

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК



В ВОПРОСАХ
И ОТВЕТАХ

пособие для изучения
и подготовки
к проверке знаний



**Правила устройства
электроустановок в вопросах и
ответах. Пособие для изучения
и подготовки к проверке знаний**

«ЭНАС»

2012

Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах.
Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний / «ЭНАС»,
2012

Рассмотрены основные положения Правил устройства электроустановок (ПУЭ) в виде вопросов и ответов. Пособие поможет специалистам в изучении ПУЭ при приеме на работу и при подготовке к проверке знаний, а также в повседневной практической работе. Для специалистов предприятий и организаций различных отраслей, форм собственности и ведомственной принадлежности, связанных с проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией электроустановок.

Содержание

Введение	6
Раздел 1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА	8
Термины и определения	8
Глава 1.1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	13
Область применения	13
Общие указания по устройству электроустановок	13
Глава 1.2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	17
Область применения	17
Общие требования	17
Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения	17
Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности	19
Глава 1.3. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ	20
Область применения, общие требования	20
Выбор электрических аппаратов по условиям продолжительности режимов и сечений проводников по нагреву в этих режимах	20
Продолительно допустимые токи для проводов, шнуров и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией	23
Продолительно допустимые токи для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией	23
Продолительно допустимые токи для неизолированных проводов и шин	24
Выбор сечения проводников по плотности тока	24
Проверка проводников по условиям короны и радиопомех	25
Глава 1.4. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ ПО УСЛОВИЯМ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	26
Область применения	26
Общие требования	26
Расчет токов короткого замыкания для проверки электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания	28
Проверка электрических аппаратов, изоляторов, проводников и несущих конструкций на электродинамическую стойкость при коротких замыканиях	29
Проверка электрических аппаратов и проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях	30
Проверка электрических аппаратов на коммутационную способность при коротких замыканиях	31
Проверка кабелей на невозгораемость при коротких замыканиях	32
Глава 1.5. УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	33

Общие требования	33
Организация коммерческого (расчетного) учета электроэнергии	33
Организация технического учета электроэнергии	35
Требования к счетчикам электроэнергии	35
Учет электроэнергии с применением измерительных трансформаторов	36
Установка счетчиков и электропроводка к ним	37
Автоматизация контроля и учета электроэнергии	38
Глава 1.6. ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИИ	39
Область применения, общие требования	39
Измерения тока	39
Измерения напряжения	40
Измерения мощности	41
Измерения частоты	42
Измерения при синхронизации	42
Контроль изоляции	42
Регистрация электрических величин в аварийных режимах	42
Глава 1.7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ	44
Область применения	44
Общие требования	45
Меры защиты от прямого прикосновения	47
Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений	48
Меры защиты при косвенном прикосновении	49
Конец ознакомительного фрагмента.	54

Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах. Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний (Составитель В. В. Красник)

Введение

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – основной нормативный документ, определяющий требования к различным видам электрооборудования. Строгое выполнение требований ПУЭ обеспечивает надежность и безопасность эксплуатации электроустановок.

Требования ПУЭ обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также для индивидуальных предпринимателей и физических лиц, занимающихся проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией электроустановок.

Персонал, проводящий монтажные и наладочные работы в электроустановках, осуществляющий техническое обслуживание вновь смонтированных, реконструируемых и действующих электроустановок, а также уполномоченный для контроля (надзора) за техническим состоянием электроустановок, может быть допущен к указанным видам работ только после проверки знаний норм и правил работы в электроустановках, в том числе ПУЭ.

В течение более 50 лет ПУЭ регулярно пересматривались – в соответствии с развитием техники и технологии, повышением требований к надежности и безопасности электроустановок – и выпускались в виде последовательных новых изданий (до 6-го издания включительно).

ПУЭ 7-го издания в связи с длительным сроком переработки выпускались и вводились в действие отдельными разделами и главами – по мере завершения работ по их пересмотру, согласованию и утверждению.

В период с 1999 по 2003 г. были подготовлены новые редакции значительной части глав и разделов ПУЭ. Главы 7-го издания ПУЭ были разработаны с учетом требований государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций научно-технических советов и рабочих групп Координационного совета по пересмотру ПУЭ, согласованы в установленном порядке и представлены на утверждение.

Перечисленные ниже главы 7-го издания ПУЭ были утверждены Минэнерго (в 1999 г. – Минтопэнерго) России:

главы 6.1–6.6, 7.1, 7.2 – 06.10.1999 г.;

главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9, 7.5, 7.6, 7.10–08.07.2002 г.;

глава 1.8 – 09.04.2003 г.;

главы 2.4, 2.5 – 20.05.2003 г.;

главы 4.1, 4.2 – 20.06.2003 г.

С 1 июля 2003 г. в связи с принятием Федерального закона «О техническом регулировании» процесс утверждения 7-го издания ПУЭ был приостановлен.

Остались неутвержденными следующие разработанные и подготовленные к утверждению главы 7-го издания ПУЭ:

Раздел 2: главы 2.1–2.3;

Раздел 3: главы 3.1–3.7;

Раздел 5: главы 5.1–5.6.

Главы 1.3–1.6 были утверждены приказом Минэнерго России от 06.02.2004 г. № 34, но не введены в действие в связи с реорганизацией Министерства энергетики РФ.

Имеет место парадоксальная ситуация: формально в настоящее время действуют устаревшие главы 6-го издания, в то время как на практике их применять невозможно (появились новые материалы и оборудование, изменились требования к надежности и безопасности электроустановок и т. д.).

Технические регламенты, которые в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» должны были заменить практически все действующие нормативные документы, до сих пор не разработаны.

В настоящем пособии рассмотрены основные положения ПУЭ в виде вопросов и ответов.

Пособие предназначено для специалистов предприятий и организаций различных отраслей, форм собственности и ведомственной принадлежности, связанных с проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией электроустановок.

Пособие поможет специалистам в изучении ПУЭ при приеме на работу и при подготовке к проверке знаний, а также в повседневной практической работе.

В пособие включены как действующие (утвержденные), так и разработанные (и соответствующие современным требованиям), но не введенные в действие перечисленные выше главы 7-го издания ПУЭ (материал по этим главам следует рассматривать как рекомендательный), а также отдельные главы 6-го издания, новые редакции которых не были разработаны (главы 4.3, 7.3, 7.4, 7.7).

В каждом ответе в скобках указан соответствующий пункт ПУЭ. Нумерация таблиц в пособии соответствует нумерации таблиц в главах ПУЭ.

Раздел 1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Термины и определения

Термин	Определение	Пункт ПУЭ
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	1.1.3
Открытые или наружные электроустановки	Электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий. Электроустановки, защищенные только вывесками, сетчатыми ограждениями и т. п., рассматриваются как наружные	1.1.4
Закрытые или внутренние электроустановки	Электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий	1.1.4
Электропомещение	Помещение или отгороженное (например, сетчатым) часть помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала	1.1.5
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	1.1.6
Влажные помещения	Помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %	1.1.7
Сырые помещения	Помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75 %	1.1.8
Особо сырые помещения	Помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой)	1.1.9
Жаркие помещения	Помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35 °С (например, помещения с сушилками, обогревательными печами, котельные)	1.1.10

Продолжение табл.

Пыльные помещения	Помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин и аппаратов и т. п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью	1.1.11
Помещения с химически активной 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	1.1.12
Помещения без повышенной опасности	Помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность	1.1.13
Помещения с повышенной опасностью	Помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих 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, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой	1.1.13
Особо опасные помещения	Помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость; химически активная или органическая среда; одновременно два или более условий повышенной опасности	1.1.13
Территория открытых электроустановок	В отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям	1.1.13
Квалифицированный обслуживающий персонал	Специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими и правилами и охраны труда при эксплуатации электроустановок	1.1.14
Номинальное значение параметра	Указанное изготовителем значение параметра электрического устройства	1.1.15

Продолжение табл.

Напряжение переменного тока	Действующее значение напряжения	1.1.16
Напряжение постоянного тока	Напряжение постоянного тока или напряжение выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10 % от действующего значения	1.1.16
Слова: «должен», «следует», «необходимо»	Для обозначения обязательности выполнения требований ПУЭ	1.1.17
Слова «как правило»	Данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано	1.1.17
Слово «допускается»	Данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и т. п.)	1.1.17
Слово «рекомендуется»	Данное решение является одним из лучших, но не обязательным	1.1.17
Слово «может»	Данное решение является правомерным	1.1.17
«Не менее»	Нормируемые значения величин, принятые в ПУЭ, являются наименьшими	1.1.18
«Не более»	Нормируемые значения величин, принятые в ПУЭ, являются наибольшими	1.1.18
«От и до»	Все значения величин, приведенные в ПУЭ, следует понимать как «включительно»	1.1.18
Энергетическая система (энерго-система)	Совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом	1.2.2
Электрическая часть энерго-системы	Совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы	1.2.3
Электроэнергетическая система	Электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии	1.2.4
Электро-снабжение	Обеспечение потребителей электрической энергией	1.2.5

Продолжение табл.

Система электро-снабжения	Совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией	1.2.5
Централизованное электро-снабжение	Электрооснащение потребителей электрической энергии от энергосистемы	1.2.5
Электрическая сеть	Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств (РУ), токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных (КЛ) линий электропередачи, работающих на определенной территории	1.2.6
Приемник электрической энергии (электро-приемник)	Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии	1.2.7
Потребитель электрической энергии	Электроприемник или группа электро-приемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории	1.2.8
Нормальный режим потребителя электрической энергии	Режим, при котором обеспечиваются заданные значения параметров его работы	1.2.9
Послеаварийный режим	Режим, в котором находится потребитель электрической энергии в результате нарушения в системе его электроснабжения до установления нормального режима после локализации отказа	1.2.9
Стойкие при коротком замыкании (КЗ)	Электрические аппараты и проводники, которые при расчетных условиях КЗ выдерживают электродинамическое, термическое и иные воздействия токов КЗ, не подвергаясь разрушениям или деформациям, препятствующим их дальнейшей нормальной эксплуатации	1.4.2
Расчетные условия КЗ для электрического аппарата или проводника	Наиболее тяжелые условия, в которых может оказаться электрический аппарат или проводник при коротких замыканиях. Расчетные условия включают в себя расчетную схему электроустановки, расчетный вид КЗ, расчетную точку КЗ и расчетную продолжительность КЗ	1.4.3

Продолжение табл.

Расчетная схема электроустановки и расчетный вид КЗ	Электрическая схема электроустановки и вид КЗ, при которых имеют место расчетные условия КЗ для рассматриваемого электрического аппарата или проводника	1.4.3
Коммерческий (расчетный) учет электроэнергии	Учет выработанной и полученной электроэнергии для производства финансовых расчетов за нее	1.5.2
Коммерческие (расчетные) счетчики	Счетчики электроэнергии (далее – счетчики), устанавливаемые для коммерческого (расчетного) учета	1.5.2
Технический учет электроэнергии	Учет для определения расхода электроэнергии в технологических целях внутри электростанций, подстанций, предприятий, в электрических сетях	1.5.3
Счетчики технического учета	Счетчики, устанавливаемые для технического учета электроэнергии	1.5.3
Счетчики активной энергии	Счетчики, измеряющие (учитывающие) активную электроэнергию	1.5.4
Счетчики реактивной энергии	Счетчики, измеряющие (учитывающие) реактивную электроэнергию	1.5.4
Реверсивные счетчики	Счетчики, измеряющие (учитывающие) расход электроэнергии раздельно в прямом и обратном направлении	1.5.4
АСКУЭ	Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (мощности)	1.5.5
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	1.7.5
Изолированная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств	1.7.6
Проводящая часть	Часть, которая может проводить электрический ток	1.7.7

Продолжение табл.

Токоведущая часть	Проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник)	1.7.8
Открытая проводящая часть (ОПЧ)	Доступная присоединению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции	1.7.9
Сторонняя проводящая часть	Проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки	1.7.10
Прямое прикосновение	Электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением	1.7.11
Косвенное прикосновение	Электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции	1.7.12
Защита от прямого прикосновения	Защита для предотвращения прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением	1.7.13
Защита при косвенном прикосновении	Защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции	1.7.14
Заземлитель	Проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду	1.7.15
Искусственный заземлитель	Заземлитель, специально выполняемый для целей заземления	1.7.16
Естественный заземлитель	Сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления	1.7.17
Заземляющий проводник	Проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем	1.7.18
Заземляющее устройство	Совокупность заземлителя и заземляющих проводников	1.7.19

Продолжение табл.

Зона нулевого потенциала (относительная земля)	Часть земли, находящаяся вне зоны влияния какого-нибудь заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю	17.20
Зона растекания (локальная земля)	Зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала. Термин «земля» следует понимать как «земля в зоне растекания»	17.21
Замыкание на землю	Случайный электрический контакт между токоведущими частями, находящимися под напряжением, и землей	17.22
Напряжение на заземляющем устройстве	Напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала	17.23
Напряжение прикосновения	Напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного	17.24
Ожидаемое напряжение прикосновения	Напряжение между двумя одновременно доступными прикосновению проводящими частями, когда человек или животное их не касается	17.24
Напряжение шага	Напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека	17.25
Сопротивление заземляющего устройства	Отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю	17.26
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	17.27
Заземление	Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством	17.28
Защитное заземление	Заземление, выполняемое в целях электробезопасности	17.29
Рабочее (функциональное) заземление	Заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности)	17.30

Продолжение табл.

Защитное заземление 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	17.31
Уравнивание потенциалов	Электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов	17.32
Защитное уравнивание потенциалов	Уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности. Термин «уравнивание потенциалов», используемый в главе 17, следует понимать как защитное уравнивание потенциалов	17.32
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	17.33
Защитный (PE) проводник	Проводник, предназначенный для целей электробезопасности	17.34
Защитный заземляющий проводник	Защитный проводник, предназначенный для защитного заземления	17.34
Защитный проводник уравнивания потенциалов	Защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов	17.34
Нулевой защитный проводник	Защитный проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтральной точке источника питания	17.34
Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N)	Проводник в электроустановках напряжением 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	17.35
Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий (PEN) проводник	Проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников	17.36

Продолжение табл.

Главная заземляющая шина	Шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки напряжением до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов	1.7.37
Защитное автоматическое отключение питания	Автоматическое размыкание цепи одного или нескольких фазных проводников (и, если требуется, нулевого рабочего проводника), выполняемое в целях электробезопасности	1.7.38
Основная изоляция	Изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения	1.7.39
Дополнительная изоляция	Независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении	1.7.40
Двойная изоляция	Изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции	1.7.41
Усиленная изоляция	Изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции	1.7.42
Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН)	Напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока	1.7.43
Разделительный трансформатор	Трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей	1.7.44
Безопасный разделительный трансформатор	Разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизкого напряжения	1.7.45
Защитный экран	Проводящий экран, предназначенный для отделения электрической цепи и/или проводников от токоведущих частей других цепей	1.7.46
Защитное электрическое разделение цепей	Отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ при помощи двойной изоляции или основной изоляции и защитного экрана или усиленной изоляции	1.7.47
Непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки	Помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части	1.7.48

Продолжение табл.

Испытательное напряжение промышленной частоты	Действующее значение напряжения частотой 50 Гц, практически sinusoidalного, которое должно выдерживать изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания	1.8.12 п.1
Электрооборудование с нормальной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженное воздействию грозовых перенапряжений при обычных мерах по грозозащите	1.8.12 п.2
Электрооборудование с обеспеченной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, не подверженное воздействию грозовых перенапряжений или оборудованное специальными устройствами грозозащиты, ограничивающими амплитудное значение грозовых перенапряжений до значения, не превышающего амплитудного значения испытательного напряжения промышленной частоты	1.8.12 п.3
Аппараты	Выключатели и всех классов напряжения, разъединители, отделители, короткозамкватели, предохранители, разрядники, токоограничивающие реакторы, конденсаторы, комплексные экранированные токопроводы	1.8.12 п.4
Ненормированная измерительная величина	Величина, абсолютное значение которой не регламентируется нормативными указаниями. Оценка состояния оборудования в этом случае производится путем сопоставления с данными аналогичных измерений на однотипном оборудовании, имеющем заведомо хорошие характеристики, или с результатами остальных испытаний	1.8.12 п.5
Класс напряжения электрооборудования	Номинальное напряжение электроустановки, для работы в которой предназначено данное электрооборудование	1.8.12 п.6
Длина пути утечки изоляции (изолятора) или составной изоляционной конструкции (l)	Наименьшее расстояние по поверхности изоляционной детали и между металлическими частями разного потенциала	1.9.2
Эффективная длина пути утечки	Часть длины пути утечки, определяющая электрическую прочность изолятора или изоляционной конструкции в условиях загрязнения и увлажнения	1.9.3

Окончание табл.

Удельная эффективная длина пути утечки (l_e)	Отношение эффективной длины пути утечки к наибольшему рабочему межфазному напряжению сети, в которой работает электроустановка	1.9.3
Коэффициент использования длины пути утечки (k)	Поправочный коэффициент, учитывающий эффективность использования длины пути утечки изолятора или изоляционной конструкции	1.9.4
Степень загрязнения (СЗ)	Показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности и изоляции электроустановок	1.9.5
Карта степеней загрязнения (КСЗ)	Географическая карта, районизирующая территорию по СЗ	1.9.6

Глава 1.1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Область применения

Вопрос. На какие электроустановки распространяются ПУЭ (далее – Правила)?

Ответ. Распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока напряжением до 750 кВ, в том числе на специальные электроустановки, рассмотренные в разделе 7 (1.1.1).

Вопрос. Для каких электроустановок рекомендуется применять требования Правил?

Ответ. Рекомендуется применять для действующих электроустановок, если это повышает надежность электроустановки или если ее модернизация направлена на обеспечение требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки. По отношению к реконструируемым электроустановкам требования Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок (1.1.1).

Общие указания по устройству электроустановок

Вопрос. Каким требованиям должны соответствовать применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы?

Ответ. Должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке (1.1.19).

Вопрос. Каким показателям должны соответствовать конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристика изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов?

Ответ. Должны соответствовать параметрам сети или электроустановки, режимам работы, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих глав ПУЭ (1.1.20).

Вопрос. Какие профилактические меры должны быть предусмотрены в электроустановках?

Ответ. Должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т. п. В соответствии с 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 (1.1.25).

Вопрос. Какие требования предъявляют Правила по обеспечению возможности легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам?

Ответ. Должна быть обеспечена простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка (1.1.28).

Вопрос. Какие обозначения должны иметь проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в том числе шины?

Ответ. Должны иметь буквенное обозначение *РЕ* и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов (1.1.29).

Вопрос. Как обозначаются нулевые рабочие (нейтральные) проводники?

Ответ. Обозначаются буквой *N* и голубым цветом (1.1.29).

Вопрос. Какое обозначение должны иметь совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники?

Ответ. Должны иметь буквенное обозначение *PEN* и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах (1.1.29).

Вопрос. Как должны быть обозначены шины?

Ответ. Должны быть обозначены:

при переменном трехфазном токе: шины фазы *A* – желтым, фазы *B* – зеленым, фазы *C* – красным цветом;

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;

при постоянном токе: положительная шина (+) – красным цветом, отрицательная (-) – синим и нулевая рабочая *M* – голубым цветом.

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 (1.1.30).

Вопрос. Какие условия необходимо соблюдать при расположении шин «плашмя» или «на ребро» в РУ (кроме комплектных сборных ячеек одностороннего обслуживания (КСО) и комплектных распределительных устройств (КРУ) 6-10 кВ, а также панелей 0,4–0,69 кВ заводского исполнения)?

Ответ. Необходимо соблюдать следующие условия:

В РУ напряжением 6-10 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 $A - B - C$.

В пяти- и четырехпроводных цепях трехфазного переменного тока в электроустановках напряжением до 1 кВ расположение шин должно быть следующим:

при горизонтальном расположении:

одна над 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 наоборот 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. 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 ВЛ) или если на подстанции применяются две или более ступени трансформации (1.1.31).

Вопрос. Как разделяются электроустановки по условиям электробезопасности?

Ответ. Разделяются на электроустановки напряжением до 1 кВ и электроустановки напряжением выше 1 кВ (по действующему значению напряжения) (1.1.32).

Вопрос. Какие защитные меры предусмотрены Правилами для безопасности обслуживающего персонала и посторонних лиц?

Ответ. Предусмотрены следующие мероприятия:

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 (1.1.32).

Вопрос. При каких условиях в электропомещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения?

Ответ. Допускается, 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 (1.1.33).

Вопрос. Какие требования предъявляются Правилами к устройствам для ограждения и закрытия токоведущих частей в жилых, общественных и тому подобных помещениях?

Ответ. Они должны быть сплошными. 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 (1.1.34).

Вопрос. Какой должна быть механическая прочность ограждающих и закрывающих устройств?

Ответ. Должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждений и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм (1.1.35).

Вопрос. Какими дополнительными средствами защиты должны быть снабжены все электроустановки для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т. п.?

Ответ. Должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках (1.1.36).

Вопрос. Каким испытаниям должны быть подвергнуты вновь сооруженные и реконструированные электроустановки и установленное в них электрооборудование?

Ответ. Должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям (1.1.38).

Глава 1.2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Область применения

Вопрос. На какие системы электроснабжения распространяется настоящая глава Правил?

Ответ. Распространяется на все системы электроснабжения. Системы электроснабжения подземных, тяговых и других специальных установок, кроме требований настоящей главы, должны соответствовать также требованиям специальных правил (1.2.1).

Вопрос. Какие источники питания относятся к числу независимых источников питания?

Ответ. Относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:

каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника питания;

секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин (1.2.10).

Общие требования

Вопрос. Какую вероятность следует учитывать при выборе независимых взаимно резервирующих источников питания, являющихся объектами энергосистемы?

Ответ. Следует учитывать вероятность одновременного зависящего кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики (РЗА) при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках питания при тяжелых системных авариях (1.2.13).

Вопрос. В каких сетях должна применяться компенсация емкостного тока замыкания на землю?

Ответ. Должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

в сетях напряжением 3-20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на ВЛ, и во всех сетях напряжением 35 кВ – более 10 А; в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на ВЛ: более 30 А при напряжении 3–6 кВ;

более 20 А при напряжении 10 кВ; более 15 А при напряжении 15–20 кВ;

в схемах генераторного напряжения 6-20 кВ блоков генератор-трансформатор – более 5 А.

При токах замыкания на землю более 50 А рекомендуется применение не менее двух заземляющих реакторов (1.2.16).

Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

Вопрос. На какие категории в отношении обеспечения надежности электроснабжения разделяются электроприемники?

Ответ. Разделяются на следующие три категории:

электроприемники *первой категории* – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяется *особая группа* электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров;

электроприемники *второй категории* – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;

электроприемники *третьей категории* – все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий (1.2.18).

Вопрос. Как должны обеспечиваться электроэнергией электроприемники первой категории в нормальных режимах?

Ответ. Должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания (1.2.19).

Вопрос. Что может быть использовано в качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников первой категории?

Ответ. Могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п. (1.2.19).

Вопрос. Каким образом рекомендуется осуществлять электроснабжение электроприемников первой категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление нормального режима?

Ответ. При наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять электроснабжение от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса (1.2.19).

Вопрос. Как должны обеспечиваться электроэнергией электроприемники второй категории в нормальных режимах?

Ответ. Должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады (1.2.20).

Вопрос. Как может выполняться электроснабжение для электроприемников третьей категории?

Ответ. Может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток (1.2.21).

Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности

Вопрос. Какие требования предъявляются к устройствам регулирования напряжения?

Ответ. Они должны обеспечивать поддержание напряжения на шинах напряжением 3-20 кВ электростанций и подстанций, к которым подсоединены распределительные сети, в пределах не ниже 105 % номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100 % номинального в период наименьших нагрузок этих сетей. Отклонения от указанных уровней напряжения должны быть обоснованы (1.2.23).

Вопрос. Как производится выбор и размещение устройств компенсации реактивной мощности в электрических сетях?

Ответ. Производятся исходя из необходимости обеспечения требуемой пропускной способности сети в нормальных и послеаварийных режимах при поддержании необходимых уровней напряжения и запасов устойчивости (1.2.24).

Глава 1.3. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ

Область применения, общие требования

Вопрос. На какие электрические аппараты и проводники распространяется настоящая глава Правил?

Ответ. Распространяется на методы выбора электрических аппаратов и проводников электроустановок переменного тока частотой 50 Гц, напряжением до и выше 1 кВ по условиям продолжительных режимов (1.3.1).

Вопрос. В чем состоит выбор электрических аппаратов по условиям продолжительных режимов?

Ответ. Состоит в подборе их номинального напряжения по уровню изоляции и номинального тока по допустимому нагреву, плотности тока и условиям короны (1.3.2).

Вопрос. По каким условиям проверяются электрические аппараты и проводники, выбранные по условиям продолжительных режимов?

Ответ. Проверяются по условиям КЗ. Проводники кроме того проверяются по падению напряжения на полной длине проводников. Если тип аппарата или сечение проводника, выбранное по условиям продолжительного режима, не удовлетворяет какому-либо из указанных условий проверки, то должно приниматься решение, удовлетворяющее всем условиям (1.3.3).

Выбор электрических аппаратов по условиям продолжительности режимов и сечений проводников по нагреву в этих режимах

Вопрос. По каким параметрам выбираются все электрические аппараты?

Ответ. Выбираются по номинальному напряжению и номинальному току. При этом номинальное напряжение каждого аппарата должно соответствовать или быть больше (последнее не относится к трансформаторам напряжения – ТН) наибольшего рабочего напряжения электроустановки.

Токоведущие части электрических аппаратов и проводники любого назначения выбираются по условию их предельно допустимого нагрева при продолжительных режимах (не только нормальных, но и послеаварийных), а также режимов в периоды ремонтов и возможного при этом неравномерного распределения токов между линиями, секциями шин и т. п. Выполнение этого условия обеспечивается путем надлежащего выбора номинального тока каждого аппарата и сечения любого проводника, исходя из расчетного тока. При этом за расчетный ток принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети (1.3.4).

Вопрос. Какой ток принимается в качестве расчетного тока для выбора номинального тока аппаратов и сечения проводников по нагреву при повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников (с общей продолжительностью цикла до 10 мин и продолжительностью рабочего периода не более 4 мин)?

Ответ. Принимается ток, приведенный к эквивалентному продолжительному периоду. При этом:

для медных проводников сечением до 6 мм^2 и для алюминиевых проводников до 10 мм^2 расчетный ток принимается как для электроустановок с продолжительным режимом работы;

для медных проводников сечением более 6 мм^2 и для алюминиевых проводников более 10 мм^2 расчетный ток определяется умножением продолжительно допустимого тока на коэффициент

$$0,875/\sqrt{T_{п.в.}},$$

где $T_{п.в.}$ – выраженная в относительных единицах продолжительность рабочего периода (продолжительность этого периода в долях продолжительности цикла) (1.3.5).

Вопрос. По каким нормам определяются наибольшие допустимые токи при кратковременном режиме работы электроприемников с продолжительностью рабочего периода не более 4 мин и с перерывами между включениями, достаточными для охлаждения проводников до температуры окружающей среды?

Ответ. Определяются по нормам повторно-кратковременного режима (см. 1.3.5). При продолжительности рабочего периода более 4 мин, а также при перерывах между включениями недостаточной продолжительности наибольшие допустимые токи определяются как для электроустановок с продолжительным режимом работы (1.3.6).

Вопрос. Какие перегрузки допускаются для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных?

Ответ. Допускаются кратковременные перегрузки, указанные в табл. 1.3.1 (1.3.7).

Таблица 1.3.1

Кратковременные допустимые перегрузки для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной нагрузке в течение, ч		
		0,5	1,0	3,0
До 0,6	В земле	1,35	1,30	1,15
	На воздухе	1,25	1,15	1,10
	В трубах (в земле)	1,20	1,10	1,00
Выше 0,6 до 0,8	В земле	1,20	1,15	1,10
	На воздухе	1,15	1,10	1,05
	В трубах (в земле)	1,10	1,05	1,00

Вопрос. Какие перегрузки допускаются для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на период ликвидации послеаварийного режима?

Ответ. Допускаются перегрузки до 17 % номинальной при их прокладке в земле и до 20 % при прокладке на воздухе, а для кабелей с изоляцией из поливинилхлоридного пластика и полиэтилена – до 10 % при их прокладке в земле и на воздухе на время максимумов нагрузки, если их продолжительность не превышает номинальной. Общая продолжительность перегрузок кабелей в послеаварийных режимах допускается в течение не более 1000 ч за срок службы кабелей.

На период ликвидации послеаварийного режима, но не более чем в течение 5 суток для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией допускаются перегрузки в пределах, указанных в табл. 1.3.2.

Перегрузка КЛ напряжением 20 кВ и более не допускается (1.3.8).

Таблица 1.3.2

Допустимые перегрузки на период ликвидации послеаварийного режима для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной нагрузке при продолжительности максимума, ч			
		0,5	1,0	3,0	6,0
До 0,6	В земле	1,50	1,50	1,40	1,35
	На воздухе	1,40	1,25	1,20	1,15
	В трубах (в земле)	1,30	1,30	1,20	1,20
Выше 0,6 до 0,8	В земле	1,40	1,35	1,30	1,30
	На воздухе	1,35	1,25	1,15	1,15
	В трубах (в земле)	1,25	1,25	1,20	1,15
Выше 0,8 до 1,0	В земле	1,30	1,25	1,20	1,20
	На воздухе	1,25	1,20	1,15	1,15
	В трубах (в земле)	1,20	1,20	1,20	1,15

Вопрос. Из какого расчета принимаются продолжительно допустимые токи для кабелей, проложенных в земле?

Ответ. Принимаются из расчета, что удельное тепловое сопротивление земли составляет 1,2 м-К/Вт. Если это сопротивление отличается от 1,2 м-К/Вт, то к продолжительно допустимым токам применяются поправочные коэффициенты, указанные в табл. 1.3.4 (1.3.11).

Таблица 1.3.4

Поправочные коэффициенты на продолжительно допустимые токи для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного теплового сопротивления земли

Характеристика земли	Удельное тепловое сопротивление, м-К/Вт	Поправочный коэффициент
Песок влажностью более 9 %, песчано-глинистая почва влажностью более 14 %	0,8	1,13
Нормальные почва и песок влажностью 7–9 %, песчано-глинистая почва влажностью 12–14 %	1,2	1,00
Песок влажностью более 4 и менее 7 %, песчано-глинистая почва влажностью более 8 и менее 12 %	2,0	0,87
Песок влажностью до 4 %, каменная почва	3,0	0,75

Вопрос. Как определяются продолжительно допустимые токи для одиночных кабелей, прокладываемых в трубах в земле?

Ответ. Определяются путем умножения продолжительно допустимых токов для этих кабелей на коэффициент 0,85 (1.3.12).

Вопрос. На каком участке кабельной трассы принимаются продолжительно допустимые токи при смешанной прокладке кабелей?

Ответ. Принимаются для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения, если его длина превышает 10 м. В указанных случаях рекомендуется применять кабельные вставки большего сечения (1.3.13).

Вопрос. Как учесть изменение продолжительно допустимых токов при прокладке нескольких кабелей в земле, а также в трубах в земле?

Ответ. В этих случаях продолжительно допустимые токи уменьшаются путем введения коэффициентов, величины которых табулированы в Правилах.

Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями между осями менее 100 мм не рекомендуется (1.3.14).

Продолжительно допустимые токи для проводов, шнуров и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией

Вопрос. Исходя из каких условий приняты продолжительно допустимые токи для проводов и шнуров с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, самонесущих изолированных проводов (СИП), проводов с защитной оболочкой напряжением 6-20 кВ и кабелей напряжением до 10 кВ с пластмассовой изоляцией?

Ответ. Приняты исходя из температуры окружающего воздуха +25 °С и земли +15 °С и из следующих продолжительно допустимых температур нагрева жил, °С:

проводов и шнуров с резиновой изоляцией	– +65
СИП напряжением до 1 кВ с изоляцией:	
из термопластичного полиэтилена	– +70
из сшитого полиэтилена	– +90
проводов с защитной оболочкой напряжением 6 – 20 кВ	
с изоляцией из сшитого полиэтилена	– +90
из поливинилхлоридного пластика или полиэтилена	– +70
из сшитого полиэтилена	– +90

Величины продолжительно допустимых токов для проводов, шнуров и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией табулированы в Правилах (1.3.16).

Продолжительно допустимые токи для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией

Вопрос. С учетом каких факторов принимаются продолжительно допустимые токи для кабелей напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги?

Ответ. Принимаются с учетом температуры окружающего воздуха +25 °С и земли +15 °С и в соответствии с нормированными значениями допустимых температур нагрева их токопроводящих жил в продолжительных режимах. Эти значения зависят от номинального напряжения кабеля и качества состава, используемого для пропитки изоляции, и составляют, °С:

кабели на напряжение до 1 кВ – 80;
кабели с изоляцией, пропитанной вязкими составами, содержащими полиэтиленовый воск в качестве загустителя, на напряжение, кВ:

6 – 65
10 – 60
35 – 50;

кабели с изоляцией, пропитанной нестекающим составом или вязким масло-канифольным составом, содержащим не менее 25 % канифоли, на напряжение, кВ:

6 – 80
10 – 70
35 – 65 (1.3.18).

Вопрос. Из какого расчета принимаются продолжительно допустимые токи для кабелей, проложенных в земле?

Ответ. Принимаются из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7–0,8 м не более одного кабеля при температуре земли +15 °С и удельном тепловом сопротивлении земли 1,2 м·К/Вт. Значения продолжительно допустимых токов для кабелей, проложенных в земле, а также для кабелей, проложенных на воздухе, табулированы в Правилах (1.3.19, 1.3.20).

Вопрос. Из какого расчета принимаются продолжительно допустимые токи для кабелей, проложенных на воздухе, внутри и вне зданий?

Ответ. Продолжительно допустимые токи при температуре воздуха +25 °С табулированы в Правилах (1.3.21).

Вопрос. Как допускается определять продолжительно допустимые токи для кабелей, прокладываемых в блоках?

Ответ. Допускается определять по приведенной в Правилах эмпирической формуле (1.3.22).

Вопрос. Как рассчитываются продолжительно допустимые токи для кабелей, прокладываемых в двух рядом лежащих (параллельных) блоках одинаковой конфигурации?

Ответ. Уменьшаются путем умножения на коэффициенты, выбираемые в зависимости от расстояния между блоками:

расстояние между блоками, мм	500	1000	1500	2000	2500	3000
коэффициент	0,85	0,89	0,91	0,93	0,95	0,96

(1.3.23).

Продолжительно допустимые токи для неизолированных проводов и шин

Вопрос. Исходя из какого условия приняты табулированные в Правилах продолжительно допустимые токи для неизолированных проводов и окрашенных шин?

Ответ. Приняты исходя из условия, что допустимая температура их нагрева составляет +70 °С при температуре окружающего воздуха +25 °С.

Для полых алюминиевых проводов марок ПА500 и ПА600 продолжительно допустимый ток составляет:

марка провода	ПА500	ПА600
допустимый ток, А	1 340	1 680

(1.3.24).

Вопрос. Какие конструктивные решения принимаются при выборе шин?

Ответ. Принимаются конструктивные решения, обеспечивающие наименьшие добавочные потери от поверхностного эффекта и эффекта близости и наилучшие условия охлаждения (уменьшение количества полос в пакете, рациональная конструкция пакета, применение профильных шин и т. п.) (1.3.25).

Выбор сечения проводников по плотности тока

Вопрос. Из какого соотношения определяется целесообразное сечение S , мм², проводников электроустановок напряжением до 500 кВ?

Ответ. Определяется из соотношения

$$S = I / J_{эки}$$

где I – расчетный ток в часы максимума нагрузки электроустановки, А;

$J_{эки}$ – рекомендуемое значение плотности тока, А/мм², для заданных условий работы, выбираемое из табл. 1.3.38 Правил. Использование значений плотности тока, отличных от указанных в табл. 1.3.38, должно быть обосновано.

Расчетный ток определяется исходя из нормального режима работы электроустановки. Увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах не учитывается. Сечение, полу-

ченное в результате указанного расчета, округляется до ближайшего стандартного сечения (1.3.26).

Вопрос. В каких случаях может быть увеличена плотность тока против значений, приведенных в табл. 1.3.38 Правил?

Ответ. Может быть увеличена в k_n раз при выборе сечений проводников для электропитания n одинаковых, взаиморезервируемых электроприемников (например, насосов водоснабжения, преобразовательных агрегатов и т. д.), m из которых одновременно находятся в работе:

$$k_n = \sqrt{n/m}$$

(1.3.27).

Вопрос. Как производится выбор сечений ВЛ и жил КЛ, имеющих промежуточные отборы мощности?

Ответ. Производится для каждого из участков исходя из соответствующих расчетных токов участков. При этом для соседних участков допускается применять провода одинакового сечения, соответствующего сечению для наиболее протяженного участка, если разница между значениями сечения для этих участков находится в пределах одной ступени по шкале стандартных сечений. Сечения проводов на ответвлениях длиной до 1 км принимаются такими же, как на ВЛ, от которой производится ответвление (1.3.28).

Вопрос. По какому условию проверяется сечение проводов линий электропередачи напряжением 6-20 кВ, выбранное с использованием приведенных в табл. 1.3.38 значений плотности тока?

Ответ. Проверяется по допустимому отклонению напряжения у приемников электроэнергии с учетом применяемых средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности (1.3.29).

Проверка проводников по условиям короны и радиопомех

Вопрос. В каких случаях проводники проверяются по условиям образования короны?

Ответ. Проверяются при напряжениях 35 кВ и выше с учетом среднегодовых значений плотности и температуры воздуха на высоте расположения данной электроустановки над уровнем моря, радиуса проводников, а также их коэффициентов негладкости (1.3.30).

Вопрос. Какой принимается при проверке по условиям короны наибольшая напряженность электрического поля у поверхности любого из проводников, определенная при наибольшем рабочем напряжении?

Ответ. Принимается не более 0,9 начальной напряженности электрического поля, соответствующей появлению общей короны.

Уровень радиопомех от короны на проводах принимается не более допустимых действующими государственными стандартами значений (1.3.30).

Глава 1.4. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ ПО УСЛОВИЯМ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Область применения

Вопрос. На какие методы проверки электрических аппаратов и проводников распространяется настоящая глава Правил?

Ответ. Распространяется на методы проверки электрических аппаратов и проводников электроустановок переменного тока частотой 50 Гц напряжением до и выше 1 кВ по условиям КЗ и содержит расчетные условия КЗ, виды проверок аппаратов и проводников в зависимости от их назначения, конструкции, места установки и способа прокладки, а также порядок выполнения проверок (1.4.1).

Общие требования

Вопрос. Какие виды проверок по условиям КЗ применяются в электроустановках напряжением выше 1 кВ?

Ответ. В электроустановках напряжением выше 1 кВ по условиям КЗ проверяются:

на электродинамическую стойкость – электрические аппараты, токопроводы, жесткие шины, гибкие провода ВЛ, гибкие шины ОРУ и ЗРУ, вводы, герметичные кабельные проходки, кабельные муфты, а также опорные и несущие конструкции для проводников. Проверка гибких проводов ВЛ и гибких шин РУ на электродинамическую стойкость заключается в определении дополнительных тяжений в проводниках при КЗ, а при ударном токе КЗ 50 кА и более – дополнительно в проверке проводов разных фаз на невозможность схлестывания или опасного (с точки зрения пробоя) сближения;

на термическую стойкость – электрические аппараты, вводы, герметичные кабельные проходки, кабельные муфты, кабели (как жилы, так и экраны – при их наличии), токопроводы, защищенные провода, шины, а также провода ВЛ, оборудованных устройствами автоматического повторного включения (АПВ);

на коммутационную способность – электрические аппараты, предназначенные для отключения и включения электрических цепей;

на невозгораемость – кабели и изолированные проводники (1.4.4).

Вопрос. Какие виды проверок по условиям КЗ применяются в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. В электроустановках напряжением до 1 кВ по условиям КЗ проверяются:

на электродинамическую стойкость – токопроводы, ошиновка РУ и щитов, сборок и распределительных пунктов, а также коммутационные аппараты, установленные в распределительных щитах, силовых сборках и силовых шкафах;

на термическую стойкость – автоматические выключатели, СИП и кабели с бумажной и пластмассовой изоляцией, за исключением кабелей, защищенных автоматическими выключателями, если последние выбраны по условию обеспечения работы токовой отсечки при повреждении в конце защищаемой КЛ;

на коммутационную способность – предохранители и автоматические выключатели. Автоматические выключатели, которые по условиям своей работы могут включать короткоза-

мкнутую цепь, должны обладать способностью производить эти операции при всех возможных токах КЗ;

на невозгораемость – кабели и изолированные проводники (1.4.5).

Вопрос. Какие аппараты и проводники не проверяются по условиям КЗ в электроустановках напряжением выше 1 кВ?

Ответ. По условиям КЗ не проверяются:

на электродинамическую стойкость – кабели, а также электрические аппараты и проводники, защищенные предохранителями с плавкими вставками на номинальный ток до 60 А;

на термическую стойкость – электрические аппараты и проводники, защищенные предохранителями, независимо от номинального тока и типа предохранителей, если их отключающая способность выбрана в соответствии с требованиями настоящих Правил и они способны отключать наименьший возможный аварийный ток в данной цепи, а также провода ВЛ, не оборудованных устройствами АПВ;

на электродинамическую и термическую стойкость:

а) проводники в цепях, подключенных к индивидуальным электроприемникам, а также к трансформаторам промышленных предприятий суммарной мощностью до 2,5 МВ·А и с высшим напряжением до 20 кВ, если соблюдены одновременно следующие условия:

в электрической или технологической части предусмотрена необходимая степень резервирования, причем последнее выполнено так, что отключение указанных электроприемников не вызывает нарушения технологического процесса;

повреждение проводника при КЗ не может вызвать взрыва или пожара;

возможна замена проводника без значительных затруднений;

б) проводники в цепях, присоединенных к отдельным распределительным пунктам (с общей установленной мощностью потребителей до 0,5 МВт);

в) трансформаторы тока (ТТ), установленные в цепях напряжением до 20 кВ силовых трансформаторов, электродвигателей или реактированных линий, если по условиям КЗ требуется такое завышение их коэффициентов трансформации, при котором не может быть обеспечен необходимый класс точности; при этом на стороне высшего напряжения силовых трансформаторов рекомендуется избегать применения ТТ, не отвечающих требованиям стойкости к току КЗ.

г) аппараты и шины цепей ТН при расположении их в отдельной камере (1.4.6).

Вопрос. Какие аппараты и проводники не проверяются по условиям КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Не проверяются по условиям КЗ ТТ, а также аппараты и проводники вторичных цепей (1.4.7).

Вопрос. Что принимается в качестве расчетного вида КЗ в электроустановках?

Ответ. Принимается:

трехфазное КЗ – при проверке на электродинамическую стойкость электрических аппаратов и жестких шин с относящимися к ним поддерживающими и опорными конструкциями;

трехфазное КЗ, а на генераторном напряжении электростанций – *трехфазное или двухфазное КЗ*, в зависимости от того, какое из них приводит к большему термическому воздействию тока КЗ, – при проверке на термическую стойкость электрических аппаратов и проводников;

трехфазное или однофазное КЗ (в сетях с глухо или эффективно заземленной нейтралью), в зависимости от того, какое из них приводит к большему току КЗ в расчетный момент времени – при проверке электрических аппаратов на коммутационную способность;

двухфазное КЗ – при проверке гибких проводников ВЛ и гибких шин РУ на возможность сближения проводников разных фаз, опасного в отношении пробоя (1.4.9).

Вопрос. Какая точка на расчетной схеме электроустановки выбирается в качестве расчетной?

Ответ. Выбирается такая точка, при КЗ в которой электрические аппараты и проводники соответствующей цепи находятся в наиболее тяжелых условиях. Случаи одновременного замыкания на землю различных фаз в двух разных точках электроустановки допускается не учитывать (1.4.10).

Вопрос. Какое время принимается в качестве расчетной продолжительности КЗ при проверке электрических аппаратов и проводников на термическую стойкость при КЗ?

Ответ. Принимается минимально возможное время воздействия тока КЗ, определяемое путем сложения времени действия основной защиты присоединения (с учетом действия АПВ), установленной у ближайшего к месту КЗ выключателя, и полного времени отключения этого выключателя.

При наличии зоны нечувствительности у основной защиты (по току, напряжению, сопротивлению и т. д.) термическую стойкость электрических аппаратов и проводников дополнительно проверяют, определяя расчетную продолжительность КЗ путем сложения времени действия защиты, реагирующей на повреждение в этой зоне, и полного времени отключения выключателя. При этом в качестве расчетного тока КЗ принимается его максимальное значение, соответствующее этому месту повреждения.

При проверке выключателей напряжением выше 1 кВ на отключающую способность в качестве расчетной продолжительности КЗ принимается собственное время выключателя с добавлением 0,01 с.

При проверке кабелей и других изолированных проводников на невозгораемость при КЗ расчетная продолжительность КЗ определяется путем сложения времени действия резервной защиты, установленной у ближайшего к месту КЗ выключателя, и полного времени отключения выключателя (1.4.12).

Расчет токов короткого замыкания для проверки электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания

Вопрос. Какие условия принимаются при составлении расчетной схемы электроустановок напряжением до и выше 1 кВ и расчете токов КЗ с целью проверки электрических аппаратов и проводников по условиям КЗ и определения степени воздействия электродинамических сил на несущие конструкции?

Ответ. Принимаются следующие условия:

учету подлежат все источники, влияющие на ток КЗ – синхронные генераторы и компенсаторы, синхронные и асинхронные электродвигатели. Влияние асинхронных электродвигателей допустимо не учитывать при мощности электродвигателей до 100 кВт в единице, если они отделены от расчетной точки КЗ токоограничивающим реактором или силовым трансформатором, а также при любой мощности электродвигателей, если они отделены от расчетной точки КЗ двумя плечами сдвоенного реактора или двумя и более ступенями трансформации;

все источники, введенные в расчетную схему, работают одновременно, а к моменту возникновения КЗ имеют номинальную нагрузку и номинальное напряжение на выводах;

все синхронные машины имеют автоматическое регулирование напряжения и устройства для форсировки возбуждения;

электродвижущие силы всех источников во время КЗ совпадают по фазе;

расчетное напряжение каждой ступени трансформации выбирается из следующего ряда: 0,23; 0,4; 0,525; 0,69; 1,0; 3,15; 6,3; 10,5; 13,8; 15,75; 18; 20; 24; 27; 37; 115; 154; 230; 340; 515; 770; 1175 кВ;

КЗ происходит в такой момент времени, при котором ударный ток КЗ оказывается наибольшим;

если вблизи расчетной точки КЗ имеются конденсаторные батареи, то они должны быть учтены при определении ударного тока КЗ (1.4.13).

Вопрос. Какие сопротивления принимаются в качестве расчетных при расчете периодической составляющей тока КЗ для любого момента времени в электроустановках напряжением выше 1 кВ?

Ответ. Принимаются индуктивные сопротивления электрических машин, силовых трансформаторов и автотрансформаторов, токоограничивающих реакторов, воздушных и кабельных линий, а также токопроводов. В тех случаях, когда в расчетную схему входят ВЛ с проводами малых сечений или стальными проводами, а также протяженные КЛ с кабелями малых сечений, учитываются и их активные сопротивления, если при этом суммарное эквивалентное активное сопротивление расчетной схемы относительно точки КЗ составляет больше 30 % суммарного эквивалентного индуктивного сопротивления (1.4.14).

Вопрос. Какие сопротивления учитываются при расчете токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Учитываются как индуктивные, так и активные сопротивления всех элементов цепи, а также переходные сопротивления контактных соединений. Допустимо пренебрегать сопротивлениями одного вида (активными или индуктивными), если при этом полное сопротивление цепи уменьшается не более чем на 10 %. В необходимых случаях учитывается влияние на ток КЗ увеличения активного сопротивления кабелей вследствие их нагрева током КЗ (1.4.15).

Вопрос. Из какого условия при расчете токов КЗ допускается исходить при питании электрической сети напряжением до 1 кВ через понижающий трансформатор?

Ответ. Допускается исходить из условия, что напряжение, подведенное к обмотке высшего напряжения трансформатора, неизменно и равно номинальному напряжению питающей сети (1.4.16).

Проверка электрических аппаратов, изоляторов, проводников и несущих конструкций на электродинамическую стойкость при коротких замыканиях

Вопрос. Как проверяются на действие тока КЗ элементы цепи, защищенные плавкими предохранителями или автоматическими выключателями с токоограничивающим действием?

Ответ. Проверяются на электродинамическую стойкость по наибольшему мгновенному значению тока КЗ (исключение – кабели, а также электрические аппараты и проводники, защищенные предохранителями с плавкими вставками на номинальный ток до 60 А) (1.4.17).

Вопрос. Какая величина определяется при проверке электрических аппаратов и проводников на электродинамическую стойкость при КЗ?

Ответ. Определяется значение величины, характеризующей их электродинамическую стойкость, и обеспечивается условие, при котором электродинамические силы при КЗ и вызываемые ими механические нагрузки на электрические аппараты и проводники не превышают нормированных значений. Для электрических аппаратов нормируется предельный сквозной ток (наибольший пик и начальное действующее значение периодической составляющей) или ток электродинамической стойкости либо электродинамические усилия на головки изоляторов, а для электрических проводников – допустимые механические напряжения, зависящие от материала проводников (1.4.18).

Вопрос. Какие величины являются расчетными при проверке гибких проводников ВЛ и гибких шин РУ на электродинамическую стойкость при КЗ?

Ответ. Расчетными являются максимальное тяжение в проводниках и максимальное отклонение (смещение) проводников. Последнее не должно превышать значений, при которых сближение проводников разных фаз опасно в отношении пробоя (1.4.18).

Вопрос. Как определяются механические напряжения при применении шин составных профилей (многополосные, из двух швеллеров и т. д.)?

Ответ. Определяются как арифметическая сумма напряжений от сил взаимодействия, возникающих между проводниками разных фаз и между составными элементами проводников каждой фазы. Наибольшие механические напряжения в материале жестких шин любого профиля и любой конструкции принимаются не более 0,7 временного сопротивления разрыву, нормируемого для материала шин (1.4.19).

Проверка электрических аппаратов и проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях

Вопрос. Как производится проверка коммутационных электрических аппаратов на термическую стойкость при КЗ?

Ответ. Производится путем сравнения значения интеграла Джоуля, найденного при расчетных условиях КЗ, с его допустимым значением, которое зависит от указанного в технической документации изготовителя нормируемого тока термической стойкости и от соотношения между расчетной продолжительностью КЗ и предельно допустимым (нормируемым) временем воздействия нормированного тока термической стойкости (1.4.20).

Вопрос. При каких условиях обеспечивается термическая стойкость кабелей и проводников при КЗ?

Ответ. Обеспечивается, если температура их нагрева к моменту отключения КЗ не превышает следующих предельных по условию термической стойкости значений, °С:

кабели бронированные и небронированные с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение, кВ:		
1		– 250
6–10		– 200
20–35		– 130
110–220		– 125
кабели и изолированные провода с медными и алюминиевыми жилами и изоляцией из:		
поливинилхлоридного пластиката		– 160
резины		– 160
полиэтилена (номинальное напряжение кабелей до 35 кВ)		– 130
вулканизированного (сшитого) полиэтилена (номинальное напряжение кабелей до 35 кВ)		– 250
медные экраны кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ		– 350
шины:		
медные		– 300
алюминиевые		– 200
стальные, не имеющие непосредственного соединения с аппаратами		– 400
стальные с непосредственным присоединением к аппаратам		– 300
СИП на напряжение до 1 кВ с изоляцией из:		
термопластичного полиэтилена		– 135
вулканизированного (сшитого) полиэтилена		– 250
провода с защитной оболочкой на напряжение 6–20 кВ		– 250
медные неизолированные провода при тяжениях, Н, мм ² :		
менее 20		– 250
20 и более		– 200
алюминиевые неизолированные провода при тяжениях, Н/мм ² :		
менее 10		– 200
10 и более		– 160
алюминиевая часть сталеалюминиевых проводов		– 200

(1.4.21).

Вопрос. Как производится проверка кабелей на термическую стойкость в тех случаях, когда для этих кабелей известны значения односекундного тока термической стойкости (допустимого односекундного тока КЗ) $I_{\text{тер, доп1}}$?

Ответ. Производится путем сравнения интеграла Джоуля B_k с квадратом односекундного тока термической стойкости. Термическая стойкость кабеля обеспечивается, если выполняется условие:

$$B_k \leq I_{\text{тер, доп1}}^2$$

Значения односекундного тока термической стойкости приведены в таблицах настоящей главы Правил (1.4.22).

Вопрос. Как рассматриваются расщепленные провода ВЛ при проверке на термическую стойкость при КЗ?

Ответ. Рассматриваются как провод суммарного сечения (1.4.24).

Проверка электрических аппаратов на коммутационную способность при коротких замыканиях

Вопрос. Исходя из каких нормированных показателей проверяются коммутационные электрические аппараты для отключения цепей при КЗ?

Ответ. Проверяются исходя из нормированных значений тока отключения, процентного содержания его апериодической составляющей, параметров восстановления напряжения, тока включения (начального действующего значения его периодической составляющей и его наибольшего пика), а также допустимых циклов коммутационных операций (1.4.25).

Вопрос. Как проверяются выключатели напряжением выше 1 кВ?

Ответ. Проверяются на коммутационную способность при КЗ:

на отключающую способность при КЗ с учетом процентного содержания апериодической составляющей и параметров восстанавливающегося напряжения (для выключателей напряжением 110 кВ и выше);

на включающую способность при КЗ. При этом выключатели, установленные на стороне генераторного напряжения, необходимо проверять также на несинхронное включение в условиях противофазы (1.4.26).

Вопрос. Проверяются ли предохранители на отключающую способность при КЗ?

Ответ. Проверяются. При этом в качестве расчетного тока принимается ожидаемое начальное действующее значение периодической составляющей тока КЗ, то есть ее значение без учета токоограничивающего действия предохранителей (1.4.27).

Вопрос. Как проверяются на коммутационную способность при КЗ выключатели нагрузки и короткозамыкатели?

Ответ. Проверяются по предельно допустимому току при включении на КЗ (1.4.28).

Вопрос. Требуют ли проверки на коммутационную способность при КЗ отделители и разъединители?

Ответ. Эти коммутационные аппараты проверки не требуют (1.4.29).

Вопрос. Как проверяются на коммутационную способность при КЗ коммутационные электрические аппараты напряжением до 1 кВ (автоматические выключатели, предохранители и др.)?

Ответ. Проверяются в соответствии с расчетными условиями КЗ на отключающую и включающую способность (1.4.30).

Проверка кабелей на невозгораемость при коротких замыканиях

Вопрос. Какая точка в качестве расчетной принимается при проверке кабелей на невозгораемость при КЗ?

Ответ. Принимается точка, находящаяся:

для одиночных кабелей, имеющих одинаковое сечение по длине, – в начале кабеля;

для одиночных кабелей со ступенчатым сечением по длине – в начале каждого участка нового сечения;

для двух и более параллельно включенных кабелей одной кабельной линии – в начале каждого кабеля (1.4.31).

Глава 1.5. УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Общие требования

Вопрос. С какой целью осуществляется учет активной электроэнергии?

Ответ. Осуществляется для определения количества электроэнергии:

выработанной генераторами электростанций;

потребленной на собственные, хозяйственные и другие (раздельно) нужды электростанций и подстанций;

отпущенной или переданной потребителям по линиям, отходящим от шин электростанции непосредственно к потребителям;

переданной в другие энергосистемы и электрические сети или полученной от них;

переданной по экспорту и полученной по импорту;

отпущенной или переданной потребителям из электрической сети.

При этом учет активной электроэнергии осуществляется для обеспечения возможности: определения поступления (отдачи) электроэнергии в электрические сети разных классов напряжений;

составления балансов электроэнергии на электростанциях, подстанциях и в электрических сетях, в том числе по РУ разных классов напряжения;

контроля за соблюдением заданных режимов потребления электроэнергии (1.5.6).

Вопрос. С какой целью производится учет реактивной электроэнергии?

Ответ. Производится для контроля перетоков реактивной электроэнергии по межсистемным линиям электропередачи, определения количества реактивной электроэнергии, полученной от энергоснабжающей организации или переданной ей (1.5.7).

Организация коммерческого (расчетного) учета электроэнергии

Вопрос. Где устанавливаются счетчики для расчета энергоснабжающей организации (продавца) с потребителем (покупателем) электроэнергии?

Ответ. Устанавливаются по границам раздела сети (по балансовой принадлежности) энергоснабжающей организации и потребителя (1.5.8).

Вопрос. Где устанавливают коммерческие (расчетные) счетчики активной электроэнергии на электростанциях?

Ответ. Устанавливают:

на каждом генераторе для учета всей выработанной генератором электроэнергии;

на всех линиях, отходящих от шин генераторного напряжения, – по одному счетчику, а на линиях, по которым возможна реверсивная работа, – по одному реверсивному счетчику;

на межсистемных линиях электропередачи – по одному счетчику одинакового класса на каждой стороне линии, а на линиях, по которым возможна реверсивная работа, – по одному реверсивному счетчику одинакового класса точности на каждой стороне линии;

на линиях всех классов напряжений, отходящих от шин электростанций;

на присоединениях всех трансформаторов и линий, питающих шины собственных нужд (СН) напряжением выше 1 кВ. При этом счетчики устанавливаются на стороне высшего напряжения. Если трансформаторы СН электростанции питаются от шин напряжением 35 кВ и выше или ответвлением от блоков на напряжении выше 10 кВ, допускается установка счетчиков на стороне низшего напряжения трансформаторов;

на линиях хозяйственных и производственных нужд организаций и посторонних потребителей, присоединенных к РУ СН электростанций;

на каждом обходном выключателе для присоединений, имеющих коммерческий учет, – по одному реверсивному счетчику (1.5.9).

Вопрос. Где устанавливаются коммерческие (расчетные) счетчики активной электроэнергии на подстанциях?

Ответ. Устанавливаются:

на линиях всех классов напряжений, отходящих от шин подстанции;

на межсистемных линиях электропередачи – по одному счетчику одинакового класса точности на каждой стороне линии, а на линиях, по которым возможна реверсивная работа, – по одному реверсивному счетчику одинакового класса точности на каждой стороне линии;

на линиях хозяйственных и производственных нужд, перечень которых определяется нормативными документами;

на каждом обходном выключателе для присоединений, имеющих коммерческий учет, – по одному реверсивному счетчику;

на стороне среднего и низшего напряжений силовых трансформаторов, если на стороне высшего напряжения отсутствуют измерительные ТТ;

на трансформаторах СН, если электроэнергия, отпущенная на СН, не учитывается другими счетчиками; при этом счетчики рекомендуется устанавливать со стороны низшего напряжения.

Для каждой трансформаторной группы устанавливают отдельные коммерческие счетчики электроэнергии (1.5.11).

Вопрос. В каких случаях допускается установка счетчиков на стороне низшего напряжения трансформаторов?

Ответ. Допускается в случаях, когда ТТ, выбранные по условиям тока КЗ или по характеристикам средств РЗА, не обеспечивают требуемой точности учета электроэнергии, а также когда у имеющихся встроенных ТТ отсутствует обмотка класса точности 0,5.

Если установка дополнительных ТТ со стороны низшего напряжения силовых трансформаторов для включения коммерческих счетчиков невозможна (КРУ, КРУН, ячейки КСО), допускается организация учета на отходящих линиях 6-10 кВ (1.5.12).

Вопрос. В каких случаях допускается устанавливать коммерческие счетчики не на питающем, а на приемном конце линии?

Ответ. Допускается устанавливать, когда ТТ на электростанциях и подстанциях, выбранные по условиям тока КЗ или по характеристикам дифференциальной защиты шин, не обеспечивают требуемой точности учета электроэнергии (1.5.13).

Вопрос. Где устанавливают коммерческие счетчики реактивной электроэнергии?

Ответ. Устанавливают на присоединениях:

потребителей, рассчитывающихся за активную электроэнергию с учетом реактивной электроэнергии и мощности – на тех же элементах схемы, на которых установлены коммерческие счетчики активной электроэнергии;

источников реактивной мощности, если по ним производится расчет за реактивную электроэнергию, выданную в сеть энергосистемы, или осуществляется контроль заданного режима работы.

На присоединениях, по которым возможно как потребление реактивной электроэнергии, так и ее выдача в сеть, устанавливают реверсивные счетчики (1.5.14).

Организация технического учета электроэнергии

Вопрос. С какой целью устанавливают счетчики технического учета на электростанциях?

Ответ. На всех электростанциях мощностью более 10 МВт устанавливают счетчики технического учета, чтобы обеспечивать возможность вычисления балансов электроэнергии по классам напряжения и по электростанции в целом, а также в системе СН. При этом установка счетчиков активной электроэнергии производится в цепях электродвигателей, питающихся от шин РУ СН напряжением выше 1 кВ, а также в цепях всех трансформаторов, питающихся от этих шин (1.5.15).

Вопрос. С какой целью устанавливают счетчики активной электроэнергии технического учета на подстанциях напряжением 35 кВ и выше?

Ответ. Устанавливаются, чтобы обеспечить возможность вычисления баланса электроэнергии по РУ всех классов напряжения и по подстанции в целом, а также, чтобы обеспечивать контроль режимов электропотребления и возможность определения электропотребления подразделений и предприятий (1.5.16).

Вопрос. С какой целью устанавливаются счетчики реактивной электроэнергии на электростанциях и подстанциях?

Ответ. Устанавливаются для учета поступившей и отпущенной электроэнергии (1.5.17).

Требования к счетчикам электроэнергии

Вопрос. С помощью каких счетчиков производится учет (измерение) активной и реактивной электроэнергии трехфазного тока?

Ответ. Производится с помощью трехфазных счетчиков. В электроустановках напряжением 35 кВ и выше применяют трехфазные трехэлементные счетчики, которые должны включаться в каждую фазу присоединения (1.5.19).

Вопрос. Какие должны быть классы точности у *коммерческих счетчиков* активной и реактивной электроэнергии?

Ответ. Классы точности коммерческих счетчиков активной электроэнергии для различных объектов учета приведены в табл. 1.5.1.

Таблица 1.5.1

Классы точности коммерческих счетчиков активной электроэнергии

Объект учета электроэнергии	Класс точности счетчиков, не ниже
Генераторы мощностью 50 МВт и более	0,2
Линии электропередачи 220 кВ и выше	0,2
Трансформаторы мощностью 63 МВА и более	0,2 (0,5)
Генераторы мощностью 12–50 МВт	0,5
Линии электропередачи 35–150 кВ	0,55 (0,5S)
Линии электропередачи и вводы 6–10 кВ с присоединенной мощностью 5 МВт и выше	0,5 (0,5S)
Прочие объекты учета	1 (2)

Класс точности коммерческих счетчиков реактивной электроэнергии может выбираться на одну ступень ниже соответствующего класса точности коммерческих счетчиков активной электроэнергии (1.5.21).

Вопрос. Какими могут быть классы точности *счетчиков технического учета* активной и реактивной электроэнергии?

Ответ. Классы точности счетчиков технического учета активной электроэнергии для различных объектов учета приведены в табл. 1.5.2.

Таблица 1.5.2

Классы точности счетчиков технического учета активной электроэнергии

Объект учета электроэнергии	Класс точности счетчиков, не ниже
Линии электропередачи 110 кВ и выше	0,5
Трансформаторы мощностью 10 МВА и более	0,5
Линии электропередачи и вводы 6–35 кВ	1
Прочие объекты учета	2

Класс точности счетчиков технического учета реактивной электроэнергии может выбираться на одну ступень ниже соответствующего класса точности счетчиков технического учета активной электроэнергии (1.5.22).

Учет электроэнергии с применением измерительных трансформаторов

Вопрос. Какие классы точности ТТ и ТН применяются для присоединения коммерческих счетчиков?

Ответ. Применяются: для присоединения коммерческих счетчиков класса точности 0,2 – как правило, не ниже 0,2 (0,2S); для счетчиков классов точности 0,5 и 1 – не ниже 0,5 (0,5S) и для счетчиков класса точности 2 – не ниже 1 (1.5.23).

Вопрос. Какие классы точности ТТ допускается использовать при установке счетчиков технического учета электроэнергии на присоединениях 35 кВ и ниже?

Ответ. Допускается использование ТТ класса точности 1, а также встроенных ТТ класса точности ниже 1 (1.5.24).

Вопрос. Какие ТТ допускается применять при установке индукционных счетчиков?

Ответ. Допускается применение ТТ с завышенным коэффициентом трансформации (по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин), если при максимальной нагрузке присоединения ток во вторичной обмотке ТТ будет составлять не менее 40 % номинального тока счетчика, а при минимальной рабочей нагрузке – не менее 5 % (1.5.25).

Вопрос. Каковы требования настоящих Правил по включению счетчиков с измерительными ТТ?

Ответ. Подключение токовых обмоток коммерческих счетчиков к вторичным обмоткам ТТ производится, как правило, отдельно от цепей защиты и электроизмерительных приборов.

На линиях электропередачи 35 кВ и выше допускается включение счетчиков совместно с электроизмерительными приборами. При этом последние присоединяются через измерительные преобразователи или промежуточные ТТ.

Использование промежуточных ТТ для включения коммерческих счетчиков не допускается (1.5.26).

Вопрос. Какими выбираются сечение, длина проводов и кабелей в цепях напряжения коммерческих счетчиков?

Ответ. Выбираются такими, чтобы падение напряжения в этих цепях составляло не более:

0,25 % номинального напряжения при соединении счетчика с ТН класса точности 0,2;

0,5 % номинального напряжения при соединении счетчика с ТН класса точности 0,5;

1,0 % номинального напряжения при соединении счетчика с ТН класса точности 1.

Падение напряжения в линиях соединения ТН со счетчиками технического учета принимается не более 1,5 % номинального напряжения (1.5.28).

Вопрос. Какие требования предъявляются к цепям учета электроэнергии?

Ответ. Цепи учета выводят на отдельные сборки зажимов, которые обеспечивают возможность закорачивания вторичных цепей ТТ, отключение токовых цепей счетчиков и цепей напряжения в каждой фазе счетчиков при их замене или проверке, а также включение эталонного счетчика без отсоединения проводов и кабелей. Допускается установка специализированных испытательных блоков, выполняющих те же функции (1.5.31).

Вопрос. Какая защита от несанкционированного доступа к счетчикам обеспечивается на подстанциях?

Ответ. Защита обеспечивается конструкцией решеток и дверей камер, в которых установлены предохранители на стороне высшего напряжения ТН, используемых для подключения коммерческих счетчиков. На рукоятках приводов разъединителей этих ТН устанавливаются приспособления для защиты от несанкционированного доступа (1.5.34).

Установка счетчиков и электропроводка к ним

Вопрос. В каких помещениях размещаются счетчики?

Ответ. Счетчики размещаются в закрытых помещениях с рабочими климатическими условиями, указанными в эксплуатационной документации на них, в доступных для снятия показаний местах.

Допускается размещение счетчиков в неотапливаемых помещениях и коридорах РУ электростанций и подстанций, а также в шкафах наружной установки. При этом предусматривается стационарное утепление счетчиков в холодное время (утепление шкафов подогревом воздуха внутри них с помощью нагревательных элементов и обеспечения внутри шкафов температуры, соответствующей паспортным данным счетчиков) (1.5.35).

Вопрос. В каких местах устанавливаются счетчики в камерах РУ (КРУ, КРУН, ВРУ)?

Ответ. Устанавливаются на панелях, щитах и в специальных шкафах, обеспечивающих выполнение требований условий эксплуатации счетчиков.

Высота от пола до коробки зажимов счетчиков выбирается в пределах 0,8–1,7 м (1.5.36).

Вопрос. Что необходимо предусматривать для счетчиков в местах их установки, где имеется опасность механических повреждений счетчиков или их загрязнения, или в местах, доступных для посторонних лиц (проходы, лестничные клетки и т. п.)?

Ответ. Предусматриваются запирающиеся шкафы с окошками на уровне устройства отображения информации. При этом высота от пола до зажимов счетчиков принимается не более 2,2 м (1.5.37).

Вопрос. Что предусматривается для присоединения счетчиков непосредственного включения?

Ответ. Предусматриваются концы проводов длиной не менее 120 мм. На изоляции или оболочке нулевого рабочего проводника на длине 100 мм перед счетчиком наносится отличительная окраска (1.5.41).

Вопрос. Что следует предусмотреть для безопасной установки и замены счетчиков в сетях напряжением до 1 кВ?

Ответ. Предусматривается возможность отключения счетчика установленным до него на расстоянии не более 10 м коммутационным аппаратом или предохранителями. Снятие напряжения предусматривается со всех фаз, присоединяемых к счетчику.

Трансформаторы тока, используемые для присоединения счетчиков на напряжении до 1 кВ, устанавливаются после коммутационных аппаратов по направлению потока мощности (1.5.42).

Автоматизация контроля и учета электроэнергии

Вопрос. В каких целях создаются автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности (АСКУЭ)?

Ответ. АСКУЭ создаются в целях:

повышения точности измерений для учета электроэнергии и мощности при ее производстве, передаче, распределении и потреблении;

обеспечения пользователей точной, привязанной к единому астрономическому времени, достоверной и легитимной информацией об электроэнергии и мощности;

формирования информации, необходимой для всех видов учета (коммерческого и технического) электроэнергии и мощности, а также для осуществления коммерческих расчетов по любым видам тарифов;

формирования информации для контроля выполнения договорных обязательств между продавцами и покупателями электроэнергии и управления режимами электропотребления (1.5.44).

Вопрос. Где рекомендуется предусматривать АСКУЭ?

Ответ. Рекомендуется предусматривать:

на всех электростанциях, работающих параллельно в электрической сети, кроме передвижных и резервных;

на всех подстанциях с межсистемными перетоками; на подстанциях энергоснабжающих организаций.

АСКУЭ могут устанавливаться в электроустановках потребителей (1.5.45).

Вопрос. Что является исходной информацией для АСКУЭ?

Ответ. Являются данные, получаемые от счетчиков, имеющих числоимпульсный или/и цифровой интерфейс.

Сбор, обработка, хранение и передача информации об электроэнергии и мощности на объектах осуществляются с помощью метрологически поверенных, защищенных от несанкционированного доступа и сертифицированных для коммерческих расчетов устройств или микропроцессорных (многофункциональных) счетчиков. АСКУЭ электростанций и подстанций создаются как коммерческие системы, охватывающие все точки коммерческого и технического учета электроэнергии, обеспечивающие получение полного баланса электроэнергии на объекте, включая балансы по классам напряжения (1.5.47).

Глава 1.6. ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИИ

Область применения, общие требования

Вопрос. Какова область распространения настоящей главы Правил?

Ответ. Распространяется на измерения электрических величин, выполняемые с помощью средств измерений (стационарных показывающих и регистрирующих приборов, измерительных преобразователей и др.).

Правила не распространяются на лабораторные измерения и на измерения, осуществляемые с помощью переносных измерительных приборов (1.6.1).

Вопрос. Как выбираются средства измерений электрических величин?

Ответ. Выбираются с учетом следующих положений:

класс точности измерительных приборов принимается не ниже 1,5 (допускается использование стрелочных щитовых приборов класса точности 2,5, если по ним не производится непрерывный контроль технологического режима работы оборудования);

классы точности измерительных шунтов, добавочных резисторов, измерительных трансформаторов и измерительных преобразователей принимаются не ниже приведенных в табл. 1.6.1.

измерительные приборы одной электрической величины на пункте управления энергообъектов и на диспетчерском пункте подключаются к одним и тем же обмоткам измерительных ТТ и ТН, а также к однотипным измерительным преобразователям;

пределы измерений приборов выбираются с учетом возможных наибольших длительных отклонений измеряемых величин от их номинальных значений. При этом наименьшее значение измеряемой величины должно составлять, как правило, не менее 60–70 % предела измерений прибора (1.6.2).

Таблица 1.6.1

Классы точности средств измерений

Прибор	Шунт, добавочный резистор	Измерительный преобразователь	Измерительный трансформатор
0,5	0,2	0,2	0,2*
1,0	0,5	0,5	0,5
1,5	0,5	0,5	0,5
2,5	0,5	1,0	1,0

* Допускается 0,5.

Вопрос. Где производится установка измерительных приборов?

Ответ. Производится, как правило, в пунктах, откуда осуществляется управление или производится периодический контроль технологического режима оборудования.

На подстанциях и гидроэлектростанциях без постоянного присутствия оперативного персонала допускается не устанавливать стационарные показывающие приборы; при этом предусматриваются места для присоединения переносных приборов (1.6.3).

Вопрос. Что допускается Правилами при установке регистрирующих приборов на щите управления?

Ответ. Допускается не устанавливать показывающие приборы для непрерывных измерений тех же величин (1.6.5).

Измерения тока

Вопрос. В каких цепях выполняются измерения тока?

Ответ. Выполняются в цепях всех классов напряжений, где необходим систематический контроль технологического процесса или работы оборудования (1.6.6).

Вопрос. В каких цепях выполняются измерения постоянного тока?

Ответ. Выполняются в цепях:

генераторов постоянного тока и силовых преобразователей;
аккумуляторных батарей, зарядных, подзарядных и разрядных устройств;
возбуждения синхронных генераторов, компенсаторов, а также электродвигателей с регулируемым возбуждением;
электродвигателей привода питателей топлива;
электродвигателей аварийных маслонасосов и маслонасосов уплотнений вала турбогенераторов.

Амперметры постоянного тока используются с двухсторонними шкалами, если возможно изменение направления тока (1.6.7).

Вопрос. Какие измерения выполняются в цепях переменного трехфазного тока?

Ответ. В таких цепях, как правило, измеряется ток одной фазы. Измерения тока в трех фазах выполняются:

для синхронных генераторов и компенсаторов независимо от мощности. При этом один из трех амперметров в цепи статора выбирается со шкалой, рассчитанной на удвоенный номинальный ток машины;

для линий электропередачи с пофазным управлением, линий с продольной компенсацией и линий, для которых предусматривается возможность длительной работы в неполнофазном режиме. В обоснованных случаях предусматриваются измерения тока каждой фазы линий электропередачи 220 кВ и выше с трехфазным управлением;

для электроустановок, работающих с несимметрией нагрузок по фазам (например, электротермические, электросварочные установки и др.) (1.6.8).

Вопрос. В каких цепях производится регистрация тока?

Ответ. Производится в цепях:

одной фазы статора генераторов мощностью 12 МВт и более и одной фазы синхронных компенсаторов мощностью 25 МВ·А и более;

ротора генераторов с непосредственным охлаждением 12 МВт и более; одной фазы линий 220–500 кВ электростанций;

трех фаз линий 750 кВ и выше (1.6.9).

Измерения напряжения

Вопрос. Где выполняются измерения напряжения?

Ответ. Как правило, выполняются:

на секциях сборных шин переменного и постоянного тока, которые могут работать отдельно, а также на линиях электропередачи при отсутствии сборных шин РУ подстанции (схемы «мостик», «блок линия-трансформатор», «четырёхугольник», «расширенный четырёхугольник» и др.). Допускается установка одного прибора с переключением на несколько точек измерений. На подстанциях допускается измерять напряжение только на стороне низшего напряжения, если установка трансформатора напряжения на стороне высшего напряжения не требуется для других целей;

в цепях генератора постоянного и переменного тока, синхронных компенсаторов, а также в отдельных случаях в цепях агрегатов специального назначения;

в цепях возбуждения синхронных машин мощностью 1 МВт и более;

на стороне низшего или среднего напряжения автотрансформаторов 330 кВ и выше с регулированием напряжения в нейтрали для возможности контроля перевозбуждения магнитопровода;

в цепях силовых преобразователей, аккумуляторных батарей, зарядных и подзарядных устройств;

в цепях дугогасящих реакторов.

В трехфазных сетях, как правило, производятся измерения одного междуфазного напряжения (1.6.10).

Вопрос. Какие измерительные приборы применяются на сборных шинах 110 кВ и выше электростанций и подстанций, являющихся узловыми точками (в части ведения режима энергосистемы)?

Ответ. Применяются щитовые приборы непрерывного измерения класса точности не ниже 1,0 и измерительные приборы класса точности не ниже 0,5 (1.6.11).

Вопрос. Где производят регистрацию значений одного междуфазного напряжения?

Ответ. Производят:

на сборных шинах 110 кВ и выше электростанций и узловых подстанций;

на блочных синхронных генераторах мощностью 12 МВт и более и синхронных компенсаторов мощностью 25 МВ·А и более (1.6.12).

Измерения мощности

Вопрос. В каких цепях выполняются измерения мощности?

Ответ. Выполняются в цепях:

у генераторов – активной и реактивной мощности; конденсаторных батарей мощностью 25 Мвар и более и синхронных компенсаторов – реактивной мощности;

трансформаторов и линий, питающих СН напряжением 6 кВ и выше электростанций, – активной мощности;

повышающих двухобмоточных трансформаторов электростанций – активной и реактивной мощности. Для трансформаторов, работающих в блоке с генератором, измерения мощности выполняются на генераторном напряжении. В цепях повышающих трехобмоточных трансформаторов (или автотрансформаторов с использованием обмотки низшего напряжения) измерения активной и реактивной мощности выполняются со стороны среднего и низшего напряжения;

понижающих трансформаторов напряжением 220 кВ и выше – активной и реактивной мощности, напряжением 110–150 кВ – активной мощности. В цепях понижающих двухобмоточных трансформаторов измерения мощности выполняются со стороны низшего напряжения, а в цепях понижающих трехобмоточных трансформаторов – со стороны среднего и низшего напряжения;

линий напряжением 110 кВ и выше с двухсторонним питанием, линий 110–220 кВ подстанций со схемой «мостик» (при наличии щита управления) – активной и реактивной мощности;

обходных выключателей – активной и реактивной мощности (1.6.13).

Вопрос. Какими выбирают щитовые показывающие приборы, устанавливаемые в цепях, в которых направление мощности может изменяться?

Ответ. Выбирают с двухсторонней шкалой и классом точности не ниже 1,0, а измерительные преобразователи – с классом точности не ниже 0,5 (1.6.14).

Вопрос. Какая мощность должна регистрироваться?

Ответ. Производится регистрация:

активной мощности турбогенераторов 60 МВт и более;

суммарной мощности электростанций мощностью 200 МВт и более (1.6.15).

Измерения частоты

Вопрос. Где выполняются измерения частоты?

Ответ. Измерения частоты выполняются:

на каждой секции шин генераторного напряжения;

на каждом генераторе блочной электростанции;

на каждой системе (секции) шин высших напряжений электростанции;

в узлах возможного деления энергосистем на несинхронно работающие части (1.6.16).

Вопрос. Где производится регистрация частоты или ее отклонения от заданного значения?

Ответ. Производится на шинах высших напряжений: электростанций мощностью 200 МВт и более;

электростанций мощностью 6 МВт и более, работающих изолированно.

Абсолютная погрешность регистрации частоты принимается в пределах $\pm 0,1$ Гц (1.6.17).

Измерения при синхронизации

Вопрос. Какие приборы предусматриваются для измерений при точной (ручной или полуавтоматической) синхронизации?

Ответ. Предусматриваются два вольтметра, два частотомера и синхроскоп (1.6.18).

Контроль изоляции

Вопрос. В каких сетях выполняется автоматический контроль изоляции?

Ответ. Выполняется в сетях переменного тока напряжением выше 1000 В с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор (или резистор) нейтралью, в сетях переменного тока напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока с изолированными полюсами или изолированной средней точкой. Действует на сигнал при снижении сопротивления изоляции фаз (или полюсов) ниже заданного значения с последующим контролем асимметрии напряжения при помощи показывающего прибора (1.6.19).

Вопрос. Какой контроль выполняется в объединенных сетях силового и оперативного постоянного тока, работающих с изолированными полюсами электрических станций и подстанций?

Ответ. Выполняются:

автоматический контроль изоляции, действующий на сигнал при снижении сопротивления изоляции ниже заданного значения;

измерения напряжения между каждым полюсом и «землей» и между полюсами (1.6.20).

Регистрация электрических величин в аварийных режимах

Вопрос. Какие приборы предусматриваются для автоматической регистрации аварийных процессов?

Ответ. Предусматриваются аварийные осциллографы (автоматические осциллографы), в том числе отдельные или встроенные в устройства защиты на микропроцессорах, регистраторы аварийных процессов или другие автоматические устройства, имеющие возможность записи предаварийного режима (1.6.21).

Вопрос. Чем определяется количество регистраторов аварийных процессов и их расстановка на энергообъекте?

Ответ. Определяется:

возможностями средств регистрации (одно устройство на одно или несколько присоединений);

наличием встроенных в микропроцессорное устройство релейной защиты цифровых осциллографов;

системой АСУ ТП энергообъекта (1.6.22).

Вопрос. Каковы рекомендации настоящих Правил по регистрации отключаемых токов КЗ?

Ответ. Рекомендуется предусматривать регистрацию отключаемых токов КЗ в цепи выключателей напряжением 110 кВ и выше (1.6.24).

Вопрос. Какие дополнительные устройства рекомендуется устанавливать для анализа действия устройств противоаварийной системной автоматики?

Ответ. Рекомендуется устанавливать дополнительные аварийные осциллографы или другие автоматические устройства. Их расстановка и выбор регистрируемых ими параметров предусматривается в проектах противоаварийной системной автоматики (1.6.26).

Вопрос. Какие средства рекомендуется устанавливать для дистанционного определения мест повреждения (ОМП)?

Ответ. На электростанциях и подстанциях должны устанавливаться средства, обеспечивающие дистанционное ОМП всех отходящих ВЛ напряжением 110 кВ и выше, длиной более 20 км.

На ВЛ 6-10 кВ рекомендуется установка фиксирующих приборов, реагирующих на токи и напряжения обратной последовательности.

На подстанциях устанавливаются автоматические импульсные искатели мест повреждения:

при высшем напряжении ВЛ 330–750 кВ;

высшем напряжении 220 кВ и наличии не менее двух ВЛ 220 кВ длиной более 100 км без ответвлений или длиной ее участка до первого ответвления более 80 км;

наличии ВЛ 220 кВ, проходящих в зоне многолетних мерзлых грунтов и скальных пород;

наличии ВЛ 220 кВ, имеющих труднодоступные трассы в горной или болотистой местности (1.6.27).

Вопрос. К каким ТТ и ТН подключаются средства ОПМ?

Ответ. Подключаются к тем же ТТ и ТН, что и устройства резервной релейной защиты. Запуск автоматических искателей места повреждений предусматривается от выходных реле селективных релейных защит (1.6.29).

Глава 1.7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Область применения

Вопрос. На какие электроустановки распространяется настоящая глава Правил?

Ответ. 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 (1.7.1).

Вопрос. Как разделяются электроустановки в отношении мер электробезопасности?

Ответ. Разделяются:

на электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;

электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;

электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;

электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью (1.7.2).

Вопрос. Какие обозначения приняты для электроустановок напряжением до 1 кВ?

Ответ. Приняты следующие обозначения:

система TN – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

система TN-C – система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении;

система TN-S – система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении;

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;

система IT – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а ОПЧ электроустановки заземлены;

система TT – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а ОПЧ электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (1.7.3).

Вопрос. Что обозначают буквы в обозначениях систем заземления?

Ответ. Первая буква обозначает состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T – заземленная нейтраль;

I – изолированная нейтраль.

Вторая буква обозначает состояние ОПЧ относительно земли: *T* – ОПЧ заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N – ОПЧ присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

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

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

C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (*PEN*-проводник). *N* – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

PE – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

PEN – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник (1.7.3).

Вопрос. Какая электрическая сеть является сетью с эффективно заземленной нейтралью?

Ответ. Является трехфазная электрическая сеть напряжением выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

Коэффициентом замыкания на землю в трехфазной электрической сети называется 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 (1.7.4).

Общие требования

Вопрос. Какие меры защиты от прямого прикосновения должны быть применены в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты:

- основная изоляция;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение СНН.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА (1.7.50).

Вопрос. Какие меры защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении должны быть применены в случае повреждения изоляции?

Ответ. Должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов; выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- СНН;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки (1.7.51).

Вопрос. В каких случаях следует выполнять защиту при косвенном прикосновении?

Ответ. Следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока 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 (1.7.53).

Вопрос. При каком условии не требуется защита от прямого прикосновения?

Ответ. 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 (1.7.53).

Вопрос. Какие заземлители могут быть использованы для заземления электроустановок?

Ответ. Могут быть использованы искусственные или 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 напряжением до 1 кВ не обязательно (1.7.54).

Вопрос. Каким требованиям должно удовлетворять заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений?

Ответ. Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сВЛИ женных, следует, как правило, применять одно общее заземляющее устройство. Оно 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.

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 (1.7.55).

Вопрос. От какого источника должны получать питание электроустановки напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок?

Ответ. Должны получать питание, как правило, от источника с глухо-заземленной нейтралью с применением системы *TN*.

Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания (1.7.57).

Вопрос. В каких случаях следует выполнять питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью с применением системы *IT*?

Ответ. 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 должно быть выполнено автоматическое отключение питания (1.7.58).

Вопрос. В каких случаях допускается 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*)?

Ответ. 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 (1.7.59).

Вопрос. В каких случаях и в каких точках сети рекомендуется выполнять повторное заземление *PE*– и *PEN*-проводников?

Ответ. Рекомендуется выполнять при применении системы *TN* 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 (1.7.61).

Вопрос. Какие защиты следует применять в случае, если время автоматического отключения не удовлетворяет условиям для систем заземления *TN* и *IT*?

Ответ. В этом случае защита при косвенном прикосновении для отдельных частей электроустановки или отдельных электроприемников может быть выполнена применением двойной или усиленной изоляции (электрооборудование класса II), СНН (электрооборудование класса III), электрического разделения цепей изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок (1.7.62).

Вопрос. Какая защита должна быть в системе *IT* напряжением до 1 кВ, связанной через трансформатор с сетью напряжением выше 1 кВ?

Ответ. Система 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 в фазе на стороне низкого напряжения каждого трансформатора (1.7.63).

Вопрос. В каких электроустановках должна быть предусмотрена защита от замыкания на землю?

Ответ. Должна быть предусмотрена в электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью для обеспечения возможности 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.) (1.7.64).

Вопрос. Какое заземление должно быть выполнено в электроустановках напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью?

Ответ. Для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление ОПЧ (1.7.65).

Меры защиты от прямого прикосновения

Вопрос. Какие требования предъявляют Правила к исполнению основной изоляции токоведущих частей?

Ответ. Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе 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 (1.7.67).

Вопрос. Какую степень защиты должны иметь ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Ограждения и оболочки должны иметь степень защиты не менее IP2X, за исключением случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы электрооборудования (1.7.68).

Вопрос. Для какого вида защиты предназначены барьеры?

Ответ. 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. Барьеры должны быть из изолирующего материала (1.7.69).

Вопрос. В каких случаях для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках до 1 кВ может быть применено *размещение вне зоны досягаемости* или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ?

Ответ. Может быть применено при невозможности выполнения мер, указанных в ответах на два предыдущих вопроса, 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 (1.7.70).

Вопрос. При каких условиях не требуется защита от прямого прикосновения в электропомещениях электроустановок напряжением до 1 кВ?

Ответ. Не требуется защита 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 требованиям гл. 4.1 настоящих Правил (1.7.72).

Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

Вопрос. Что может быть применено в качестве защитных мер для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновениях в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Может быть применено СНН в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания (1.7.73).

Вопрос. Что следует применять в качестве источника питания цепей СНН?

Ответ. Следует применять безопасный разделительный трансформатор или другой источник СНН, обеспечивающий равноценную степень безопасности (1.7.73).

Вопрос. Какие требования предъявляются к прокладке проводников цепей СНН?

Ответ. Должны быть, как правило, 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 подключения к розеткам и вилкам других напряжений. Штепсельные розетки должны быть без защитного контакта (1.7.73).

Вопрос. Какая дополнительная защита от прямого прикосновения должна быть выполнена при значениях СНН выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока?

Ответ. Должна быть также выполнена защита при помощи ограждений или оболочек или изоляции, соответствующей испытательному напряжению 500 В переменного тока в течение 1 мин (1.7.73).

Вопрос. Когда следует применять СНН в сочетании с электрическим разделением цепей?

Ответ. 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 (1.7.74).

Меры защиты при косвенном прикосновении

Вопрос. На какие элементы электроустановки распространяются требования защиты при косвенном прикосновении?

Ответ. Распространяются:

на корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;

приводы электрических аппаратов;

каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открываемых частей, если на последних установлено электрооборудование напряжений выше 50 В переменного или 120 В постоянного тока (в случаях, предусмотренных соответствующими главами Правил – выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока);

металлические конструкции РУ, 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;

металлические оболочки и броню контрольных и силовых кабелей и проводов на напряжения, не превышающие указанных в п. 1.7.53 Правил, проложенные на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п. с кабелями и проводами на более высокие напряжения;

металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

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 (1.7.76).

Вопрос. Какие элементы электроустановки не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали источника в системе TN и заземлять в системах IT и TT ?

Ответ. Не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали источника и заземлять:

корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на металлических основаниях: конструкциях, РУ, щитах, шкафах, станинах станков, машин и механизмов, присоединенных к нейтрали источника питания или заземленных, при обеспечении надежного электрического контакта этих корпусов с основаниями;

конструкции, перечисленные в п. 1.7.76 Правил, при обеспечении надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них электрооборудованием, присоединенным к защитному проводнику;

съемные или открываемые части металлических каркасов камер РУ, шкафов, ограждений и т. п., если на съемных (открываемых) частях не установлено электрооборудование

или если напряжение установленного электрооборудования не превышает значений, указанных в п. 1.7.53 Правил;

арматуру изоляторов ВЛ и присоединяемые к ней крепежные детали;

ОПЧ электрооборудования с двойной изоляцией;

металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до 100 см^2 , в том числе протяжные и ответвительные коробки скрытых электропроводок (1.7.77).

Вопрос. Какие требования предъявляются к ОПЧ при выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Все они должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система *TN*, и заземлены, если применены системы *IT* и *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 (1.7.78).

Вопрос. Каким должно быть время автоматического отключения питания в системе *TN*?

Ответ. Не должно превышать значений, указанных в табл. 1.7.1.

Таблица 1.7.1

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для систем 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 класс I.

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:

полное сопротивление защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитком не превышает значения, Ом:

$$50 \cdot Z_{\Sigma} / U_0,$$

где Z_{Σ} – 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;

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 (1.7.79).

Вопрос. В каких цепях не допускается применять УЗО, реагирующие на дифференциальный ток?

Ответ. Не допускается применять 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 (1.7.80).

Вопрос. Чему должно быть равно время автоматического отключения питания при двойном замыкании на ОПЧ в системе *IT*?

Ответ. Должно соответствовать данным табл. 1.7.2 (1.7.81).

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

Вопрос. Какие проводящие части должна соединять основная система уравнивания потенциалов в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Должна соединять следующие проводящие части:

нулевой защитный *PE* или *PEN* проводник питающей линии в системе *TN*;

заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах *IT* и *TT*;

заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);

металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т. п.;

металлические части каркаса здания;

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;

заземляющее устройство систем молниезащиты 2-й и 3-й категорий;

заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если такое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;

металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов (1.7.82).

Вопрос. Что должна соединять между собой система дополнительного уравнивания потенциалов?

Ответ. Должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению ОПЧ 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 (1.7.83).

Вопрос. Как обеспечить защиту при помощи двойной или усиленной изоляции?

Ответ. Такая защита 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 (1.7.84).

Вопрос. В каких случаях следует применять *защитное электрическое разделение цепей*?

Ответ. Следует применять, как правило, для одной цепи.

Наибольшее рабочее напряжение отделяемой цепи не должно превышать 500 В.

Токосоведущие части цепи, питающейся от разделительного трансформатора, не должны иметь соединений с заземленными частями и защитными проводниками других цепей (1.7.85).

Вопрос. Допускается ли питание нескольких электроприемников от одного разделительного трансформатора?

Ответ. Допускается при одновременном выполнении следующих условий:

ОПЧ отделяемой цепи не должны иметь электрической связи с металлическим корпусом источника питания;

ОПЧ отделяемой цепи должны быть соединены между собой изолированными незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов, не имеющей соединений с защитными проводниками и ОПЧ частями других цепей;

все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, присоединенный к местной системе уравнивания потенциалов;

все гибкие кабели, за исключением питающих оборудование класса II, должны иметь защитный проводник, применяемый в качестве проводника уравнивания потенциалов;

время отключения устройством защиты при двухфазном замыкании на ОПЧ не должно превышать время, указанное в табл. 1.7.2 (1.7.85).

Вопрос. В каких случаях могут быть применены *изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки* в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Ответ. Могут быть применены, когда требования к автоматическому отключению питания не могут быть выполнены, а применение других защитных мер невозможно либо нецелесообразно (1.7.86).

Вопрос. Каким должно быть сопротивление относительно локальной земли изолирующего пола и стен таких помещений, зон и площадок?

Ответ. 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 (1.7.86).

Вопрос. При соблюдении каких условий допускается использование электрооборудования класса 0 для изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок?

Ответ. Допускается использование при соблюдении по крайней мере одного из трех следующих условий:

ОПЧ удалены одна от другой и от сторонних проводящих частей не менее чем на 2 м. Допускается уменьшение этого расстояния вне зоны досягаемости до 1,25 м;

ОПЧ отделены от сторонних проводящих частей барьерами из изоляционного материала. При этом расстояния не менее указанных выше должны быть обеспечены с одной стороны барьера;

сторонние проводящие части покрыты изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение не менее 2 кВ в течение 1 мин (1.7.86).

Вопрос. Какие классы применяемого электрооборудования следует принимать в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» при выполнении мер защиты в электроустановках напряжением до 1 кВ?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.