

**Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации**

СВОД ПРАВИЛ

СП ____

Электрические сети городских микрорайонов. Правила проектирования

Издание официальное

Москва
202_ г.

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ – ООО «Ассоциация РЭМ»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от _____ и введен в действие с ____ г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 202_

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1. Область применения
 2. Нормативные ссылки
 3. Термины и определения
 4. Общие положения
 - 4.1. Общие требования
 - 4.2. Требования к проектированию и монтажу ВЛ напряжением до 0,4 кВ включительно
 - 4.3. Требования к проектированию и монтажу кабельных линий напряжением до 0,4 кВ включительно
 5. Расчетные электрические нагрузки
 6. Схемы электрических сетей напряжения до 0,4 кВ включительно
 7. Требования к устройству и защите воздушных и кабельных линий
 - 7.1. Общие требования
 - 7.2. Требования к устройству и защите воздушных линий
 - 7.3. Требования к устройству и защите кабельных линий
 8. Требования к защите от поражения электрическим током
 9. Учет электроэнергии, измерительные приборы
 - 9.1. Учет электроэнергии
 - 9.2. Измерительные приборы
 10. Основные технические требования к автоматизированным системам учета, контроля и управления
 - 10.1. Автоматизированная система технологического управления (АСТУ)
 - 10.2. Интеллектуальная система учета электрической энергии (мощности)
- Библиография

Введение

Настоящий свод правил разработан в целях:

- реализации требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» по обеспечению защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, обеспечению требований пожарной безопасности, безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях, безопасности для пользователей зданиями и сооружениями, доступности зданий и сооружений для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения, энергетической эффективности зданий и сооружений, безопасного уровня воздействия зданий и сооружений на окружающую среду;
- выполнения требований Федерального закона от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»;
- обеспечения реализации положений Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р;
- повышения уровня гармонизации нормативных требований с международными нормативными документами, приведение к единообразию методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки, обеспечение взаимной согласованности действующих нормативных технических документов в сфере строительства.

СП «Электрические сети городских микрорайонов. Правила проектирования» выполнен авторским коллективом ООО «Ассоциация РЭМ» (д-р техн. наук, проф. *Ю.И. Солуянов*, канд. техн. наук *А.Р. Ахметшин, В.И. Берман, В.Н. Коротков, Н.В. Рябченкова*).

СВОД ПРАВИЛ**Электрические сети городских микрорайонов. Правила проектирования**

Electrical networks of urban microdistricts. Rules of design

Дата введения – 202_–_–_

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил распространяется на вновь сооружаемые и реконструируемые электрические сети городов (районов и микрорайонов) и поселков городского типа напряжением до 0,4 кВ включительно, в том числе на электрические сети к отдельным объектам и предприятиям, находящимся на территории города, независимо от их ведомственной принадлежности.

1.2 Настоящий свод правил не распространяется на внутренние электрические сети зданий и сооружений, а также на внутриплощадочные электрические сети предприятий, расположенных на территории города, временные сети электроснабжения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.602–2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.4.026–2015 Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 14209–85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1, № 2, № 3, № 4, № 5)

ГОСТ 16350–80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей

ГОСТ 18410–73 Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия

ГОСТ 21027–2021 Системы электроэнергетические. Термины и определения

ГОСТ 31565–2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности

ГОСТ 31946–2012 Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия

ГОСТ 31996–2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

ГОСТ 32144–2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 34834–2022 Кабели силовые с экструдированной изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия

ГОСТ 34839–2022 Муфты для силовых кабелей на напряжение до 35 кВ включительно. Общие технические условия

ГОСТ Р 21.101–2020 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 50462–2009 (МЭК 60446:2007) Базовые принципы и принципы безопасности для интерфейса «человек-машина», выполнение и идентификация. Идентификация проводников посредством цветов и буквенно-цифровых обозначений

ГОСТ Р 50571.5.52–2011/МЭК 60364-5-52:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки

ГОСТ Р 50571.5.54–2013 (МЭК 60364-5-54:2011) Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов

ГОСТ Р 53310–2009 Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость

ГОСТ Р 59853–2021 Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 70819–2023 Инженерные сети наружные. Производство электромонтажных работ. Прокладка кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 35 кВ включительно в земле (в траншее). Правила выполнения работ

ГОСТ Р МЭК 61386.1–2014 Трубные системы для прокладки кабелей. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61386.24–2014 Трубные системы для прокладки кабелей. Часть 24. Трубные системы для прокладки в земле

СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» (с Изменением № 1)

СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95» (с Изменением №1, № 2)

СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85»

СП 116.1330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (с Изменениями № 1, №2)

СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» (с изменениями № 1, № 2, № 3, №4, №5, №6)

СП 265.1325800.2016 «Коллекторы коммуникационные. Правила проектирования и строительства»

СП 323.1325800.2017 «Территории селитебные. Правила проектирования наружного освещения»

СП 341.1325800.2017 «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением»

СП 437.1325800.2018 «Электроустановки низковольтные зданий и сооружений. Правила проектирования защиты от поражения электрическим током»

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана

недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины и определения по СП 76.13330.2016, СП 256.1325800.2016, СП 437.1325800.2018, [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 электрическая подстанция; (ПС): Электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств.

3.2 распределительное устройство (РУ): Электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики, телемеханики, связи и измерений.

3.3 распределительный пункт (РП) городской электрической сети: Распределительное устройство, предназначенное для приема электроэнергии от ЦП и передачи ее в распределительную сеть.

3.4 трансформаторная подстанция городской распределительной сети (ТП): Подстанция, в которой электроэнергия трансформируется со среднего напряжения на низкое 0,4 кВ и распределяется на этом напряжении.

3.5 центр питания: Распределительное устройство генераторного напряжения электростанции или распределительное устройство вторичного напряжения (6000 В и более) трансформаторной подстанции сетевой организации, к которому присоединены сети данного района (региона) по месторасположению обследуемых потребителей электрической энергией пользователей сети.

3.6 глубокий ввод: Это система электроснабжения потребителя от электрической сети высшего класса напряжения, характеризующая наименьшим числом ступеней трансформации.

3.7 опорная подстанция: Подстанция непосредственно связанная с источниками питания энергосистемы не менее, чем двумя независимыми линиями.

3.8 питающая линия: Линия, питающая РП от ЦП.

3.9 распределительная линия: Линия, питающая ряд ТП от ЦП или РП, или вводы к потребителям.

3.10 потребитель электрической энергии: Электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

3.11 приемник электрической энергии (электроприемником): Устройство, в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии для ее использования.

3.12 расчетная электрическая нагрузка P_p потребителя или элемента сети: Мощность, равная ожидаемой максимальной нагрузке за 30 минут.

3.13 коэффициент спроса по нагрузке (кс): Отношение совмещенного получасового максимума нагрузки электроприемников к их суммарной установленной мощности с учетом

того, что в любой момент времени не все электроприборы будут потреблять свою полную мощность.

3.14 коэффициент совмещения максимумов (коэффициент участия в максимуме): Отношение расчетного максимума суммарной нагрузки электроприемников к сумме расчетных нагрузок электроприемников.

3.15 воздушная линия (ВЛ) электропередачи напряжением до 1 кВ: Устройство для передачи и распределения электроэнергии по изолированным или неизолированным проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным линейной арматурой к опорам, изоляторам или кронштейнам, к стенам зданий и к инженерным сооружениям.

Воздушная линия электропередачи напряжением до 1 кВ, выполненная с применением самонесущих изолированных проводов (СИП) обозначается ВЛИ.

3.16 кабельная линия: Линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками), с системой заземления, транспозиции экранов, кабельными сооружениями и крепежными деталями.

3.17 кабельная арматура: Конструкции, предназначенные для соединения, ответвления, оконцевания и крепления кабелей, а также для обустройства экранов кабелей однофазной конструкции.

3.18 автоматизированная система (АС): Система, состоящая из комплекса средств автоматизации, реализующего информационную технологию выполнения установленных функций, и персонала, обеспечивающего его функционирование.

Примечания:

1 В зависимости от вида деятельности выделяют, например, следующие виды АС: автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др.

2 В зависимости от вида управляемого объекта (процесса) АСУ подразделяют, например, на АСУ технологическими процессами (АСУТП), АСУ предприятиями (АСУП) и т.д.

[ГОСТ Р 59853-2021, пункт 2]

3.19 качество электрической энергии (КЭ): Степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭ.

[ГОСТ 32144-2013, пункт 3.1.38]

3.20 объекты электросетевого хозяйства (объекты ЭСХ): Линии электропередачи, трансформаторные и иные подстанции, распределительные пункты и иное предназначенное для обеспечения электрических связей и осуществления передачи электрической энергии оборудование.

3.21 электрическая сеть: Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии между пользователями электрической сети, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

Примечание: В зависимости от места расположения и характера потребителей различают сети городские, промышленные, сельские и др.

3.22 пользователь электрической сети: Сторона, получающая электрическую энергию от электрической сети либо передающая электрическую энергию в электрическую сеть.

Примечание: К пользователям электрических сетей относят сетевые организации и иных владельцев электрических сетей, потребителей электрической энергии, а также генерирующие организации.

3.23 распределительная электрическая сеть: Низковольтная электрическая сеть, состоящая из источника питания и линии электропередачи и предназначенная для питания электроэнергией электроустановок зданий и других низковольтных электроустановок.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.53]

3.24 электрическая зарядная станция: Элемент городской инфраструктуры, предоставляющий электроэнергию для зарядки аккумуляторного электротранспорта, такого как электромобили, электробусы, электроскутеры, электросамокаты, гироскутеры, сигвеи, электровелосипеды и т. п.

3.25 накопитель электрической энергии: Устройство, способное поглощать электрическую энергию, хранить ее в течение определенного времени и отдавать электрическую энергию обратно, в ходе чего могут происходить процессы преобразования энергии.

3.26 ожидаемая максимальная нагрузка: Максимальные значения активной, реактивной, полной мощности и тока продолжительностью за принятый интервал осреднения по допустимому нагреву элементов системы электроснабжения 30 минут.

Все значения максимальных нагрузок определяются по графикам нагрузок за характерный промежуток времени (за наиболее загруженную смену, сутки).

3.27 источник питания: Электрическое оборудование, предназначенное для производства, аккумулирования электрической энергии или изменения её характеристик.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.26]

3.28 линейный проводник (L): Проводник, находящийся под напряжением при нормальных условиях и используемый для передачи электрической энергии, но не нейтральный проводник или средний проводник.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.29]

3.29 заземляющее устройство: Совокупность заземлителя, заземляющих проводников и главной заземляющей шины.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.14]

3.30 нейтральный проводник (N): Проводник, электрически присоединенный к нейтрали и используемый для передачи электрической энергии.

Примечание: В некоторых случаях и при определенных условиях функции нейтрального проводника и защитного проводника могут быть объединены в одном PEN-проводнике.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.34]

3.31 защитный проводник (PE): Проводник, предназначенный для целей электрической безопасности, например, для защиты от поражения электрическим током.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.23]

3.32 ввод в электрическую установку: Точка, в которой электрическую энергию вводят в электрическую установку.

Примечание - Электрическая установка может иметь несколько вводов.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.2]

3.33 заземление: Выполнение электрического присоединения проводящих частей к локальной земле.

Примечание: Присоединение к локальной земле может быть:

- преднамеренным;
- непреднамеренным или случайным;
- постоянным или временным.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.11]

3.34 электрическая установка (электроустановка): Совокупность взаимосвязанного электрического оборудования, имеющего согласованные характеристики, предназначенная выполнять определенные цели.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.97]

3.35 (электрическая) цепь (электрической установки): Совокупность электрического оборудования электрической установки, защищенная от сверхтоков одним и тем же защитным устройством (устройствами).

Примечание - Электрическая цепь состоит из проводников, находящихся под напряжением, защитных проводников (при наличии), защитного устройства и соответствующей коммутационной аппаратуры, аппаратуры управления и вспомогательных устройств. Защитный проводник может быть общим для нескольких электрических цепей.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.98]

3.36 электрическое оборудование (электрооборудование): Изделие, предназначенное для производства, передачи и изменения характеристик электрической энергии, а также для её преобразования в энергию другого вида.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.103]

3.37 электроприемник: Электрическое оборудование, предназначенное для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

[ГОСТ 30331.1-2013, пункт 20.104]

3.38 нормальный режим энергосистемы: Электроэнергетический режим энергосистемы, при котором значения технических параметров режима энергосистемы находятся в пределах длительно допустимых значений, имеются резервы мощности и запасы топлива на электрических станциях, обеспечивается электроснабжение энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии.

[ГОСТ 21027-2021, пункт 21].

4 Общие положения

4.1 Общие требования

4.1.1 К городским электрическим сетям данного СП относятся вновь сооружаемые и реконструируемые электрические сети городов (районов и микрорайонов) и поселков городского типа напряжением до 0,4 кВ включительно, в том числе на электрические сети к отдельным объектам и предприятиям, находящимся на территории города, независимо от их ведомственной принадлежности.

4.1.2 Проектом должна предусматриваться возможность поэтапного развития системы электроснабжения по мере роста нагрузок в перспективе без коренного переустройства электросетевых сооружений на каждом этапе.

При производстве работ следует учитывать возможность дальнейшего поэтапного развития сети электроснабжения при увеличении нагрузок. Необходимость применения кабеля большего сечения и трансформатора большей мощности определяется в процессе проектирования.

4.1.3 Электроустановки выполняются с применением типовых проектов или решений с учетом максимального применения комплектного электротехнического оборудования заводского изготовления.

4.1.4 Основные решения по электроснабжению потребителей города (района) разрабатываются в генеральном плане, проекте детальной планировки, схеме и программе развития электроэнергетических систем России и в генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики.

4.1.5 Система электроснабжения должна выполняться так, чтобы в нормальном режиме все элементы системы находились под нагрузкой с максимально возможным использованием их нагрузочной способности, с учетом соблюдения требований к предъявляемым категориям надежности электроснабжения всех потребителей, как существующих, так и перспективных.

4.1.6 При реконструкции действующих сетей необходимо максимально использовать существующие электросетевые сооружения. Решение об их ликвидации может быть принято только при соответствующем технико-экономическом обосновании.

4.1.7 Результаты расчета электрических нагрузок должны сопоставляться со среднегодовыми темпами роста нагрузок характерных районов города, полученными из анализа их изменения за последние 5-10 лет и, при необходимости, корректироваться.

4.1.8 Городские электрические сети должны быть построены комплексно, с увязкой между собой питающих и распределительных сетей, с учетом всех потребителей города и прилегающих к нему районов. Электрические сети должны выполняться с учетом обеспечения наибольшей экономичности, требуемой надежности электроснабжения, соблюдения установленных норм качества электроэнергии. При этом предусматривается совместное использование отдельных элементов системы электроснабжения для питания различных потребителей независимо от их ведомственной принадлежности.

4.1.9 Электрические сети микрорайонов напряжением до 0,4 кВ включительно разрабатываются в проекте детальной планировки с расчетом нагрузок всех потребителей и их районированием, определением количества и мощности ТП и РП на основании технических условий энергоснабжающих организаций, выдаваемых на основании заявок на технологическое присоединение к электрическим сетям, поступившим от потребителей.

В объем графического материала по этим сетям входят схемы электрических соединений и конфигурация сетей на плане района в таком масштабе, в котором указаны основные параметры системы электроснабжения.

4.1.10 Схемы развития сетей микрорайонов напряжением 0,4 кВ разрабатываются на основе концепции развития города в увязке со схемой развития электрических сетей энергосистемы на расчетный срок, соответствующий принятому в генеральном плане города.

В схеме должны рассматриваться основные направления развития сетей напряжением до 1 кВ на расчетный срок концепции города.

Схемы развития городских электрических сетей в первую очередь должны разрабатываться для городских агломераций, крупнейших и крупных городов.

4.1.11 В схеме развития сетей микрорайона рассматриваются:

- существующие системы электроснабжения;
- электрические нагрузки на перспективу с районированием их по ЦП и источники их питания;
- схемы электроснабжающих сетей районов города с определением количества, мощности, напряжения и мест расположения ЦП с учетом категории электроприемников потребителей;
- схемы распределительных сетей до 1 кВ и выше и их параметры с учетом категорий электроприемников потребителей;
- режим нейтрали сетей и компенсация токов замыкания на землю;
- токи короткого замыкания;
- потребность в основном оборудовании и материалах;
- стоимость строительства и реконструкции сетей по укрупненным показателям;
- технико-экономические показатели сетей.

4.1.12 В схеме развития сетей содержится:

- регулирование напряжения;
- учет электрической энергии;
- компенсация реактивной мощности;
- релейная защита и автоматика сетей;
- защита от перенапряжений и заземление в сетях;
- диспетчеризация и телемеханизация сетей;
- организация эксплуатации сетей;
- организация строительства.

4.1.13 Проектная документация расширения и реконструкции отдельных элементов электрических сетей на конкретный срок строительства объекта разрабатываются на основе схем развития сетей в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.101, а также на основании ТУ и ТП.

4.1.14 Линии электропередачи и подстанции должны выполняться с учетом требований [1].

4.1.15 Линии электропередачи на селитебной территории городов, в районах застройки зданиями с различной этажностью выполняются кабельными либо воздушными в зависимости от концепции архитектурных решений, принятых местными органами управления, исходя из повышения комфорта проживания.

4.1.16 Для воздушных линий электропередачи до 0,4 кВ включительно и ответвлений к вводам в здания следует применять самонесущие изолированные провода (СИП).

4.1.17 При устройстве сети наружного освещения приборы освещения рекомендуется размещать на опорах воздушной линии передачи при соблюдении требований к освещенности.

4.1.18 Сечение кабелей по участкам линии принимается при проектировании с учетом изменения нагрузки участков по длине.

4.1.19 Кабельные линии прокладываются непосредственно в земле, в траншеях. При технико-экономических обоснованиях возможна прокладка кабельных линий в каналах, блоках, коллекторах, тоннелях и скважинах (методом горизонтально-наклонного бурения).

4.1.20 Для контроля коррозии от блуждающих токов кабельных линий с металлической оболочкой и броней, прокладываемых в земле, предусматриваются контрольные измерительные пункты.

Необходимые мероприятия по защите кабельных линий от коррозии предусматриваются согласно требованиям ГОСТ 9.602.

4.1.21 При монтаже приборов качества электроэнергии на ТП обязательно применение клеммников для надежного и безопасного их подключения.

4.2 Требования к проектированию и монтажу ВЛ напряжением до 0,4 кВ включительно

4.2.1 При проектировании нового строительства и реконструкции воздушных линий, применяются самонесущие изолированные провода (СИП), соответствующие ГОСТ 31946. При этом на магистрали ВЛИ используются СИП с фазными жилами неизменного сечения по всей длине.

4.2.2 При проектировании нового строительства все элементы линий рассчитываются на механические нагрузки в соответствии с требованиями главы 2.5 [1], с учетом фактических климатических условий района расположения строящегося объекта.

Охранная зона ВЛИ определяется в соответствии с [4], 6.6 СП 76.13330.2016, с учетом минимальных допустимых расстояний от таких линий.

4.2.3 Воздушные линии электропередачи размещаются так, чтобы опоры не загораживали входы в здания и въезды во дворы и не затрудняли движения транспорта и пешеходов. В местах, где имеется опасность наезда транспорта (у въездов во дворы, вблизи съездов с дорог, при пересечении дорог), опоры должны быть защищены от наезда (например, отбойными тумбами).

4.2.4 Выбор места установки новой трансформаторной подстанции производится с учётом обеспечения возможности выходов ВЛИ с распределительного устройства 0,4 кВ трансформаторной подстанции. В стеснённых и городских условиях допускается выполнять выходы ВЛИ с распределительного устройства 0,4 кВ трансформаторной подстанции или иного распределительного устройства 0,4 кВ наружной или внутренней установки в кабельном исполнении.

4.2.5 При прохождении ВЛИ по лесным массивам и зеленым насаждениям, расстояние в свету от проводов до деревьев и кустов принимается в соответствии с требованиями 6.6 СП 76.13330.2016.

4.2.6 Конструкция опор и фундаментов опор должна обеспечивать надёжную эксплуатацию ВЛИ в течение всего срока службы ВЛИ.

4.2.7 Конструкции опор выбирают с возможностью установки:

- светильников уличного освещения всех типов;
- концевых кабельных муфт;
- защитных аппаратов;
- секционирующих и коммутационных аппаратов;
- шкафов и щитков для подключения электроприемников.
- приборов учета электроэнергии

4.2.8 На ВЛИ применяются деревянные опоры, пропитанные водорастворимыми антисептиками, и железобетонные опоры из вибрированных стоек, а также стальные опоры с изгибающим моментом не менее 30 кН·м.

Допускается применение многогранных металлических опор на ВЛИ только при невозможности применения железобетонных (например, в качестве анкерных и угловых опор в стеснённых условиях при невозможности установки укосов и выполнения оттяжек) и соответствующем технико-экономическом обосновании.

4.2.9 На ВЛИ при соответствующем технико-экономическом обосновании рекомендуется применение одностоечных анкерных и анкерно-угловых стальных многогранных опор:

- вместо трехстоечных анкерно-угловых железобетонных опор;
- вместо двустоечных анкерных и анкерно-угловых железобетонных опор.

4.2.10 Опоры ВЛИ независимо от их типа выбираются свободностоящими или с подкосами в соответствии с требованиями 6.6. СП 76.13330.2016.

4.2.11 Опоры ВЛИ рассчитываются по первому и второму предельному состоянию в нормальном режиме работы ВЛ на климатические условия по 2.4.11 [1] и 2.4.12 [1].

4.2.12 При установке опор на затопляемых участках трассы, где возможны размывы грунта или воздействие ледохода, опоры укрепляются (подсыпка земли, замощение, устройство банкетов, установка ледорезов).

4.2.13 Способ закрепления опор в грунте определяется на основании результатов геологических изысканий.

4.2.14 Коэффициент надёжности по ответственности для одноцепных и многоцепных ВЛИ принимается в соответствии с 2.4.11 [1].

Коэффициент надёжности по ответственности учитывается при расчёте нагрузок от ветра и собственного веса проводов и конструкций.

4.2.15 Выбор типов и сечений проводов при проектировании ВЛИ включительно производится по результатам технико-экономических и механических расчётов с учётом требуемой пропускной способности, допустимой температуры нагрева в соответствии с требованиями [1] и ГОСТ Р 50571.5.52.

4.2.16 Линия ВЛИ до 1 кВ включительно проверяется:

- по длительно допустимому току нагрузки провода (значения токов принимается по нормативной документации конкретного исполнения СИП);
- по термической стойкости при КЗ;
- по допустимому отклонению напряжения в точке поставки электроэнергии;
- по обеспечению надёжного срабатывания автоматических выключателей и плавких вставок при однофазных и трёхфазных КЗ и перегрузках.

4.2.17 Самонесущие изолированные провода ВЛИ применяются:

- марки СИП-2 с нулевой несущей жилой - для магистральных ВЛИ и линейных ответвлений от них;

- марки СИПн-4 без несущей жилы - для выполнения ответвлений от ВЛИ к вводу, для прокладки по стенам зданий и сооружениям. Провода с индексом «н» не распространяют горение и не образуют при горении горящие капельки/частицы.

4.2.18 Магистраль ВЛИ с распределённой нагрузкой по длине линии выполняется СИП с фазной жилой сечением не менее 50 мм^2 . Для подключения отдельных потребителей, в том числе для линейных ответвлений, используется СИП с фазной жилой сечением не менее 16 мм^2 .

4.2.19 Крепление поддерживающих и натяжных зажимов к опорам ВЛИ, стенам зданий и сооружениям выполняется в соответствии с требованиями СП 76.13330.2016.

4.2.20 Расчетные усилия в поддерживающих и натяжных зажимах, узлах крепления и кронштейнах определяются требованием пункта 2.4.23 [1].

4.2.21 Соединения и ответвления проводов на ВЛИ выполняются только с применением специальной арматуры, соответствующих типу СИП.

4.2.22 Необходимо, чтобы расчётные усилия в арматуре не превышали значений разрушающих механических нагрузок, установленных национальными стандартами и техническими условиями с учётом коэффициента надёжности по материалу, учитывающего влияние длины пролёта на ветровую нагрузку и принимаемого равным 1,2 при длине пролёта до 50 м.

4.2.23 В местах, где наблюдается разрушение арматуры ВЛИ от коррозии, применяется арматура в стойком к коррозии исполнении, изготовленная из алюминиевого сплава.

4.3 Требования к проектированию и монтажу кабельных линий напряжением до 0,4 кВ включительно

4.3.1 Проектирование и сооружение кабельных линий (КЛ) производится на основе технико-экономических расчетов с учетом развития сети, ответственности и назначения линии, характера трассы, способа прокладки, конструкций кабелей и т.п.

4.3.2 При прохождении трассы кабельных линий в агрессивных к металлическим оболочкам кабелей грунтах необходимо предусматривать защитные мероприятия при прокладке и эксплуатации, либо откорректировать трассу.

4.3.3 Над подземными кабельными линиями в соответствии с действующими правилами охраны электрических сетей [4] устанавливаются охранные зоны в размере площадки над кабелями — по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей, а при прохождении кабельных линий в городах под тротуарами — на 0,6 м в сторону зданий сооружений и на 1 м в сторону проезжей части улицы.

4.3.4 Трасса кабельной линии выбирается с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечения защиты при механических воздействиях, обеспечения защиты от коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении КЗ на одном из кабелей.

Выбор трассы новой КЛ производится на основании утвержденной схемы развития электрических сетей. При прокладке КЛ по населенной местности трасса выбирается в соответствии с утвержденной градостроительной документацией (генеральными планами городов и других населенных пунктов, схемами и проектами планировки и застройки территориальных образований и др.).

4.3.5 Состав проектной документации на КЛ должна соответствовать требованиям [3].

4.3.6 При сближении и пересечении инженерных коммуникаций проектная документация согласовывается со всеми владельцами коммуникаций.

4.3.7 При разработке проектов КЛ рассматривается целесообразность использования новых прогрессивных технических решений, оборудования, конструкций и материалов, применение которых подтверждено практикой. При

применении новых материалов и конструкций элементов КЛ и других новых технических решений проводятся их испытания и приемка в установленном порядке.

4.3.8 При прокладке кабельных линий по селитебным территориям в земле в траншее рекомендуется трассу проводить под тротуарами, газонами и прочим местах обеспечивающим наименее затратное проведение работ при ремонте (модернизации) кабельной линии.

При прокладке под створом проезжей части кабели укладываются в трубы с выносом концов за пределы проезжей части в свету не менее 1 м для исключения повреждения дорожного покрытия при проведении работ на кабельных линиях.

При прокладке кабельной линии под пешеходными участками с твёрдым покрытием предусматривается прокладка кабелей в трубах, для исключения разрушения покрытий при возможных ремонтах на линии.

При пересечении кабельной трассы подземных инженерных коммуникаций кабельная линия прокладывается в трубе ниже существующей коммуникации, обеспечив вынос концов трубы на расстояние не менее 1 метра в свету от коммуникации.

4.3.9 При прокладке кабелей в земле в одной траншее прокладывается не более шести силовых кабелей. При большом количестве кабелей они прокладываются в отдельных траншеях с расстоянием между группами кабелей не менее 0,5 м или при прокладке 20 и более кабелей прокладываются в кабельных блоках, галереях, кабельных туннелях, эстакадах и т.п.. При выборе расстояния между кабелями учитывается их взаимное влияние на пропускную способность в соответствии с требованиями главы 1.3[1], ГОСТ Р 50571.5.52.

Прокладка кабелей в кабельных блоках и трубах проводится в соответствии с требованиями 6.4.2 СП 76.133330.2016.

Взаимно резервирующие силовые кабельные линии прокладываются в соответствии с требованиями пункта 2.3.120 [1].

4.3.10 Охранные зоны кабельных линий, проложенных в земле в незастроенной местности, обозначаются информационными знаками, соответствующими требованиям ГОСТ 12.4.026. Информационные знаки устанавливаются не реже чем через 250 м, а также в местах изменения направления кабельных линий. На информационных знаках указывается ширина охранных зон кабельных линий, и номера телефонов владельцев кабельных линий.

Информационные знаки КЛ должны быть установлены с обеих сторон перехода КЛ через водные преграды, в местах расположения соединительных муфт, изменения направления трасс кабельных линий, сближений и с обеих сторон пересечений трассы КЛ с другими КЛ и ВЛ, объектами инженерной и транспортной инфраструктуры (эстакадами, мостами, коллекторами, туннелями, насыпями, трубопроводами, автомобильными и железными дорогами и др.)

4.3.11 Конструкция кабеля выбирается в зависимости от условий эксплуатации, свойств окружающей среды, а также воздействия механических усилий при прокладке.

Область применения кабелей определяется ГОСТ 31996 – для кабелей с пластмассовой изоляцией ; ГОСТ 18410 – для кабелей с пропитанной бумажной изоляцией.

4.3.12 Пожарная безопасность прокладываемых кабелей обеспечивается в соответствии с требованиями ГОСТ 31565.

4.3.13 В распределительных сетях 0,4 кВ рекомендуется применять четырёхжильные кабели. Линейные проводники и совмещенный PEN-проводник должны различаться маркировкой или цветом по ГОСТ Р 50462.

Сечение нейтрального проводника N для КЛ, питающих в основном однофазные нагрузки (более 50% по мощности), предусматривается не менее сечения линейного проводника. Сечение нейтрального проводника N может быть больше сечения линейного проводника, если это требуется для обеспечения допустимых отклонений напряжения у

потребителя, а также при невозможности обеспечения другими средствами необходимой селективности защиты линии от однофазных коротких замыканий. Во всех остальных случаях сечение нейтрального проводника принимается не менее 50% от сечения линейных проводников.

Использование в качестве совмещенного *PEN*-проводника металлических оболочек трехжильных силовых кабелей допускается лишь в случае реконструкции городских электрических сетей 0,4 кВ при условии врезки в существующую сеть.

4.3.14 Механические воздействия на кабель, возникающие при прокладке, определяются сложностью (конфигурацией) кабельной трассы.

Конфигурация кабельной трассы и ее сложность в зависимости от угла поворота определяет величину механических воздействий (усилия тяжения) на кабель, возникающие при его прокладке.

Допустимые усилия при тяжении кабелей по трассе прокладки см. 7.3.4.

4.3.15 При прокладке в земле к сложным участкам трасс, на которых прокладывается одна строительная длина, относятся:

- участки трасс с 4 и более поворотами под углом свыше 30°;
- прямолинейные участки трасс с 4 и более переходами в трубах длиной более 20 м или 2 и более переходами в трубах длиной более 40 м.

4.3.16 При прокладках в зданиях сложными участками, на которых прокладывается одна строительная длина кабеля, считаются прокладки в трубах с поворотами с числом более двух при длине труб более 20 м, а также с числом протяжек через огнестойкие перегородки или аналогичные препятствия более 4, не считая подводов кабелей к электрооборудованию.

4.3.17 Для протяженных бронированных кабелей однофазной конструкции принимаются меры по снижению потерь активной мощности в экранах и броне от протекания наведённых токов.

4.3.18 Сечение токоведущих жил кабелей необходимо выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.5.52.

В соответствии с требуемой нагрузочной способностью кабельных линий, сечение токоведущих жил кабелей выбирается по участку с наихудшими условиями охлаждения кабеля длиной не менее 10 м согласно ГОСТ 18410 – для кабелей с бумажной изоляцией; ГОСТ 31996 – для кабелей с пластмассовой изоляцией.

4.3.19 При прокладке кабелей в земле учитываются природные особенности территории по СП 116.13330.2012, а также:

- глубина прокладки;
- максимальная эксплуатационная температура почвы на глубине прокладки;
- термически стабильное сопротивление почвы (засыпки) на глубине прокладки;
- температура границы между сухой и влажной зонами;
- термическое сопротивление почвы (при ее высушивании);
- термическое сопротивление и площадь сечения засыпки кабеля специальным грунтом;
- наличие пересечений с тепловыми сетями.

4.3.20 При прокладке кабелей в лотках, трубных переходах и туннелях учитываются требования СП 76.13330.2016 и:

- геометрические (конструктивные) параметры кабельных сооружений;
- максимальная эксплуатационная температура окружающей среды на глубине прокладки лотка (туннеля);
- термическое сопротивление почвы (засыпки) вокруг лотка (туннеля);
- материал почвы (засыпки);
- наличие (или отсутствие) принудительной вентиляции в туннеле (коллекторе).

4.3.21 При прокладке кабелей на открытом воздухе учитываются максимальная температура воздуха в соответствии с ГОСТ 16350, воздействие солнечной радиации.

4.3.22 Кабельные линии напряжением 1 кВ включительно проверяются на:

- падение напряжения в конце линии. Уровень напряжения в конце линии должен соответствовать требованиям по качеству электроэнергии в соответствии с требованиями ГОСТ 32144;
- срабатывание аппарата защиты в условиях однофазного КЗ. Необходимо, чтобы ток однофазного КЗ был в 3 раза больше номинала предохранителя, если линия защищена плавкими вставками, и в 1,4 раза больше уставки электромагнитного расцепителя автомата, если линия защищена автоматическим выключателем;
- обеспечение защиты требованиям пунктов 3.1.8, 3.1.9 [1].

4.3.23 Прокладка кабелей в блоках применяется в условиях большой стесненности по трассе.

4.3.24 При прокладке кабельной линии кабели однофазной конструкции прокладываются параллельно и располагаются в одной плоскости или треугольником вплотную. Возможны иные способы расположения.

При параллельной прокладке кабелей в плоскости (в земле или воздухе) расстояния по горизонтали в свету между кабелями отдельной цепи соответствуют инструкциям заводов-изготовителей.

Скрепление кабелей в треугольник осуществляется лентами, стяжками, хомутами или скобами из немагнитного материала. Шаг скрепления, тип, конструкция и материал креплений определяются проектом.

При выборе шага скрепления кабелей, прокладываемых в земле, учитывается, что скрепленные в треугольник кабели не меняют своего положения при засыпке их грунтом.

4.3.25 Однофазные кабели, не связанные в треугольник, прокладываются так, чтобы вокруг каждого из них не возникало замкнутых металлических контуров из магнитных материалов. Прокладка кабеля одной фазы в металлической трубе из магнитного материала (стали, чугуна) исключается.

Запрещается использование магнитных материалов для бандажей, крепёжных или иных изделий (скоб, хомутов, манжет), охватывающих кабель по замкнутому контуру.

Бирки на кабель рекомендуется крепить капроновыми, пластмассовыми нитями или проволоками из немагнитных металлов (например, из нержавеющей стали или меди).

4.3.26 При соединении и оконцевании силовых кабелей применяются конструкции и марки муфт, соответствующие условиям их работы и окружающей среды, класс напряжения муфт соответствует классу напряжения кабельной линии. Концевые и соединительные муфты на КЛ выполняются так, чтобы кабели были защищены от проникновения влаги и других вредно действующих веществ из окружающей среды, а муфты выдерживали испытательные напряжения для КЛ.

Монтаж муфт выполняется в соответствии с требованиями 6.4.6 СП 76.13330.2016.

5. Расчетные электрические нагрузки

5.1. Расчетные электрические нагрузки жилых зданий следует определять в соответствии с п. 7.1 СП 256.1325800.2016.

5.1.1. Расчетные электрические нагрузки жилых зданий с учетом бытовых кондиционеров следует определять в соответствии с п. 7.1.2, таблицей 7.16 СП 256.1325800.2016.

5.1.2. Расчетную нагрузку для квартир с повышенной комфортностью следует определять в соответствии с заданием на проектирование или в соответствии с заявленной мощностью и коэффициентами спроса и одновременности таблицы 7.2 и 7.3 СП 256.1325800.2016.

5.2 Расчетные электрические нагрузки электрозаправочных станций и пунктов зарядки для электромобилей ($P_{рэзс}$), интегрированных в жилые и общественные здания, следует определять в соответствии с п. 7.4 СП 256.1325800.2016.

При этом коэффициенты спроса, представленные в таблице 7.15 п. 7.4 СП 256.1325800.2016, распространяются на электрозаправочные станции и пункты зарядки для электромобилей, расположенные на плоскостных и отдельностоящих многоуровневых парковках (паркингах), расположенных в границах жилых комплексов, (границах жилой застройки жилого комплекса), предназначенных для парковки автомобилей жителей данных комплексов.

5.3 Расчетная нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников) $P_{р.ж.д}$, кВт, определяется по формуле:

$$P_{р.ж.д} = k_{п.к} \cdot P_{кв} + 0,9 \cdot P_c + P_{рэзс},$$

где

$P_{кв}$ - расчетная нагрузка электроприемников квартир, кВт, следует определять в соответствии с п. 5.1;

P_c - расчетная нагрузка силовых электроприемников, кВт, следует определять в соответствии с п. 5.1;

$P_{рэзс}$ - расчетные электрические нагрузки электрозаправочных станций, кВт, следует определять в соответствии с п. 5.2.

$k_{п.к}$ - поправочный коэффициент для определения расчетной нагрузки жилого дома, следует определять в соответствии с п. 7.1.10 СП 256.1325800.2016.

5.4 Расчетные электрические нагрузки общественных зданий следует определять в соответствии с п. 7.2 СП 256.1325800.2016.

5.4.1. Расчетные электрические нагрузки общественных зданий с учетом холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха следует определять в соответствии с п. 7.2.7, п. 7.2.9, п. 7.2.16, п. 7.2.18 СП 256.1325800.2016.

5.5. Расчетную электрическую нагрузку питающей линии (трансформаторной подстанции) при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий или помещений) P_p , кВт, определяют по формуле:

$$P_p = P_{зд.макс} + K_1 \cdot P_{зд1} + K_2 \cdot P_{зд2} + \dots + K_n \cdot P_{здn} + P_{рэзс},$$

где

$P_{зд.макс}$ - максимальная из нагрузок зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{зд1} \dots P_{здn}$ - расчетные электрические нагрузки всех зданий, кроме здания с наибольшей нагрузкой $P_{зд.макс}$, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

K_1, K_2, K_n - коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке $P_{зд.макс}$, следует определять в соответствии с таблицей 7.13 СП 256.1325800.2016;

$P_{рэзс}$ - расчетные электрические нагрузки зарядных станций и пунктов зарядки для электромобилей ($P_{рэзс}$), неинтегрированных в жилые и общественные здания, кВт, следует определять в соответствии с п. 5.2.

5.5. Накопители электроэнергии следует применять для потребителей с установленными суточными графиками потребления электроэнергии с целью обеспечения снижения расчетной присоединяемой нагрузки в соответствии с п. 7.2.21 СП 256.1325800.2016.

Для потребителей накопители электроэнергии следует применять на основании соответствующего технико-экономического обоснования с учетом рентабельности в соотношении затрат на установку оборудования и технического эффекта.

5.6 Расчет мощности компенсирующих устройств для потребителей жилых и общественных зданий следует определять в соответствии с п. 7.3 СП 256.1325800.2016.

5.7 Расчет нагрузок осветительных установок наружного освещения следует определять в соответствии с п. 7.5. СП 323.1325800.2017.

5.8. Электрические нагрузки наружного освещения улиц и площадей следует определять согласно СП52.13330.2016 и [7].

5.9. Электрические нагрузки взаиморезервируемых линий (трансформаторов) при ориентировочных расчетах следует определять умножением суммы расчетных нагрузок линий (трансформаторов) на коэффициент 0,9.

5.10. Для реконструируемых электрических сетей в районах сохраняемой жилой застройки при отсутствии существенных изменений в степени ее электрификации (например, не предусматривается централизованный переход на электропищеприготовление) расчетные электрические нагрузки допускается принимать по фактическим данным.

5.11. Расчетную электрическую нагрузку городских потребителей микрорайона при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий или помещений, наружного освещения, опор двойного назначения, электрозаправочных станций, неинтегрированных в жилые и общественные здания, дорожных светофоров, архитектурной подсветки, освещения надземных и подземных переходов, освещения спортивных площадок, лифтовых установок надземных и подземных переходов, торговых павильонов и киосков, общественных туалетов и т.д.) P_p , кВт, следует определять по формуле:

$$P_p = P_{зд.макс} + K_1 \cdot P_{зд1} + K_2 \cdot P_{зд2} + \dots + K_n \cdot P_{здn} + \\ + K_{но} \cdot P_{но} + K_{одвн} \cdot P_{одвн} + P_{рээс} + K_{свф} \cdot P_{свф} + \\ + K_{ап} \cdot P_{ап} + K_{опп} \cdot P_{опп} + K_{осп} \cdot P_{осп} + K_{луп} \cdot P_{луп} + K_{тпк} \cdot P_{тпк} + K_{от} \cdot P_{от}$$

где

$P_{зд.макс}$ - максимальная из нагрузок зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{зд1} \dots P_{здn}$ - расчетные электрические нагрузки всех зданий, кроме здания с наибольшей нагрузкой $P_{зд.макс}$, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{но}$ - расчетные электрические нагрузки наружного освещения;

$P_{одвн}$ - расчетные электрические нагрузки опор двойного назначения;

$P_{рээс}$ - расчетные электрические нагрузки зарядных станций и пунктов зарядки для электромобилей, неинтегрированных в жилые и общественные здания ($P_{рээс}$), следует определять в соответствии с п. 5.2, кВт;

$P_{свф}$ - расчетные электрические нагрузки дорожных светофоров;

$P_{ап}$ - расчетные электрические нагрузки архитектурной подсветки;

$P_{опп}$ - расчетные электрические нагрузки освещения надземных и подземных переходов;

$P_{осп}$ - расчетные электрические нагрузки освещения спортивных площадок;

$P_{луп}$ - расчетные электрические нагрузки лифтовых установок надземных и подземных переходов;

$P_{тпк}$ - расчетные электрические нагрузки торговых павильонов и киосков;

$P_{от}$ - расчетные электрические нагрузки общественных туалетов;

K_1, K_2, K_n - коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке $P_{зд.макс}$, следует определять в соответствии с таблицей 7.13 СП 256.1325800.2016;

Коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок, неинтегрированных в общественные здания и жилые дома, следует определять в соответствии с таблицей 5.1:

$K_{но}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок наружного освещения;

$K_{одвн}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок опор двойного назначения;

$K_{свф}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок дорожных светофоров;

$K_{ап}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок архитектурной подсветки;

$K_{\text{опп}}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок освещения надземных и подземных переходов;

$K_{\text{осп}}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок освещения спортивных площадок;

$K_{\text{луп}}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок лифтовых установок надземных и подземных переходов;

$K_{\text{тпк}}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок торговых павильонов и киосков;

$K_{\text{от}}$ - коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок общественных туалетов.

Таблица 5.1

Коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок неинтегрированных общественных зданий и жилых домов

Наименование объекта	Коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок		
	жилые здания	общественные здания	При смешанной нагрузке
наружное освещение	1	0,95	0,97
опора двойного назначения	0,75	0,72	0,68
дорожный светофор	1,0	0,95	0,97
архитектурная подсветка	1,0	0,95	0,97
освещение надземных и подземных переходов	1,0	0,95	0,97
освещение спортивных площадок	1,0	0,95	0,97
лифтовые установки надземных и подземных переходов	0,87	0,83	0,85
торговые павильоны и киоски	0,92	0,86	0,88
общественные туалеты	0,51	0,83	0,65

5.11.1 Расчет нагрузок осветительных установок наружного освещения $P_{\text{но}}$ следует определять в соответствии с п. 7.5. СП 323.1325800.2017.

5.11.2 Расчетные электрические нагрузки опор двойного назначения $P_{\text{опр}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{опр}} = K_{\text{с.опр}} \cdot P_{\text{н.опр}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.опр}}$ - номинальная мощность опоры двойного назначения, кВт;

$K_{\text{с.опр}}$ - коэффициент спроса опор двойного назначения, принимаемый по таблице 5.2;

n - число опор двойного назначения.

Таблица 5.2

Коэффициент спроса опор двойного назначения

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе опор
----------------------	-----------------------------------

	двойного назначения			
опора двойного назначения	1	2-3	4-6	7-10
	0,97	0,91	0,88	0,72

5.11.3 Расчетные электрические нагрузки дорожных светофоров $P_{\text{свф}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{свф}} = K_{\text{с.свф}} \cdot P_{\text{н.свф}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.свф}}$ - номинальная мощность дорожного светофора, кВт;

$K_{\text{с.свф}}$ - коэффициент спроса дорожных светофоров, принимаемый по таблице 5.3;

n - число дорожных светофоров.

Таблица 5.3

Коэффициент спроса дорожных светофоров

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе дорожных светофоров			
дорожный светофор	1	2-4	5-9	10-15
	1,0	0,97	0,95	0,93

5.11.4 Расчетные электрические нагрузки архитектурной подсветки зданий (строений, сооружений) $P_{\text{ап}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{ап}} = K_{\text{с.ап}} \cdot P_{\text{н.ап}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.ап}}$ - номинальная мощность архитектурной подсветки, кВт;

$K_{\text{с.ап}}$ - коэффициент спроса архитектурной подсветки, принимаемый по таблице 5.4;

n - число зданий (строений, сооружений) с архитектурной подсветкой.

Таблица 5.4

Коэффициент спроса архитектурной подсветки

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе зданий (строений, сооружений) с архитектурной подсветкой			
архитектурная подсветка	1	2-4	5-9	10-15
	1,0	0,95	0,93	0,91

5.11.5 Расчетные электрические нагрузки освещения надземных и подземных переходов $P_{\text{онпп}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{онпп}} = K_{\text{с.онпп}} \cdot P_{\text{н.онпп}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.онпп}}$ - номинальная мощность освещения надземного и подземного перехода, кВт;

$K_{\text{с.онпп}}$ - коэффициент спроса освещения надземных и подземных переходов, принимаемый по таблице 5.5 и таблице 5.6;

n - число надземных и подземных переходов.

Таблица 5.5

Коэффициент спроса освещения подземных переходов

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе подземных переходов			
подземный переход	1	2	3	4
	1	0,97	0,95	0,93

Таблица 5.6

Коэффициент спроса освещения надземных переходов

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе надземных переходов			
надземный переход	1	2	3	4
	0,85	0,75	0,67	0,55

5.11.6 Расчетные электрические нагрузки лифтовых установок надземных и подземных переходов $P_{\text{луп}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{луп}} = K_{\text{с.луп}} \cdot P_{\text{н.луп}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.луп}}$ - номинальная мощность лифтовой установки надземных и подземных переходов, кВт;

$K_{\text{с.луп}}$ - коэффициент спроса лифтовых установок надземных и подземных переходов, принимаемый по таблице 5.7;

n - число лифтовых установок надземных и подземных переходов.

Таблица 5.7

Коэффициенты спроса для лифтовых установок надземных и подземных переходов

	Число лифтовых установок	Коэффициент спроса лифтовых установок надземных и подземных переходов
1	1-2	0,76
2	3-4	0,63
3	5-6	0,58

5.11.7 Расчетные электрические нагрузки освещения спортивных площадок $P_{\text{осп}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{осп}} = K_{\text{с.осп}} \cdot P_{\text{н.осп}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.осп}}$ - номинальная мощность освещения спортивной площадки, кВт;

$K_{\text{с.осп}}$ - коэффициент спроса освещения спортивных площадок, принимаемый по таблице 5.8;

n - число спортивных площадок.

Таблица 5.8

Коэффициент спроса освещения спортивных площадок

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе спортивных площадок			
спортивная площадка	1	2	3	4
	1	0,95	0,90	0,85

5.11.8 Расчетные электрические нагрузки торговых павильонов и киосков $P_{\text{тпк}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{тпк}} = K_{\text{с.тпк}} \cdot P_{\text{н.тпк}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.тпк}}$ - номинальная мощность торгового павильона, киоска, кВт;

$K_{\text{с.тпк}}$ - коэффициент спроса торговых павильонов и киосков, принимаемый по таблице 5.9;

n - число торговых павильонов и киосков.

Таблица 5.9

Коэффициент спроса павильонов и киосков

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе павильонов и киосков			
павильоны, киоски	1-2	3-6	7-9	10-15
	1	0,96	0,89	0,83

5.11.9 Расчетные электрические нагрузки общественных туалетов $P_{\text{от}}$, кВт, следует определять по формуле:

$$P_{\text{от}} = K_{\text{с.от}} \cdot P_{\text{н.от}} \cdot n,$$

где

$P_{\text{н.от}}$ - номинальная мощность общественного туалета, кВт;

$K_{\text{с.от}}$ - коэффициент спроса общественных туалетов по таблице 5.10;

n - число общественных туалетов.

Таблица 5.10

Коэффициент спроса общественных туалетов

Наименование объекта	Коэффициент спроса при числе общественных туалетов			
общественный туалет	1-2	3-4	5-6	7-8
	0,97	0,93	0,88	0,77

6 Схемы электрических сетей напряжения до 0,4 кВ включительно

6.1 Надежность электроснабжения городских потребителей обеспечивается выполнением настоящего свода правил.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на категории в соответствии с требованиями главы 1.2 [1].

6.2 При рассмотрении уровней надежности электроснабжения коммунально-бытовых потребителей к соответствующей категории относятся либо отдельные электроприемники, либо группы электроприемников.

6.3 Построение городской электрической сети по условиям обеспечения необходимой надежности электроснабжения потребителей выполняется применительно к основной массе электроприемников рассматриваемого района города. При наличии отдельных электроприемников более высокой категории, или особой группы первой категории, этот принцип построения сетей дополняется необходимыми мерами по созданию требуемой надежности электроснабжения этих электроприемников.

6.4 Схема распределительной сети выполняется таким образом, чтобы секции сборных шин не включались в нормальном и послеаварийном режимах на параллельную работу через указанную сеть.

6.5 Требования к надежности электроснабжения должны определяться в точках разделения балансовой принадлежности между конкретным потребителем, общекоммунальным хозяйством и сетевой (ресурсоснабжающей) организацией.

6.6 Электроприемники коммунально-бытовых потребителей не имеют в своем составе электроприемников, относящихся к особой группе первой категории. При наличии таких электроприемников в составе городских потребителей их электроснабжение выполняется индивидуально.

При построении сети требования к надежности электроснабжения отдельных электроприемников более высокой категории не распространяются на все остальные электроприемники.

6.7 Категорирование электроприемников уникальных зданий и сооружений (крупнейшие театры, цирки, концертные залы, дворцы спорта и др.), зданий центральных правительственных учреждений, а также требования к надежности их электроснабжения могут определяться по местным условиям.

6.8 К первой категории относятся 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.

6.9 Ко второй категории относятся 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.

6.10 К третьей категории относятся все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

6.11 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.

6.12 Электроприемники второй категории в нормальных режимах 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.

6.13 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.

6.14 Требования к надежности электроснабжения промышленных предприятий и предприятий связи, находящихся на территории города, определяются с учетом требований [1] и отраслевых нормативных документов.

6.15 В обоснованных случаях распределительные сети используются для совместного питания городских коммунально-бытовых и промышленных потребителей. При технико-экономических обоснованиях возможно сооружение питающих сетей для самостоятельного электроснабжения отдельных крупных потребителей.

6.16 Нагрузочная способность линий и трансформаторов определяется принятым способом построения распределительной сети, расчетными режимами ее работы, с учетом перегрузочной способности оборудования и кабелей в послеаварийном режиме.

6.17 Для потребителей третьей категории при петлевой, замкнутой и радиальной схемах распределительных сетей применяются ТП с одним трансформатором.

6.18 Основным принципом построения распределительной сети для электроснабжения электроприемников первой категории является двухлучевая схема с двусторонним питанием при условии подключения взаимно резервирующих линий к разным независимым источникам питания. При этом на шинах 0,4 кВ двухтрансформаторных ТП и непосредственно у потребителя (при наличии электроприемников первой категории) предусматривается АВР.

В обоснованных случаях питание электроприемников первой категории по сети 0,4 кВ выполняется от разных ТП, присоединенных к разным независимым источникам. При этом предусматриваются необходимые резервы в пропускной способности элементов системы в зависимости от нагрузки электроприемников первой категории.

6.19 Основным принципом построения распределительной сети для электроприемников второй категории является сочетание петлевых схем, обеспечивающих двустороннее питание каждой ТП, и радиальных схем 0,4 кВ для питания, потребителей. При этом линии 0,4 кВ в радиальных схемах присоединяются к одной или разным ТП.

При условии обслуживания указанных сетей 0,4 кВ электроснабжающей организацией применяется параллельная работа трансформаторов на напряжении 0,4 кВ по полузамкнутой схеме или иным применяемым схемам.

Применение автоматизированных схем (двухлучевых и др.) для питания электроприемников второй категории может рассматриваться, если их применение приводит к увеличению приведенных затрат на сооружение сети не более, чем на 5%.

6.20 Основным принципом построения распределительной для электроприемников третьей категории является применение радиальных линий 0,4 кВ к потребителям. При применении воздушных линий электропередачи для питания электроприемников третьей категории резервирование линий может не предусматриваться. При применении в сети 0,4 кВ кабельных линий должна учитываться возможность использования временных шланговых кабелей.

Для агломераций городов, крупнейших и крупных городов при применении кабельных линий электропередач 0,4 кВ предусматривать полное резервирование для питания электроприемников третьей категории.

6.21 Для электроснабжения районов с электроприемниками первой и второй категории приоритетным является применение комбинированной петлевой двухлучевой схемы с двухсторонним питанием.

6.22 Для жилых и общественных зданий с электрическими плитами, а также всех зданий высотой 9 этажей и более при питании от однотрансформаторных ТП предусматривается резервирование по сети 0,4 кВ от других ТП.

6.23 Допускаемая перегрузка трансформаторов принимается согласно методике, приведенной в ГОСТ 14209:

- для резервируемых распределительных сетей 0,4 кВ - аварийная - до 1,7-1,8 номинальной мощности;
- для нерезервируемых распределительных сетей 0,4 кВ - систематическая - до 1,5 номинальной мощности.

Способность кабелей к режимам перегрузки принимается в соответствии с указаниями [1].

7 Требования к устройству и защите воздушных и кабельных линий

7.1 Общие требования

7.1.1 Релейная защита и автоматика в городских электрических сетях должна выполняться с учетом требований [1].

7.1.2 Устройства релейной защиты и автоматики в городских распределительных сетях должны выполняться на переменном оперативном токе и, в обоснованных случаях, на выпрямленном токе. Эти устройства должны выполняться по наиболее простым и надежным схемам с минимальным количеством аппаратуры.

7.1.3 Для защиты элементов сетей напряжением до 0,4 кВ применяются закрытые плавкие предохранители

7.1.4 При параллельной работе трансформаторов через сеть 0,4 кВ в точках токораздела петлевых линий следует устанавливать предохранители с номинальным током на одну-две ступени меньше в зависимости от значения тока КЗ, чем номинальный ток головных предохранителей петлевых линий в ТП.

7.1.5 При двухлучевых (многолучевых) схемах сетей с АВР на напряжении 0,4 кВ параллельная работа трансформаторов через сеть 0,4 кВ не допускается.

7.1.6 Линии до 0,4 кВ в сетях с глухим заземлением нейтрали должны быть проверены, согласно требованиям гл. 1.7 [1], на обеспечение надежного автоматического отключения поврежденного участка при однофазных коротких замыканиях.

7.1.7 При проверке кабельных линий по допустимому длительному току должны быть учтены поправочные коэффициенты: на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле, на допустимую перегрузку в послеаварийном режиме, фактическую температуру среды, тепловое сопротивление грунта и на отличие номинального напряжения кабеля от номинального напряжения сети.

7.1.8 В городских электрических сетях должны предусматриваться технические мероприятия для обеспечения выполнения требований ГОСТ 32144 к качеству электрической энергии.

7.1.9 Расчет электрических сетей на отклонение напряжения производится для режимов максимальных и минимальных нагрузок. При отсутствии необходимых данных допускается принимать нагрузку в минимальном режиме в пределах 25-30 % максимальной.

При разнородном составе потребителей следует также производить расчет сети для промежуточного уровня нагрузок в утренние и дневные часы суток.

7.1.10 Предварительный выбор сечений проводов и кабелей допускается производить исходя из средних значений предельных потерь напряжения в нормальном режиме в сетях 0,4 кВ (от ТП до вводов в здания) и в сетях выше 1 кВ (от ЦП до ТП) не более 4-6 %.

Большие значения относятся к линиям, питающим здания с меньшей потерей напряжения во внутридомовых сетях (малоэтажные и односекционные здания), меньшие значения - к линиям, питающим здания с большей потерей напряжения во внутридомовых сетях (многоэтажные многосекционные жилые здания, крупные общественные здания и учреждения).

7.1.11 Сети должны проверяться в соответствии с ГОСТ 32144 в части колебания напряжения и фликера при пуске электродвигателей, а также по условию их самозапуска.

7.1.12 Потребители, электроприемники которых ухудшают качество электрической энергии, должны предусматривать соответствующие мероприятия по компенсации своего влияния, в том числе установку фильтров или стабилизирующих устройств в комплексе с электроприемниками потребителей, а также равномерному распределению нагрузки однофазных электроприемников по фазам.

7.1.13 Компенсация реактивной нагрузки промышленных и приравненных к ним потребителей выполняется с учетом требований [6] на основании технико-экономического обоснования ее целесообразности в процессе проектирования.

Условия компенсации реактивной нагрузки жилых и общественных зданий, местных и центральных тепловых пунктов, насосных, котельных и других потребителей, предназначенных для обслуживания жилых и общественных зданий, расположенных в микрорайонах, определяются в соответствии с требованиями СП 256.1325800, [6].

7.2 Требования к устройству и защите воздушных линий

7.2.1 При пересечении, параллельном прохождении и сближении ВЛИ до 1 кВ и ВЛ классов напряжений свыше 1 кВ расстояния между ними принимается с учетом условий, указанных в [1].

7.2.1.1 Угол пересечения ВЛИ с ВЛ (воздушными линиями с защищенными проводами, далее ВЛЗ) выше 1 кВ между собой не нормируется.

7.2.1.2 Место пересечения выбирается по возможности ближе к опоре верхней (пересекающей) ВЛ (ВЛЗ). Расстояния от проводов нижней (пересекаемой) ВЛИ до опор верхней (пересекающей) ВЛ по горизонтали и от проводов верхней (пересекающей) ВЛ до опор нижней (пересекаемой) ВЛИ в свету необходимо не менее 0,5 м.

Допускается выполнение пересечений ВЛИ с ВЛ и ВЛЗ на общей опоре.

7.2.1.3 В городах и поселках городского типа допускается прохождение ВЛИ или ВЛ с изолированными проводами напряжением до 1 кВ над проводами ВЛ напряжением до 20 кВ.

7.2.1.4 Расстояние по вертикали между ближайшими проводами пересекающей ВЛЗ и пересекаемой ВЛИ при температуре воздуха плюс 15 °С без ветра необходимо не менее 1 м.

7.2.2 При пересечении, сближении, совместной подвески ВЛИ с линиями связи (ЛС), проводного вещания (ЛПВ) расстояния между ними принимается с учетом пунктов 2.4.71-2.4.89 [1].

7.2.3 Совместная подвеска проводов ВЛИ до 1 кВ и неизолированных проводов ВЛ напряжением до 20 кВ на общих опорах допускается при соблюдении следующих условий:

- ВЛИ до 1 кВ выполняются по расчётным климатическим условиям ВЛ до 20 кВ;
- провода ВЛ до 20 кВ располагаются выше проводов ВЛИ до 1 кВ;
- расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений на общей опоре, а также в середине пролёта при температуре окружающего воздуха плюс 15 °С без ветра необходимо не менее 2,0 м;
- крепление проводов высшего напряжения на штыревых изоляторах необходимо выполнить двойным.

7.2.4 При подвеске на общих опорах проводов ВЛИ до 1 кВ и ВЛЗ соблюдаются следующие требования:

- ВЛИ до 1кВ выполняются по расчётным климатическим условиям ВЛЗ;
- провода ВЛЗ располагаются выше проводов ВЛИ;
- расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛЗ и проводами ВЛИ до 1 кВ на общей опоре и в пролёте при температуре окружающего воздуха плюс 15 °С без ветра необходимо не менее 0,4 м;
- крепление проводов высшего напряжения на штыревых изоляторах выполняется усиленным.

7.2.5 При совместной подвеске на общих опорах двух или более ВЛИ расстояние между жгутами СИП должно быть не менее 0,3 м.

7.2.6 На опорах ВЛИ допускается подвеска кабелей волоконно-оптической линии связи для передачи информации с использованием размещаемого на элементах ВЛ оптического кабеля (ОК), проводов линий связи (ЛС). Расстояние от неметаллических самонесущих оптических кабелей (ОКСН) до поверхности земли для населённой и ненаселённой местности необходимо не менее 5 м.

Расстояние между проводами ВЛИ до 1 кВ и ОКСН на опоре и в пролёте необходимо не менее 0,4 м.

7.2.7 При подвеске на общих опорах проводов ВЛИ до 1 кВ и ЛС и ЛПВ соблюдаются следующие требования:

- провода ВЛИ до 1 кВ рекомендуется располагать над проводами ЛС и ЛПВ;
- расстояние по вертикали от СИП до верхнего провода ЛС (ЛПВ) независимо от их взаимного расположения необходимо не менее 0,5 м на опоре и в пролёте.

Провода ВЛИ, ЛС и ЛПВ рекомендуется располагать по разным сторонам опоры.

7.2.8 В городах и посёлках городского типа провода вновь строящихся ЛС и ЛПВ в исключительных случаях допускается располагать над проводами ВЛИ до 1кВ.

7.2.9 ВЛИ в населённой местности рекомендуется прокладывать по двум сторонам улиц. Допускается их прохождение по одной стороне улицы при соблюдении габарита пересечения проезжей части при выполнении ответвлений ВЛИ к вводам в здания.

7.2.10 Расстояние по вертикали от проводов ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц принимается не

менее 5 м. Оно может быть уменьшено в труднодоступной местности до 2,5 м и в недоступной (склоны гор, скалы, утесы) — до 1 м.

При пересечении непроезжей части улиц ответвлениями от ВЛИ к вводам в здания расстояния от СИП до тротуаров пешеходных дорожек допускается уменьшить до 3,5 м.

Расстояние от СИП и изолированных проводов до поверхности земли на ответвлениях к вводу принимается не менее 2,5 м.

Расстояние от неизолированных проводов до поверхности земли на ответвлениях к вводам необходимо не менее 2,75 м.

7.2.11 Расстояние по горизонтали от СИП при наибольшем их отклонении до элементов зданий и сооружений необходимо не менее:

1,0 м — до балконов, террас и окон;

0,2 м — до глухих стен зданий, сооружений.

7.2.12 При пересечении и параллельном прохождении ВЛИ с железными и автомобильными дорогами выполняются требования, изложенные в гл. 2.5 [1].

Пересечения могут выполняться также при помощи кабельной вставки в ВЛ.

7.2.13 При сближении ВЛИ с автомобильными дорогами расстояние от проводов ВЛ до дорожных знаков и их несущих тросов необходимо не менее 1 м. Несущие тросы заземляются с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом.

7.2.14 При пересечении и сближении ВЛИ с контактными проводами и несущими тросами трамвайных и троллейбусных линий выполняются следующие требования:

- ВЛИ располагаются вне зоны, занятой сооружениями контактных сетей, включая опоры.

В этой зоне опоры ВЛИ устанавливаются анкерного типа;

- провода ВЛИ располагаются над несущими тросами контактных проводов. Провода ВЛИ используются многопроволочными с сечением не менее: несущая жила СИП — 35 мм², сечение жилы СИП со всеми несущими проводниками жгута — не менее 25 мм². Соединение проводов ВЛ в пролетах пересечения исключается;

- расстояние от проводов ВЛИ при наибольшей стреле провеса необходимо не менее 8 м до головки рельса трамвайной линии и 10,5 м до проезжей части улицы в зоне троллейбусной линии.

При этом во всех случаях расстояние от проводов ВЛИ до несущего троса или контактного провода необходимо не менее 1,5 м;

- пересечение ВЛИ с контактными проводами в местах расположения поперечин запрещается;

- совместная подвеска на опорах троллейбусных линий контактных проводов и проводов ВЛИ напряжением не более 0,4 кВ допускается при соблюдении следующих условий: опоры троллейбусных линий обеспечиваются механической прочностью, достаточной для подвески проводов ВЛИ, расстояние между проводами ВЛИ и кронштейном или устройством крепления несущего троса контактных проводов необходимо не менее 1,5 м.

7.2.15 При пересечении и сближении ВЛИ с канатными дорогами и надземными металлическими трубопроводами выполняются следующие требования:

- ВЛИ должна проходить под канатной дорогой; прохождение ВЛИ над канатной дорогой запрещается;

- канатные дороги оборудуются снизу мостками или сетками для ограждения проводов ВЛИ;

- при прохождении ВЛИ под канатной дорогой или под трубопроводом провода ВЛИ находятся от них на расстоянии: не менее 1 м — при наименьшей стреле провеса проводов до мостков или ограждающих сеток канатной дороги или до трубопровода; не менее 1 м — при наибольшей стреле провеса и наибольшем отклонении проводов до элементов канатной дороги или до трубопровода;

- при пересечении ВЛИ с трубопроводом расстояние от проводов ВЛИ при их наибольшей стреле провеса до элементов трубопровода необходимо не менее 1 м. Опоры ВЛИ, ограничивающие пролет пересечения с трубопроводом, устанавливаются анкерного типа. Трубопровод в пролете пересечения заземляется, сопротивление заземлителя — не более 10 Ом;

- при параллельном следовании ВЛИ с канатной дорогой или трубопроводом расстояние по горизонтали от проводов ВЛИ до канатной дороги или трубопровода необходимо не менее высоты опоры, а на стесненных участках трассы при наибольшем отклонении проводов — не менее 1 м.

7.2.16 Прохождение ВЛИ допускается по территориям школ (общеобразовательных и интернатов), технических училищ, детских дошкольных учреждений (детских яслей, детских садов, детских комбинатов), детских домов, а также по территориям детских оздоровительных лагерей при условии, что нейтральный проводник СИП изолирован, а полная его проводимость не менее проводимости линейного проводника СИП.

Необходимо соблюдать охранные зоны в соответствии с [4].

7.2.17 Для выполнения требований техники безопасности при проведении технического обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации ВЛИ проектом определяются места установки специальных ответвительных зажимов на линейных и PEN-проводниках линии для присоединения приборов контроля напряжения, закорачивания и наложения переносного заземления. При необходимости, предусматривается установка стационарных устройств закорачивания и заземления, не требующих использования переносных заземлений.

7.2.18 На опорах ВЛИ выполняются заземляющие устройства, предназначенные для повторного заземления, защиты от грозовых перенапряжений, заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛИ. Необходимо, чтобы сопротивление заземляющего устройства было не более 30 Ом.

7.2.19 Металлические опоры, металлические конструкции и арматура железобетонных элементов опор присоединяются к PEN-проводнику.

7.2.20 На железобетонных опорах PEN-проводник присоединяется к арматуре железобетонных стоек и подкосов опор.

7.2.21 Крюки и штыри деревянных опор ВЛИ, а также металлических и железобетонных опор при подвеске на них СИП с изолированным несущим проводником или со всеми несущими проводниками жгута заземлению не подлежат, за исключением крюков и штырей на опорах, где выполнены повторные заземления и заземления для защиты от атмосферных перенапряжений.

7.2.22 Крюки, штыри и арматура опор ВЛИ, ограничивающих пролет пересечения, а также опор, на которых производится совместная подвеска, заземляются.

7.2.23 Защитные аппараты, устанавливаемые на опорах ВЛИ для защиты от грозовых перенапряжений, присоединены к заземлителю отдельным спуском.

7.2.24 Соединение заземляющих проводников между собой, присоединение их к верхним заземляющим выпускам стоек железобетонных опор, к крюкам и кронштейнам, а также к заземляемым металлоконструкциям и к заземляемому электрооборудованию, установленному на опорах ВЛИ, выполняются сваркой или болтовыми соединениями.

Присоединение заземляющих проводников (спусков) к заземлителю в земле также должно выполняться сваркой или иметь болтовые соединения.

7.2.25 В населенной местности с одно- и двухэтажной застройкой ВЛИ предусмотрены заземляющие устройства, предназначенные для защиты от атмосферных перенапряжений.

Необходимо, чтобы сопротивления этих заземляющих устройств было не более 30 Ом, а расстояния между ними было не более 200 м для районов с числом грозových часов в году до 40, 100 м — для районов с числом грозových часов в году более 40.

Кроме того, заземляющие устройства выполняются:

- на опорах с ответвлениями к вводам в здания, в которых может быть сосредоточено большое количество людей (школы, ясли, больницы) или которые представляют большую материальную ценность (животноводческие и птицеводческие помещения, склады);

- на концевых опорах линий, имеющих ответвления к вводам, при этом наибольшее расстояние от соседнего заземления этих же линий необходимо не более 100 м для районов с числом грозových часов в году до 40 и 50 м — для районов с числом грозových часов в году более 40.

7.2.26 Заземляющие устройства защиты от грозových перенапряжений рекомендуется совмещать с повторным заземлением PEN-проводника.

7.2.27 Требования к заземляющим устройствам и защитным проводникам приведены в ГОСТ Р 50571.5.54. В качестве заземляющих проводников на опорах ВЛИ допускается применять круглую сталь, имеющую антикоррозионное покрытие диаметром не менее 6 мм.

7.2.28 На нулевом проводе для повторного заземления предусматриваются ответвительные зажимы. Присоединение к заземляющему спуску опор рекомендуется выполнять с применением специальных гибких проводников.

Металлические элементы кронштейнов и крюков ВЛИ обеспечивают возможность болтового присоединения проводников повторного заземления в соответствии с требованием [1].

7.2.29 Соединения ответвлений от ВЛИ к вводам абонентов осуществляются с применением ответвительных прокалывающих герметичных зажимов, соединение жил СИП в пролёте ответвления к вводу не допускается.

7.2.30 Защиту ВЛИ от перенапряжений необходимо выполнять во всех случаях, предусмотренных [1].

При выборе мер защиты от перенапряжений ВЛИ необходимо предусматривать установку на фазных проводах магистрали и абонентских ответвлений УЗИП, УЗПН (ОПН). ОПН на ВЛИ устанавливаются во всех точках заземления PEN проводника, в начале и конце каждой линии, на линейных ответвлениях и при переходе ВЛИ в кабельную линию.

7.2.31 Установка абонентских ОПН без установки ОПН на линии и на ТП исключается.

7.3 Требования к устройству и защите кабельных линий

7.3.1 Кабельные линии выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70819, п. 6.4 СП 76.13330.2016.

В процессе монтажа и эксплуатации исключается возникновение в кабельных линиях опасных механических напряжений и повреждений, для чего:

- кабели укладываются с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены; укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается;

- кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям и т.п., жестко закрепляются в конечных точках, непосредственно у концевых заделок, с обеих сторон изгибов и у соединительных и стопорных муфт;

- кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, закрепляются так, чтобы была предотвращена деформация оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственного веса кабелей;

- конструкции, на которые укладываются небронированные кабели, выполняются таким образом, чтобы была исключена возможность механического повреждения оболочек кабелей; в местах жесткого крепления оболочки этих кабелей предохраняются от механических повреждений и коррозии при помощи эластичных прокладок;

- кабели (в том числе бронированные), расположенные в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), защищаются по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле;

- при прокладке кабелей рядом с другими кабелями, находящимися в эксплуатации, принимаются меры для предотвращения повреждения последних;

- кабели прокладываются на расстоянии от нагретых поверхностей, предотвращающем нагрев кабелей выше допустимого, при этом предусматривается защита кабелей от прорыва горячих веществ в местах установки задвижек и фланцевых соединений;

- при размещении кабелей избегается перекрещивание их между собой и с трубопроводами.

7.3.2 Необходимо, чтобы радиусы внутренней кривой изгиба кабелей имели по отношению к их наружному диаметру кратности не менее указанных в стандартах или технических условиях на соответствующие марки кабелей.

7.3.3 Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией разрешается прокладывать без ограничения разности уровней по трассе прокладки, в том числе и на вертикальных участках.

7.3.4 При прокладке кабелей принимаются меры по защите их от механического повреждения.

Допустимые усилия при тяжении кабелей по трассе прокладки должны быть не более рассчитанных по формуле 9 пункта 10.4 ГОСТ 34834–2022, а допустимая напряженность составлять 30 Н/мм – для алюминиевых жил и 50 Н/мм – для медных жил.

7.3.5 Кабельные линии в траншеях прокладывают на глубину от планировочной отметки – не менее 0,7 м; для пахотных земель, при пересечении улиц и площадей – не менее 1 м.

Допускается уменьшение глубины до 0,5 м на участках длиной до 5 м при вводе линий в здания, а также в местах пересечения их с подземными сооружениями при условии защиты кабелей от механических повреждений.

7.3.6 Кабели на всем протяжении защищены от механических повреждений кирпичом, плитами ПЗК или сигнальными пластмассовыми лентами согласно [1] (п. 2.3.83), допускается применение сертифицированных пластиковых плит.

При прокладке взаиморезервирующих кабелей они разносятся по разным трассам, т.е. в разных траншеях с расстоянием между траншеями не менее 1 м или прокладывают кабели в одной траншее с расстоянием между группами кабелей не менее 1м. В стесненных условиях, например для объектов городской инфраструктуры, допускается прокладка взаиморезервирующих кабельных линий в одной траншее с уменьшением расстояний между ними [1] (п. 2.3.86), при условии защиты кабелей от повреждений, могущих возникнуть при КЗ в одном из кабелей.

7.3.7. При параллельной прокладке кабельных линий расстояние по горизонтали в свету между кабелями необходимо не менее значений, приведенных в 2.3.86 [1].

7.3.8 При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов деревьев необходимо, как правило, не менее 2 м. Допускается по согласованию с организацией, в ведении которой находятся зеленые насаждения, уменьшение этого расстояния при условии прокладки кабелей в трубах, проложенных путем подкопки.

При прокладке кабелей в пределах зеленой зоны с кустарниковыми посадками указанные расстояния допускается уменьшить до 0,75 м.

7.3.9 При прокладке кабельной линии параллельно с теплопроводом расстояние в свету между кабелем и стенкой канала теплопровода необходимо не менее 2 м или теплопровод на всем участке сближения с кабельной линией имеет такую теплоизоляцию, чтобы дополнительный нагрев земли теплопроводом в месте прохождения кабелей в любое время года не превышал 10 °С.

7.3.10 При прокладке кабельной линии параллельно с трамвайными путями расстояние от кабеля до оси трамвайного пути необходимо не менее 2,75 м. В стесненных условиях допускается уменьшение этого расстояния при условии, что кабели на всем участке сближения будут проложены в изолирующих блоках или трубах, указанных в 7.3.14.

7.3.11 При прокладке кабельной линии параллельно с автомобильными дорогами категорий I и II кабели прокладываются с внешней стороны кювета или подошвы насыпи на расстоянии не менее 1 м от бровки или не менее 1,5 м от бордюрного камня. Уменьшение указанного расстояния допускается в каждом отдельном случае по согласованию с соответствующими управлениями дорог.

7.3.12 Устройство кабельных конструкций и прокладка кабельных линий в кабельных сооружениях и коллекторах (в т.ч. коммуникационных) выполняется в соответствии с требованиями СП 265.1325800.2016.

При прокладке в кабельных сооружениях, коллекторах и производственных помещениях используются кабели не распространяющие горения в соответствии с требованиями ГОСТ 31565. Металлические оболочки и броня кабеля, имеющие несгораемое антикоррозионное (например, гальваническое) покрытие, выполненное на предприятии-изготовителе, не подлежат окраске антикоррозионными покрытиями после монтажа. На всех кабелях в кабельных сооружениях выполняются огнезащитные мероприятия.

7.3.13 Расстояние в свету от кабеля, проложенного непосредственно в земле, до фундаментов зданий и сооружений предусматривается не менее 0,6 м. Прокладка кабелей непосредственно в земле под фундаментами зданий и сооружений исключается. При прокладке транзитных кабелей в подвалах и технических подпольях жилых и общественных зданий руководствуются СП 256.1325800.2016.

7.3.14 Трубы для прокладки кабелей в трубах и кабельных блоках соответствуют требованиям ГОСТ Р МЭК 61386.1, ГОСТ Р МЭК 61386.24.

Трубы с проложенными кабелями герметизируют путем установки уплотнителей промышленного изготовления, заполняющих зазор между кабелем и трубой.

Прокладка труб для кабельных блоков в земле проводится открытым способом или с организацией закрытого перехода по СП 341.1325800.

При организации временной схемы электроснабжения, защиты ранее проложенных кабелей, а также проведения ремонта кабельного трубопровода следует применять разборные трубы с возможностью многократного использования.

7.3.15 Кабельные проходки через стены, перегородки и перекрытия в кабельных сооружениях и производственных помещениях необходимо осуществлять через отрезки труб, короба, отфактурованные отверстия в железобетонных конструкциях или открытые проемы. Зазоры в отрезках труб, коробах и проемах после прокладки кабелей должны быть заделаны специальным материалом, удовлетворяющим требованиям ГОСТ Р 53310, СП 2.13130. Кабельные проходки должны быть выполнены таким образом, чтобы конструкция ее позволяла в процессе эксплуатации менять ранее проложенные кабели или добавлять новые.

7.3.16 В местах прохождения кабельных каналов, коробов, кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости должны быть

предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций

Зазоры в проходах через стены допускается не заделывать, если эти стены или перегородки не нормируются в рабочей документации пределом огнестойкости.

7.3.17 Вводы кабелей в здания, кабельные сооружения и другие помещения выполняются в асбоцементных, бетонных, керамических или полимерных трубах. Необходимо, чтобы концы труб выступали в траншею из стены здания или фундамента не менее чем на 0,6 м, имели уклон в сторону траншеи и были надёжно загерметизированы. Для заделки используются специализированные изделия заводской готовности.

Выполняется восстановление гидроизоляции (стен, фундаментов) здания, кабельного сооружения и других помещений в местах закладки труб для ввода кабельных линий.

7.3.18 Кабели, проложенные горизонтально или вертикально по конструкциям, стенам и перекрытиям, жестко закрепляются в конечных точках, непосредственно у муфт, с обеих сторон изгибов, а на прямых участках - согласно проекту. Кабели однофазной конструкции, прокладываемые вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены на каждой кабельной конструкции пофазно.

Крепление кабелей выполняется таким образом, чтобы предотвратить деформацию кабелей и муфт под действием собственного веса кабеля, а также механических напряжений, возникающих при циклах «нагрев-охлаждение» и при магнитных взаимодействиях при коротких замыканиях.

Конструкции, на которые укладываются небронированные кабели, выполняются таким образом, чтобы исключалась возможность механического повреждения оболочек кабелей. В местах жесткого крепления оболочки кабелей предохраняются от механических повреждений при помощи эластичных прокладок (при этом срок службы эластичных прокладок под хомуты необходим не менее 30 лет, в противном случае необходимо осуществлять периодическую замену прокладок).

7.3.19 Монтаж концевых и соединительных муфт производится в соответствии с инструкцией по монтажу заводов-изготовителей.

7.3.20 При прокладке нескольких кабелей в траншее концы кабелей, предназначенных для последующего монтажа соединительных муфт, располагаются со сдвигом мест соединений на соседних кабелях не менее длины муфты.

При этом предусматривается запас кабеля длиной, необходимой для перемонтажа муфты, уложенный в зоне колодца змейкой.

7.3.21 При прокладке строительной длины однофазных кабелей три фазы одного кабеля принимаются одинаковой длины с учетом ступенчатого размещения соединительных муфт в одной зоне.

При прокладке одножильных (однофазных) кабелей в металлической трубе все кабели одной линии прокладываются в одной трубе.

7.3.22 Муфты монтируются в специально сооружённом кабельном шатре с соблюдением условий, указанных в заводских инструкциях.

7.3.23 Кабельную линию необходимо защищать от перенапряжений (грозовых и коммутационных) вне зависимости от протяженности. По концам кабелей необходима установка ОПН или другого оборудования, расположенных возможно ближе к концевым муфтам.

7.3.24 Кабели с металлическими оболочками или броней, а также кабельные конструкции, на которых прокладываются кабели, заземляются в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 1.7 [1].

Металлические оболочки и броня силовых и контрольных кабелей соединяются между собой, а также с металлическими корпусами муфт и металлическими опорными конструкциями гибким медным луженым проводом, в соответствии с требованиями

ГОСТ 34839. Сечение провода заземления муфт для силовых кабелей принимается согласно технической документации на муфты завода-изготовителя или при отсутствии других указаний в рабочих чертежах выбирается:

16 мм² для кабелей сечением жил до 50 мм² включительно

25 мм² « « « « 70, 95, 120 мм²

35 мм² « « « « 150, 185, 240 мм²

Примечание – По требованию заказчика допускается увеличение сечения провода заземления.

7.3.25 Если на опоре конструкции установлены наружная концевая муфта и комплект разрядников, то броня, металлическая оболочка и муфта присоединяются к заземляющему устройству разрядников. Использование в качестве заземляющего устройства только металлических оболочек кабелей в этом случае не допускается.

7.3.26 При переходе кабельной линии в воздушную (ВЛ) и при отсутствии у опоры ВЛ заземляющего устройства кабельные муфты (мачтовые) допускается заземлять присоединением металлической оболочки кабеля, если кабельная муфта на другом конце кабеля присоединена к заземляющему устройству или сопротивление заземления кабельной оболочки соответствует требованиям гл. 1.7 [1].

8 Требования к защите от поражения электрическим током

8.1 Ключевые требования к защите от поражения электрическим током принимаются согласно СП 437.1325800.2018.

8.2 Аппараты защиты по своей отключающей способности должны соответствовать максимальному значению тока КЗ в начале защищаемого участка электрической сети.

8.3 Номинальные токи плавких вставок предохранителей и токи уставок автоматических выключателей, служащих для защиты отдельных участков сети, во всех случаях следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам этих участков или по номинальным токам электроприемников, но таким образом, чтобы аппараты защиты не отключали электроустановки при кратковременных перегрузках (пусковые токи, пики технологических нагрузок, токи при самозапуске и т. п.).

8.4 В качестве аппаратов защиты применяются автоматические выключатели или предохранители. Для обеспечения требований быстродействия, чувствительности или селективности применяются устройства защиты с использованием выносных реле.

Допускается в качестве аппаратов защиты применять микропроцессорные защиты 0,4 кВ (МПЗ 0,4 кВ) для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации комплектных трансформаторных подстанций, щитов собственных нужд предприятий и других объектов.

8.5 На каждом аппарате защиты указывается надпись, обозначающая значения номинального тока аппарата, уставки расцепителя и номинального тока плавкой вставки, требующиеся для защищаемой им сети.

8.6 Электрические сети для защиты от токов короткого замыкания, обеспечиваются устройствами с наименьшим временем отключения и требованиями селективности.

Для защиты обеспечивается отключение поврежденного участка при КЗ в конце защищаемой линии: одно-, двух- и трехфазных - в сетях с глухозаземленной нейтралью; двух- и трехфазных - в сетях с изолированной нейтралью.

8.7 Аппараты защиты располагаются по возможности в доступных для обслуживания местах таким образом, чтобы была исключена возможность их механических повреждений. Установка их выполняется так, чтобы при оперировании с

ними или при их действии были исключены опасность для обслуживающего персонала и возможность повреждения окружающих предметов.

8.8 Аппараты защиты устанавливаются в местах сети, где сечение проводника уменьшается (по направлению к месту потребления электроэнергии) или где это необходимо для обеспечения чувствительности и селективности защиты.

8.9 При защите сетей предохранители устанавливаются на всех нормально незаземленных полюсах или фазах. Установка предохранителей в нулевых рабочих проводниках запрещается.

8.10 При защите сетей с глухозаземленной нейтралью автоматическими выключателями расцепители устанавливаются во всех нормально незаземленных проводниках.

При защите сетей с изолированной нейтралью в трехпроводных сетях трехфазного тока и двухпроводных сетях однофазного или постоянного тока допускается устанавливать расцепители автоматических выключателей в двух фазах при трехпроводных сетях и в одной фазе (полюсе) при двухпроводных. При этом в пределах одной и той же электроустановки защиту следует осуществлять в одних и тех же фазах (полюсах).

Расцепители в нулевых проводниках устанавливаются при условии, что при их срабатывании отключаются от сети одновременно все проводники, находящиеся под напряжением.

9 Учет электроэнергии, измерительные приборы

9.1 Учет электроэнергии

9.1.1 Учет активной и реактивной электроэнергии выполняется для определения количества энергии:

- отпущенной потребителям по линиям, отходящим от шин электростанции непосредственно к потребителям;
- отпущенной потребителям из электрической сети;
- а также обеспечивается возможность контроля за соблюдением потребителями заданных им режимов потребления и баланса электроэнергии.

9.1.2 Счетчики устанавливаются в соответствии с [2].

Под счетчиком электрической энергии понимается счетчик электрической энергии, допущенный в эксплуатацию для целей коммерческого учета электрической энергии на розничных рынках электрической энергии и (или) предоставления коммунальных услуг по электроснабжению и присоединенный к интеллектуальной системе учета.

Счетчики электрической энергии, присоединенные к интеллектуальной системе учета, передают информацию по проводным и (или) беспроводным сетям связи, а также по линиям электропередачи с применением соответствующих технологий.

9.1.3 Перечень функций интеллектуальной системы учета и требования к ним приводятся в разделе II [2].

9.1.4 Перечень функций счетчиков электрической энергии, которые присоединены к интеллектуальной системе учета, и требования к ним приводятся в разделе III [2].

9.1.5 Правила присоединения счетчиков электрической энергии к интеллектуальной системе учета и предоставления доступа к функциям такой системы приводятся в разделе IV [2].

9.1.6 Требования по защите информации, размещаемой в интеллектуальной системе учета, от несанкционированного доступа к ней при ее сборе, передаче и хранении приводятся в разделе V [2].

9.1.7 Учет активной и реактивной электроэнергии трехфазного тока производится с помощью трехфазных счетчиков.

9.1.8 Счетчики для расчета электроснабжающей организации с потребителями электроэнергии устанавливаются на границе раздела сети (по балансовой принадлежности) электроснабжающей организации и потребителя.

9.1.9 Расчетные счетчики активной и реактивной электроэнергии на подстанции энергосистемы устанавливаются для каждой отходящей линии электропередачи, принадлежащей потребителям.

Для линий до 0,4 кВ включительно во всех случаях выполняются цепи учета, сборки зажимов, а также предусматриваются места для установки счетчиков.

9.1.10 Расчетные счетчики активной и реактивной электроэнергии на подстанции, принадлежащей потребителю, устанавливаются:

- на вводе (приемном конце) линии электропередачи в подстанцию потребителя при отсутствии электрической связи с другой подстанцией энергосистемы или другого потребителя на питающем напряжении;

- на границе раздела основного потребителя и постороннего потребителя (субабонента), если от линии или трансформаторов потребителей питается еще посторонний потребитель, находящийся на самостоятельном балансе.

Для потребителей каждой тарификационной группы устанавливаются отдельные расчетные счетчики.

9.1.11 Нагрузка вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока, к которым присоединяются счетчики, должна соответствовать диапазону: минимальный предел номинальной нагрузки – номинальное значение вторичной нагрузки.

9.1.12 Цепи учета выводятся на самостоятельные сборки зажимов или секции в общем ряду зажимов. При отсутствии сборок с зажимами необходимо устанавливать испытательные блоки.

Зажимы должны обеспечивать закорачивание вторичных цепей трансформаторов тока, отключение токовых цепей счетчика и цепей напряжения в каждой фазе счетчиков при их замене или проверке, а также включение образцового счетчика без отсоединения проводов и кабелей.

Конструкция сборок и коробок зажимов расчетных счетчиков должна обеспечивать возможность их пломбирования.

9.1.13 Счетчики устанавливаются в шкафах, камерах комплектных распределительных устройствах (КРУ, КРУН), на панелях, щитах, в нишах, на стенах, имеющих жесткую конструкцию.

Счетчики должны размещаться в легко доступных для обслуживания помещениях, в достаточно свободном и не стесненном для работы месте.

Допускается размещение счетчиков в неотапливаемых помещениях и коридорах распределительных устройств электростанций и подстанций, а также в шкафах наружной установки.

Конструктивное исполнение счетчиков должно выбираться в зависимости от их места установки с учетом температуры окружающей среды и влажности в соответствии с требованиями ГОСТ 15150. Тип и конструктивное исполнение счетчиков при проектировании выбирается в соответствии с техническим заданием на основании требований эксплуатирующей организации.

9.1.14 В местах, где имеется опасность механических повреждений счетчиков или их загрязнения, или в местах, доступных для посторонних лиц (проходы, лестничные клетки и т. п.), для счетчиков должен предусматриваться запирающийся шкаф с окошком на уровне циферблата. Аналогичные шкафы должны устанавливаться также для совместного размещения счетчиков и трансформаторов тока при выполнении учета на стороне низшего напряжения (на вводе у потребителей).

9.1.15 Конструкции и размеры шкафов, ниш, щитков и т.п. должны обеспечивать удобный доступ к зажимам счетчиков и трансформаторов тока. Кроме того, должна быть обеспечена возможность удобной замены счетчика и установки его с уклоном не более 1°.

Конструкция его крепления должна обеспечивать возможность установки и съема счетчика с лицевой стороны.

9.1.16 Электропроводки и заземление счетчиков выполняется согласно требованиям [1] и СП 256.1325800.2016.

9.1.17 Для безопасной замены счетчика, непосредственно включаемого в сеть, перед каждым счетчиком должен предусматриваться коммутационный аппарат для снятия напряжения со всех фаз, присоединенных к счетчику.

После счетчика, включенного непосредственно в сеть, должен быть установлен аппарат защиты. Если после счетчика отходит несколько линий, снабженных аппаратами защиты, установка общего аппарата защиты не требуется.

Трансформаторы тока, используемые для присоединения счетчиков на напряжении до 380 В, устанавливаются после коммутационных аппаратов по направлению потока мощности.

9.2 Измерительные приборы

9.2.1 Средства измерений электрических величин должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- класс точности измерительных приборов должен быть не ниже 2,0;
- пределы измерения приборов должны выбираться с учетом возможных наибольших длительных отклонений измеряемых величин от номинальных значений.

9.2.2 Установка измерительных приборов должна производиться в пунктах, откуда осуществляется управление.

9.2.3 Измерение тока производится в цепях всех напряжений, где оно необходимо для систематического контроля технологического процесса или оборудования.

9.2.4 Измерение постоянного тока производится 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.

Амперметры постоянного тока должны иметь двусторонние шкалы, если возможно изменение направления тока.

9.2.5 В цепях переменного трехфазного тока измеряется ток во всех фазах.

9.2.6 Измерение напряжения производится:

- 1) на секциях сборных шин постоянного и переменного тока, которые могут работать раздельно.

Допускается установка одного прибора с переключением на несколько точек измерения.

На подстанциях допускается измерять напряжение только на стороне низшего напряжения, если установка трансформаторов напряжения на стороне высшего напряжения не требуется для других целей;

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

- 3) в цепях дугогасящих реакторов.

9.2.7 В трехфазных сетях производится измерение одного междуфазного напряжения.

9.2.8 В сетях переменного тока до 0,4 кВ с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока с изолированными полюсами или с изолированной средней точкой выполняется автоматический контроль изоляции, действующий на сигнал при снижении сопротивления изоляции одной из фаз (или полюса) ниже заданного значения, с последующим контролем асимметрии напряжения при помощи показывающего прибора (с переключением).

Допускается осуществлять контроль изоляции путем периодических измерений напряжений с целью визуального контроля асимметрии напряжения.

10 Основные технические требования к автоматизированным системам учета, контроля и управления

10.1 Автоматизированная система технологического управления (АСТУ)

10.1.1 К объектам АСТУ электрических сетей относятся:

- пункты секционирования;
- реклоузеры;
- распределительные пункты;
- трансформаторные подстанции;
- генераторные установки;
- электроустановки потребителей.

10.1.2 АСТУ предназначена для выполнения следующих задач:

- управление присоединениями (объектами) электрической сети с использованием устройств телеуправления и выполнение переключений при выведении поврежденных участков сети из работы;
- измерение и регистрация режимных и технологических параметров;
- мониторинг и диагностика состояния оборудования в нормальных и аварийных режимах;
- автоматическое управление переключениями при аварийном отключении элементов электрической сети;
- оптимизация режима работы электрической сети на основе расчетов с использованием динамической модели сети;
- автоматизация технологических процессов основного и вспомогательного оборудования;
- автоматизация оперативно-диспетчерских, производственно-технологических процессов.

10.1.3 Основные требования к построению АСТУ:

- модульное построение технических и программных средств, прикладного и технологического программного обеспечения;
- открытость архитектуры комплекса технических средств и программного обеспечения;
- выполнение функций контроля и управления сетевым объектом, независящее от состояния других компонентов системы.

10.1.4 АСТУ объектов распределительных сетей состоит из двух уровней:

- верхний уровень – интегрированная автоматизированная система управления РЭС (ИАСУ РЭС), обеспечивающая объединение электрических сетей, потребителей и производителей электроэнергии в единую автоматизированную систему, которая в реальном времени позволяет отслеживать и контролировать режимы работы всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии и в автоматическом режиме оперативно реагирует на изменения различных параметров и позволяет осуществлять бесперебойное электроснабжение с максимальной экономической эффективностью при снижении влияния человеческого фактора, т.е. является центром обработки данных и принятия решений по управлению электрическими сетями, а также, ИАСУ РЭС автоматизирует оперативно-диспетчерские, производственно-технологические процессы РЭС;
- нижний уровень – устройства телемеханики, релейной защиты, АСКУЭ, АСУ ТП и др. объектов управления электрических сетей.

10.1.5 Сбор информации с объектов управления электрических сетей предусматривается в следующем объеме:

- телеизмерение токов, а при возможности активной и реактивной мощности линий и понижающих трансформаторов;
- телеизмерение напряжения на шинах;
- телеизмерение токов вводных и секционных выключателей;
- телесигнализация наличия напряжения либо телеизмерения на отходящих линиях;
- аварийно-предупредительная сигнализация;
- телесигнализация срабатывания пожарных и охранных датчиков и систем;
- информация фиксирующих приборов и ОМП.

10.1.6 Для выполнения телеизмерений применяются многофункциональные цифровые измерительные преобразователи с цифровым интерфейсом и классом точности не менее 0,5.

10.1.7 Телеуправление предусматривается в объеме, необходимом для централизованного решения задач по установлению надежных и экономически выгодных режимов работы электроустановок с обеспечением электробезопасности персонала и оборудования. Предусматривается телеуправление вводными и секционным выключателями.

10.1.8 Вся собираемая информация привязывается к системному времени GPS или ГЛОНАСС и имеет соответствующие метки.

10.1.9 Предусматривается возможность отключения на месте одновременно всех цепей телеуправления и телесигнализации при помощи ключей с передачей их состояния в систему диспетчерско-технологического управления.

10.1.10 При использовании на объекте устройств и систем, выполненных на микропроцессорной элементной базе, они интегрируются в систему диспетчерского технологического управления с использованием цифровых интерфейсов.

10.1.11 Средства АСТУ оснащаются источником резервного электропитания, обеспечивающим работу всех технических средств в течение 2-х часов после исчезновения основного питания.

10.1.12 При оснащении системами АСТУ существующих или реконструируемых объектов, выполняется первоначальное обследование объекта с составлением перечня требований к обеспечению электромагнитной совместимости, дооснащению объектов необходимым оборудованием, а также к организации измерительных и информационных каналов.

10.2 Интеллектуальная система учета электрической энергии (мощности)

10.2.1 Для автоматизации учета электроэнергии и мощности в электрических сетях применяются интеллектуальные системы учета электрической энергии (ИСУЭЭ), которые обеспечивают решение задач, указанных в пункте 9 раздела II [2].

10.2.2 Системы ИСУЭЭ выполняются по проектам на базе серийно выпускаемых технических средств и программного обеспечения.

В состав комплекса технических средств ИСУЭЭ, устанавливаемого на энергообъекте, входят:

- счетчики электроэнергии, оснащенные датчиками-преобразователями, преобразующими измеряемую энергию в пропорциональное количество выходных импульсов (при использовании электронных реверсивных счетчиков - отдельно на каждое направление);
- аттестованные устройства сбора информации от счетчиков и передачи ее на верхние уровни управления (УСПД);
- каналы связи;
- средства обработки информации (персональные ЭВМ).

10.2.3 Для повышения точности учета средних значений мощности применяются электронные счетчики.

10.2.4 Устройства УСПД обеспечивают одновременность снятия показаний со всех контролируемых счетчиков, для чего оснащаются часами с индикацией года, месяца, числа, часа, минут и секунд с возможностью автоматической его коррекцией по сигналам точного времени.

Устройства УСПД защищаются от несанкционированного доступа и изменения констант и данных учета. Устройства УСПД обеспечивают хранение необходимой информации по энергообъектам.

При перерыве основного питания УСПД обеспечивают сохранность накопленных данных и ход часов.

10.2.5 Установленные на энергообъекте УСПД совместно со счетчиками при вводе в эксплуатацию метрологически аттестовываются.

10.2.6 Система сбора и передачи информации в ИСУЭЭ имеет иерархическую структуру, с использованием коммутируемых и выделенных каналов связи (проводные, беспроводные).

10.2.7 ИСУЭЭ включает следующие уровни:

- нижний уровень: включает цифровые измерительные каналы, включающие в себя измерительные трансформаторы тока и напряжения, их вторичные измерительные цепи, электронные счетчики электроэнергии и выполняет функцию проведения измерений;
- промежуточный уровень: включает УСПД и каналы связи с верхним уровнем и выполняет функцию сбора, обработки, хранения и передачи информации по данной электроустановке, либо группе электроустановок;
- верхний уровень: включает сервера центра сбора и обработки данных ИСУЭЭ.

10.2.8 Коммерческий и технический учет электроэнергии по энергообъекту предусматривается в рамках одной ИСУЭЭ.

10.2.9 В составе проектно-сметной документации энергообъекта, предусматривают технические решения по организации нижнего и, при технической необходимости, промежуточного уровней ИСУЭЭ. Решения в части верхнего уровня ИСУЭЭ предусматриваются отдельным проектом или отдельным разделом общего проекта.

10.2.10 Предусматривается возможность обмена информацией (режимные параметры сети, мощности, показания счетчиков электроэнергии, показатели качества электроэнергии, дискретные сигналы и другие) с системами (подсистемами) телемеханики, АСУ ТП и оперативно-диспетчерского управления (смежные системы/подсистемы). Обмен со смежными системами организовывается посредством:

- файлового обмена между серверами ЦСОД ИСУЭЭ и серверами смежных систем;
- обмена данными по цифровым интерфейсам между УСПД и контроллерами смежных систем;
- обмена данными между УСПД и серверами смежных систем.

10.2.11 Периодичность сбора данных учета составляет:

- с нижнего уровня на промежуточный: не реже одного раза в сутки;
- с промежуточного уровня на верхний: в соответствии с требованиями энергоснабжающей организации и других заинтересованных сторон.

10.2.12 Требования к составным элементам ИСУЭЭ к организации связи внутри системы, с внешними системами, организация защиты от несанкционированного доступа и др., задаются техническими условиями к ИСУЭЭ, выдаваемые гарантирующим поставщиком электрической энергии и распределительной сетевой компанией, в чьей зоне ответственности находится потребитель.

Библиография

- [1] Правила устройства электроустановок 6 и 7 изданий.
- [2] Постановление Правительства РФ от 19.06.2020 г. № 890 «О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)».
- [3] Постановлению Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 15 сентября 2023 года).
- [4] Постановление Правительства Российской Федерации от 24 февраля 2009 г. № 160 «Правила установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».
- [5] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
- [6] Приказ Министерства энергетики РФ от 23 июня 2015 г. № 380 «О Порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии».
- [7] СН 541-82 Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов.

УДК 696.6

ОКС 91.040.01

Ключевые слова: электроустановки, электрические сети городских микрорайонов, правила проектирования

ИСПОЛНИТЕЛЬ
ООО "Ассоциация РЭМ"

Руководитель
Разработки

Президент

Ю.И. Солуянов

Исполнители

Главный
специалист

А.Р. Ахметшин

Главный
специалист

В.И. Берман

Главный
специалист

В.Н. Коротков

Главный
специалист

Н.В. Рябченкова