

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Правила устройства электроустановок

6-ое издание,
дополненное С ИСПРАВЛЕНИЯМИ

Госэнергонадзор
Москва
2000

В настоящий исправленный тираж «Правила устройства электроустановок» шестого издания включены все изменения, оформленные в период с 31 августа 1985 года по 6 января 1999 года и согласованные в необходимой части с Госстроем России и Госгортехнадзором России.

Требования Правил являются обязательными для всех ведомств, организаций и предприятий, независимо от форм собственности, занимающихся проектированием и монтажом электроустановок.

РАЗДЕЛ 1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА

ГЛАВА 1.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1.1 . Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки до 500 кВ, в том числе на специальные электроустановки, оговоренные в разд. 7 настоящих Правил.

Устройство специальных электроустановок, не оговоренных в разд. 7, должно регламентироваться другими директивными документами. Отдельные требования настоящих Правил могут применяться для таких электроустановок в той мере, в какой они по исполнению и условиям работы аналогичны электроустановкам, оговоренным в настоящих Правилах.

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

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования настоящих Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок, например на аппараты, заменяемые по условиям короткого замыкания (КЗ).

1.1.2 . ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации планово-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования, а также систематического обучения и проверки обслуживающего персонала в объеме требований действующих правил технической эксплуатации и правил техники безопасности.

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

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются Правилами на электроустановки до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ (по действующему значению напряжения).

1.1.4 . Открытыми или наружными электроустановками называются электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматриваются как наружные.

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

1.1.5 . Электропомещениями называются помещения или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала (см. **1.1.16**), в которых расположены электроустановки.

1.1.6 . Сухими помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %. При отсутствии в таких помещениях условий, приведенных в **1.1.10 - 1.1.12** , они называются нормальными.

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

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

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

1.1.10 . Жаркими помещениями называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут) +35 °С (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

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

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

1.1.12 . Помещениями с химически активной или органической средой называются помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся

агрессивные пары газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

1.1.13 . В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

1 . Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. пп. 2 и 3).

2 . Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного или следующих условий, создающих повышенную опасность:

а) сырости или токопроводящей пыли (см. **1.1.8** и **1.1.11**);

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

в) высокой температуры (см. **1.1.10**);

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

3 . Особоопасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

а) особой сырости (см. **1.1.9**);

б) химически активной или органической среды (см. **1.1.12**);

в) одновременно двух или более условий повышенной опасности (см. п. 2).

4 . Территории размещения наружных электроустановок. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

1.1.14 . Маслонаполненными аппаратами называются аппараты, у которых отдельные элементы и все нормально искрящие части или части, между которыми образуется дуга, погружены в масло так, что исключается возможность соприкосновения между этими частями и окружающим воздухом.

1.1.15 . Номинальным значением параметра (номинальным параметром) называется указанное изготовителем электротехнического устройства значение параметра, являющееся исходным для отсчета отклонений от этого значения при эксплуатации и испытаниях устройства.

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

1.1.17 . Для обозначения обязательности выполнения **требований ПУЭ** применяются слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них. Слова «как правило»

означают, что данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано. Слово «допускается» означает, что данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и т.п.). Слово «рекомендуется» означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

1.1.18 . Принятые ПУЭ нормируемые значения величин с указанием «не менее» являются наименьшими, а с указанием «не более» - наибольшими. При выборе рациональных размеров и норм необходимо учитывать опыт эксплуатации и монтажа, [требования электробезопасности](#) и пожарной безопасности.

Все значения величин, приведенные в Правилах с предлогами «от» и «до», следует понимать «включительно».

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

1.1.19 . Применяемые в электроустановках электрооборудование и материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

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

1.1.21 . Применяемые в электроустановках электрооборудование , кабели и провода по своим нормированным, гарантированным и расчетным характеристикам должны соответствовать условиям работы данной электроустановки.

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

1.1.23 . Строительная и санитарно-техническая части электроустановок (конструкции здания и его элементов, отопление, вентиляция, водоснабжение и пр.) должны выполняться в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) Госстроя СССР при обязательном выполнении дополнительных требований, приведенных в ПУЭ.

1.1.24 . Электроустановки должны удовлетворять требованиям действующих директивных документов о запрещении [загрязнения окружающей среды](#), вредного или мешающего влияния шума, вибрации и электрических полей.

1.1.25 . В электроустановках должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т.п. В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему [отвода](#) ливневых вод, овраги, а также на территории, не предназначенные для этих отходов.

1.1.26 . Проектирование и выбор схем, компоновок и конструкций электроустановок должны производиться на основе технико-экономических сравнений, применения простых и надежных схем, внедрения новейшей техники, с учетом опыта эксплуатации, наименьшего расхода цветных и других дефицитных материалов, оборудования и т.п.

1.1.27 . При опасности возникновения электрокоррозии или почвенной коррозии должны предусматриваться соответствующие мероприятия по защите сооружений, оборудования, трубопроводов и других подземных коммуникаций.

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

1.1.29 . Буквенно-цифровое и цветовое обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

Шины должны быть обозначены:

1) при переменном трехфазном токе: шины фазы *A* - желтым цветом, фазы *B* - зеленым, фазы *C* - красным, нулевая рабочая *N* - голубым, эта же шина, используемая в качестве нулевой защитной, - продольными полосами желтого и зеленого цветов;

2) при переменном однофазном токе: шина *A*, присоединенная к началу обмотки источника питания, - желтым цветом, а *B*, присоединенная к концу обмотки, - красным.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трехфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трехфазного тока;

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

4) резервная как резервируемая основная шина; если же резервная шина может заменять любую из основных шин, то она обозначается поперечными полосами цвета основных шин.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или для антикоррозийной защиты.

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым только 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 . При расположении шин в распределительных устройствах (кроме КРУ заводского изготовления) необходимо соблюдать следующие условия:

1 . В закрытых распределительных устройствах при переменном трехфазном токе шины должны располагаться:

а) сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин при вертикальном расположении *A* - *B* - *C* сверху вниз; при расположении горизонтально, наклонно или треугольником наиболее удаленная шина *A*, средняя *B*, ближайшая к коридору обслуживания *C*;

б) ответвления от сборных шин - слева направо $A - B - C$, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров - из центрального).

2 . В открытых распределительных устройствах при переменном трехфазном токе шины должны располагаться:

а) сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин, шунтирующие перемычки и перемычки в схемах кольцевых, полукруглых и т.п., должны иметь со стороны главных трансформаторов на высшем напряжении шину A ;

б) ответвления от сборных шин в открытых распределительных устройствах должны выполняться так, чтобы расположение шин присоединений слева направо было $A - B - C$, если смотреть со стороны шин на трансформатор.

Расположение шин ответвлений в ячейках независимо от их размещения по отношению к сборным шинам должно быть одинаковым.

3 . При постоянном токе шины должны располагаться:

а) сборные шины при вертикальном расположении: верхняя M , средняя (-), нижняя (+);

б) сборные шины при горизонтальном расположении: наиболее удаленная M , средняя (-) и ближайшая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания;

в) 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 применяются на подстанции две или более ступени трансформации.

1.1.31 . Для защиты от влияния электроустановок должны предусматриваться меры в соответствии с «Общесоюзными нормами допускаемых промышленных радиопомех» и «Правилами защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияний линий электропередачи».

1.1.32 . Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться путем:

применения надлежащей изоляции, а в отдельных случаях - повышенной;

применения двойной изоляции;

соблюдения соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;

применения блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;

надежного и быстродействующего автоматического отключения частей электрооборудования, случайно оказавшихся под напряжением, и поврежденных участков сети, в том числе защитного отключения;

заземления или зануления корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции;

выравнивания потенциалов;

применения разделительных трансформаторов;

применения напряжении 42 В и ниже переменного тока частотой 50 Гц и 110 В и ниже постоянного тока;

применения предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;

применения устройств, снижающих напряженность электрических полей;

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

1.1.33 . В электропомещениях с установками до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны быть расположены так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

1.1.34 . В жилых, общественных и тому подобных помещениях устройства, служащие для ограждения и закрытия токоведущих частей, должны быть сплошные; в производственных помещениях и электропомещениях эти устройства допускаются сплошные, сетчатые или дырчатые.

Ограждающие и закрывающие устройства должны быть выполнены так, чтобы снимать или открывать их было можно лишь при помощи ключей или инструментов.

1.1.35 . Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать в соответствии с местными условиями достаточной механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм. Устройства, предназначенные для защиты проводов и кабелей от механических повреждений, по возможности должны быть введены в машины, аппараты и приборы.

1.1.36 . Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т.п. все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с «Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках».

1.1.37 . Пожаро- и взрывобезопасность электроустановок, содержащих маслонаполненные аппараты и кабели, а также электрооборудования, по крытого и пропитанного маслами, лаками, битумами и т.п., обеспечивается выполнением требований, приведенных в

соответствующих главах ПУЭ. При сдаче в эксплуатацию указанные электроустановки должны быть снабжены противопожарными средствами и инвентарем в соответствии с действующими положениями.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК К ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

1.1.38. Присоединение электроустановки к энергосистеме производится в соответствии с «Правилами пользования электрической энергией».

ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

1.1.39. вновь сооруженные и реконструированные электроустановки и установленное в них электрооборудование должны быть подвергнуты приемочно-сдаточным испытаниям (см. гл. 1.8).

1.1.40. вновь сооруженные и реконструированные электроустановки вводятся в промышленную эксплуатацию только после приемки их приемочными комиссиями согласно действующим положениям.

ГЛАВА 1.2

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.2.1. Настоящая глава Правил распространяется на все системы электроснабжения. Системы электроснабжения подземных, тяговых и других специальных установок, кроме требований настоящей главы, должны соответствовать также требованиям специальных правил.

1.2.2. Энергетической системой (энергосистемой) называется совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и теплоты при общем управлении этим режимом.

1.2.3. Электрической частью энергосистемы называется совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы.

1.2.4. Электроэнергетической системой называется электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

1.2.5. Электроснабжением называется обеспечение потребителей электрической энергией.

Системой электроснабжения называется совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей, электрической энергией.

1.2.6. Централизованным электроснабжением называется электроснабжение потребителей от энергосистемы.

1.2.7. Электрической сетью называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных

устройств, токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

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

1.2.9 . Потребителем электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

1.2.10 . Независимым источником питания электроприемника или группы электроприемников называется источник питания, на котором сохраняется напряжение в пределах, регламентированных настоящими Правилами для послеаварийного режима, при исчезновении его на другом или других источниках питания этих электроприемников.

К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:

- 1) каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника питания;
- 2) секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.2.11 . При проектировании систем электроснабжения и реконструкции электроустановок должны рассматриваться следующие вопросы:

- 1) перспектива развития энергосистем и систем электроснабжения с учетом рационального сочетания вновь сооружаемых электрических сетей с действующими и вновь сооружаемыми сетями других классов напряжения;
- 2) обеспечение комплексного централизованного электроснабжения всех потребителей, расположенных в зоне действия электрических сетей, независимо от их ведомственной принадлежности;
- 3) ограничение токов КЗ предельными уровнями, определяемыми на перспективу;
- 4) снижение потерь электрической энергии.

При этом должны рассматриваться в комплексе внешнее и внутреннее электроснабжение с учетом возможностей и экономической целесообразности технологического резервирования.

При решении вопросов резервирования следует учитывать перегрузочную способность элементов электроустановок, а также наличие резерва в технологическом оборудовании.

1.2.12 . При решении вопросов развития систем электроснабжения следует учитывать ремонтные, аварийные и послеаварийные режимы.

1.2.13 . При выборе независимых взаимно резервирующих источников питания, являющихся объектами энергосистемы, следует учитывать вероятность одновременного зависящего кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия **релейной защиты и автоматики** при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках питания при тяжелых системных авариях.

1.2.14 . Требования **1.2.11 - 1.2.13** должны быть учтены на всех промежуточных этапах развития энергосистем и систем электроснабжения потребителей.

1.2.15 . Проектирование электрических сетей должно осуществляться с учетом вида их обслуживания (постоянное дежурство, дежурство на дому, выездные бригады и др.).

1.2.16 . Работа электрических сетей 3 - 35 кВ должна предусматриваться с изолированной или заземленной через дугогасящие реакторы нейтралью.

Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

в сетях 3 - 20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на ВЛ , и во всех сетях 35 кВ - более 10 А;

в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на ВЛ: при напряжении 3 - 6 кВ - более 30 А; при 10 кВ - более 20 А; при 15 - 20 кВ - более 15 А;

в схемах 6 - 20 кВ блоков генератор - трансформатор (на генераторном напряжении - более 5 А.

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

КАТЕГОРИИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

1.2.17 . В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории:

Электроприемники I категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции , расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II 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 III категории - все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

1.2.18 . Электроприемники I категории 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 I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимой непрерывности технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например, путем установки взаимно резервирующих технологических агрегатов, специальных устройств безаварийного останова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения.

Электроснабжение электроприемников I категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление рабочего режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

1.2.19 . Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников II 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.

Допускается питание электроприемников II категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 сут. Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями, каждый из которых выбирается по наибольшему длительному току ВЛ. Допускается питание электроприемников II категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату.

При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены повредившегося трансформатора за время не более 1 сут. допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора.

1.2.20 . Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сут.

УРОВНИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ, КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

1.2.21 . Для электрических сетей следует предусматривать технические мероприятия по обеспечению качества напряжения электрической энергии в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-87 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения».

1.2.22 . Устройства регулирования напряжения должны обеспечивать поддержание напряжения на тех шинах напряжением 6 - 20 кВ электростанций и подстанций, к которым присоединены распределительные сети, в пределах не ниже 105 % номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100 % номинального в период наименьших нагрузок этих сетей.

1.2.23 . Устройства компенсации реактивной мощности, устанавливаемые у потребителя, должны обеспечивать потребление от энергосистемы реактивной мощности в пределах, указанных в условиях на присоединение электроустановок этого потребителя к энергосистеме.

1.2.24 . Выбор и размещение устройств компенсации реактивной мощности в электрических сетях следует производить в соответствии с действующей инструкцией по компенсации реактивной мощности.

ГЛАВА 1.3

ВЫБОР ПРОВОДНИКОВ ПО НАГРЕВУ, ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА И ПО УСЛОВИЯМ КОРОНЫ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.3.1 . Настоящая глава Правил распространяется на выбор сечений электрических проводников (неизолированные и изолированные провода, кабели и шины) по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны. Если сечение проводника, определенное по этим условиям, получается меньше сечения, требуемого по другим условиям (термическая и электродинамическая стойкость при токах КЗ, потери и отклонения напряжения, механическая прочность, защита от перегрузки), то должно приниматься наибольшее сечение, требуемое этими условиями.

ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ ПО НАГРЕВУ

1.3.2 . Проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режимов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями, секциями шин и т.п. При проверке на нагрев принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети.

1.3.3 . При повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников (с общей длительностью цикла до 10 мин и длительностью рабочего периода не более 4 мин) в качестве расчетного тока для проверки сечения проводников по нагреву следует принимать ток, приведенный к длительному режиму. При этом:

1) для медных проводников сечением до 6 мм², а для алюминиевых проводников до 10 мм² ток принимается, как для установок с длительным режимом работы;

2) для медных проводников сечением более 6 мм², а для алюминиевых проводников более 10 мм² ток определяется умножением допустимого длительного тока на

коэффициент $0,875 / \sqrt{T_{п.в}}$, где T_{п.в} - выраженная в относительных единицах длительность рабочего периода (продолжительность включения по отношению к продолжительности цикла).

1.3.4 . Для кратковременного режима работы с длительностью включения не более 4 мин и перерывами между включениями, достаточными для охлаждения проводников до температуры окружающей среды, наибольшие допустимые токи следует определять по нормам повторно-кратковременного режима (см. **1.3.3**). При длительности включения более 4 мин, а также при перерывах недостаточной длительности между включениями наибольшие допустимые токи следует определять, как для установок с длительным режимом работы.

1.3.5 . Для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных, может допускаться кратковременная перегрузка, указанная в табл. 1.3.1 .

1.3.6 . На период ликвидации послеаварийного режима для кабелей с полиэтиленовой изоляцией допускается перегрузка до 10 % а для кабелей с поливинилхлоридной изоляцией до 15 % номинальной на время максимумов нагрузки продолжительностью не более 6 ч в сутки в течение 5 сут, если нагрузка в остальные периоды времени этих суток не превышает номинальной.

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

Таблица 1.3.1 . Допустимая кратковременная перегрузка для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией

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

Таблица 1.3.2 . Допустимая на период ликвидации послеаварийного режима перегрузка для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума , ч		
		1	3	6
0,6	В земле	1,5	1,35	1,25
	В воздухе	1,35	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,30	1,20	1,15
0,8	В земле	1,35	1,25	1,20
	В воздухе	1,30	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,20	1,15	1,10

Для кабельных линий , находящихся в эксплуатации более 15 лет , перегрузки должны быть понижены на 10 %.

Перегрузка кабельных линий напряжением 20 - 35 кВ не допускается.

1.3.7 . Требования к нормальным нагрузкам и послеаварийным перегрузкам относятся к кабелям и установленным на них соединительным и концевым муфтам и концевым заделкам.

1.3.8 . Нулевые рабочие проводники в четырехпроводной системе трехфазного тока должны иметь проводимость не менее 50 % проводимости фазных проводников; в необходимых случаях она должна быть увеличена до 100 % проводимости фазных проводников.

1.3.9 . При определении допустимых длительных токов для кабелей , неизолированных и изолированных проводов и шин , а также для жестких и гибких токопроводов , проложенных в среде , температура которой существенно отличается от приведенной в **1.3.12 - 1.3.15** и **1.3.22** , следует применять коэффициенты , приведенные в табл. 1.3.3 .

Таблица 1.3.3 . Поправочные коэффициенты на токи для кабелей , неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха

Условная температура среды , °С	Нормированная температура жил , °С	Поправочные коэффициенты на токи при расчетной температуре среды, °С											
		-5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,75	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36

Условная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Поправочные коэффициенты на токи при расчетной температуре среды, °С											
		-5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

ДОПУСТИМЫЕ ДЛИТЕЛЬНЫЕ ТОКИ ДЛЯ ПРОВОДОВ, ШНУРОВ И КАБЕЛЕЙ С РЕЗИНОВОЙ ИЛИ ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

1.3.10 . Допустимые длительные токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках приведены в табл. 1.3.4 - 1.3.11. Они приняты для температур: жил +65 °С, окружающего воздуха +25 °С и земли +15 °С.

При определении количества проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в табл. 1.3.4 и 1.3.5, следует применять независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов - по табл. 1.3.4 и 1.3.5, как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей - по табл. 1.3.6 - 1.3.8, как для кабелей, проложенных в воздухе. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 1.3.4 и 1.3.5, как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7 - 9 и 0,6 для 10 - 12 проводов.

Для проводов вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводятся.

1.3.11 . Допустимые длительные токи для проводов, проложенных в лотках, при однорядной прокладке (не в пучках) следует принимать как для проводов, проложенных в воздухе.

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах, следует принимать по табл. 1.3.4 - 1.3.7, как для одиночных проводов и кабелей, проложенных открыто (в воздухе), с применением снижающих коэффициентов, указанных в табл. 1.3.12.

При выборе снижающих коэффициентов контрольные и резервные провода и кабели не учитываются.

Таблица 1.3.4 . Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы , мм ²	Ток , А , для проводов , проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильны х	трех одножильны х	четырёх одножильны х	одного двухжильног о	одного трехжильног о
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Таблица 1.3.5 . Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы , мм ²	Ток , А , для проводов , проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильны х	трех одножильны х	четырёх одножильны х	одного двухжильног о	одного трехжильног о
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21

Сечение токопроводящей жилы , мм ²	Ток , А , для проводов , проложенных					
	открыт о	в одной трубе				
		двух одножильны х	трех одножильны х	четырёх одножильны х	одного двухжильног о	одного трехжильног о
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-
185	390	-	-	-	-	-
240	465	-	-	-	-	-
300	535	-	-	-	-	-
400	645	-	-	-	-	-