

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 постоянного и переменного тока напряжением до 750 кВ, в том числе на специальные электроустановки, рассмотренные в разд. 7 настоящих Правил.

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

Требования настоящих Правил рекомендуется применять для действующих электроустановок, если это повышает надежность электроустановки или если ее модернизация направлена на обеспечение требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки.

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования настоящих Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок.

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

1.1.3. Электроустановка — совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии.

1.1.4. Открытые или наружные электроустановки — электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

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

Закрытые или внутренние электроустановки — электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

1.1.5. Электропомещение — помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала.

1.1.6. Сухие помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

При отсутствии в таких помещениях условий, указанных в 1.1.10–1.1.12, они называются нормальными.

1.1.7. Влажные помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

1.1.8. Сырые помещения — помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75%.

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

1.1.10. Жаркие помещения — помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35 °С (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).

1.1.11. Пыльные помещения — помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин и аппаратов и т. п.

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

1.1.12. Помещения с химически активной или органической средой — помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы,

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

1.1.13. В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

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

2) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырость или токопроводящая пыль (см. 1.1.8 и 1.1.11);
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.);
- высокая температура (см. 1.1.10);
- возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;

3) особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- особая сырость (см. 1.1.9);
- химически активная или органическая среда (см. 1.1.12);
- одновременно два или более условий повышенной опасности (см. 1.1.13, пп. 2);

4) территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

1.1.14. Квалифицированный обслуживающий персонал — специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок.

1.1.15. Номинальное значение параметра — указанное изготовителем значение параметра электротехнического устройства.

1.1.16. Напряжение переменного тока — действующее значение напряжения.

Напряжение постоянного тока — напряжение постоянного тока или напряжение выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10% от действующего значения.

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

1.1.18. Принятые в ПУЭ нормируемые значения величин с указанием «не менее» являются наименьшими, а с указанием «не более» — наибольшими.

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

Общие указания по устройству электроустановок

1.1.19. Применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

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

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

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

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

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

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

1.1.26. Проектирование и выбор схем, компоновок и конструкций электроустановок должны производиться на основе технико-экономических сравнений вариантов с учетом требований обеспечения безопасности обслуживания, применения надежных схем, внедрения новой техники, энерго- и ресурсосберегающих технологий, опыта эксплуатации.

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

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

1.1.29. Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462 «Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям».

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т. ч. шины, должны иметь буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

1.1.30. Буквенно-цифровые и цветовые обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

Шины должны быть обозначены:

1) при переменном трехфазном токе: шины фазы А — желтым, фазы В — зеленым, фазы С — красным цветом;

2) при переменном однофазном токе шина В, присоединенная к концу обмотки источника питания, — красным цветом, шина А, присоединенная к началу обмотки источника питания, — желтым цветом.

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

3) при постоянном токе: положительная шина (+) — красным цветом, отрицательная (-) — синим и нулевая рабочая М — голубым цветом.

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

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин. Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

1.1.31. При расположении шин «плашмя» или «на ребро» в распределительных устройствах (кроме комплектных сборных ячеек одностороннего обслуживания (КСО) и комплектных распределительных устройств (КРУ) 6–10 кВ, а также панелей 0,4–0,69 кВ заводского изготовления) необходимо соблюдать следующие условия:

1. В распределительных устройствах напряжением 6–220 кВ при переменном трехфазном токе сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин должны располагаться:

а) при горизонтальном расположении:

- одна под другой: сверху вниз А-В-С;
- одна за другой, наклонно или треугольником: наиболее удаленная шина А, средняя — В, ближайшая к коридору обслуживания — С;

б) при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником):

слева направо А-В-С или наиболее удаленная шина А, средняя — В, ближайшая к коридору обслуживания — С;

в) ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров — из центрального):

- при горизонтальном расположении: слева направо А-В-С;
- при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником): сверху вниз А-В-С.

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

• при горизонтальном расположении:

— одна под другой: сверху вниз А-В-С-N-PE (PEN);

— одна за другой: наиболее удаленная шина А, затем фазы В-С-N, ближайшая к коридору обслуживания — PE (PEN);

• при вертикальном расположении: слева направо А-В-С-N-PE (PEN) или наиболее удаленная шина А, затем фазы В-С-N, ближайшая к коридору обслуживания — PE (PEN);

• ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания:

— при горизонтальном расположении: слева направо А-В-С-N-PE (PEN);

— при вертикальном расположении: А-В-С-N-PE (PEN) сверху вниз.

3. При постоянном токе шины должны располагаться:

• сборные шины при вертикальном расположении: верхняя М, средняя (-), нижняя (+);

• сборные шины при горизонтальном расположении:

— наиболее удаленная М, средняя (-) и ближайшая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания;

• ответвления от сборных шин: левая шина М, средняя (-), правая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания.

В отдельных случаях допускаются отступления от требований, приведенных в пп. 1–3, если их выполнение связано с существенным усложнением электроустановок (например, вызывает необходимость установки специальных опор вблизи подстанции для транспозиции проводов воздушных линий электропередачи — ВЛ) или если на подстанции применяются две или более ступени трансформации.

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

Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением мер защиты, предусмотренных в гл. 1.7, а также следующих мероприятий:

- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;
- применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.

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

1.1.34. В жилых, общественных и тому подобных помещениях устройства для ограждения и закрытия токоведущих частей должны быть сплошные; в помещениях, доступных только для квалифицированного персонала, эти устройства могут быть сплошные, сетчатые или дырчатые.

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

1.1.35. Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм.

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

1.1.37. Пожаро- и взрывобезопасность электроустановок должна обеспечиваться выполнением требований, приведенных в соответствующих главах настоящих Правил.

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

1.1.38. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки и установленное в них электрооборудование должно быть подвергнуто приемо-сдаточным испытаниям.

1.1.39. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки вводятся в промышленную эксплуатацию только после их приемки 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. Энергетическая система (энергосистема) — 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.

1.2.3. Электрическая часть энергосистемы — совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы.

1.2.4. Электроэнергетическая система — электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

1.2.5. Электроснабжение — обеспечение потребителей электрической энергией.

Система электроснабжения — совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

Централизованное электроснабжение — электроснабжение потребителей электрической энергии от энергосистемы.

1.2.6. Электрическая сеть — совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

1.2.7. Приемник электрической энергии (электроприемник) — аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

1.2.8. Потребитель электрической энергии — электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

1.2.9. Нормальный режим потребителя электрической энергии — режим, при котором обеспечиваются заданные значения параметров его работы.

Послеаварийный режим — режим, в котором находится потребитель электрической энергии в результате нарушения в системе его электроснабжения до установления нормального режима после локализации отказа.

1.2.10. Независимый источник питания — источник питания, на котором сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах при исчезновении его на другом или других источниках питания.

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 электрической энергии, расположенных в зоне действия электрических сетей, независимо от их принадлежности;
- 3) ограничение токов КЗ предельными уровнями, определяемыми на перспективу;
- 4) снижение потерь электрической энергии;
- 5) соответствие принимаемых решений условиям охраны окружающей среды.

При этом должны рассматриваться в комплексе внешнее и внутреннее электроснабжение с учетом возможностей и 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 этапах развития энергосистем и систем электроснабжения.

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 напряжением 2–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор.

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

- в сетях напряжением 3–20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ — более 10 А;
- в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на воздушных линиях электропередачи:
 - 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.

Работа электрических сетей напряжением 110 кВ может предусматриваться как с глухозаземленной, так с эффективно заземленной нейтралью.

Электрические сети напряжением 220 кВ и выше должны работать только с глухозаземленной нейтралью.

Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

1.2.17. Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части проекта.

1.2.18. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники 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.

1.2.19. Электроприемники первой категории в нормальных режимах 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 первой 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 первой категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить непрерывность 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 первой категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление нормального режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

1.2.20. Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечивать 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.

1.2.21. Для электроприемников третьей 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 суток.

Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности

1.2.22. Для электрических сетей следует предусматривать технические мероприятия по обеспечению качества электрической энергии в соответствии с требованиями ГОСТ 13109.

1.2.23. Устройства регулирования напряжения должны обеспечивать поддержание напряжения на шинах напряжением 3–20 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. Отклонения от указанных уровней напряжения должны быть обоснованы.

1.2.24. Выбор и размещение устройств компенсации реактивной мощности в электрических сетях производятся исходя из необходимости обеспечения требуемой пропускной способности сети в нормальных и послеаварийных режимах при поддержании необходимых уровней напряжения и запасов устойчивости.

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 мм^2 , а для алюминиевых проводников до 10 мм^2 ток принимается, как для установок с длительным режимом работы;

2) для медных проводников сечением более 6 мм^2 , а для алюминиевых проводников более 10 мм^2 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.

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	1,0	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

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 1.3.2

**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

Содержание

Раздел 1. Общие правила	3
Глава 1.1. Общая часть	3
Область применения. Определения	3
Общие указания по устройству электроустановок	4
Глава 1.2. Электроснабжение и электрические сети	7
Область применения. Определения	7
Общие требования	8
Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения	9
Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности	10
Глава 1.3. Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны	10
Область применения	10
Выбор сечений проводников по нагреву	10
Допустимые длительные токи для проводов, шнуров и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией	12
Допустимые длительные токи для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией	17
Допустимые длительные токи для неизолированных проводов и шин	27
Выбор сечения проводников по экономической плотности тока	31
Проверка проводников по условиям короны и радиопомех	33
Глава 1.4. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания	33
Область применения	33
Общие требования	33
Определение токов короткого замыкания для выбора аппаратов и проводников	35
Выбор проводников и изоляторов, проверка несущих конструкций по условиям динамического действия токов короткого замыкания	36
Выбор проводников по условиям нагрева при коротком замыкании	36
Выбор аппаратов по коммутационной способности	37
Глава 1.5. Учет электроэнергии	37
Область применения, определения	37
Общие требования	37
Пункты установки средств учета электроэнергии	38
Требования к расчетным счетчикам	40
Учет с применением измерительных трансформаторов	40
Установка счетчиков и электропроводка к ним	41
Технический учет	42
Глава 1.6. Измерения электрических величин	43
Область применения	43
Общие требования	43
Измерение тока	44
Измерение напряжения	44
Контроль изоляции	45
Измерение мощности	45
Измерение частоты	46
Измерения при синхронизации	46
Регистрация электрических величин в аварийных режимах	46
Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности	48
Область применения. Термины и определения	48
Общие требования	54
Меры защиты от прямого прикосновения	57
Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений	58
Меры защиты при косвенном прикосновении	59
Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью	64
Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью	67
Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью	67
Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью	69
Заземляющие устройства в районах с большим удельным сопротивлением земли	69
Заземлители	70
Заземляющие проводники	71
Главная заземляющая шина	71
Защитные проводники (РЕ-проводники)	72
Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники)	75
Проводники системы уравнивания потенциалов	76

Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов	76
Переносные электроприемники	77
Передвижные электроустановки	78
Электроустановки помещений для содержания животных	81
Глава 1.8. Нормы приемо-сдаточных испытаний	82
Общие положения	82
Глава 1.9. Изоляция электроустановок	134
Область применения. Определения	134
Общие требования	134
Изоляция ВЛ	135
Внешняя стеклянная и фарфоровая изоляция электрооборудования и ОРУ	136
Выбор изоляции по разрядным характеристикам	137
Определение степени загрязнения	137
Коэффициенты использования основных типов изоляторов и изоляционных конструкций (стеклянных и фарфоровых)	139
Раздел 2. Канализация электроэнергии	147
Глава 2.1. Электропроводки	147
Область применения, определения	147
Общие требования	148
Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки	150
Открытые электропроводки внутри помещений	155
Скрытые электропроводки внутри помещений	157
Электропроводки в чердачных помещениях	157
Наружные электропроводки	158
Глава 2.2. Токопроводы напряжением до 35 КВ	159
Область применения, определения	159
Общие требования	159
Токопроводы напряжением до 1 кВ	160
Токопроводы напряжением выше 1 кВ	162
Гибкие токопроводы напряжением выше 1 кВ	162
Глава 2.3. Кабельные линии напряжением до 220 КВ	163
Область применения, определения	163
Общие требования	164
Выбор способов прокладки	166
Выбор кабелей	167
Подпитывающие устройства и сигнализация давления масла кабельных маслонаполненных линий	170
Соединения и заделки кабелей	170
Заземление	171
Специальные требования к кабельному хозяйству электростанций, подстанций и распределительных устройств	172
Прокладка кабельных линий в земле	173
Прокладка кабельных линий в кабельных блоках, трубах и железобетонных лотках	178
Прокладка кабельных линий в кабельных сооружениях	179
Прокладка кабельных линий в производственных помещениях	185
Подводная прокладка кабельных линий	185
Прокладка кабельных линий по специальным сооружениям	187
Глава 2.4. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 КВ	187
Область применения. Определения	187
Общие требования	188
Климатические условия	188
Провода. Линейная арматура	188
Расположение проводов на опорах	191
Изоляция	192
Заземление. Защита от перенапряжений	192
Опоры	193
Габариты, пересечения и сближения	194
Пересечения, сближения, совместная подвеска ВЛ с линиями связи, проводного вещания и РК	196
Пересечения и сближения ВЛ с инженерными сооружениями	199
Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 КВ	201
Область применения. Определения	201
Общие требования	202
Требования к проектированию ВЛ, учитывающие особенности их ремонта и технического обслуживания	204
Защита ВЛ от воздействия окружающей среды	205
Климатические условия и нагрузки	207
Провода и грозозащитные тросы	216

Расположение проводов и тросов и расстояния между ними	222
Изоляторы и арматура	226
Защита от перенапряжений, заземление	228
Опоры и фундаменты	233
Большие переходы	239
Подвеска волоконно-оптических линий связи на ВЛ	243
Прохождение ВЛ по ненаселенной и труднодоступной местности	245
Прохождение ВЛ по насаждениям	246
Прохождение ВЛ по населенной местности	247
Пересечение и сближение ВЛ между собой	249
Пересечение и сближение ВЛ с сооружениями связи, сигнализации и проводного вещания	252
Пересечение и сближение ВЛ с железными дорогами	259
Пересечение и сближение ВЛ с автомобильными дорогами	261
Пересечение, сближение или параллельное следование ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями	263
Пересечение ВЛ с водными пространствами	264
Прохождение ВЛ по мостам	266
Прохождение ВЛ по плотинам и дамбам	266
Сближение ВЛ со взрыво- и пожароопасными установками	267
Пересечение и сближение ВЛ с надземными и наземными трубопроводами, сооружениями транспорта нефти и газа и канатными дорогами	267
Пересечение и сближение ВЛ с подземными трубопроводами	270
Сближение ВЛ с аэродромами и вертодромами	272
Раздел 3. Защита и автоматика	274
Глава 3.1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ	274
Область применения, определения	274
Требования к аппаратам защиты	274
Выбор защиты	274
Места установки аппаратов защиты	276
Глава 3.2. Релейная защита	277
Область применения	277
Общие требования	277
Защита турбогенераторов, работающих непосредственно на сборные шины генераторного напряжения	284
Защита трансформаторов (автотрансформаторов) с обмоткой высшего напряжения 3 кВ и выше и шунтирующих реакторов 500 кВ	287
Защита блоков генератор-трансформатор	292
Защита воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 3–10 кВ с изолированной нейтралью	298
Защита воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 20 и 35 кВ с изолированной нейтралью	299
Защита воздушных линий в сетях напряжением 110–500 кВ с эффективно заземленной нейтралью	300
Защита шин, защита на обходном, шиносоединительном и секционном выключателях	304
Защита синхронных компенсаторов	306
Глава 3.3. Автоматика и телемеханика	306
Область применения. Общие требования	306
Автоматическое повторное включение (АПВ)	307
Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР)	313
Включение генераторов	315
Автоматическое регулирование возбуждения, напряжения и реактивной мощности	316
Автоматическое регулирование частоты и активной мощности (АРЧМ)	317
Автоматическое предотвращение нарушений устойчивости	319
Автоматическое прекращение асинхронного режима	319
Автоматическое ограничение снижения частоты	320
Автоматическое ограничение повышения частоты	321
Автоматическое ограничение снижения напряжения	321
Автоматическое ограничение повышения напряжения	321
Автоматическое предотвращение перегрузки оборудования	322
Телемеханика	322
Глава 3.4. Вторичные цепи	325
Раздел 4. Распределительные устройства и подстанции	331
Предисловие	331
Глава 4.1. Распределительные устройства напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока	331
Область применения	331
Общие требования	331
Установка приборов и аппаратов	332
Шины, провода, кабели	332
Конструкции распределительных устройств	333

Установка распределительных устройств в электропомещениях	333
Установка распределительных устройств в производственных помещениях	334
Установка распределительных устройств на открытом воздухе	334
Глава 4.2. Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ	335
Область применения, определения	335
Общие требования	336
Открытые распределительные устройства	343
Биологическая защита от воздействия электрических и магнитных полей	353
Закрытые распределительные устройства и подстанции	354
Внутрицеховые распределительные устройства и трансформаторные подстанции	361
Комплектные, столбовые, мачтовые трансформаторные подстанции и сетевые секционирующие пункты	362
Защита от грозовых перенапряжений	363
Защита вращающихся электрических машин от грозовых перенапряжений	379
Защита от внутренних перенапряжений	382
Пневматическое хозяйство	383
Масляное хозяйство	386
Установка силовых трансформаторов и реакторов	387
Глава 4.3. Преобразовательные подстанции и установки	391
Область применения, определения	391
Общие требования	391
Защита преобразовательных агрегатов	392
Размещение оборудования, защитные мероприятия	393
Охлаждение преобразователей	395
Отопление, вентиляция и водоснабжение	396
Строительная часть	397
Глава 4.4. Аккумуляторные установки	397
Область применения	397
Электрическая часть	397
Строительная часть	399
Санитарно-техническая часть	400
Раздел 5. Электросиловые установки	402
Глава 5.1. Электромашинные помещения	402
Область применения, определения	402
Общие требования	402
Размещение и установка электрооборудования	402
Смазка подшипников электрических машин	405
Вентиляция и отопление	405
Строительная часть	406
Глава 5.2. Генераторы и синхронные компенсаторы	406
Область применения	406
Общие требования	407
Охлаждение и смазка	407
Системы возбуждения	411
Размещение и установка генераторов и синхронных компенсаторов	413
Глава 5.3. Электродвигатели и их коммутационные аппараты	414
Область применения	414
Общие требования	414
Выбор электродвигателей	414
Установка электродвигателей	415
Коммутационные аппараты	416
Защита асинхронных и синхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ	418
Защита электродвигателей напряжением до 1 кВ (асинхронных, синхронных и постоянного тока)	421
Глава 5.4. Электрооборудование кранов	423
Область применения, определения	423
Общие требования	423
Троллей напряжением до 1 кВ	424
Выбор и прокладка проводов и кабелей	427
Управление, защита, сигнализация	428
Освещение	428
Заземление и зануление	428
Электрооборудование кранов напряжением выше 1 кВ	428
Глава 5.5. Электрооборудование лифтов	429
Область применения, определения	429
Общие требования	430
Электропроводка и токоподвод к кабине	430
Электрооборудование машинного помещения	431

Защита	431
Освещение	431
Заземление (зануление)	432
Установки с бесконтактной аппаратурой управления	432
Глава 5.6. Конденсаторные установки	433
Область применения, определения	433
Схема электрических соединений, выбор оборудования	433
Защита	434
Электрические измерения	435
Установка конденсаторов	435
Раздел 6. Электрическое освещение	437
Предисловие	437
Глава 6.1. Общая часть	437
Область применения. Определения	437
Общие требования	438
Аварийное освещение	439
Выполнение и защита осветительных сетей	440
Защитные меры безопасности	441
Глава 6.2. Внутреннее освещение	442
Общие требования	442
Питающая осветительная сеть	443
Групповая сеть	443
Глава 6.3. Наружное освещение	444
Источники света, установка осветительных приборов и опор	444
Питание установок наружного освещения	445
Выполнение и защита сетей наружного освещения	446
Глава 6.4. Световая реклама, знаки и иллюминация	447
Глава 6.5. Управление освещением	449
Общие требования	449
Управление внутренним освещением	450
Управление наружным освещением	450
Глава 6.6. Осветительные приборы и электроустановочные устройства	451
Осветительные приборы	451
Электроустановочные устройства	453
Раздел 7. Электрооборудование специальных установок	455
Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий	455
Область применения. Определения	455
Общие требования. Электрообеспечение	456
Вводные устройства, распределительные щиты, распределительные пункты, групповые щитки	457
Электропроводки и кабельные линии	458
Внутреннее электрооборудование	460
Учет электроэнергии	461
Защитные меры безопасности	462
Глава 7.2. Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений	464
Область применения. Определения	464
Общие требования. Электрообеспечение	464
Электрическое освещение	467
Силовое электрооборудование	468
Прокладка кабелей и проводов	469
Защитные меры безопасности	470
Глава 7.3. Электроустановки во взрывоопасных зонах	470
Область применения	470
Определения	470
Классификация взрывоопасных смесей по ГОСТ 12.1.011–78	472
Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020–76	473
Классификация взрывоопасных зон	480
Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон. Общие требования	484
Электрические машины	487
Электрические аппараты и приборы	487
Электрические грузоподъемные механизмы	488
Электрические светильники	489
Распределительные устройства, трансформаторные и преобразовательные подстанции	489
Электропроводки, токопроводы и кабельные линии	492
Зануление и заземление	498
Молниезащита и защита от статического электричества	499
Глава 7.4. Электроустановки в пожароопасных зонах	499
Область применения	499

Определения. Общие требования	500
Электрические машины	501
Электрические аппараты и приборы	502
Электрические грузоподъемные механизмы	503
Распределительные устройства, трансформаторные и преобразовательные подстанции	503
Электрические светильники	504
Электропроводки, токопроводы, воздушные и кабельные линии	504
Глава 7.5. Электротермические установки	506
Область применения	506
Определения	506
Общие требования	507
Установки дугowych печей прямого, косвенного действия и дугowych печей сопротивления	521
Установки индукционные и диэлектрического нагрева	523
Установки печей сопротивления прямого и косвенного действия	524
Электронно-лучевые установки	525
Ионные и лазерные установки	525
Глава 7.6. Электросварочные установки	526
Область применения	526
Определения	526
Общие требования	527
Требования к помещениям для электросварочных установок и сварочных постов	529
Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением	530
Установки электрической сварки с применением давления	532
Глава 7.7. Торфяные электроустановки	533
Область применения. Определения	533
Электроснабжение	533
Защита	534
Подстанции	534
Воздушные линии электропередачи	534
Кабельные линии	535
Электродвигатели, коммутационные аппараты	536
Заземление	536
Приемка электроустановок в эксплуатацию	537
Глава 7.10. Электролизные установки и установки гальванических покрытий	537
Область применения	537
Определения. Состав установок	537
Общие требования	538
Установки электролиза воды и водных растворов	543
Электролизные установки получения водорода (водородные станции)	543
Электролизные установки получения хлора	544
Установки электролиза магния	544
Установки электролиза алюминия	545
Установки электролитического рафинирования алюминия	547
Электролизные установки ферросплавного производства	548
Электролизные установки никель-кобальтового производства	548
Установки электролиза меди	548
Установки гальванических покрытий	548
Приложения	
Требования к информационным знакам и их установке	
«Об информационных знаках на линиях электропередачи»	548
Расстояния между проводами и между проводами и тросами по условиям пляски	550
Справочный материал к главе 2.5 ПУЭ. Перечень ссылочных нормативных документов	558
Указания по проектированию опор, фундаментов и оснований ВЛ	559
Общие положения. Сочетания нагрузок	559
Расчетные нагрузки и коэффициенты перегрузки	562
Коэффициенты перегрузки	562
Справочный материал к главе 4.2 ПУЭ. Перечень ссылочных нормативных документов	563
Категории и группы взрывоопасных смесей по ПИВРЭ и ПИВЭ	564
Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ	566
Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ	567