиться с разрешения начальника смены (оперативного персонала) цеха (участка), в котором предстоит работать.

43.7. При проведении работ на сборках задвижек, на приводах задвижек и регуляторов должны соблюдаться требования глав IV, XXVII Правил.

43.8. Допускающим к работам по наряду или распоряжению в устройствах ТАИ является оперативный персонал цеха, участка технологического объекта, имеющий группу III.

Производителю работ, имеющему группу IV, из числа электротехнического персонала разрешается совмещать обязанности допускающего и определять меры безопасности в электрической части устройств ТАИ при подготовке рабочего места с записью в строке "Отдельные указания" наряда.

XLIV. Охрана труда при работе с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами, разделительными трансформаторами

44.1. Переносные электроинструменты и светильники, ручные электрические машины, разделительные трансформаторы и другое вспомогательное оборудование должны

удовлетворять требованиям технических регламентов, национальных (межгосударственных) стандартов и технических условий в части электробезопасности и использоваться в работе с соблюдением Правил.

44.2. К работе с переносным электроинструментом и ручными электрическими машинами классов 0 и I в помещениях с повышенной опасностью должны допускаться работники, имеющие группу II.

Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, устройств защитного отключения) к электрической сети и отсоединение его от сети должен выполнять электротехнический персонал, имеющий группу III, эксплуатирующий эту электрическую сеть.

44.3. Класс переносного электроинструмента и ручных электрических машин должен соответствовать категории помещения и условиям производства работ с применением в отдельных случаях электрозщитных средств согласно требованиям, приведенным в таблице N 7.

Таблица N 7

Условия использования в работе электроинструмента и ручных электрических машин различных классов

Место проведения работ	Класс электроинструмента и ручных электрических машин по типу защиты от поражения электрическим током	Условия применения электрозщитных средств
1	2	3
Помещения без повышенной опасности	0	С применением хотя бы одного электрозщитного средства
	I	При системе TN-S - без применения электрозщитных средств при подключении через устройство защитного отключения или с применением хотя бы одного электрозщитного средства. При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрозщитного средства
	II	Без применения электрозщитных средств
	III	Без применения электрозщитных средств
Помещения с повышенной опасностью	0	При системе TN-S - с применением хотя бы одного электрозщитного

		<p>средства и при подключении через устройство защитного отключения или при подключении через устройство защитного отключения, или при питании только одного электроприемника (машина, инструмент) от отдельного источника (разделительный трансформатор, генератор, преобразователь).</p> <p>При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрзащитного средства и при питании только одного электроприемника от отдельного источника</p>
	I	<p>При системе TN-S - без применения электрзащитных средств при подключении через устройство защитного отключения или при питании только одного электроприемника (машина, инструмент) от отдельного источника (разделительный трансформатор, генератор, преобразователь). При системе TN-C - с применением хотя бы одного электрзащитного средства</p>
	II	Без применения электрзащитных средств
	III	Без применения электрзащитных средств
Особо опасные помещения	0	Не допускается применять
	I	С защитой устройством защитного отключения или с применением хотя бы одного электрзащитного средства
	II	Без применения электрзащитных средств
	III	Без применения электрзащитных средств
При наличии особо неблагоприятных условий (в	0	Не допускается применять
	I	Не допускается применять

сосудах, аппаратах и других металлических емкостях с ограниченной возможностью перемещения и выхода)	II	С применением хотя бы одного электрoзащитного средства Без применения электрoзащитных средств при подключении через устройство защитного отключения или при питании только одного электрoприемника от отдельного источника
	III	Без применения электрoзащитных средств

44.4. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных переносные электрические светильники должны иметь напряжение не выше 50 В.

При работах в особо неблагоприятных условиях (колодцах выключателей, отсеках КРУ, барабанах котлов, металлических резервуарах) переносные светильники должны иметь напряжение не выше 12 В.

44.5. Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками следует:

определить по паспорту класс машины или инструмента;

проверить комплектность и надежность крепления деталей;

убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, защитных кожухов;

проверить четкость работы выключателя;

выполнить (при необходимости) тестирование устройства защитного отключения (УЗО);

проверить работу электроинструмента или машины на холостом ходу;

проверить у машины I класса исправность цепи заземления (корпус машины - заземляющий контакт штепсельной вилки).

Не допускается использовать в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием, имеющие дефекты и не прошедшие периодической проверки (испытания).

44.6. При пользовании электроинструментом, ручными электрическими машинами, переносными светильниками их провода и кабели должны по возможности подвешиваться.

Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается.

Кабель электроинструмента должен быть защищен от случайного механического повреждения и соприкосновения с горячими, сырыми и масляными поверхностями.

Не допускается натягивать, перекручивать и перегибать кабель, ставить на него груз, а также допускать пересечение его с тросами, кабелями, шлангами газосварки.

При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками должна быть немедленно прекращена.

44.7. Выдаваемые и используемые в работе ручные электрические машины, переносные электроинструменты и светильники, вспомогательное оборудование должны быть учтены в организации (обособленном подразделении), проходить проверку и испытания в сроки и объемах, установленных техническими регламентами, национальными и межгосударственными стандартами, техническими условиями на изделия, действующими объемом и нормами испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок.

Для поддержания исправного состояния, проведения периодических испытаний и проверок ручных электрических машин, переносных электроинструментов и светильников, вспомогательного оборудования распоряжением руководителя организации должен быть назначен ответственный работник, имеющий группу III.

44.8. При исчезновении напряжения или перерыве в работе электроинструмент и ручные электрические машины должны отсоединяться от электрической сети.

44.9. Работникам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами, запрещается:

передавать ручные электрические машины и электроинструмент, хотя бы на непродолжительное время, другим работникам;

разбирать ручные электрические машины и электроинструмент, производить какой-либо ремонт;

держаться за провод электрической машины, электроинструмента, касаться вращающихся частей или удалять стружку, опилки до полной остановки инструмента или машины;

устанавливать рабочую часть в патрон инструмента, машины и изымать ее из патрона, а также регулировать инструмент без отключения его от сети;

работать с приставных лестниц;

вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

44.10. При использовании разделительного трансформатора необходимо руководствоваться следующими требованиями:

от разделительного трансформатора разрешается питание только одного электроприемника;

заземление вторичной обмотки разделительного трансформатора не допускается;

корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, не требуется.

XLV. Охрана труда при выполнении работ в электроустановках с применением автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов, лестниц

45.1. В действующих электроустановках работы с применением грузоподъемных машин и механизмов проводятся по наряду. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

45.2. Водители, крановщики, машинисты, стропальщики, работающие в действующих электроустановках или в охранной зоне ВЛ, должны иметь группу II.

45.3. Проезд автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов по территории ОРУ и в охранной зоне ВЛ должен осуществляться под наблюдением одного из работников из числа оперативного персонала, работника, выдавшего наряд или ответственного руководителя, а в

электроустановках напряжением до 1 000 В - производителя работ, имеющего группу IV, при выполнении строительно-монтажных работ в охранной зоне ВЛ - под наблюдением ответственного руководителя или производителя работ, имеющего группу III. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Установка и работа грузоподъемных машин и механизмов в электроустановках должны выполняться под непрерывным руководством и надзором работника, ответственного за безопасное производство работ кранами (подъемниками, вышками), имеющего группу не ниже IV.

В строке "Отдельные указания" наряда должна быть сделана запись о назначении работника, ответственного за безопасное производство работ кранами (подъемниками, вышками) с указанием должности, фамилии и инициалов, а также выполняемых работ под его непосредственным руководством.

45.4. При проезде по ОРУ и под ВЛ подъемные и выдвигные части грузоподъемных машин и механизмов должны находиться в транспортном положении. Разрешается в пределах рабочего места перемещение грузоподъемных машин по ровной местности с поднятым рабочим органом без груза и людей на подъемной или выдвигной части, если такое перемещение разрешается заводской инструкцией и при этом не требуется проезжать под шинами и проводами ВЛ, находящихся под напряжением.

На ОРУ скорость движения грузоподъемных машин и механизмов определяется местными условиями, но не должна превышать 10 км/ч.

Под ВЛ автомобили, грузоподъемные машины и механизмы должны проезжать в местах наименьшего провеса проводов (у опор).

45.5. При установке крана на месте работы ответственным руководителем работ совместно с допускающим должен быть определен возможный сектор перемещения стрелы. Этот сектор до начала работ должен быть ограничен координатной защитой крана или шестами с флажками, а в ночное время - сигнальными огнями.

45.6. Установка и работа грузоподъемных машин и механизмов непосредственно под проводами ВЛ напряжением до 35 кВ включительно, находящимися под напряжением, не допускается.

Устанавливать грузоподъемную машину (механизм) на выносные опоры и переводить ее рабочий орган из транспортного положения в рабочее должен управляющий ею машинист. Не разрешается привлекать для этого других работников.

45.7. При проезде, установке и работе автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов расстояния от подъемных и выдвигных частей, стропов, грузозахватных приспособлений, грузов до токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны быть не менее указанных в таблице N 1.

45.8. У телескопических вышек и гидроподъемников перед началом работы должны быть проверены в действии выдвигная и подъемная части, а у телескопических вышек, кроме того, подъемная часть должна быть установлена вертикально и зафиксирована в таком положении.

45.9. Не допускается при работах на угловых опорах, связанных с заменой изоляторов, проводов или ремонтом арматуры, устанавливать телескопическую вышку (гидроподъемник) внутри угла, образованного проводами.

45.10. При всех работах в ОРУ и в пределах охранной зоны ВЛ без снятия напряжения механизмы и грузоподъемные машины должны заземляться. Грузоподъемные машины на гусеничном ходу при их установке непосредственно на грунт заземлять не требуется.

45.11. Если в результате соприкосновения с токоведущими частями или возникновении электрического разряда механизм или грузоподъемная машина окажутся под напряжением, прикасаться к ним и спускаться с них на землю или подниматься на них до снятия напряжения не разрешается.

45.12. Запрещается при работе грузоподъемных машин и механизмов пребывание людей под поднимаемым грузом, корзиной телескопической вышки, а также в непосредственной близости (ближе 5 м) от натягиваемых проводов (тросов), упоров, креплений и работающих механизмов.

45.13. При работах с телескопической вышки (гидроподъемника) должна быть зрительная связь между находящимся в корзине (люльке) членом бригады и водителем. При отсутствии такой связи у вышки должен находиться член бригады, передающий водителю команды о подъеме или спуске корзины (люльки).

Работать с телескопической вышки (гидроподъемника) следует, стоя на дне корзины (люльки), закрепившись стропом предохранительного пояса. Переход из корзины (люльки) на опору или оборудование и обратно допускается только с разрешения производителя работ.

45.14. В случае соприкосновения стрелы крана или корзины (люльки) подъемного механизма с токоведущими частями, находящимися под напряжением, машинист должен принять меры к быстрейшему разрыву возникшего контакта и отведению подвижной части механизма от токоведущих частей на расстояние, не менее указанного в таблице N 1, предупредив окружающих работников о том, что механизм находится под напряжением.

45.15. Не допускается применение переносных металлических лестниц в РУ напряжением 220 кВ и ниже, а также в зданиях и сооружениях электроустановок, относящихся к помещениям с повышенной опасностью и особо опасным.

45.16. В ОРУ напряжением 330 кВ и выше применение переносных металлических лестниц разрешается при соблюдении следующих условий:

лестница должна переноситься в горизонтальном положении под непрерывным надзором производителя работ или работника, имеющего группу IV, из числа оперативного персонала;

для снятия наведенного потенциала с переносной лестницы к ней должна быть присоединена металлическая цепь, касающаяся земли.

45.17. Не допускается работа грузоподъемных машин при ветре, вызывающем приближение на недопустимое расстояние грузов или свободных от них тросов и канатов, с помощью которых поднимается груз, до находящихся под напряжением токоведущих частей.

XLVI. Охрана труда при организации работ командированного персонала

46.1. К командированному персоналу относятся работники организаций, направляемые для выполнения работ в действующих, строящихся, технически перевооружаемых, реконструируемых электроустановках, не состоящие в штате организаций - владельцев электроустановки.

46.2. Получение разрешения на работы, выполняемые командированным персоналом, производится в соответствии с Правилами.

Командируемый персонал должен иметь удостоверение установленной формы о проверке знаний правил работы в электроустановках с отметкой о группе по электробезопасности, присвоенной в установленном действующими нормами порядке. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

46.3. Командирующая организация в сопроводительном письме должна указать цель командировки, а также работников, которым будет предоставлено право выдачи наряда, права быть ответственными руководителями, производителями работ, членами бригады, а также подтвердить группы этих работников.

46.4. Командированный персонал по прибытии на место командировки должен пройти вводный и первичный инструктажи по безопасности труда, должен быть ознакомлен с электрической схемой и особенностями электроустановки, в которой им предстоит работать, а работники, которым предоставляется право выдачи наряда, исполнять обязанности ответственного руководителя и производителя работ, должны пройти инструктаж по схеме электроснабжения электроустановки.

Инструктажи должны быть оформлены записями в журналах инструктажа (журналы установленной формы для проведения инструктажей по безопасности труда) с подписями командированных работников и работников, проводивших инструктажи.

46.5. Предоставление командированному персоналу права работы в действующих электроустановках в качестве выдающих наряд, ответственных руководителей и производителей работ, допускающих на ВЛ в соответствии с пунктом 5.13 Правил, членом бригады разрешается оформить руководителем организации (обособленного подразделения) - владельцем электроустановки резолюцией на письме командирующей организации или ОРД организации (обособленного подразделения). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

46.6. Первичный инструктаж командированного персонала должен проводить работник организации - владельца электроустановок из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющий группу V, при проведении работ в электроустановках напряжением выше 1000 В или имеющий группу IV - при проведении работ в электроустановках напряжением до 1000 В. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Содержание инструктажа должно определяться инструктирующим работником в зависимости от характера и сложности работы, схемы и особенностей электроустановки и фиксироваться в журнале инструктажей.

46.7. Командирующая организация несет ответственность за соответствие присвоенных командированному персоналу групп и прав, предоставляемых ему в соответствии с пунктом 46.3 Правил, а также за соблюдение им Правил.

46.8. Организация, в электроустановках которой производятся работы командированным персоналом, несет ответственность за выполнение предусмотренных мер безопасности выполнения работ в электроустановках, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током рабочего и наведенного напряжения электроустановки, и допуск к работам.

46.9. Подготовка рабочего места и допуск командированного персонала к работам в электроустановках проводятся в соответствии с Правилами и осуществляются работниками организации, в электроустановках которой производятся работы.

На ВЛ всех уровней напряжения допускается совмещение ответственным руководителем или производителем работ из числа командированного персонала обязанностей допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами.

46.10. Организациям, электроустановки которых постоянно обслуживаются

специализированными организациями, допускается предоставлять их работникам права оперативно-ремонтного персонала после соответствующей подготовки и проверки знаний в комиссии по месту постоянной работы.

46.11. Командированным персоналом работы проводятся в действующих электроустановках по нарядам и распоряжениям, а в случае если командированному персоналу предоставляются права оперативно-ремонтного персонала, работы могут проводиться и в порядке текущей эксплуатации в соответствии с главой VIII Правил.

XLVII. Охрана труда при допуске персонала строительного-монтажных организаций к работам в действующих электроустановках и в охранной зоне линий электропередачи

47.1. Строительно-монтажные, ремонтные и наладочные работы на территории организации - владельца электроустановок должны производиться в соответствии с договором или иным письменным соглашением со строительной-монтажной (ремонтной, наладочной) организацией (далее - СМО), в котором должны быть указаны сведения о содержании, объеме и сроках выполнения работ.

Перед началом работ СМО должна представить список работников, которые имеют право выдачи нарядов и быть руководителями работ, с указанием фамилии и инициалов, должности, группы по электробезопасности.

47.2. Перед началом работ руководитель или уполномоченный представитель организации (обособленного подразделения) совместно с представителем СМО должны составить акт-допуск на производство работ на территории действующего предприятия по форме, установленной действующими строительными нормами и правилами.

47.3. Акт-допуском должны быть определены:

места создания видимых разрывов электрической схемы, образованных для отделения выделенного для СМО участка от действующей электроустановки, и места установки защитного заземления;

место и вид ограждений, исключающих возможность ошибочного проникновения работников СМО за пределы зоны работ;

место входа (выхода) и въезда (выезда) в зону работ;

наличие опасных и вредных факторов.

В акте-допуске или отдельном распоряжении организации (обособленного подразделения) - владельца электроустановок указываются работники, имеющие право допуска к работе работников СМО и право подписи наряда-допуска. При этом один экземпляр распоряжения выдается представителю СМО.

47.4. Ответственность за соблюдение мероприятий, обеспечивающих безопасность производства работ, предусмотренных актом-допуском, несут руководители СМО и организации - владельца электроустановок.

47.5. По прибытии на место проведения работ персонал СМО должен пройти вводный и первичный инструктаж по безопасности труда с учетом местных особенностей, имеющих на выделенном участке опасных факторов, а работники, имеющие право выдачи нарядов и быть руководителями работ, дополнительно должны пройти инструктаж по схемам электроустановок.

Инструктаж должен производить руководитель (или уполномоченный им работник)

подразделения организации - владельца электроустановок.

Проведение инструктажа должно фиксироваться в журналах регистрации инструктажей СМО и подразделения организации - владельца электроустановок.

47.6. Строительно-монтажные, ремонтные и наладочные работы на территории организации должны проводиться по наряду-допуску, выдаваемому ответственными работниками СМО по форме, установленной действующим сводом правил.

47.7. Подготовка рабочего места для выполнения строительно-монтажных работ выполняется по заявке СМО работниками организации - владельца электроустановок.

47.8. Зона работ, выделенная для СМО, как правило, должна иметь ограждение, препятствующее ошибочному проникновению персонала СМО в действующую часть электроустановки.

47.9. Пути прохода и проезда персонала, машин и механизмов СМО в выделенную для выполнения работ огражденную зону, как правило, не должны пересекать территорию или помещения действующей части электроустановок.

47.10. Первичный допуск к работам на территории организации должен проводиться допускающим из числа персонала организации - владельца электроустановок. Допускающий расписывается в наряде-допуске, выданном работником СМО, ответственным за выдачу наряда-допуска. После этого руководитель работ СМО разрешает приступить к работе.

47.11. В тех случаях, когда зона работ не выгорожена или путь следования работников СМО в выделенную зону проходит по территории или через помещения действующего РУ, ежедневный допуск к работам персонала СМО должен выполнять допускающий, а работы в ней должны проводиться под надзором наблюдающего из числа персонала организации - владельца электроустановок.

47.12. Наблюдающий наравне с ответственным руководителем (исполнителем) СМО несет ответственность за соответствие подготовленного рабочего места указаниям, предусмотренным в наряде-допуске, за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов и за безопасность работников СМО в отношении поражения электрическим током.

47.13. Допуск персонала СМО к работам в охранной зоне линии электропередачи, находящейся под напряжением, а также в пролете пересечения с действующей ВЛ, проводят допускающий из числа персонала организации, эксплуатирующей линию электропередачи, и ответственный руководитель работ СМО. При этом допускающий осуществляет допуск ответственного руководителя и исполнителя каждой бригады СМО.

К работам в охранной зоне отключенной линии электропередачи и на самой отключенной линии допускающему разрешается допускать только ответственного руководителя работ СМО, который затем должен сам производить допуск остального персонала СМО.

47.14. Выполнение работ в охранной зоне линии электропередачи, находящейся под напряжением, проводится с разрешения ответственного руководителя работ СМО и под надзором наблюдающего из персонала организации, эксплуатирующей линию электропередачи.

Выполнение работ в охранной зоне отключенной линии электропередачи и на самой отключенной линии проводится с разрешения допускающего организации, эксплуатирующей линию электропередачи, после установки заземлений, выполняемой в соответствии с требованиями главы XXII Правил.

47.15. Выполнение работ СМО в охранных зонах ВЛ с использованием подъемных машин и

механизмов с выдвижной частью допускается с учетом требований пункта 45.6 Правил и только при условии, если расстояние по воздуху от машины (механизма) или от ее выдвижной или подъемной части, от ее рабочего органа или поднимаемого груза в любом положении до ближайшего провода, находящегося под напряжением, будет не менее расстояния, указанного в таблице N 8.

Таблица N 8

Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние, м	
	минимальное	минимальное, измеряемое техническими средствами
до 1	1,5	1,5
свыше 1 до 20	2,0	2,0
свыше 20 до 35	2,0	2,0
свыше 35 до 110	3,0	4,0
свыше 110 до 220	4,0	5,0
свыше 220 до 400	5,0	7,0
свыше 400 до 750	9,0	10,0
свыше 750 до 1150	10,0	11,0

47.16. В разрешении на проведение земляных работ в охранной зоне КЛ и в акте-допуске должны быть указаны расположение и глубина заложения КЛ.

47.17. Перед началом земляных работ в охранной зоне КЛ под надзором персонала организации, эксплуатирующей КЛ, должно быть сделано контрольное вскрытие грунта (шурф) для уточнения расположения и глубины прокладки кабелей, а также установлено временное ограждение, определяющее зону работы землеройных машин.

47.18. Прокол кабеля должен выполняться работниками организации, эксплуатирующей КЛ, в соответствии с пунктом 37.19 Правил.

Приложение N 1
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ГРУППЫ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО (ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО) ПЕРСОНАЛА И УСЛОВИЯ ИХ ПРИСВОЕНИЯ

Группа по электробезопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.						Требования к персоналу
	персонал организаций, имеющий				практиканты		
	основное общее образование	среднее полное образование	начальное профессиональное и высшее профессиональное (техническое) образование	высшее профессиональное (техническое) образование в области электроэнергетики	начальных профессиональных учебных заведений	высших учебных заведений и техникумов	
1	2	3	4	5	6	7	8
II	Не требуется				Не требуется		1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании. 2. Отчетливое представление об опасности электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям. 3. Знание основных мер предосторожн

							ости при работах в электроустановках. 4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим 5. Работники с основным общим или со средним полным образованием должны пройти обучение в образовательных организациях в объеме не менее 72 часов
III	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	1 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	1. Элементарные познания в общей электротехнике. 2. Знание электроустановки и порядка ее технического обслуживания. 3. Знание общих правил охраны труда, в том числе правил допуска к работе, правил пользования и испытаний средств защиты и специальных требований, касающихся выполняемой

						<p>работы.</p> <p>4. Умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках.</p> <p>5. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать</p>
IV	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	-	<p>1. Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического училища.</p> <p>2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках.</p> <p>3. Знание Правил, правил технической эксплуатации электрооборудования, правил пользования и</p>

						<p>испытаний средств защиты, устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.</p> <p>4. Знание схем электроустановок и оборудования обслуживаемого участка, знание технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.</p> <p>5. Умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ, осуществлять надзор за членами бригады.</p> <p>6. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи и умение практически оказывать ее пострадавшему.</p> <p>7. Умение обучать</p>
--	--	--	--	--	--	--

							персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать
V	24 в предыдущей группе	12 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	-	-	1. Знание схем электроустановок, компоновки оборудования технологических процессов производства. 2. Знание настоящих Правил, правил пользования и испытаний средств защиты, четкое представление о том, чем вызвано то или иное требование. 3. Знание правил технической эксплуатации, правил устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности. 4. Умение организовать безопасное

							<p>проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения.</p> <p>5. Умение четко обозначать и излагать требования о мерах безопасности при проведении инструктажа работников.</p> <p>6. Умение обучать персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

Примечания:

1. Приведенные в таблице требования к персоналу в отношении электробезопасности являются минимальными и решением руководителя организации могут быть дополнены.

2. Группа I по электробезопасности распространяется на неэлектротехнический персонал (не относящийся к электротехническому и электротехнологическому персоналу). Перечень должностей, рабочих мест, требующих отнесения производственного персонала к группе I, определяет руководитель организации (обособленного подразделения). Персоналу, усвоившему требования по электробезопасности, относящиеся к его производственной деятельности, присваивается группа I с оформлением в журнале, который должен содержать фамилию, имя, отчество работника, его должность, дату присвоения группы I по электробезопасности, подпись проверяемого и проверяющего. Присвоение группы I производится путем проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении

электрическим током. Присвоение I группы проводится работником из числа электротехнического персонала, имеющего группу III по электробезопасности, назначенным распоряжением руководителя организации.

3. Группу III по электробезопасности разрешается присваивать работникам только по достижении 18-летнего возраста.

4. При поступлении на работу (переводе на другой участок работы, замещении отсутствующего работника) работник при проверке знаний должен подтвердить имеющуюся группу по электробезопасности применительно к оборудованию электроустановок на новом участке.

5. При переводе работника, занятого обслуживанием электроустановок напряжением ниже 1000 В, на работу по обслуживанию электроустановок напряжением выше 1000 В ему нельзя присвоить начальную группу по электробезопасности выше III.

6. Государственные инспекторы, осуществляющие контроль и надзор за соблюдением требований безопасности при эксплуатации электроустановок должны иметь группу не ниже IV. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Специалисты по охране труда, контролирующие электроустановки организаций потребителей электроэнергии, должны иметь группу IV, их производственный стаж (не обязательно в электроустановках) должен быть не менее 3 лет. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Специалисты по охране труда субъектов электроэнергетики, контролирующие электроустановки, должны иметь группу V и допускаются к выполнению должностных обязанностей в порядке, установленном для электротехнического персонала. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Форма удостоверения, выдаваемого государственным инспекторам и специалистам по охране труда, приведена в приложении N 3 к Правилам. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Приложение N 2
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ФОРМА УДОСТОВЕРЕНИЯ О ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

(в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Первая страница:

УДОСТОВЕРЕНИЕ N _____		Фото работника
_____	М.П.	
(организация)		

(структурное подразделение)		
Дата выдачи " ____ " _____ 20__ г	_____	
	(подпись работника)	
<p>Без записей результатов проверки знаний недействительно. Во время выполнения служебных обязанностей работник должен иметь удостоверение при себе.</p>		

Вторая страница:

(фамилия, имя, отчество)	

(должность)	
Допущен в качестве _____	

к работам в электроустановках напряжением _____	
М.П. _____	
Работодатель (ответственный за электрохозяйство)	_____
	(подпись)

	(фамилия, инициалы)

Третья страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ					
Дата проверки	Причина проверки	Группа по электробезопасности	Общая оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Четвертая страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО УСТРОЙСТВУ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ				
Дата проверки	Причина проверки	Оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Пятая страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА					
Дата проверки	Причина проверки	Группа по электробезопасности	Оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Шестая страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ				
Дата проверки	Причина проверки	Оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии

Седьмая страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ДРУГИХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРАВИЛ			
Дата проверки	Наименование Правил	Решение комиссии	Подпись председателя комиссии

Восьмая страница:

СВИДЕТЕЛЬСТВО НА ПРАВО ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ		
Дата	Наименование работ	Подпись председателя комиссии

Примечания:

1. Удостоверение о проверке знаний правил работы в электроустановках (далее - удостоверение) является документом, удостоверяющим право предьявителя на самостоятельную работу в указанной должности. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

2. Удостоверение выдается работнику при его оформлении на работу и действительно только после соответствующих записей о результатах проверки знаний правил работы в электроустановках, присвоения группы по электробезопасности. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

3. Вторая страница удостоверения: (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

в графе "Допущен в качестве" указывается категория персонала: административно-технический (руководящие работники и специалисты), диспетчерский, оперативный, оперативно-ремонтный, ремонтный персонал и др.; (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

графа "к работам в электроустановках напряжением" заполняется после проверки знаний для работников, допущенных в соответствии с ОРД организации или обособленного подразделения, к выполнению работ или организации безопасного выполнения работ в электроустановках с указанием класса напряжения (до 1000 В, до и выше 1000 В). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

4. Третья страница удостоверения содержит общую оценку результатов проверки знаний. Страница не заполняется в случае проведения работнику организации электроэнергетики внеочередной проверки знаний по одному из следующих разделов: устройство и техническая эксплуатация, охрана труда, пожарная безопасность. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

5. Четвертая, пятая и шестая страницы удостоверения заполняются для работников организаций электроэнергетики и содержат оценки результатов проверки знаний нормативных документов по разделам: устройство и техническая эксплуатация, охрана труда, пожарная безопасность. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

6. Седьмая страница заполняется для работников, которым по их должностным обязанностям и характеру производственной деятельности требуется проверка знаний правил промышленной безопасности и других специальных правил. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

7. Восьмая страница заполняется для работников, допускаемых к проведению специальных работ (работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты, проведение испытаний и др.). (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

8. Удостоверение должно постоянно находиться у работника во время выполнения им служебных обязанностей и предьявляться по требованию контролирующих работников. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

9. Удостоверение подлежит замене в случае изменения должности. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

10. Удостоверение состоит из твердой переплетной обложки и блока страниц. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

В удостоверении для потребителей электрической энергии наличие четвертой, пятой и шестой страниц, а также обязательность наличия фотографии не требуется. Размер удостоверения 95 мм х 65 мм. Предпочтительный цвет переплета - темно-вишневый. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

11. На лицевой стороне обложки имеется надпись "Удостоверение", которая должна быть вытеснена контрастным (белым или желтым) цветом. (в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Приложение N 3
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ФОРМА УДОСТОВЕРЕНИЯ О ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТНИКАМИ, КОНТРОЛИРУЮЩИМИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

Первая страница:

УДОСТОВЕРЕНИЕ
о проверке знаний правил работы в электроустановках

Вторая страница:

Министерство (ведомство) _____ Организация _____	
УДОСТОВЕРЕНИЕ N _____	
_____ (фамилия, имя, отчество)	
Должность _____ Допущен к инспектированию электроустановок напряжением _____	
М.П. _____	Дата выдачи " __ " _____ 20__ г.
Работодатель (главный инженер) _____	_____ (подпись, фамилия, инициалы)

Третья страница:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ					
Дата проверки	Причина проверки	Группа по электробезопасности	Общая оценка	Дата следующей проверки	Подпись председателя комиссии по проверке знаний

Четвертая страница:

Без записи проверки знаний удостоверение недействительно.
 Во время исполнения служебных обязанностей работник должен иметь удостоверение при себе.

*Приложение N 4
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н*

ПРОТОКОЛ N
ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ
(в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

Дата проверки _____

Причина проверки _____

Комиссия _____

(наименование комиссии)

в составе:

председатель комиссии _____

(должность, фамилия и инициалы)

члены комиссии (должность, фамилия и инициалы):

провела проверку знаний нормативных документов, инструкций
(указать наименования).

Проверяемый:

фамилия, имя, отчество _____

место работы _____

должность _____

(в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)

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 в качестве <*> к работам в электроустановках
напряжением <***> _____
(в ред. Приказа Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н)
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)

ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Формат А4 Заглавный лист

(наименование организации)	(структурное подразделение)
ЖУРНАЛ УЧЕТА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ	
Начат " __ " _____ 20__ г.	
Окончен " __ " _____ 20__ г.	

Последующие листы:

№ п/п	Фамилия, имя, отчество, должность (профессия)	Номер протокола, фамилия председателя комиссии по проверке знаний	Дата	Общая оценка	Группа по электробезопасности
1	2	3	4	5	6

Примечания:

1. Страницы журнала должны быть пронумерованы и защищены от изъятий и вложений.
2. Проверка знаний норм и правил работы в электроустановках персонала организаций электроэнергетики оформляется в журнале на основании протокола проверки знаний правил работы в электроустановках.

Приложение N 6
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

N 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 по проверке знаний	Подпись проверяемого работника	Дата следующей проверки

Председатель комиссии по проверке
знаний

(должность, подпись, фамилия, инициалы)

Члены комиссии по проверке знаний

(должность, подпись, фамилия, инициалы)

Приложение N 7
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ФОРМА НАРЯДА-ДОПУСКА ДЛЯ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ЗАПОЛНЕНИЮ

Лицевая сторона наряда

Организация _____

Подразделение _____

НАРЯД-ДОПУСК N _____

для работы в электроустановках

Ответственному _____, _____ допускающему
руководителю _____
работ _____
(фамилия, _____ (фамилия,
инициалы) _____ инициалы)

Производителю _____, _____ наблюдающему
работ _____
(фамилия, _____ (фамилия,
инициалы) _____ инициалы)

с членами _____
бригады _____
(фамилия, инициалы)

_____ (фамилия, инициалы)
поручается _____

Работу начать: дата _____ время _____

Работу закончить: дата _____ время _____

Мероприятия по подготовке рабочих мест к выполнению работ

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 _____

Подпись _____ Фамилия, инициалы _____

Наряд продлил по: _____ время _____

дата _____

Подпись _____ Фамилия, инициалы _____

Дата _____ время _____

Регистрация целевого инструктажа, проводимого выдающим наряд

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Работник, выдавший наряд	(фамилия, инициалы)	Ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий)	(фамилия, инициалы)
	(подпись)		(подпись)

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

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: _____

Допускающий _____
(подпись)

Ответственный руководитель работ (производитель работ или наблюдающий) _____
(подпись)

Регистрация целевого инструктажа, проводимого допускающим при первичном допуске

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Допускающий	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Ответственный руководитель работ, производитель работ (наблюдающий), члены бригады	_____ (фамилия, инициалы) _____ (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 (наблюдающего)		
1	2	3	4	5	6

Регистрация целевого инструктажа, проводимого ответственным руководителем работ (производителем работ, наблюдающим)

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Ответственный руководитель работ	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Производитель работ, Члены бригады	_____ (фамилия, инициалы, подпись)
Производитель работ (наблюдающий)	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Члены бригады	_____ (фамилия, инициалы, подпись)

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

--	--	--	--

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому)

_____ (должность)

_____ (фамилия, инициалы)

Дата _____ время _____

Производитель работ
(наблюдающий)

_____ (подпись, фамилия, инициалы)

Ответственный руководитель
работ

_____ (подпись, фамилия, инициалы)

Указания

по заполнению наряда-допуска для работы в электроустановках

1. Записи в наряде-допуске для работы в электроустановках (далее - наряд) должны быть разборчивыми. Заполнение наряда карандашом и исправление текста не допускается.
 2. Система нумерации нарядов устанавливается руководством организации.
 3. При указании дат пишется число, месяц и две последние цифры, обозначающие год, например: 29.09.02, 19.12.12, 30.01.13.
 4. Кроме фамилий работников, указываемых в наряде, записываются их инициалы и группа по электробезопасности.
 5. В наряде указываются диспетчерские наименования (обозначения) электроустановок, присоединений, оборудования.
 6. В случае недостатка строк в таблицах основного бланка наряда разрешается прикладывать к нему дополнительный бланк под тем же номером с указанием фамилии и инициалов работника, выдающего наряд для продолжения записей. При этом в последних строках соответствующей таблицы основного бланка следует записать: "См. дополнительный бланк". Дополнительный бланк должен быть подписан работником, выдавшим наряд.
 7. При заполнении лицевой стороны наряда.
 - 1) в строке "Подразделение" указывается структурное подразделение (цех, служба, район, участок) организации, в электроустановках которой предстоят работы;
 - 2) в случаях, когда ответственный руководитель работ не назначается, в строке "Ответственному руководителю работ" делается запись "не назначается";
 - 3) в строке "допускающему" указывается фамилия допускающего, назначаемого из числа оперативного персонала, или производителя (ответственного руководителя) работ из числа ремонтного персонала, совмещающего обязанности допускающего. При выполнении работ в электроустановках, где допускающим является работник из числа оперативного персонала, находящегося на дежурстве, в строке записывается "оперативному персоналу" без указания фамилии;
 - 4) в строке "с членами бригады" перечисляются члены бригады, выполняющие работы в электроустановке. При выполнении работ с применением автомобилей, механизмов и самоходных кранов указывается, кто из членов бригады является водителем, крановщиком, стропальщиком, а также тип механизма или самоходного крана, на котором он работает;
 - 5) в строках "поручается":

для электроустановок РУ и КЛ указываются наименование электроустановки и ее присоединений, в которых предстоит работать, содержание работы;

для ВЛ указываются наименование линии и граница участка, где предстоит работать (номер опор, на которых или между которыми, включая их, будет проводиться работа, отдельные пролеты), а также содержание работы. Для многоцепной ВЛ указывается также наименование цепи, а при пофазном ремонте и расположение фазы на опоре;
 - 6) в строках "Работу начать" и "Работу закончить" указываются дата и время начала и окончания работы по данному наряду;
 - 7) в таблице "Меры по подготовке рабочих мест" указываются:
- при работе в электроустановках РУ и на КЛ:

в графе 1 - наименование электроустановок, в которых необходимо провести операции с коммутационными аппаратами и установить заземления;

в графе 2 - наименования (обозначения) коммутационных аппаратов, присоединений, оборудования, с которыми проводятся операции, и места, где должны быть установлены заземления.

Отключения во вторичных цепях, в устройствах релейной защиты, электроавтоматики, телемеханики, связи указывать в этой таблице не требуется;

при работах на ВЛ:

в графе 1 - наименования линий, цепей, проводов, записанные в строке "поручается" наряда, а также наименования других ВЛ или цепей, подлежащих отключению и заземлению в связи с выполнением работ на ремонтируемой ВЛ или цепи (например, ВЛ, пересекающихся с ремонтируемой линией или проходящих вблизи нее, других цепей многоцепной ВЛ и т.п.);

в графе 2 - для ВЛ, отключаемых и заземляемых допускающим из числа оперативного персонала, - наименование коммутационных аппаратов в РУ и на самой ВЛ, с которыми проводятся операции, и номера опор, на которых должны быть установлены заземления.

В этой же графе должны быть указаны номера опор или пролеты, где производитель работ должен установить заземления на провода и тросы на рабочем месте в соответствии с пунктами 22.2, 22.6, 22.8, 22.10, 22.12 Правил.

Если места установки заземлений при выдаче наряда определить нельзя или работа будет проводиться с перестановкой заземлений, в графе указывается "Заземлить на рабочих местах";

в графе 2 - места, где производитель работ должен установить заземления на ВЛ, пересекающихся с ремонтируемой или проходящей вблизи нее. Если эти ВЛ эксплуатируются другой организацией (службой), в строке наряда "Отдельные указания" должно быть указано о необходимости проверки заземлений, устанавливаемых персоналом этой организации (службы).

В таблицу "Меры по подготовке рабочих мест" должны быть внесены те операции с коммутационными аппаратами, которые нужны для подготовки непосредственно рабочего места. Переключения, выполняемые в процессе подготовки рабочего места, связанные с изменением схем (например, перевод присоединений с одной системы шин на другую, перевод питания участка сети с одного источника питания на другой), в таблицу не записываются.

При работах, не требующих подготовки рабочего места, в графах таблицы делается запись "Не требуется";

8) в строке "Отдельные указания" указываются:

дополнительные меры, обеспечивающие безопасность работников (установка ограждений, проверка воздуха в помещении на отсутствие водорода, меры пожарной безопасности;

этапы работы и отдельные операции, которые должны выполняться под непрерывным управлением ответственного руководителя работ, согласно пункту 5.7. Правил;

в случае оформления наряда наблюдающему - фамилия и инициалы ответственного работника, возглавляющего бригаду, согласно пункту 5.10 Правил;

разрешение ответственному руководителю и производителю работ выполнять перевод работников на другое рабочее место, согласно пункту 12.1 Правил;

разрешение производителю работ (наблюдающему) осуществлять повторный допуск,

согласно пункту 13.3 Правил;

разрешение включить электроустановку или ее часть (отдельные коммутационные аппараты) без разрешения или распоряжения оперативного персонала, согласно пункту 15.2 Правил;

разрешение на временное снятие заземлений согласно пунктам 21.5 и 39.12 Правил;

разрешение производителю работ оперировать коммутационными аппаратами согласно пункту 43.2 Правил;

ответственные работники за безопасное производство работ кранами (подъемниками) согласно пункту 45.3 Правил);

указание о том, что ремонтируемая линия находится в зоне наведенного напряжения от другой ВЛ, согласно пункту 38.43 Правил;

дополнительные требования, предъявляемые к мерам безопасности при работах в зоне влияния электрического и магнитного поля согласно пункту 24.18 Правил;

указание о необходимости проверки заземления ВЛ других организаций пункт 7 примечаний Приложения;

указание о том, что подстанционное оборудование (указываются диспетчерские наименования) находится в зоне наведенного напряжения;

разрешение производителю работ осуществлять опробование коммутационных аппаратов согласно пункту 28.7 Правил.

Выдающему наряд разрешается вносить по своему усмотрению в эти строки и другие записи, связанные с выполняемой работой;

9) в строках "Наряд выдал" и "Наряд продлил" работник, выдающий наряд, указывает дату и время его подписания.

Работники, выдающие и продлевающие наряд, помимо подписи должны указывать свою фамилию;

10) в таблице "Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ", заполняемой при получении разрешения на подготовку рабочего места и первичного допуска к работе, указывается:

в графе 1 - работники, подготавливающие рабочие места, и допускающий указывают должности и фамилии работников, выдавших разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ (далее - разрешение). При передаче разрешений лично в графе 1 расписываются работники, выдающие разрешение, с указанием своей должности;

в графе 2 - дата и время выдачи разрешения;

в графе 3 расписываются работники, получившие разрешение. При подготовке рабочих мест несколькими работниками или работниками различных цехов в графе 3 расписываются все, кто готовил рабочие места.

Если разрешения запрашиваются не одновременно, то в таблице "Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ" заполняются две строки: одна - по разрешению на подготовку рабочего места, другая - по разрешению на допуск к работе.

8. При заполнении оборотной стороны наряда:

1) при работах в РУ и на КЛ в строке "Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались" допускающий указывает наименования оставшихся под напряжением токоведущих частей ремонтируемого и соседних присоединений (или оборудования соседних

присоединений), ближайших к рабочему месту.

При работах на ВЛ в этих строках записываются наименования токоведущих частей, указанные работником, выдающим наряд, в строке "Отдельные указания" лицевой стороны наряда, а при необходимости и наименования других токоведущих частей.

Допускающий и ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий, если ответственный руководитель не назначен) расписываются под строкой "Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались" только при первичном допуске к выполнению работ;

2) в таблице "Ежедневный допуск к работе и время ее окончания" указываются сведения о ежедневном допуске к работе и дате и времени ее окончания, в том числе допуске при переводе на другое рабочее место.

Если производитель работ совмещает обязанности допускающего, а также если производителю работ разрешено проводить повторный допуск бригады к выполнению работ, он расписывается в графах 3 и 4.

Когда ответственному руководителю работ разрешено проводить повторный допуск бригады к работам, он расписывается в графе 3.

Окончание работ, связанное с окончанием рабочего дня, производитель работ (наблюдающий) оформляет в графах 5 и 6;

3) в таблице "Изменения в составе бригады" указываются фамилия, инициалы, группа по электробезопасности членов бригады, введенных и выведенных из ее состава; фамилия, инициалы работника, разрешившего изменения в составе бригады, закрепленные его подписью). При вводе в состав бригады или выводе из ее состава водителя автомобиля или машиниста механизма, крановщика указывается также тип закрепленных за ним автомобиля, механизма или самоходного крана.

При передаче разрешения по телефону, радио производитель работ в графе 4 указывает фамилию работника;

в строке "Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому)" указывается должность, фамилия, инициалы получившего информацию;

4) После полного окончания работ производитель работ (наблюдающий) и ответственный руководитель работ расписываются в соответствующих строках наряда, указывая при этом дату и время полного окончания работ. Если ответственный руководитель работ не назначался, то подпись в строке "Ответственный руководитель работ" не ставится.

Если во время оформления в наряде полного окончания работы оперативный персонал или допускающий из числа оперативного персонала отсутствует либо производитель работ совмещает обязанности допускающего, производитель работ или наблюдающий оформляет полное окончание работ только в своем экземпляре наряда, указывая должность и фамилию работника, которому он сообщил о полном окончании работ, а также дату и время сообщения.

Если во время оформления в наряде полного окончания работы оперативный персонал или допускающий из числа оперативного персонала присутствует, производитель работ или наблюдающий оформляет полное окончание работ в обоих экземплярах наряда.

Если бригада заземлений не устанавливала, то слова "заземления, установленные бригадой, сняты" из текста сообщения вычеркиваются.

9. До оформления допуска бригады к работе по наряду должны быть проведены целевые

инструктажи выдающим наряд и допускающим, а до начала работ - ответственным руководителем (производителем работ, наблюдающим) с их оформлением в соответствующих таблицах регистрации целевого инструктажа, проводимого выдающим наряд, в бланке наряда. Проведение целевых инструктажей должно охватывать всех участвующих в работе по наряду работников - от выдавшего наряд до членов бригады.

Подписи работников в таблицах регистрации целевых инструктажей являются подтверждением проведения и получения инструктажа.

Приложение N 8
к Правилам по охране
труда при эксплуатации
электроустановок, утвержденным
приказом Минтруда России
от 24.07.2013 N 328н

ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА РАБОТ ПО НАРЯДАМ-ДОПУСКАМ И РАСПОРЯЖЕНИЯМ ДЛЯ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Номер распоряжения	Номер наряда	Место и наименование работы	Производитель работы, наблюдающий (фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)	Члены бригады (фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)	Работник, отдавший распоряжение (фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)	Технические мероприятия по обеспечению безопасности работ с указанием необходимых отключений, мест установки заземлений и т.д.	Подписи работников, проводивших и получивших целевые инструкции	К работе приступили (дата, время)	Работа закончена (дата, время)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечания:

1. При работах по нарядам-допускам в журнале оформляется только первичный допуск к работам и указываются номер наряда-допуска, место и наименование работы, дата и время начала и полного окончания работы (заполняются графы 2, 3, 9, 10).

2. При работах по распоряжению должны быть оформлены все графы журнала, за исключением графы 2 (номер наряда).

3. При работах по распоряжению в графе 8 журнала проведение целевых инструктажей регистрируется подписями работников, проводивших целевые инструктажи, и работников, их получивших. Если инструктаж проводится с использованием средств связи, проведение и получение инструктажа фиксируется в двух журналах учета работ по нарядам и распоряжениям - в журнале работника, отдавшего распоряжение, и в журнале работников, получивших инструктаж, с подтверждающими подписями в обоих журналах.
4. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью организации.
5. Срок хранения журнала - один месяц со дня регистрации в графе 10 журнала полного окончания работы по последнему зарегистрированному в журнале наряду-допуску или распоряжению.

Инструкция

по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках

(утв. приказом Минэнерго РФ от 30 июня 2003 г. № 261)

Предисловие

В настоящее издание "Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках" (далее - Инструкция) внесены изменения и дополнения, учитывающие процесс внедрения современных средств защиты, изменяющиеся требования стандартов на конкретные виды средств защиты, а также результаты анализа опыта их эксплуатации и испытаний.

Переработаны разделы, посвященные конкретным средствам защиты с учетом обновления номенклатуры выпускаемых изделий. В частности, значительные изменения внесены в разделы, посвященные указателям и сигнализаторам напряжения, откорректированы нормы электрических испытаний рабочих частей указателей.

Существенно переработан раздел "Заземления переносные". Требования к проводам переносных заземлений и методика выбора их сечений в эксплуатации уточнены и приближены к требованиям европейских государств и приведены в соответствие с действующими стандартами России. Уточнен ряд требований к штангам переносных заземлений в связи с тенденцией использования в распределительных электросетях методов установки заземлений без подъема персонала на опоры воздушных линий электропередачи.

В перечень средств защиты включены комплекты для защиты от электрической дуги, расширена номенклатура средств защиты лица и глаз, органов дыхания, введены стационарные сигнализаторы напряжения, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые. В то же время из перечня исключен ряд изделий, не нашедших широкого применения (указатель повреждения кабелей, устройство определения разности напряжений в транзите).

Порядок построения и изложения Инструкции по возможности сохранен по 9 изд. "Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним", за исключением того, что все нормы и сроки эксплуатационных электрических испытаний из основного текста исключены, а приводятся только в приложениях. Перечень приложений в целом сокращен, однако при этом дополнен перечнем использованных при составлении Инструкции нормативных документов и государственных стандартов.

С выходом настоящего издания Инструкции утрачивает силу 9-е издание "Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним" (М.: Главгосэнергонадзор, 1993).

Инструкция разработана ООО "Электротехника&Композиты" (Электроком R), СКТБ ВКТ - филиалом ОАО "Мосэнерго" при активном участии специалистов Госэнергонадзора Министерства энергетики Российской Федерации, департамента генеральной инспекции по эксплуатации электростанций и сетей РАО "ЕЭС России". При разработке были учтены многочисленные замечания и предложения пользователей Инструкции.

Все замечания и предложения по настоящему изданию Инструкции следует направлять в Госэнергонадзор Министерства энергетики Российской Федерации (103074, г.Москва, Китайгородский пр., д.7), Департамент генеральной инспекции по эксплуатации электростанций и сетей РАО "ЕЭС России".

1. Общие положения

1.1. Назначение и область применения инструкции

1.1.1. Настоящая Инструкция распространяется на средства защиты, используемые в электроустановках организаций, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, индивидуальных предпринимателей, а также граждан - владельцев электроустановок напряжением выше 1000 В и устанавливает классификацию и перечень средств защиты, объем, методики и нормы испытаний, порядок пользования ими и содержания их, а также нормы комплектования средствами защиты электроустановок и производственных бригад.

1.1.2. Основные термины и их определения, принятые в Инструкции, приведены в **таблице 1.1**.

Инструкции по охране труда на рабочих местах должны быть приведены в соответствие с настоящей Инструкцией.

1.1.3. Средства защиты, используемые в электроустановках, должны удовлетворять требованиям, соответствующей # государственному стандарту и настоящей Инструкции.

1.1.4. При работе в электроустановках используются:

- средства защиты от поражения электрическим током (**электрозащитные средства**);
- средства защиты от электрических полей повышенной напряженности, коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше);

Таблица 1.1

Основные термины, принятые в инструкции, и их определения

Термин	Определение
Средство защиты работающего	Средство, предназначенное для предотвращения или и (или) уменьшение воздействия на работающего опасных и (или) вредных производственных факторов
Средство коллективной защиты	Средство защиты, конструктивно и (или) функционально связанное с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением, производственной площадкой
Средство индивидуальной защиты	Средство защиты, используемое одним человеком
Электрозащитное средство	Средство защиты от поражения электрическим током, предназначенное для обеспечения электробезопасности
Основное изолирующее электрозащитное средство	Изолирующее электрозащитное средство, изоляция которого длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которое позволяет работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением
Дополнительное изолирующее электрозащитное средство	Изолирующее электрозащитное средство, которое само по себе не может при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняет основное средство защиты, а также служит для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага
Напряжение прикосновения	Напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека
Напряжение шага	Напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека

Безопасное расстояние	Наименьшее допустимое расстояние между работающим и источником опасности, необходимое для обеспечения безопасности работающего
Указатель напряжения	Устройство для определения наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок
Сигнализатор наличия напряжения	Устройство для предупреждения персонала о нахождении в потенциально опасной зоне из-за приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на опасное расстояние или для предварительной (ориентировочной) оценки наличия напряжения на токоведущих частях электроустановок при расстояниях между ними и работающим, значительно превышающих безопасные
Работа без снятия напряжения	Работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстояниях от этих токоведущих частей менее допустимых
Зона влияния электрического поля	Пространство, в котором напряженность электрического поля промышленной частоты превышает 5 кВ/м
Плакат (знак) безопасности	Цветографическое изображение определенной геометрической формы с использованием сигнальных и контрастных цветов, графических символов и (или) поясняющих надписей, предназначенное для предупреждения людей о непосредственной или возможной опасности, запрещения, предписания или разрешения определенных действий, а также для информации о расположении объектов и средств, использование которых исключает или снижает воздействие опасных и (или) вредных факторов
Напряженность неискаженного электрического поля	Напряженность электрического поля, не искаженного присутствием человека и измерительного прибора, определяемая в зоне, где предстоит находиться человеку в процессе работы
Экранирующее устройство	Средство коллективной защиты, снижающее напряженность электрического поля на рабочих местах в электроустановках, находящихся под напряжением

- **средства индивидуальной защиты (СИЗ)** в соответствии с государственным стандартом (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная).

1.1.5. К электрозщитным средствам относятся:

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

- специальные средства защиты, устройства и приспособления, изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110кВ и выше;
- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000В;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

1.1.6. Изолирующие **электрозащитные средства** делятся на основные и дополнительные.

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

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.);
- специальные средства защиты, устройства и приспособления, изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциала).

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

- диэлектрические перчатки и боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки и накладки;
- штанги для переноса и выравнивания потенциала;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

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

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки;
- ручной изолирующий инструмент.

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

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

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

1.1.8. Кроме перечисленных средств защиты в электроустановках применяются следующие **средства индивидуальной защиты**:

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

1.1.9. Выбор необходимых электротехнических средств, средств защиты от электрических полей повышенной напряженности и средств индивидуальной защиты регламентируется настоящей Инструкцией, Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок, санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты, руководящими указаниями по защите персонала от воздействия электрического поля и другими соответствующими нормативно-техническими документами с учетом местных условий.

При выборе конкретных видов СИЗ следует пользоваться соответствующими каталогами и рекомендациями по их применению.

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

При необходимости защитить работающего от **напряжения шага** диэлектрические боты или галоши могут использоваться без основных средств защиты.

1.2. Порядок и общие правила пользования средствами защиты

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

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

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

1.2.3. Инвентарные средства защиты распределяются между объектами (электроустановками) и между выездными бригадами в соответствии с системой организации эксплуатации, местными условиями и нормами комплектования (**Приложение 8**).

Такое распределение с указанием мест хранения средств защиты должно быть зафиксировано в перечнях, утвержденных техническим руководителем Организации или работником, ответственным за электрохозяйство.

1.2.4. При обнаружении непригодности средств защиты они подлежат изъятию. Об изъятии непригодных средств защиты должна быть сделана запись в журнале учета и содержания средств защиты (рекомендуемая форма приведена в **Приложении 1**) или в оперативной документации.

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

1.2.6. Изолирующими **электротехническими средствами** следует пользоваться только по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны (наибольшее допустимое рабочее напряжение), в соответствии с руководствами по эксплуатации, инструкциями, паспортами и т.п. на конкретные средства защиты.

1.2.7. Изолирующие электротехнические средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках - только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими не допускается.

На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях. Такие средства защиты изготавливаются, испытываются и используются в соответствии с техническими условиями и инструкциями.

1.2.8. Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его

исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности.

Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности.

1.2.9. При использовании электротехнических средств не допускается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

1.3. Порядок хранения средств защиты

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

1.3.2. Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях.

1.3.3. Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации, следует хранить в шкафах, на стеллажах, полках, отдельно от инструмента и других средств защиты. Они должны быть защищены от воздействия кислот, щелочей, масел, бензина и других разрушающих веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей и теплоизлучения нагревательных приборов (не ближе 1 м от них).

Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации, нельзя хранить внавал в мешках, ящиках и т.п.

Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в складском запасе, необходимо хранить в сухом помещении при температуре (0-30) °С.

1.3.4. Изолирующие штанги, клещи и **указатели напряжения** выше 1000 В следует хранить в условиях, исключающих их прогиб и соприкосновение со стенами.

1.3.5. Средства защиты органов дыхания необходимо хранить в сухих помещениях в специальных сумках.

1.3.6. Средства защиты, изолирующие устройства и приспособления для работ под напряжением следует содержать в сухом, проветриваемом помещении.

1.3.7. Экранирующие средства защиты должны храниться отдельно от электротехнических.

Индивидуальные экранирующие комплекты хранят в специальных шкафах: спецодежду - на вешалках, а спецобувь, средства защиты головы, лица и рук - на полках. При хранении они должны быть защищены от воздействия влаги и агрессивных сред.

1.3.8. Средства защиты, находящиеся в пользовании выездных бригад или в индивидуальном пользовании персонала, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах отдельно от прочего инструмента.

1.3.9. Средства защиты размещают в специально оборудованных местах, как правило, у входа в помещение, а также на щитах управления. В местах хранения должны иметься перечни средств защиты. Места хранения должны быть оборудованы крючками или кронштейнами для штанг, клещей изолирующих, переносных заземлений, плакатов безопасности, а также шкафами, стеллажами и т.п. для прочих средств защиты.

1.4. Учет средств защиты и контроль за их состоянием

1.4.1. Все находящиеся в эксплуатации электротехнические средства и **средства индивидуальной защиты** должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, плакатов безопасности, защитных ограждений, штанг для переноса и выравнивания потенциала. Допускается использование заводских номеров.

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

Инвентарный номер наносят, как правило, непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях. Возможно также нанесение номера на прикрепленную к средству защиты специальную бирку.

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

1.4.2. В подразделениях предприятий и организаций необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты. Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале.

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

1.4.4. **Электрозащитные средства**, кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, защитных ограждений, плакатов и знаков безопасности, а также предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты, полученные для эксплуатации от заводов-изготовителей или со складов, должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.

1.4.5. На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, ставится штамп следующей формы:

N _____
Годно до _____ кВ
Дата следующего испытания " ____ " _____ 20 ____ г.

(наименование лаборатории)

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.), ставится штамп следующей формы:

N _____
Дата следующего испытания " ____ " _____ 20 ____ г.

(наименование лаборатории)

Штамп должен быть отчетливо виден. Он должен наноситься несмываемой краской или наклеиваться на изолирующей части около ограничительного кольца изолирующих **электрозащитных средств** и устройств для работы под напряжением или у края резиновых изделий и предохранительных приспособлений. Если средство защиты состоит из нескольких частей, штамп ставят только на одной части. Способ нанесения штампа и его размеры не должны ухудшать изоляционных характеристик средств защиты.

При испытаниях диэлектрических перчаток, бот и галош должна быть произведена маркировка по их защитным свойствам Эв и Эн, если заводская маркировка утрачена. На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской. Изолированный инструмент, указатели напряжения до 1000 В, а также предохранительные пояса и страховочные канаты разрешается маркировать доступными средствами.

1.4.6. Результаты эксплуатационных испытаний средств защиты регистрируются в специальных журналах (рекомендуемая форма приведена в **Приложении 2**). На средства защиты, принадлежащие сторонним организациям, кроме того, должны оформляться протоколы испытаний (рекомендуемая форма приведена в **Приложении 3**).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Привалов Евгений Евграфович, Ефанов Алексей Валерьевич,
Ястребов Сергей Сергеевич, Ярош Виктор Алексеевич

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методическое пособие

Подписано в печать 12.02.2020. Формат 60/84. Бумага офсетная.
Заказ № 021. Усл. печ. листы 10. Тираж 100. Цена договорная.

Отпечатано в цеху оперативной полиграфии СНИИЖК.
г. Ставрополь, пер Зоотехнический 15.