Некоммерческое Партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 70238424.29.240.20.001-2011

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4-20 КВ УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-12-01

Издание официальное

Москва
2011

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ

1 РАЗРАБОТАН Филиалом Открытого акционерного общества «Научно-технический центр электроэнергетики» – Институтом по проектированию сетевых и энергетических объектов (РОСЭП)

2 ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 01.11.2011 № 109/4

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ»

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 3
4 Общие требования 4
5 Требования к созданию воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ 17
6 Технические требования к воздушным линиям электропередачи классов напряжений от 3 до 20 кВ 30
7 Требования к проектированию воздушных линий 61
8 Требования к организации строительства воздушных линий электропередачи 64
9 Требования к организациям для создания воздушных линий электропередачи 66
10 Порядок приемки воздушной линии электропередачи в эксплуатацию и вывода линии из эксплуатации 67
11 Оценка и подтверждение соответствия воздушных линий 68
Приложение А (рекомендуемое) Порядок расчета ветровых нагрузок 71
Приложение Б (справочное) Физико-механические характеристики проводов 81
БИБЛИОГРАФИЯ 82

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Воздушные линии напряжением 0,4-20 кВ
Условия создания
Нормы и требования

Дата введения – 2011-12-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт:

- определяет технические требования к созданию воздушных линий электропередачи классов напряжений от 0,4 до 20 кВ, сооружаемые с использованием неизолированных, изолированных самонесущих, защищенных проводов и силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.
- распространяется на воздушные линии электропередачи классов напряжений от 0,4 до 20 кВ, выполняемые неизолированными проводами, самонесущими изолированными проводами, проводами с защитной изолирующей оболочкой и силовыми кабелями, кроме требований, специально оговоренных в настоящем стандарте.
- устанавливает требования к созданию, приемке в эксплуатацию и утилизации воздушных линий электропередачи переменного тока частотой 50 Гц следующих основных классов напряжения:

0,4 кВ;
1 кВ;
3,0 кВ;
6,0 кВ;
10,0 кВ;
15,0 кВ;
20,0 кВ.

1.2 Требования настоящего Стандарта не распространяются на воздушные линии электропередачи, сооружение которых определяется специальными требованиями и нормами (контактные сети электрифицированных железных дорог, трамвайные и троллейбусные линии), а также на воздушные линии электропередачи, предназначенные для электроснабжения систем сигнализации, защиты и блокировки классов напряжений от 6 до 35 кВ, смонтированные на опорах контактной сети.

2 Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте организации использованы ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ «Градостроительный Кодекс РФ»

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ Р 21.1101-2009 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования

ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ ISO 9001-2011 Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности

ГОСТ 27.202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготовляемой продукции

ГОСТ 27.203-83 Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности

ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения

ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения

ГОСТ 27.402-95 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ). Часть 1. Экспоненциальное распределение

ГОСТ 27883-88 Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р 27.001-2009 Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения

ГОСТ Р 27.004-2009 Надежность в технике. Модели отказов

ГОСТ Р 27.302-2009 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

ГОСТ Р 27.403-2009 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы

ГОСТ Р 27.404-2009 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля коэффициента готовности

ГОСТ Р 27.601-2011 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение

ГОСТ Р 52555-2006 Аппаратура для измерения электрической энергии. Надежность. Часть 11. Общие положения

ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007 Надежность в технике. Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов

ГОСТ Р МЭК 61650-2007 Надежность в технике. Методы сравнения постоянных интенсивностей отказов и параметров потока отказов

ГОСТ Р 51177-98 Арматура линейная. Общие технические условия

ГОСТ Р 52373-2005 Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия

ГОСТ 6490-93 Изоляторы линейные подвесные тарельчатые. Общие технические условия

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа РФ по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **линия электропередачи воздушная, с неизолированными проводами:** Воздушная линия электропередачи, выполненная с использованием неизолированных проводов.

3.1.2 **линия электропередачи воздушная, с защищенными проводами:** Воздушная линия электропередачи, выполненная с использованием проводов с защитной изолирующей оболочкой.

3.1.3 **линия электропередачи воздушная, с изолированными самонесущими проводами:** Воздушная линия электропередачи напряжением до 20 кВ, выполненная с использованием самонесущих изолированных проводов.

3.1.4 **линия электропередачи воздушная с силовыми кабелями:** Воздушная линия электропередачи, выполненная с использованием силовых самонесущих кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.

3.1.5 **застройщик**: Лицо, обеспечивающее на принадлежащем ему земельном участке строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства, а также выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, капитального ремонта.

3.1.6 **крепление провода с защитной оболочкой усиленное:** Крепление проводов на штыревом изоляторе или к гирлянде изоляторов, которое не допускает проскальзывания проводов воздушной линии при разности тяжений в смежных пролетах.

3.1.7 **режим монтажный:** Режим в условиях монтажа опор и проводов.

3.1.8 **провод изолированный самонесущий:** Система скрученных в жгут токопроводящих жил, механическая нагрузка которых может восприниматься нулевой изолированной несущей жилой или всеми проводниками жгута в общей изоляции.

3.1.9 **степень загрязнения изоляции:** Показатель, учитывающий снижение электрической прочности изоляции электроустановок в зависимости от загрязненности.

3.1.10 **линия электропередачи воздушная в стесненных условиях:** Участок трассы линии, проходящий по территориям, насыщенным надземными и (или) подземными коммуникациями, сооружениями, строениями.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВЛ – воздушная линия электропередачи;

ВЛИ – воздушная линия электропередачи с изолированными самонесущими проводами;

ВЛЗ – воздушная линия электропередачи с защищенными проводами классов напряжений от 6 до 20 кВ;

ВЛК – воздушная линия электропередачи с подвеской силового самонесущего кабеля напряжением до 20 кВ;

ВЛН – воздушная линия электропередачи с неизолированными проводами;

ВОК – волоконно-оптический кабель;

ГТС – городская (сельская) линия телефонной связи;

ЖСК – жгут силовых кабелей;

КЗ – короткое замыкание;

ЛПВ – линия проводного вещания;

ЛС – линия связи;

ПОС – паспорт организации строительства;

РКУ – расчетные климатические условия;

СИП – самонесущий изолированный провод;

СПЭ – сшиваемый полиэтилен;

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт;

ТПЖ – токопроводящая жила провода или кабеля;

А – алюминиевая компонента провода воздушной линии;

С – стальная компонента провода воздушной линии;

Н – высота стойки (опоры) на воздушной линии, м;

Т – тяжение провода на воздушной линии, кН;

t – температура (воздуха, провода, оболочки, экрана), °С.

4 Общие требования

4.1 Основные технические требования

4.1.1 При создании ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ надлежит руководствоваться нормативными документами, перечень которых приведен в разделе 2, действующим законодательством РФ и директивными документами по проектированию нового строительства сетевых объектов.

4.1.2 При создании воздушных линий электропередачи следует обеспечить надежность и качество электрической энергии на вводе потребителя в

соответствии с принятыми стандартами надежности электроснабжения и качества электрической энергии по ГОСТ 13109, а также электрическую и экологическую безопасность линии при эксплуатации.

4.1.3 Обязательным условием строительства (расширения, реконструкции и/или технического перевооружения) ВЛ с прокладкой участков по новой трассе или установкой дополнительных опор, является наличие разрешения на землепользование, полученного заказчиком (застройщиком) согласно требований Градостроительного Кодекса.

4.1.4 Процесс создания ВЛ осуществляется на основании утвержденных Схем развития распределительных электрических сетей, содержащих технические решения, технико-экономические и финансовые показатели предлагаемой к строительству ВЛ.

Для ВЛ, создаваемой (подлежащей расширению, реконструкции или техническому перевооружению) в сложных природных условиях строительства, рекомендуется выполнять обоснование инвестиций независимо от источника финансирования.

4.1.5 При необходимости сооружения новых ВЛ, проходящих в одном направлении с действующими линиями, должно быть выполнено обоснование целесообразности нового строительства по сравнению с увеличением пропускной способности существующих ВЛ с использованием различных технических решений (перевод на более высокое напряжение, подвеска второй цепи и др.).

4.1.6 При переводе ВЛ на более высокий класс напряжения должны быть обеспечены требования стандарта ВЛ более высокого класса напряжения. Отступление от требований стандарта допускаются только при наличии разрешений органов, утвердивших эти документы.

Примечание - Не допускается снижение наименьших расстояний от проводов ВЛ до поверхности земли, сооружений и стен зданий, пересекаемых объектов и естественных препятствий, требуемых нормативными документами для ВЛ того напряжения, на которое осуществляется перевод.

4.1.7 Создание ВЛ в районах со сложными климатическими условиями (в горах, пустынях с подвижными песками, районах с вечномерзлыми грунтами, солончаками, районах Крайнего Севера) или ВЛ нового конструктивного исполнения должно выполняться на основе соответствующих проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ (при необходимости).

4.1.8 При создании или реконструкции ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ в зоне наведенного напряжения другими ВЛ следует выполнить расчеты по определению наведенного напряжения. В случае необходимости следует предусматривать мероприятия по обеспечению электрической безопасности линии.

4.1.9 Основными механическими характеристиками ВЛ являются нормативные расчетные значения механических нагрузок, устанавливаемые настоящим Стандартом.

4.1.10 Нормативные значения механических нагрузок от воздействия массы оборудования, материалов, тяжения проводов и воздействия внешних

климатических факторов принимаются в соответствии с требованиями настоящего Стандарта.

4.1.11 Для элементов ВЛ устанавливают:

- разрывное усилие (для проводов), механическая (электромеханическая) разрушающая нагрузка (для изоляторов) и механическая разрушающая нагрузка (для линейной арматуры);
- нормативные и расчетные сопротивления материала опор по нормам проектирования строительных конструкций согласно ГОСТ Р 54257.

4.1.12 Механический расчет проводов ВЛ должен проводиться по методу допускаемых напряжений, расчет изоляторов и арматуры – по методу разрушающих нагрузок. В обоих случаях расчеты выполняются на расчетные нагрузки.

4.1.13 Расчет строительных конструкций ВЛ производится по методу предельных состояний на расчетные нагрузки для двух групп предельных состояний в соответствии со строительными нормами и правилами.

4.1.14 При необходимости работоспособность конструкций и элементов ВЛ проверяется путем проведения испытаний.

4.1.15 Элементы ВЛ рассчитываются на воздействие комплекса механических нагрузок, действующих в *нормальных, аварийных и монтажных режимах*.

4.1.16 Интенсивность воздействия электромагнитного поля, создаваемого ВЛ при максимальных значениях напряжения и тока для населенной местности не должна превышать предельно допустимых значений, установленных в действующих правилах и нормативах [1].

4.1.17 Конструкция ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ должны быть адаптированы к использованию и установке (подвеске):

- различных систем и устройств передачи информации, релейной защиты и противоаварийной автоматики, автоматизированных систем управления технологическими процессами, в том числе, автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии;
- волоконно-оптических кабельных линий связи для передачи информации различного назначения;
- электротехнического оборудования и аппаратов.

4.1.18 ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ должны размещаться 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.

4.1.19 Для информации населения и обслуживающего персонала на опорах ВЛ на высоте от 2 до 3 м необходимо наносить:

- информационные знаки с указанием порядкового номера опоры, номера ВЛ (или ее условного обозначения на всех опорах), номера цепи на 2-цепных или многоцепных опорах и ширина охранной зоны; расстояние между информационными знаками в населенной местности должно быть не более 250 м, при большей длине пролета знаки устанавливаются на каждой опоре; в

ненаселенной и труднодоступной местности - 500 м, допускается более редкая установка знаков;

- предупреждающие плакаты на всех опорах ВЛ в населенной местности и плакаты с указанием расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи на опорах, установленных на расстоянии менее половины высоты опоры до кабелей связи.

4.1.20 Допускается совмещать на одном знаке всю информацию, устанавливаемую требованиями настоящего параграфа.

4.2 Требования к выбору трасс

4.2.1 За начало и конец ВЛ принимаются место выхода провода из:

- аппаратного зажима, присоединяемого к проходному изолятору закрытого распределительного устройства;
- натяжной зажим провода на линейном портале в сторону ВЛ распределительного устройства с линейными порталами;
- аппаратного зажима или место крепления провода к изолятору трансформаторной подстанции;
- аппаратного зажима, присоединяемого к разъединителю трансформаторной подстанции;
- соединения с кабельной линией.

4.2.2 По условиям воздействия ветра на ВЛ следует различать 3 типа местности:

- тип А – открытые побережья морей, озер, водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра;
- тип В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой не менее 2/3 высоты опор;
- тип С – районы с застройкой зданиями высотой более 25 м, просеки в лесных массивах с высотой деревьев более высоты опор, защищенные извилистые и узкие склоновые долины и ущелья.

Воздушная линия электропередачи считается расположенной в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны линии на расстоянии, равном 30-кратной высоте опоры при высоте опор до 60 м.

4.2.3 Экологическое обоснование, согласование и инженерные изыскания трасс ВЛ при новом строительстве и реконструкции должны выполняться в соответствии с требованиями Градостроительного Кодекса, а также Норм технологического проектирования воздушных линий электропередачи.

4.2.4 Выбор трассы новой линии электропередачи необходимо производить на основании утвержденной Схемы развития распределительных электрических сетей, наиболее рационального размещения подстанций и возможности выхода всех отходящих от них ВЛ.

При прохождении ВЛ по населенной местности трасса предоставляется заказчиком (застройщиком) в соответствии с утвержденной градостроительной документацией по СНиП 2.07.01.90 [5].

4.2.5 Трасса воздушной линии электропередачи должна учитывать условия отчуждения земли, вырубки просек в насаждениях, комплексного использования охранной зоны и сближения с дорогами и существующими ВЛ.

4.2.6 При выборе трассы ВЛ обходу подлежат населенные пункты, массивы орошаемых, осушенных и других мелиорированных земель, многолетние плодовые насаждения и виноградники, участки с высоким естественным плодородием почв и другие приравненные к ним земельные угодья, зоны санитарной охраны курортов, заповедники, памятники истории и культуры.

4.2.7 Выбор трассы ВЛ в районах с загрязненной атмосферой следует производить с учетом перспективного плана развития действующих или сооружения новых промышленных или сельскохозяйственных предприятий, являющихся источниками загрязнения атмосферы.

4.2.8 При выборе трасс ВЛ следует избегать мест с лавинами, карстами, оползнями, агрессивными грунтами, солифлюкционными явлениями, осыпями, камнепадами, селевыми потоками, а также мест с подземными выработками.

4.2.9 Трассу ВЛ на сложных грунтах в районе действующих или перспективных мелиоративных каналов рекомендуется прокладывать по более высоким отметкам в обход территории отсыпки вынутых из каналов грунтов.

4.3 Требования к параметрам воздушных линий электропередачи по климатическим условиям и механической устойчивости

4.3.1 Определение расчетных условий по ветру и гололеду должно производиться на основании карт климатического районирования территории России с уточнением при необходимости их параметров в сторону увеличения или уменьшения по региональным картам и материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и постов за скоростью ветра, массой, размерами и видом гололедных отложений и изморози.

В малоизученных районах для этой цели могут организовываться специальные обследования и наблюдения (к малоизученным районам относятся горная местность и районы, где на 100 км трассы ВЛ для характеристики РКУ имеется только одна репрезентативная метеорологическая станция).

4.3.2 Климатические районы строительства следует принимать в соответствии с принятым в России районированием климатических условий [3].

За расчетную зимнюю температуру наружного воздуха следует принимать среднюю температуру воздуха наиболее холодной пятидневки с повторяемостью один раз в 25 лет на основании данных метеорологических станций.

4.3.3 Основой для районирования по ветровому давлению служат значения максимальных скоростей ветра с десятиминутным интервалом осреднения скоростей на высоте 10 м с повторяемостью один раз в 25 лет.

Нормативное ветровое давление принимается в соответствии с картой районирования территории России по ветровому давлению или по региональным картам районирования [2].

4.3.4 Районирование по гололеду производится по максимальной толщине стенки отложения гололеда цилиндрической формы при плотности

0,9 г/см^3 на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, повторяемостью один раз в 25 лет.

4.3.5 Интенсивность грозовой деятельности должна определяться по картам районирования территории России по числу грозовых часов в году и региональным картам с уточнением при необходимости по данным метеостанций о среднегодовой продолжительности гроз.

4.3.6 При прокладке ВЛ определении РКУ следует учитывать влияние на интенсивность гололедообразования и скорость ветра особенностей микрорельефа местности, а в горных районах - особенностей микро- и мезорельефа местности (гребни, склоны, платообразные участки, межгорные долины и др.).

4.3.7 Прокладка воздушных линий в сейсмических зонах, в которых сейсмичность не превышает 9 баллов по шкале MSK и климатические условия соответствуют категории У, УХЛ, осуществляется согласно требований настоящего стандарта и строительных норм по [4].

4.4 Требования к расчету механических нагрузок

4.4.1 Конструкции и элементы ВЛ должны рассчитываться по первому и второму предельному состоянию в нормальном режиме работы воздушной линии электропередачи по ГОСТ Р 54257.

4.4.2 Опоры воздушных линий электропередачи должны выдерживать воздействие различных сочетаний внешних нагрузок [2].

Промежуточные опоры на нагрузки:

- при одновременном воздействии поперечной ветровой нагрузки на провода, свободные или покрытые гололедом, и на конструкции опор, а также от тяжения проводов ответвлений к вводам, свободных от гололеда или частично покрытых гололедом;

- от тяжения проводов ответвлений к вводам, покрытых гололедом, при этом допускается учет отклонения опоры под действием нагрузки;

Угловые опоры (промежуточные и анкерные) - на результирующую нагрузку от тяжения проводов, ветровую нагрузку на провода и конструкцию опоры.

Анкерные опоры - на разность тяжения проводов смежных пролетов и поперечную нагрузку от давления ветра при гололеде и без гололеда на провода и конструкцию опоры. За наименьшее значение разности тяжения следует принимать 50 и 60 % соответственно (для ВЛ 0,4 кВ и ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ) наибольшего значения одностороннего тяжения всех проводов.

Концевые опоры – на одностороннее тяжение всех проводов.

Ответвительные опоры рассчитывают на результирующую нагрузку от тяжения всех проводов.

4.4.3 Предельные состояния, по которым производится расчет опор, фундаментов и оснований ВЛ, рекомендуется подразделять на две группы:

- первая группа, включающая предельные состояния, которые ведут к потере несущей способности элементов или к полной непригодности их в эксплуатации. К этой группе относятся состояния при наибольших внешних нагрузках и при низшей температуре, то есть при условиях, которые могут

привести к наибольшим изгибающим или крутящим моментам на опоры, наибольшим сжимающим или растягивающим усилиям на опоры;

- вторая группа, включающая предельные состояния, при которых возникают недопустимые деформации, перемещения или отклонения элементов ВЛ, нарушающие нормальную эксплуатацию, к этой группе относятся состояния при наибольших прогибах опор.

4.4.4 Метод расчета по предельным состояниям имеет целью не допускать, с определенной вероятностью, наступления предельных состояний первой и второй групп при эксплуатации, а также первой группы при производстве строительных работ ВЛ.

4.4.5 Основные положения по расчету механических нагрузок приведены в приложении А.

4.5 Требования к защите воздушных линий электропередачи от воздействия окружающей среды

4.5.1 Стальные детали железобетонных и деревянных опор, бетонные и железобетонные конструкции опор необходимо защищать от коррозии в соответствии с нормами и правилами защиты строительных конструкций от коррозии.

Стальные канаты, применяемые в качестве оттяжек и элементов опор, должны иметь стойкое к коррозии исполнение.

4.5.2 Деревянные опоры ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ должны быть обработаны специальными консервантами, обеспечивающими срок службы не менее 40 лет.

4.5.3 На участках ВЛ в горных условиях трасса ВЛ должна проходить вне зоны схода снежных лавин и камнепадов, а если это невозможно, то провода должны размещаться вне зоны действия воздушной волны лавины, а также расчетной траектории полета падающих камней.

4.5.4 Трассы ВЛ следует располагать вне зоны распространения оползневых процессов. При невозможности обхода таких зон должна предусматриваться инженерная защита ВЛ от оползней и других опасных геологических процессов [3].

4.5.5 При прохождении ВЛ в условиях пересеченной местности с солифлюкционными явлениями при размещении опор на косогорах подземная часть опор должна рассчитываться на дополнительную нагрузку от давления слоя сползающего грунта.

4.5.6 При прохождении ВЛ по просадочным грунтам опоры должны устанавливаться на площадках с минимальной площадью водосбора с выполнением комплекса мероприятий по укреплению грунтов. Нарушение растительности и почвенного покрова должно быть минимальным.

4.5.7 При прохождении ВЛ по полузакрепленным и незакрепленным пескам необходимо выполнение мероприятий по укреплению грунтов.

4.5.8 Опоры ВЛ рекомендуется устанавливать на безопасном расстоянии от русла реки с интенсивным размывом берегов, с учетом прогнозируемых перемещений русла и затопляемости поймы, а также вне мест, где могут быть

потоки дождевых и других вод, ледоходы. При обоснованной невозможности установки опор в безопасных местах необходимо выполнить мероприятия по защите опор от повреждений.

Установка опор в зоне прохождения прогнозируемых грязекаменных селевых потоков не допускается.

4.5.9 На участках трассы, проходящим по обрабатываемым землям, в населенной местности и в местах стесненных подходов к подстанциям, рекомендуется применять 2-цепные и многоцепные свободностоящие опоры.

4.5.10 При прохождении ВЛ с деревянными опорами по лесам, сухим болотам и другим местам, где возможны низовые пожары, должна быть предусмотрена одна из следующих мер:

- устройство канавы глубиной 0,4 м и шириной 0,6 м на расстоянии 2 м вокруг каждой стойки опоры;
- уничтожение травы и кустарника и очистка от них площадки радиусом 2 м вокруг каждой опоры;
- применение железобетонных приставок с расстоянием от земли до нижнего торца стойки не менее 1 м.

4.5.11 В районах расселения крупных птиц для предохранения изоляции от загрязнения, независимо от степени загрязнения окружающей среды, а также для предотвращения гибели птиц следует:

- не использовать опоры ВЛ со штыревыми изоляторами;
- закрывать верхние отверстия полых стоек железобетонных опор.

4.5.12 4.5.12 В районах сильноагрессивной степени воздействия среды, в районах солончаков, засоленных песков, песчаных пустынь, в прибрежных зонах морей и соленых озер площадью более 10 000 м^2, а также в местах, где в процессе эксплуатации имеет место коррозионное разрушение металла изоляторов, линейной арматуры, проводов, заземлителей, следует предусматривать:

- изоляторы и линейную арматуру в тропическом исполнении, при необходимости с дополнительными защитными мероприятиями;
- коррозионно-стойкие провода;
- увеличение сечения элементов заземляющих устройств, применение оцинкованных заземлителей.

4.6 Требования к опорам воздушных линий

4.6.1 На ВЛ предусматривается применение анкерных опор, полностью воспринимающие тяжение проводов в смежных с опорой пролетах, и промежуточных опор, которые не воспринимают тяжение проводов или воспринимают его частично.

На базе анкерных опор выполняются концевые и транспозиционные опоры.

4.6.2 Отклонение верха опор (с учетом наклона опор в грунте) рекомендуется принять следующим:

- для промежуточных опор не более 1/15 высоты опоры;
- для анкерных опор не более 1/30 высоты опоры.

4.6.3 Опоры независимо от их типа могут быть свободностоящими, с подкосами или оттяжками. Оттяжки опор могут прикрепляться к анкерам,

установленным в земле, или к каменным, кирпичным, железобетонным и металлическим элементам зданий и сооружений.

Сечение оттяжек определяется расчетом. Они могут быть многопроволочными или из круглой стали сечением не менее 25 мм^2.

4.6.4 Конструкции опор должны обеспечивать их нормальную эксплуатацию в течение всего срока службы ВЛ. При проектировании и сооружении необходимо предусматривать:

- пространственную неизменяемость, прочность, устойчивость и жесткость опор в целом и их отдельных элементов;
- долговечность конструкций и их защиту от коррозии, износа, истирания и других воздействий.

4.6.5 При установке опор на затапливаемых участках трассы, где возможны размывы грунта или воздействие ледохода, опоры должны быть укреплены.

4.6.6 Опоры индивидуальной конструкции (как вновь разработанные, так и изготавливаемые по чертежам повторного применения) целесообразно применять в тех случаях, когда неэкономично или нетехнологично использовать унифицированные и типовые конструкции.

Выбор конструкций (унифицированных, типовых или индивидуальных) должен быть обоснован и согласован с заказчиком (застройщиком).

4.6.7 Выбор материала и типа опор должен производиться исходя из технико-экономической целесообразности применения технических решений в конкретных условиях строительства и эксплуатации ВЛ, надежности электроснабжения потребителей.

Для труднодоступных участков ВЛ следует учитывать дополнительные затраты, связанные с доставкой грузов на пикеты при строительстве ВЛ и проездом персонала к опорам для их обслуживании.

При замене на существующей линии опор (одиночных или целых участков) с целью приведения характеристики ВЛ к современным требованиям или взамен дефектных и при подстановке опор в пролеты материал и тип новых опор выбирается с учетом конструктивных решений и состояния существующей ВЛ.

4.6.8 Деревянные опоры выполняются цельными или составными (из стоек и приставок - пасынков). Последние должны быть железобетонными. Все элементы деревянных опор должны быть защищены современными консервантами.

4.6.9 Стальные детали железобетонных и деревянных опор должны быть защищены от коррозии на заводах-изготовителях.

Допускается по согласованию с заказчиком (застройщиком) применение лакокрасочных покрытий и других способов защиты, выполняемых на заводах-изготовителях. Применение горячего или «холодного» (по согласованию с Заказчиком) оцинкования является обязательным для опор ВЛ, расположенных вдоль побережья морей в зоне до 5 км от берега, и в районах с сильноагрессивной степенью воздействия среды.

4.6.10 В районах с сильноагрессивной степенью воздействия среды и вдоль побережья морей опоры ВЛ поверх цинкового покрытия следует окрашивать лакокрасочными материалами.

Все конструкции должны быть доступны для наблюдения, окраски, а также не должны задерживать влагу и затруднять проветривание. Замкнутые профили должны быть герметизированы.

4.6.11 Конструкции и детали опор, изготовленные из сталей повышенной коррозионной стойкости, могут применяться без защиты от коррозии в районах со слабоагрессивной степенью воздействия среды.

4.6.12 Для защиты железобетонных опор от воздействия агрессивных сред в зависимости от степени этого воздействия следует применять специальные марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости.

В качестве дополнительной защиты при необходимости применяется покрытие части опор (подземной + на 0,5 м выше поверхности земли).

4.6.13 При создании одновременно двух и более ВЛ в одном направлении (в том числе, если строительство ожидается в ближайшие 5-7 лет) на участках трассы, проходящих по землям, занятым сельскохозяйственными культурами, на больших переходах в населенной местности и в местах стесненных подходов к подстанциям рекомендуется применять 2-цепные и многоцепные свободностоящие опоры.

4.6.14 Опоры ВЛ следует располагать вне зон воздействия на них водных объектов, русловых и пойменных деформаций, затопления и размыва высокими водами, ледоходом и т. д.

На участках ВЛ, проходящих в затапливаемых поймах, рекомендуется:

- устанавливать опоры на повышенных отметках, не подверженных затоплению во время паводка;
- применять повышенные опоры;
- предусматривать, при необходимости, защиту грунта вокруг опор от местного размыва;
- не производить сплошной вырубки низкорослых (менее 4 м) пород деревьев и кустарников.

4.6.15 При применении опор в условиях, отличающихся от тех, на которые они рассчитаны, необходимо выполнять поверочные расчеты указанных опор на конкретные условия их установки (на реальные значения массогабаритных и ветровых пролетов, разность тяжений и др.).

4.6.16 При подвеске на опорах линии ВОК любого типа должна быть выполнена проверка опор и/или их элементов и закреплений опор в грунте на возникающие при этом дополнительные нагрузки, в том числе, на повышенные гололедные и ветровые нагрузки, и, при необходимости, предусматриваться усиление опор или их замена.

4.7 Требования к проводам, изоляции и арматуре

4.7.1 На воздушных линиях электропередачи следует применять неизолированные провода, самонесущие изолированные и защищенные повода, силовые кабели различных конструкций и исполнения по ГОСТ Р 52373, ГОСТ 839.

4.7.2 На ВЛ рекомендуется применять сталеалюминиевые провода, провода из алюминиевого сплава и другие при соответствующем технико-экономическом

обосновании (провода со сниженным активным сопротивлением переменному току, провода с добавками химических элементов или из сплавов, повышающих их физико-механические и электрические свойства).

4.7.3 В равнинной местности рекомендуется применять на ВЛ не более двух марок и сечений проводов, включая магистраль и ответвления от нее.

При наличии технико-экономического обоснования допускается на отдельных сложных участках ВЛ применение марок и сечений проводов, отличных от примененных на всей линии электропередачи.

4.7.4 Сечения ТПЖ проводов и кабелей должно проверяться по условию нагрева при коротких замыканиях и на термическую стойкость.

Если сечение провода, определенное по указанным условиям, меньше сечения, требуемого по дополнительным требованиям (защита от перегрузок, механическая прочность, электродинамическая стойкость при токах КЗ, потери и отклонения напряжения), то должно приниматься наибольшее сечение.

4.7.5 ВЛИ и ВЛЗ должны иметь защиту от электрических перегрузок.

4.7.6 Выбор изоляторов или изоляционных конструкций из стекла и фарфора должен производиться по удельной эффективной длине пути утечки в зависимости от степени загрязнения в месте расположения ВЛ по ГОСТ Р 51177 и ГОСТ 6490.

4.7.7 Выбор полимерных изоляторов или конструкций в зависимости от степени загрязнения и класса напряжения ВЛ должен производиться по разрядным характеристикам в загрязненном и увлажненном состоянии.

4.7.8 Определение степени загрязнения производится в зависимости от характеристик источников загрязнения и расстояния от них до ВЛ.

Вблизи промышленных комплексов, а также в районах с наложением загрязнений от промышленных предприятий, тепловых электростанций и источников увлажнения с высокой электрической проводимостью определение степени загрязнения производится с использованием коэффициента загрязнения.

4.7.9 Длина пути тока утечки L (в сантиметрах) изоляторов и изоляционных конструкций из стекла и фарфора должна определяют по формуле:

$$L = \lambda_э \cdot U \cdot k, \qquad (1)$$

где $\lambda_э$ - удельная эффективная длина пути тока утечки, в сантиметрах на киловольт;

U - наибольшее рабочее междуфазное напряжение, в киловольтах;

k - коэффициент использования длины тока утечки.

4.7.10 Удельная длина пути тока утечки подвесных и штыревых (опорных линейных) изоляторов на металлических и железобетонных опорах в зависимости от степени загрязнения должна приниматься по таблице 1.

4.7.11 Эффективная длина пути тока утечки поддерживающих гирлянд и штыревых (опорных линейных) изоляторов ВЛ на высоте более 1000 м над уровнем моря должна быть увеличена по сравнению с нормированной в таблице 1:

- от 1000 до 2000 м - на 5 %;
- от 2000 до 3000 м - на 10 %;
- от 3000 до 4000 м - на 15 %.

4.7.12 Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения должна приниматься (мкСм, не менее): для первой степени загрязнения - 5, второй - 10, третьей - 20 и четвертой – 30.

4.7.13 Выбор количества, типа и материала изоляторов должен производиться с учетом РКУ, условий загрязнения, опыта эксплуатации существующих ВЛ и стандарта на изоляторы.

Таблица 1 – Эффективная длина пути тока утечки изоляторов (на высоте до 1000 м над уровнем моря)

Степень загрязнения	Эффективная длина пути тока утечки изоляторов $\lambda_э$, см/кВ, не менее
Первая	1,90
Вторая	2,35
Третья	3,00
Четвертая	3,50

4.7.14 Материал и конструкция изоляторов выбираются по согласованию с заказчиком (застройщиком). Преимущество должно отдаваться изоляторам, не требующим периодического контроля и снижающим затраты при их техническом обслуживании.

4.7.15 На ВЛ, проходящих в особо сложных для эксплуатации условиях или сооружаемых на двуцепных и многоцепных опорах, следует применять стеклянные или, при наличии соответствующего обоснования, полимерные изоляторы.

4.8 Требования к заземляющим устройствам и аппаратам защиты от перенапряжений

4.8.1 На опорах ВЛ должны быть установлены заземляющие устройства, предназначенные для повторного заземления и заземления электрооборудования, используемого на линии.

4.8.2 На ВЛ необходимо устанавливать аппараты защиты от грозовых перенапряжений согласно действующим методическим положениям по защите распределительных электрических сетей от грозовых перенапряжений.

4.8.3 На основании опыта эксплуатации по согласованию с заказчиком (застройщиком) производятся изменение решений по защите от грозовых перенапряжений на подходах ВЛ к подстанциям и замена имеющихся на ВЛ дефектных аппаратов защиты. Для защиты ВЛ от грозовых перенапряжений необходимо рассматривать решения с использованием нелинейных ограничителей или длинно-искровых разрядников.

4.9 Требования охраны окружающей среды

4.9.1 При создании ВЛ должен учитываться комплекс факторов, воздействующих на окружающую среду, здоровье и жизнедеятельность человека (электромагнитное поле, акустический шум, радио- и телевизионные помехи, опасные влияния на линии связи и линии проводного вещания, наличие условий, приводящих к гибели птиц в районах их расселения и на путях их миграции, ограничение землепользования в природоохранных и рекреационных зонах, вблизи памятников истории и культуры);

4.9.2 При создании ВЛ должен учитываться комплекс общестроительных (неспецифических) факторов, воздействующих на окружающую среду, здоровье и жизнедеятельность человека:

- изъятие земель в постоянное или временное пользование;
- нарушение естественного состояния грунта и рельефа;
- сокращение площадей насаждений (вырубка просек);
- загрязнение поверхностных и грунтовых вод (при строительстве).

4.9.3 При создании ВЛ следует выполнять требования нормативных документов, регламентирующих уровень воздействия на окружающую среду, жизнедеятельность и здоровье населения.

При отсутствии по отдельным видам воздействий нормативных документов следует использовать имеющиеся данные соответствующих научно-исследовательских организаций и опыт эксплуатации аналогичных объектов.

4.9.4 При прохождении ВЛ по территории заповедников, национальных парков, курортов, пригородных зон отдыха, а также вблизи памятников истории и культуры рекомендуется проводить мероприятия, направленные на уменьшение визуального воздействия ВЛ на естественные ландшафты (экранирование ВЛ рельефом и растительностью от автомобильных и железных дорог; применение опор, отвечающих требованиям промышленной эстетики).

4.9.5 При сооружении ВЛ в районах Крайнего Севера следует предусматривать мероприятия по защите ягельников и растительного слоя.

4.9.6 При прохождении ВЛ по участкам с вечномерзлыми грунтами при рубке просек не следует производить корчевание пней и кустарников, нарушать дерновый слой.

4.9.7 При наличии требований владельцев земли или природоохранных органов по решению заказчика осуществляется:

- замена опор с оттяжками на участках сельскохозяйственных угодий на свободностоящие опоры;
- изменение трассы ВЛ на отдельных участках для выноса опор с сельскохозяйственных угодий, удаления ВЛ от памятников истории и культуры;
- установка на участках параллельного следования существующих ВЛ, в том числе, разных напряжений, двух- и многоцепных опор;
- на участках параллельного следования существующих ВЛ по сельскохозяйственным угодьям перестановка опор для размещения их в одном створе.

4.9.8 По окончании сооружения ВЛ необходимо выполнять:

- землевание земель, отводимых в постоянное пользование;
- рекультивацию земель, отводимых во временное пользование;
- природоохранительные мероприятия, направленные на минимальное нарушение естественных форм рельефа и сохранение зеленых насаждений и естественного состояния грунта;
- противоэрозионные мероприятия.

5 Требования к созданию воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ

5.1 Основные технические требования

5.1.1 Климатические условия для расчета ВЛ в нормальном режиме должны приниматься в соответствии с требованиями главы 6 настоящего Стандарта. При этом для ВЛ следует принимать:

- для свободных или покрытых гололедом СИП – C_x= 1,1;
- для одноцепных ВЛ - $\gamma_{nw} = \gamma_{nг} = 0,8$;
- для одноцепных ВЛ с подвеской на опорах ЛПВ – $\gamma_{nw}=\gamma_{nг}=0,9$;
- для двухцепных и многоцепных ВЛ, а также при подвеске на опорах ВЛ самонесущего неметаллического оптического кабеля – $\gamma_{nw}=1,0$ и $\gamma_{nг}=1,2$;
- во всех случаях – $\gamma_p = 1,0$ и $K_1 = 1,0$.

5.1.2 Расчет длины пролета ответвления от ВЛ к вводу должен выполняться в гололедном режиме для двух случаев:

- направление ветра под углом 90° к оси ВЛ, провода ВЛ покрыты гололедом $b_э$, толщина стенки гололеда на проводах ответвления $b_0 = 0,5\ b_э$;
- направление ветра вдоль ВЛ (угол 0°), толщина стенки гололеда на проводах ответвления $b_0 = b_э$.

При этом в обоих случаях следует учитывать редукцию тяжения проводов ответвления при отклонении верха опоры.

5.1.3 При определении параметров надежности ВЛ следует учитывать ГОСТ 27.003, ГОСТ 27.202, ГОСТ 27.203, ГОСТ 27.301, ГОСТ 27.310, ГОСТ 27.402, ГОСТ 27883, ГОСТ Р 27.001, ГОСТ Р 27.004, ГОСТ Р 27.302, ГОСТ Р 27.403, ГОСТ Р 27.404, ГОСТ Р 27.601, ГОСТ Р 52555, ГОСТ Р МЭК 60605-6, ГОСТ Р МЭК 61650.

5.2 Требования к проводам, линейной арматуре и расположению проводов на опорах

5.2.1 На ВЛ напряжением 0,4 кВ должны применяться самонесущие изолированные провода. По условиям механической прочности на магистралях ВЛ, на линейном ответвлении от ВЛ и на ответвлениях к вводам следует применять провода с сечениями, указанными в таблице 2.

5.2.2 При сооружении ВЛ в местах, где опытом эксплуатации установлено разрушение проводов от коррозии, а также в местах, где на основании данных изысканий оно возможно, следует применять СИП с изолированной нулевой несущей жилой.

Таблица 2 – Минимально допустимые сечения СИП

Нормативная толщина стенки гололеда $b_э$, мм	Сечение несущей жилы, мм^2, на магистрали ВЛИ, на линейном ответвлении от ВЛИ	Сечение жилы на ответвлениях от ВЛИ и от ВЛ к вводам, мм^2
10	35 (25) *	16
15 и более	50 (25) *	16
Примечание - В скобках дано сечение жил СИП, скрученных в жгут, без несущего провода		

5.2.3 Магистраль ВЛ следует выполнять проводами неизменного сечения. Сечения фазных проводов магистрали ВЛ рекомендуется принимать не менее 50 мм^2.

5.2.4 Механический расчет проводов должен производиться по методу допускаемых механических напряжений (смотри Приложение А). При этом механические напряжения в проводах не должны превышать допускаемых напряжений, приведенных в таблице 3, а расстояния от проводов до поверхности земли, пересекаемых сооружений и заземленных элементов опор должны отвечать требованиям настоящей главы.

Таблица 3 – Допустимое механическое напряжение в проводах ВЛ

Материал и сечение провода, мм^2	Напряжение, % предела прочности при растяжении	
	при наибольшей нагрузке и низшей температуре t_e=t_-	при среднегодовой температуре $t_{cг}$
СИП - (25-150)	40	30
Из алюминиевого сплава - 25-95	40	30
120	45	30
Провод АС - 25	35	30
35-95	40	30

5.2.5 Все виды механических нагрузок и воздействий на СИП с несущей жилой должна воспринимать ТПЖ, а на СИП без несущего провода - должны воспринимать все токопроводящие жилы СИП.

5.2.6 Длина пролета ответвления от ВЛ к вводу должна определяться расчетом в зависимости от прочности опоры, на которой выполняется ответвление, высоты подвески проводов ответвления на опоре и на вводе, количества и сечения ТПЖ проводов ответвления.

5.2.7 Крепление, соединение с СИП и присоединение к СИП следует производить с использованием:

- поддерживающих зажимов на промежуточных и угловых промежуточных опорах;
- натяжных зажимов на анкерных опорах магистрали ВЛИ, а также на опоре линии ответвления и на вводе;
- соединительными зажимами в пролете ВЛИ; в петлях опор анкерного типа допускается соединение неизолированного несущего провода плашечными зажимами. Соединительные зажимы, предназначенные для соединения несущего провода в пролете, должны иметь механическую прочность не менее 95 % разрывного усилия провода;
- соединительных зажимов, имеющих изолирующее покрытие или защитную изолирующую оболочку.

Соединение проводов в пролете ответвления к вводу не допускается.

Присоединение заземляющих проводников выполняется плашечными зажимами.

Ответвительные зажимы следует применять в случаях:

- ответвления от фазных ТПЖ, за исключением СИП со всеми несущими проводниками жгута;
- ответвления от несущей жилы.

5.2.8 Крепление поддерживающих и натяжных зажимов к опорам ВЛИ, стенам зданий и сооружениям следует выполнять с использованием крюков и кронштейнов.

5.2.9 Расчетные усилия в поддерживающих и натяжных зажимах, узлах крепления и кронштейнах в нормальном режиме не должны превышать 40 % их механической разрушающей нагрузки.

5.2.10 Соединения проводов в пролетах ВЛИ следует производить соединительными зажимами, обеспечивающими механическую прочность не менее 95 % разрывного усилия провода.

В одном пролете ВЛИ допускается применять не более одного соединения на каждый провод.

В пролетах пересечения ВЛ с инженерными сооружениями соединение проводов не допускается.

Соединение проводов в петлях анкерных опор должно производиться зажимами или сваркой. Провода разных марок или сечений должны соединяться только в петлях анкерных опор.

5.2.11 Крепление неизолированных проводов к изоляторам и изолирующим траверсам на опорах ВЛ (за исключением опор для пересечений) рекомендуется выполнять одинарным.

Крепление неизолированных проводов к штыревым изоляторам на промежуточных опорах следует выполнять на шейке изолятора с внутренней его стороны по отношению к стойке опоры.

5.2.12 Крюки и штыри должны рассчитываться в нормальном режиме работы ВЛ по методу разрушающих нагрузок.

5.2.13 На опорах допускается любое расположение изолированных и неизолированных проводов ВЛ независимо от РКУ. Нулевой провод ВЛН следует располагать ниже фазных проводов. Изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛИ, размещаются ниже СИП или выполняются в едином скрученном жгуте СИП.

Неизолированные и изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛ, должны располагаться, как правило, над PEN (PE) - проводом ВЛ.

5.2.14 Устанавливаемые на опорах электроаппараты должны размещаться на высоте не менее 1,6 м от поверхности земли и ниже проводов ВЛ.

5.2.15 Расстояния между неизолированными проводами на опоре и в пролете по условиям их сближения в пролете при наибольшей стреле провеса до 1,2 м должны быть не менее:

- при вертикальном расположении проводов и расположении проводов с горизонтальным смещением не более 0,2 м: 0,4 м в I, II и III районах по гололеду, 0,6 м в IV и особом районах по гололеду;
- при других расположениях проводов во всех районах по гололеду и при скорости ветра при гололеде: до 18 м/с – 0,4 м, более 18 м/с – 0,6 м.

При наибольшей стреле провеса более 1,2 м указанные расстояния должны быть увеличены пропорционально отношению наибольшей стрелы провеса к стреле провеса, равной 1,2 м.

5.2.16 Расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛ и при пересечении разных ВЛ на общей опоре должно быть не менее 10 см. Расстояния от проводов ВЛ до любых элементов опоры должно быть не менее 5 см.

5.2.17 При совместной подвеске на общих опорах ВЛИ и ВЛН до 1 кВ расстояние по вертикали между ними на опоре и в пролете при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее 0,4 м.

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

5.2.19 При совместной подвеске на общих опорах проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ и ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений на общей опоре, а также в середине пролета при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее:

- 1,00 м при подвеске на ВЛ СИП с изолированным несущим и всеми несущими проводами;
- 1,75 м при подвеске на ВЛ СИП с неизолированным несущим проводом;
- 2,00 м при подвеске на ВЛ неизолированных проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ.

5.2.20 При подвеске на общих опорах проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ и проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛ классов напряжений до 1 кВ и ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ на опоре и в пролете при температуре плюс 15°С без ветра должно быть не менее 0,3 м для ВЛИ и 1,5 м – ВЛН.

5.3 Требования к заземлению и защите от перенапряжений

5.3.1 Металлические конструкции и арматура железобетонных элементов опор должны быть присоединены к PEN - проводу.

5.3.2 На железобетонных опорах PEN - провод следует присоединять к арматуре железобетонных стоек и подкосов опор.

5.3.3 Крюки и штыри деревянных опор ВЛ, а также металлические элементы 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.

5.3.4 Крюки, штыри и арматура опор ВЛ классов напряжений до 1 кВ, ограничивающих пролет пересечения, а также опор, на которых производится совместная подвеска, должны быть заземлены.

5.3.5 На деревянных опорах ВЛ при переходе в кабельную линию заземляющий проводник должен быть присоединен к PEN - проводу ВЛ и к металлической оболочке кабеля.

5.3.6 Аппараты защиты, устанавливаемые на опорах ВЛ для защиты от грозовых перенапряжений, должны быть присоединены к заземлителю отдельным спуском.

5.3.7 Соединение заземляющих проводников между собой, присоединение их к верхним заземляющим выпускам стоек железобетонных опор, к крюкам и кронштейнам, а также к заземляемым металлоконструкциям и электрооборудованию, установленному на опорах ВЛ, должны выполняться сваркой или болтовыми соединениями.

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

5.3.8 В населенной местности с 1-2-этажной застройкой ВЛ должны иметь заземляющие устройства, предназначенные для защиты от грозовых перенапряжений. Сопротивления заземляющих устройств должны быть не более 30 Ом, а расстояния между ними должны быть не более 200 м для районов с числом грозовых часов в году до 40, 100 м - для районов с числом грозовых часов в году более 40.

Дополнительно должны быть выполнены заземляющие устройства:

- 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 должно быть не более 100 м для районов с числом грозовых часов в году до 40; 50 м - для районов с числом грозовых часов в году более 40.

5.3.9 В начале и конце каждой магистрали ВЛИ на проводах рекомендуется устанавливать зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного заземления.

Заземляющие устройства для защиты от грозовых перенапряжений рекомендуется совмещать с повторным заземлением PEN - провода.

5.3.10 Требования к заземляющим устройствам повторного заземления и защитным проводникам приведены в Стандарты на заземление. В качестве заземляющих проводников на опорах ВЛ допускается применять круглую сталь, имеющую антикоррозионное покрытие диаметром не менее 6 мм.

5.3.11 Оттяжки опор ВЛ должны быть присоединены к заземляющему проводнику.

5.4 Требования к опорам

5.4.1 Для воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ следует применять:

- промежуточные опоры, устанавливаемые на прямых участках трассы ВЛ. Эти опоры в нормальных режимах работы не должны воспринимать усилий, направленных вдоль ВЛ;

- анкерные опоры, устанавливаемые для ограничения анкерного пролета, а также в местах изменения числа, марок и сечений проводов ВЛ. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы усилия от разности тяжения проводов, направленные вдоль ВЛ;

- угловые опоры, устанавливаемые в местах изменения направления трассы ВЛ. Эти опоры при нормальных режимах работы должны воспринимать результирующую нагрузку от тяжения проводов смежных пролетов. Угловые опоры могут быть промежуточными и анкерного типа;
- концевые опоры, устанавливаемые в начале и конце ВЛ, а также в местах, ограничивающих кабельные вставки. Они являются опорами анкерного типа и должны воспринимать в нормальных режимах работы ВЛ одностороннее тяжение всех проводов.

5.4.2 Конструкции опор должны обеспечивать возможность установки:
- светильников уличного освещения всех типов;
- концевых кабельных муфт и аппаратов защиты;
- секционирующих и коммутационных аппаратов;
- шкафов и щитков для подключения электрооборудования.

5.5 Требования к условиям прохождения трасс воздушных линий

5.5.1 При прохождении ВЛИ по лесным и зеленым насаждениям вырубка просек не требуется. При этом расстояние от проводов до деревьев и кустов при наибольшей стреле провеса СИП и наибольшем их отклонении должно быть не менее 0,3 м.

Расстояние от изолированных проводов до зеленых насаждений должно быть не менее 0,5 м.

5.5.2 Для населенной и ненаселенной местности расстояние от проводов ВЛИ до поверхности земли (проезжей части улицы) по вертикали должно быть не менее 5 м. Расстояние может быть уменьшено для труднодоступной местности до 2,5 м и 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 должно быть не менее 2,5 м.

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

5.5.3 Расстояние от проводов ВЛН до земли в ненаселенной местности и проезжей части улиц в населенной местности при наибольшей стреле провеса проводов должно быть не менее 6 м.

Расстояние от проводов до земли допускается уменьшить в труднодоступной местности до 3,5 м и в недоступной местности - до 1 м.

5.5.4 Расстояние по горизонтали от СИП при наибольшем его отклонении до элементов зданий и сооружений должно быть не менее:
- 1,0 м - до балконов, террас и окон;
- 0,2 м - до глухих стен зданий, сооружений.

Допускается прохождение ВЛИ над крышами зданий и сооружениями, при этом расстояние от них до проводов по вертикали должно быть не менее 2,5 м.

5.5.5 Расстояние по горизонтали от проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до зданий и сооружений должно быть не менее:

- 1,5 м - до балконов, террас и окон;
- 1,0 м - до глухих стен.

Не допускается прохождение ВЛН над зданиями и сооружениями.

5.5.6 Наименьшее расстояние от СИП и проводов ВЛ до поверхности земли или воды, а также до различных сооружений при прохождении ВЛ над ними определяется при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов ВЛ электрическим током.

5.5.7 При горизонтальной прокладке ВЛИ по сооружениям и стенам зданий минимальное расстояние от СИП должно быть:

- над окном, входной дверью - 0,3 м;
- под балконом, окном, карнизом - 0,5 м;
- до земли - 2,5 м;

5.5.8 При *вертикальной прокладке ВЛИ* по сооружениям и стенам зданий минимальное расстояние от СИП должно быть:

- до окна - 0,5 м;
- до балкона, входной двери - 1,0 м.

5.5.9 Расстояние в свету между СИП и стеной здания или сооружением должно быть не менее 0,06 м.

5.5.10 Расстояния по горизонтали от подземных частей опор или заземлителей опор до подземных кабелей, трубопроводов и наземных колонок различного назначения должны быть не менее приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от подземных частей опор или заземляющих устройств опор до подземных кабелей, трубопроводов и наземных колонок

Объекты сближения	Расстояние, м
Водо-, паро- и теплопроводы, распределительные газопроводы, канализационные трубы	1
Пожарные гидранты, колодцы, люки канализации, водоразборные колонки	2
Кабели (кроме кабелей связи, сигнализации и проводного вещания)	1
То же, но при прокладке их в изолирующей трубе	0,5

5.5.11 При пересечении ВЛ с сооружениями, а также с улицами и площадями населенных пунктов угол пересечения не нормируется.

5.5.12 Пересечение ВЛ с судоходными реками и каналами не рекомендуется. При пересечении несудоходных рек и каналов наименьшие расстояния от проводов ВЛ до наибольшего уровня воды должно быть не менее 2 м, а до уровня льда - не менее 6 м.

5.5.13 Пересечения и сближения ВЛ классов напряжений до 1 кВ с ВЛ классов напряжений выше 1 кВ, а также совместная подвеска их проводов на общих опорах должны выполняться с соблюдением требований, приведенных в главе 6.

5.5.14 Пересечение ВЛ классов напряжений до 1 кВ между собой рекомендуется выполнять на перекрестных опорах; допускается также их

пересечение в пролете. Расстояние по вертикали между проводами пересекающихся ВЛ должно быть не менее: 0,1 м на опоре, 1,0 м в пролете.

5.5.15 В местах пересечения ВЛ классов напряжений до 1 кВ между собой применяются промежуточные опоры и опоры анкерного типа.

При пересечении ВЛ классов напряжений до 1 кВ между собой в пролете место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре верхней пересекающей ВЛ, при этом расстояние по горизонтали от опор пересекающей ВЛ до проводов пересекаемой ВЛ при наибольшем их отклонении должно быть не менее 2,0 м.

5.5.16 При параллельном прохождении и сближении ВЛ классов напряжений до 1 кВ и ВЛ классов напряжений свыше 1 кВ расстояние между ними по горизонтали должно быть не менее указанных в подразделе 6.3.

5.5.17 Совместная подвеска проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ и проводов ВЛН напряжением до 20 кВ на общих опорах допускается при соблюдении следующих условий:

- ВЛ классов напряжений до 1 кВ должны выполняться по РКУ ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ;
- провода ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ располагают выше проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ;
- провода ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ, закрепляемые на штыревых изоляторах, должны иметь двойное крепление.

5.5.18 При подвеске на общих опорах проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ и защищенных проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ должны соблюдаться следующие требования:

- ВЛ классов напряжений до 1 кВ должны выполняться по РКУ ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ;
- провода ВЛЗ должны располагаться выше проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ;
- крепление проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ на штыревых изоляторах должно выполняться усиленным;
- при совместной подвеске на общих опорах защищенных проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ и проводов ВЛИ, включающих жилы для линии наружного освещения или СИП для наружного освещения допускается подвеска светильников на этих опорах.

5.5.19 При пересечении ВЛ (ВЛИ) с ВЛ напряжением выше 1 кВ расстояние от проводов пересекающей ВЛ до пересекаемой ВЛ (ВЛИ) должно соответствовать требованиям, приведенным в главе 6.

5.6 Требования к условиям пересечения, сближения и совместной подвески воздушных линий с линиями связи и проводного вещания

5.6.1 Воздушные линии связи включают линии междугородной, сельской и городской телефонной связи и линии проводного вещания.

Угол пересечения ВЛ с ЛС и ЛПВ должен быть по возможности близок к 90°. Для стесненных условий угол пересечения не нормируется.

5.6.2 Расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проводов или подвесных кабелей ЛС и ЛПВ в пролете пересечения при наибольшей стреле провеса провода ВЛ должно быть:

- от СИП и изолированных проводов - не менее 1 м;
- от неизолированных проводов - не менее 1,25 м.

5.6.3 Расстояние по вертикали от проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ до проводов или подвесных кабелей ЛС или ЛПВ при пересечении на общей опоре должно быть:

- между СИП и ЛС или ЛПВ - не менее 0,5 м;
- между неизолированным проводом ВЛ и ЛПВ - не менее 1,5 м.

5.6.4 Место пересечения проводов ВЛ с проводами или подвесными кабелями ЛС и ЛПВ в пролете должно находиться по возможности ближе к опоре ВЛ, но не менее 2 м от нее.

5.6.5 Пересечение ВЛ с ЛС и ЛПВ может быть выполнено по одному из следующих вариантов:

- проводами ВЛ и изолированными проводами ЛС и ЛПВ;
- проводами ВЛ и подземным или подвесным кабелем ЛС и ЛПВ;
- проводами ВЛ и неизолированными проводами ЛС и ЛПВ;
- подземной кабельной вставкой в ВЛ с изолированными и неизолированными проводами ЛС и ЛПВ.

5.6.6 При пересечении проводов ВЛ с изолированными проводами ЛС и ЛПВ должны соблюдаться следующие требования:

- пересечение неизолированных проводов ВЛ с проводами ЛС, а также с проводами ЛПВ напряжением выше 360 В должно выполняться только в пролете. Пересечение неизолированных проводов ВЛ с проводами ЛПВ напряжением до 360 В может выполняться как в пролете, так и на общей опоре;
- опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС магистральных и внутризоновых сетей связи и линиями телефонной связи, а также ЛПВ напряжением выше 360 В, должны быть анкерного типа. При пересечении всех остальных ЛС и ЛПВ допускаются опоры ВЛ промежуточного типа, усиленные дополнительной приставкой или подкосом;
- провода ВЛ должны располагаться над проводами ЛС и ЛПВ. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, неизолированные и изолированные провода ВЛ должны иметь двойное крепление, СИП закрепляется анкерными зажимами. Провода ЛС и ЛПВ на опорах, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное крепление.

В городах и поселках городского типа провода вновь строящихся ЛС и ЛПВ допускается располагать над проводами ВЛ классов напряжений до 1 кВ.

5.6.7 При пересечении проводов ВЛ с подземным или подвесным кабелем ЛС и ЛПВ должны выполняться следующие требования:

- расстояние от подземной части металлической или железобетонной опоры и заземлителя деревянной опоры до подземного кабеля ЛС и ЛПВ в населенной местности должно быть не менее 3 м. В стесненных условиях допускается уменьшение расстояния до 1 м (при условии допустимости мешающих влияний на ЛС и ЛПВ); при этом кабель должен быть проложен в стальной трубе или

покрыт швеллером или угловой сталью по длине в обе стороны от опоры не менее 3 м;

- в ненаселенной местности расстояние от подземной части или заземлителя опоры ВЛ до подземного кабеля ЛС и ЛПВ должно быть не менее значений, приведенных в таблице 5;

- провода ВЛ должны располагаться над кабелем ЛС и ЛПВ;

- соединение проводов ВЛ в пролете пересечения с подвесным кабелем ЛС и ЛПВ не допускается. Сечение несущей жилы СИП должно быть не менее 35 мм^2. Провода ВЛ должны быть многопроволочными сечением не менее: сталеалюминиевые - 35 мм^2; сечение жилы СИП со всеми несущими проводниками жгута - не менее 25 мм^2;

- металлическая оболочка подвесного кабеля и трос, на котором подвешен кабель, должны быть заземлены на опорах, ограничивающих пролет пересечения;

- расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и ЛПВ до проекции ближайшего провода ВЛ на горизонтальную плоскость должно быть не менее наибольшей высоты опоры пролета пересечения.

Таблица 5 – Наименьшее расстояние от подземной части и заземлителя опоры ВЛ до подземного кабеля ЛС и ЛПВ в ненаселенной местности

Эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м	Расстояние, м, от подземного кабеля ЛС и ЛПВ	
	до заземлителя или подземной части железобетонной и металлической опоры	до подземной части деревянной опоры, не имеющей заземляющего устройства
До 100	10	5
100 - 500	15	10
500 - 1000	20	15
Более 1000	30	25

5.6.8 При пересечении ВЛИ с неизолированными проводами ЛС и ЛПВ должны соблюдаться следующие требования:

- пересечение ВЛИ с ЛС и ЛПВ может выполняться в пролете и на опоре;

- опоры ВЛИ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС магистральных и внутризоновых сетей связи и сельскими линиями связи, должны быть анкерного типа. При пересечении всех остальных ЛС и ЛПВ на ВЛИ допускается применение промежуточных опор, усиленных дополнительной приставкой или подкосом;

- несущая жила СИП или жгута со всеми несущими проводниками на участке пересечения должна иметь коэффициент запаса прочности на растяжение при наибольших расчетных нагрузках не менее 2,5;

- провода ВЛИ должны располагаться над проводами ЛС и ЛПВ. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, несущие провода СИП должны закрепляться натяжными зажимами. Провода ВЛИ допускается располагать под проводами ЛПВ. При этом провода ЛПВ на опорах, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное крепление;

- соединение несущей жилы и несущих проводников жгута СИП, а также проводов ЛС и ЛПВ в пролетах пересечения не допускается.

5.6.9 При пересечении изолированных и неизолированных проводов ВЛ с неизолированными проводами ЛС и ЛПВ должны соблюдаться следующие требования:

- пересечение проводов ВЛ с проводами ЛС, а также проводами ЛПВ напряжением выше 360 В должно выполняться только в пролете;
- пересечение проводов ВЛ с абонентскими и фидерными линиями ЛПВ напряжением до 360 В допускается выполнять на опорах ВЛ;
- опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа;
- провода ЛС стальные и из цветного металла должны иметь коэффициент запаса прочности на растяжение при наибольших расчетных нагрузках не менее 2,2;
- провода ВЛ должны располагаться над проводами ЛС и ЛПВ. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, провода ВЛ должны иметь двойное крепление. Провода ВЛ напряжением 0,4 кВ и ниже допускается располагать под проводами ЛПВ и линий ГТС. При этом провода ЛПВ и линий ГТС на опорах, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное крепление;
- соединение проводов ВЛ, а также проводов ЛС и ЛПВ в пролетах пересечения не допускается. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечениями не менее: алюминиевые - 35 мм^2, сталеалюминиевые - 25 мм^2.

5.6.10 При пересечении подземной кабельной вставки в ВЛ с неизолированными и изолированными проводами ЛС и ЛПВ должны соблюдаться следующие требования:

- расстояние от подземной кабельной вставки в ВЛ до опоры ЛС и ЛПВ и ее заземлителя должно быть не менее 1 м, а при прокладке кабеля в изолирующей трубе - не менее 0,5 м;
- расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ВЛ до проекции ближайшего провода ЛС и ЛПВ на горизонтальную плоскость должно быть не менее наибольшей высоты опоры пролета пересечения.

5.6.11 Расстояние по горизонтали между проводами ВЛИ и проводами ЛС и ЛПВ при параллельном прохождении или сближении должно быть не менее 1 м.

При сближении ВЛ с воздушными ЛС и ЛПВ расстояние по горизонтали между изолированными и неизолированными проводами ВЛ и проводами ЛС и ЛПВ должно быть не менее 2 м. В стесненных условиях это расстояние допускается уменьшить до 1,5 м. Во всех остальных случаях расстояние между линиями должно быть не менее высоты наиболее высокой опоры ВЛ, ЛС и ЛПВ.

При сближении ВЛ с подземными или подвесными кабелями ЛС и ЛПВ расстояния между ними должны приниматься в соответствии с требованиями к кабельным линиям.

5.6.12 Сближение ВЛ с антенными сооружениями передающих радиоцентров, приемными радиоцентрами, выделенными приемными пунктами проводного вещания и местных радиоузлов не нормируется.

5.6.13 Провода от опоры ВЛ до ввода в здание не должны пересекаться с проводами ответвлений от ЛС и ЛПВ, и их следует располагать на одном уровне или выше ЛС и ЛПВ. Расстояние по горизонтали между проводами ВЛ и проводами ЛС

и ЛПВ, телевизионными кабелями и спусками от радиоантенн на вводах должно быть не менее 0,5 м для СИП и 1,5 м для проводов ВЛН.

5.6.14 Совместная подвеска подвесного кабеля сельской телефонной связи и ВЛИ допускается при выполнении следующих требований:

- нулевая жила СИП должна быть изолированной;
- расстояние от СИП до подвесного кабеля линии связи в пролете и на опоре ВЛИ должно быть не менее 0,5 м;
- каждая опора ВЛИ должна иметь заземляющее устройство, при этом сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом;
- на каждой опоре ВЛИ должно быть выполнено повторное заземление PEN - провода;
- несущий канат телефонного кабеля вместе с металлическим сетчатым наружным покровом кабеля должен быть присоединен к заземлителю каждой опоры отдельным самостоятельным проводником (спуском).

5.6.15 5.6.15 Совместная подвеска на общих опорах неизолированных проводов ВЛ, ЛС и ЛПВ не допускается.

На общих опорах допускается совместная подвеска неизолированных проводов ВЛ и изолированных проводов ЛПВ. При этом:

- номинальное напряжение ВЛ должно быть не более 380 В;
- номинальное напряжение ЛПВ должно быть не более 360 В;
- расстояние от нижних проводов ЛПВ до земли, между цепями ЛПВ и их проводами должно соответствовать требованиям действующих правил для ЛПВ;
- провода ВЛН должны располагаться над проводами ЛПВ; при этом расстояние по вертикали от нижнего провода ВЛН до верхнего провода ЛПВ должно быть на опоре не менее 1,5 м, а в пролете - не менее 1,25 м; при расположении проводов ЛПВ на кронштейнах это расстояние принимается от нижнего провода ВЛ, расположенного на той же стороне, что и провода ЛПВ.

5.6.16 На общих опорах допускается совместная подвеска СИП с неизолированными или изолированными проводами ЛС и ЛПВ при условии:

- номинальное напряжение ВЛИ должно быть не более 380 В;
- номинальное напряжение ЛПВ должно быть не более 360 В;
- номинальное напряжение ЛС, расчетное механическое напряжение в проводах ЛС, расстояния от нижних проводов ЛС и ЛПВ до земли, между цепями и их проводами должны соответствовать требованиям для ЛС и ЛПВ;
- провода ВЛИ до 1 кВ должны располагаться над проводами ЛС и ЛПВ; при этом расстояние по вертикали от СИП до верхнего провода ЛС и ЛПВ независимо от их взаимного расположения должно быть не менее 0,5 м на опоре и в пролете. Провода ВЛИ, ЛС и ЛПВ рекомендуется располагать по разным сторонам опоры.

5.6.17 Совместная подвеска на общих опорах неизолированных проводов ВЛ и кабелей ЛС не допускается. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ напряжением не более 380 В и кабелей ЛПВ допускается при соблюдении требований к кабелям.

5.6.18 Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ напряжением 0,4 кВ и проводов телемеханики допускается, если цепи телемеханики не используются как каналы проводной телефонной связи.

5.6.19 На опорах ВЛ допускается подвеска волоконно-оптических кабелей связи:

- неметаллических самонесущих ВОК;
- навитых неметаллических ВОК на фазный провод (или СИП) ВЛ.

Опоры ВЛ, на которых подвешивают ВОК, и их закрепления в грунте должны быть рассчитаны с учетом дополнительных нагрузок.

Расстояние от ВЛ с ВОК связи до поверхности земли для населенной и ненаселенной местности должно быть не менее 5 м. Расстояния между проводами ВЛ классов напряжений до 1 кВ и ВОК на опоре и в пролете должны быть не менее 0,4 м.

5.7 Требования к условиям пересечения и сближения воздушных линий с инженерными сооружениями

5.7.1 При сближении ВЛ с автомобильными дорогами расстояние от проводов ВЛ до дорожных знаков и их несущих тросов должно быть не менее 1,0 м. Несущие тросы должны быть заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом.

5.7.2 При пересечении и сближении ВЛ с контактными проводами и несущими тросами трамвайных и троллейбусных линий:

- ВЛ должны располагаться вне зоны, занятой сооружениями контактных сетей, включая опоры. В этой зоне опоры ВЛ должны быть анкерного типа, а неизолированные провода иметь двойное крепление;
- провода ВЛ должны быть расположены над несущими тросами контактных проводов. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечением не менее: сталеалюминиевые - 35 мм^2, несущая жила СИП - 35 мм^2, сечение жилы СИП со всеми несущими проводниками жгута - не менее 25 мм^2. Соединение проводов ВЛ в пролетах пересечения не допускается;
- расстояние от проводов ВЛ при наибольшей стреле провеса должно быть 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 ВЛ до несущего троса или контактного провода должно быть не менее 1,5 м;
- пересечение ВЛ с контактными проводами в местах расположения поперечин запрещается;
- совместная подвеска на опорах троллейбусных линий контактных проводов и проводов ВЛ класса напряжения до 0,4 кВ допускается при соблюдении двух условий:

а) опоры троллейбусных линий должны иметь механическую прочность, достаточную для подвески проводов ВЛ;

б) расстояние между проводами ВЛ и кронштейном (или устройством крепления несущего троса контактных проводов) должно быть не менее 1,5 м.

5.7.3 При пересечении и сближении ВЛ с канатными дорогами и надземными металлическими трубопроводами:

- ВЛ должна проходить под канатной дорогой; прохождение ВЛ над канатной дорогой не допускается;
- канатные дороги должны иметь снизу мостки или сетки для ограждения проводов ВЛ;
- при прохождении ВЛ под канатной дорогой или под трубопроводом провода ВЛ должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м:

а) при наименьшей стреле провеса проводов до мостков или ограждающих сеток канатной дороги или до трубопровода;

б) при наибольшей стреле провеса и наибольшем отклонении проводов до элементов канатной дороги или до трубопровода;

- при пересечении ВЛ с трубопроводом расстояние от проводов ВЛ при их наибольшей стреле провеса до элементов трубопровода должно быть не менее 1 м. Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с трубопроводом, должны быть анкерного типа. Трубопровод в пролете пересечения должен быть заземлен, сопротивление заземлителя - не более 10 Ом;
- при параллельном следовании ВЛ с канатной дорогой или трубопроводом расстояние по горизонтали от проводов ВЛ до канатной дороги или трубопровода должно быть не менее высоты опоры, а на стесненных участках трассы при наибольшем отклонении проводов - не менее 1 м.

5.7.4 При сближении ВЛ с пожароопасными установками и с аэродромами следует руководствоваться требованиями, приведенными в главе 6 настоящего Стандарта.

5.7.5 Прохождение ВЛИ и ВЛН до 1 кВ не допускается по территориям спортивных сооружений, школ (общеобразовательных и интернатов), технических училищ, детских дошкольных учреждений, детских домов и игровых площадок, а также по территориям детских оздоровительных лагерей.

По вышеуказанным территориям (кроме спортивных и игровых площадок) допускается прохождение ВЛИ при условии, что нулевая жила СИП должна быть изолированной, а полная ее проводимость должна быть не менее проводимости фазной жилы СИП.

6 Технические требования к воздушным линиям электропередачи классов напряжений от 3 до 20 кВ

6.1 Основные технические требования

6.1.1 Расчетные значения механических воздействий на элементы ВЛ должны определяться как произведение их нормативных значений на коэффициенты надежности по нагрузке γ_f, ответственности γ_n, условиям работы γ_d и региональным условиям γ_p.

При расчете элементов ВЛ расчетные нагрузки следует дополнительно умножать на коэффициент сочетаний. При отсутствии указаний о значениях коэффициентов его значение принимается 1,0.

6.1.2 Для ВЛН, проходящим в районах с толщиной стенки гололеда 25 мм и более, а также с частыми образованиями гололеда или изморози в сочетании с сильными ветрами и в районах с частой и интенсивной пляской проводов, рекомендуется рассматривать вариант применения системы плавки гололеда на проводах.

Указанные требования не распространяются на ВЛЗ.

6.1.3 При обеспечении плавки гололеда толщина стенки гололеда может быть снижена на 15 мм. При этом нормативная толщина стенки гололеда должна быть не менее 20 мм.

Процесс плавки гололеда выполняется на основе мониторинга гололеда.

6.2 Требования к проводам, изоляторам и линейной арматуре

6.2.1 На ВЛ должны применяться многопроволочные провода. Минимально допустимые сечения проводов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Минимально допустимые сечения проводов ВЛ по условиям механической прочности, мм^2

Район по гололеду	Провода из не термообработанного алюминиевого сплава	Провода из термообработанного алюминиевого сплава	Провода сталеалюминиевые
ВЛ без пересечений			
до II	70	50	35/6,2
в III-IV	95	50	50/8
в V и более	-	-	70/11
Пересечения ВЛ с судоходными реками и инженерными сооружениями			
до II	70	50	50/8
в III-IV	95	70	50/8
в V и более	-	-	70/11
ВЛ, сооружаемые на 2-цепных или многоцепных опорах			70/11

Примечания:

1 В пролетах пересечений с автомобильными дорогами, троллейбусными и трамвайными линиями, железными дорогами специального назначения допускается применение проводов таких же сечений, как на ВЛ без пересечений.

2 В районах, где требуется применение проводов с антикоррозионной защитой, минимально допустимые сечения проводов принимаются такими же, как и сечения соответствующих марок без антикоррозионной защиты

6.2.2 Для снижения потерь электроэнергии на перемагничивание стальных сердечников в сталеалюминиевых проводах и проводах из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником рекомендуется применять провода с четным числом повивов алюминиевых проволок.

6.2.3 Для сталеалюминиевых проводов рекомендуются следующие сечения А и С проволок:

- в районах с толщиной стенки гололеда 25 мм и менее, А до 185 мм^2 - при отношении А/С от 6,0 до 6,25;
- в районах с толщиной стенки гололеда более 25 мм,
  а) А до 95 мм^2 - при отношении А/С 6,0;
  б) А от 120 до 400 мм^2 - при отношении А/С от 4,29 до 4,39.

Выбор марок проводов из других материалов обосновывают расчетами.

6.2.4 Провода должны рассчитываться на расчетные нагрузки нормального, аварийного и монтажного режимов ВЛ для всех возможных сочетаний РКУ. При

этом механические напряжения в проводах не должны превышать значений, приведенных в таблице 7.

Указанные в таблице напряжения следует относить к точке провода с наибольшим напряжением на длине пролета. Допускается указанные напряжения принимать для низшей точки провода при условии превышения напряжения в точках подвеса не более 5 %.

Таблица 7 – Допустимое механическое напряжение в проводах ВЛ

Провода сечением, мм^2	Допустимое напряжение, % предела прочности при растяжении		Допустимое напряжение, Н/мм^2	
	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре
Из не термообработанного алюминиевого сплава				
50-95	40	30	83	62
120-185	45	30	94	62
Из термообработанного алюминиевого сплава				
50-95	40	30	114	85
120-185	45	30	128	85
Сталеалюминиевые сечением алюминиевой части провода				
35-95 при А/С от 5,99 до 6,02	40	30	120	90
120 и более при А/С от 4,29 до 4,38	45	30	153	102
70 при А/С 0,95	45	30	272	204
95 при А/С 0,65	40	30	308	231
Из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником сечением алюминиевого сплава				
70 при А/С 1,71	45	30	279	186
Защищенные провода	40	30	114	85

6.2.5 При сооружении ВЛ в местах, где имеет место коррозия проводов, а также в местах, где на основании инженерных изысканий возможны разрушения проводов, следует применять провода, которые предназначены для указанных условий.

На равнинах при отсутствии данных эксплуатации ширину прибрежной полосы, к которой относится указанное требование, следует принимать равной 5 км, а полосы от химических предприятий - 1,5 км.

6.2.6 Расчет монтажных напряжений и стрел провеса проводов должен выполняться с учетом остаточных деформаций. В расчетах следует принимать физико-механические характеристики, приведенные в Приложении Б.

6.2.7 Защищать от вибрации следует провода ВЛЗ при прохождении трассы на местности типа «А», если механическое напряжение в проводе при среднегодовой температуре превышает 40 Н/мм^2.

При длинах пролетов, менее указанных в таблице 8 и местности типа «С», защита от вибрации не требуется.

Защищать от вибрации рекомендуется:

- провода алюминиевые и из не термообработанного алюминиевого сплава сечением до 95 мм^2, из термообработанного алюминиевого сплава и сталеалюминиевые провода сечением алюминиевой части до 70 мм^2;

- провода ВЛЗ в местах их крепления к изоляторам - гасителями вибрации спирального типа с полимерным покрытием. Гасители вибрации следует устанавливать с обеих сторон пролета.

Таблица 8 – Длины пролетов для одиночных проводов, требующих защиты от вибрации

Провода, тросы	Сечение*, мм^2	Пролеты длиной более, м, в местности типа	
		А	В
Сталеалюминиевые, из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником и без него	35-95	80	95
	120-240	100	120
Из не термообработанного алюминиевого сплава	50-95	60	95
	120-240	100	120
Примечание - * Приведены площади сечения алюминиевой части			

6.2.8 Для ВЛ, проходящих в особых условиях (районы Крайнего Севера, незащищенные выходы из горных ущелий, отдельные пролеты в местности типа «С» и др.), защита от вибрации должна производиться по специальному проекту.

6.2.9 Расстояния между проводами ВЛ выбирают по допустимым изоляционным расстояниям между проводами, между проводами и элементами опоры и условиям защиты от грозовых перенапряжений.

6.2.10 Расстояния между проводами выбираются по стрелам провеса, соответствующим габаритному пролету. В отдельных пролетах (не более 10 % общего количества), полученных при расстановке опор и превышающих габаритные пролеты не более чем на 25 %, увеличение расстояний, вычисленных для габаритного пролета, не требуется.

Для пролетов, превышающих габаритные значения более чем на 25 %, следует производить проверку расстояний между проводами.

Таблица 9 – Механические напряжения одиночных проводов при среднегодовой температуре t_{cr}, требующих защиты от вибрации, в Ньютонах на миллиметр квадратный (Н/мм^2)

Провода	Тип местности	
	А	В
Сталеалюминиевые марок АС при **А/С**		
0,65-0,95	Более 70	Более 85
1,46	» 60	» 70
4,29-4,39	» 45	» 55
6,00-8,05	» 40	» 45
11,50 и более	» 35	» 40
Из не термообработанного алюминиевого сплава всех марок	» 35	» 40
Из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником и без него всех марок	» 40	» 45

6.2.11 При различии стрел провеса, конструкций проводов и изоляторов в разных фазах ВЛ дополнительно проверяют расстояния между проводами в пролете. Проверку производят при наиболее неблагоприятных статических

отклонениях при нормативном ветровом давлении W_0, направленном перпендикулярно оси пролета данной ВЛ.

6.2.12 На ВЛ с поддерживающими изоляторами при горизонтальном расположении проводов минимальное расстояние между проводами в пролете определяется по формуле:

$$d_{г\,ор} = d_{эл} + K_в \cdot (f + \lambda)^{½} \qquad (2)$$

где $d_{г\,ор}$ - расстояние по горизонтали между не отклоненными проводами, м;

$d_{эл}$ - расстояние согласно условий внутренних перенапряжений, м;

$K_в$ – коэффициент, принимают по таблице 10;

f - наибольшая стрела провеса при высшей температуре или при гололеде без ветра, соответствующая действительному пролету, в метрах;

λ - длина поддерживающих изоляторов, в метрах:

- для пролета, ограниченного анкерными опорами λ = 0; для пролетов с комбинированными гирляндами изоляторов λ, принимается равной ее проекции на вертикальную плоскость;

- для пролетов с различной конструкцией гирлянд изоляторов λ принимают равной ½ суммы длин гирлянд смежных опор;

Расстояние между проводами на опоре и в пролете ВЛЗ независимо от расположения проводов на опоре и района по гололеду должно быть не менее 0,4 м.

6.2.13 На двухцепных опорах ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ расстояние между ближайшими проводами разных цепей линии по условиям работы проводов в пролете должно должны быть не менее: 2,0 м - со штыревыми и 2,5 м с подвесными изоляторами.

На двухцепных опорах ВЛЗ расстояние между ближайшими проводами разных цепей должно быть не менее 0,6 м для ВЛЗ со штыревыми изоляторами и 1,5 м - с подвесными изоляторами.

Таблица 10 – Значение коэффициента $K_в$ в зависимости от

Обозначение показателя	Знасения						
P_{wn}/P_1	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0 и более
$K_в$	0,650	0,700	0,730	0,750	0,770	0,775	0,780
Примечания: 1) P_{wn} - расчетная ветровая нагрузка на провод, в Ньютонах. 2) P_1 - расчетная нагрузка от массы провода, в Ньютонах. 3) Для промежуточных значений P_{wn}/P_1 и $K_в$ определяется линейной интерполяцией.							

6.2.14 Допускается подвеска на общих опорах проводов ВЛ классов напряжений до 1 кВ и ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ при соблюдении следующих условий:

- ВЛ классов напряжений до 1 кВ должны выполняться по расчетным условиям ВЛ высшего класса напряжения;

- провода ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ должны располагаться выше проводов ВЛ класса напряжения 0,4 кВ, причем расстояние между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений на опоре, а также в середине пролета при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее 2 м;

- крепление проводов высшего напряжения на штыревых изоляторах должно быть двойным.

6.2.15 Провода ВЛЗ могут быть подвешены на общих опорах с проводами ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ, а также с проводами ВЛН и ВЛИ класса напряжения 0,4 кВ.

Расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛЗ и ВЛН классов напряжений от 6 до 20 кВ на общей опоре и в пролете при температуре плюс 15°С без ветра должно быть не менее 1,5 м.

6.2.16 При подвеске на общих опорах проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ и ВЛН классов напряжений до 1 кВ должны соблюдаться следующие требования:

- ВЛ классов напряжений до 1 кВ должны выполняться по расчетным условиям ВЛЗ;
- провода ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ должны располагаться выше проводов ВЛН до 1 кВ или ВЛИ;
- расстояние по вертикали между ближайшими проводами ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ и проводами ВЛ классов напряжений до 1 кВ на общей опоре и в пролете при температуре плюс 15°С без ветра должно быть не менее 0,4 м для ВЛИ и 1,5 м для ВЛН;
- крепление проводов ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ на штыревых и подвесных изоляторах должно быть усиленным.

6.2.17 На опорах анкерного типа ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ и ниже должны применяться подвесные изоляторы.

6.2.18 Выбор типа и материала (стекло, фарфор, полимерные материалы) изоляторов производится с учетом климатических условий (температуры и влажности) и условий загрязнения.

На ВЛ, проходящих в особо сложных для эксплуатации условиях (горы, болота, районы Крайнего Севера и т. п.), сооружаемых на двухцепных и многоцепных опорах, следует применять стеклянные изоляторы или, при наличии соответствующего обоснования, полимерные.

6.2.19 Выбор количества изоляторов в гирляндах производится в соответствии требованиями по грозовой устойчивости ВЛ.

6.2.20 Изоляторы и арматура выбираются по нагрузкам в нормальных и аварийных режимах работы ВЛ при расчетных климатических условиях.

Расчетные усилия в изоляторах и арматуре не должны превышать значений разрушающих нагрузок (механической или электромеханической для изоляторов и механической для арматуры), установленных стандартами и ТУ, деленных на коэффициент надежности по материалу $\gamma_м$.

Для ВЛ, проходящих в районах со средней температурой минус 10°С и ниже или в районах с низшей температурой минус 50°С и ниже, расчетные усилия в изоляторах и арматуре умножаются на коэффициент условий работы $\gamma_d = 1,4$, для остальных районов $\gamma_d = 1,0$.

6.2.21 Коэффициенты надежности по материалу $\gamma_м$ для изоляторов и арматуры должны быть не менее:

- в нормальном режиме:

а) при наибольших нагрузках – 2,5;

б) при среднеэксплуатационных нагрузках для изоляторов:

1) для поддерживающих гирлянд – 5,0;

2) для натяжных гирлянд – 6,0.

- в аварийном режиме – 1,8;
- в нормальном и аварийном режимах для крюков и штырей – 1,1.

6.2.22 В качестве расчетного аварийного режима работы двух- и многоцепных поддерживающих и натяжных гирлянд изоляторов следует принимать обрыв одной цепи. Расчетные нагрузки от проводов принимаются для РКУ, дающих наибольшие значения нагрузок. Расчетные усилия в оставшихся в работе цепях изоляторов не должны превышать 95 % механической (электромеханической) разрушающей нагрузки изоляторов.

6.2.23 Крепление проводов к подвесным изоляторам следует производить глухими поддерживающими или натяжными зажимами.

Крепление проводов к штыревым изоляторам следует производить проволочными вязками или специальными зажимами.

6.2.24 В одном пролете ВЛ допускается не более одного соединения на каждый провод.

В пролетах пересечения ВЛ с улицами, инженерными сооружениями, водными пространствами одно соединение на провод допускается при сталеалюминиевых проводах с отношениям $\frac{A}{C} \leq 1{,}49$.

Не допускается соединение проводов в пролетах пересечения ВЛ между собой на пересекающих (верхних) ВЛ, а также в пролетах пересечения ВЛ с надземными и наземными трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов.

6.2.25 Прочность заделки проводов в соединительных и натяжных зажимах должна составлять не менее 95 % разрывного усилия проводов при растяжении.

6.2.26 Изоляционные расстояния по воздуху от токоведущих до заземленных частей опор должны соответствовать требованиям ГОСТ 6490.

6.2.27 На ВЛ с металлическими и железобетонными опорами количество подвесных тарельчатых изоляторов в поддерживающих и натяжных гирляндах независимо от материала опор должно составлять не менее двух.

6.2.28 На ВЛ с деревянными опорами или деревянными траверсами на металлических и железобетонных опорах в районах с 1-2-й степенью загрязнения λ, изоляторов должна быть не менее 1,5 см/кВ.

6.2.29 Изоляторы ВЛ должны иметь 50 % разрядное напряжение промышленной частоты в загрязненном и увлажненном состоянии не ниже значений, приведенных в таблице 11.

Таблица 11 – Разрядные напряжения гирлянд ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ в загрязненном и увлажненном состоянии

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	50 %-е разрядные напряжения, кВ (действующие значения)
6	8
10	13

6.3 Требования к опорам

6.3.1 На линиях с проводами, закрепленными на штыревых изоляторах, расстояние между анкерными опорами не должно превышать 1,5 км в районах по гололеду I-III и 1 км в районах по гололеду IV и более.

На линиях с подвесными изоляторами расстояние между анкерными опорами не должно превышать 3 км.

6.3.2 На ВЛ, проходящих по горной или сильно пересеченной местности в районах по гололеду III и более, рекомендуется устанавливать опоры анкерного типа на перевалах и в других точках, резко возвышающихся над окружающей местностью.

6.3.3 Опоры ВЛ должны рассчитываться на сочетания расчетных нагрузок нормальных режимов по первой и второй группам предельных состояний и аварийных и монтажных режимов ВЛ по первой группе предельных состояний.

6.3.4 Расчет опор на прочность и устойчивость должен производиться на нагрузки первой группы предельных состояний.

6.3.5 Расчет опор и их элементов на выносливость и по деформациям производится на нагрузки второй группы предельных состояний.

6.3.6 Расчет оснований по деформациям производится на нагрузки второй группы предельных состояний без учета динамического воздействия порывов ветра на конструкцию опоры. Дополнительно учитывается следующее:

- возможность временного усиления отдельных элементов конструкций в монтажных режимах;
- расчет железобетонных опор по раскрытию трещин в нормальных режимах производится на нагрузки второй группы предельных состояний, причем кратковременные нагрузки снижаются на 10 %; при использовании опор в условиях агрессивной среды снижение кратковременных нагрузок не производится;
- отклонение верха опоры при воздействии расчетных нагрузок по второй группе предельных состояний не должно приводить к нарушению наименьших изоляционных расстояний от токоведущих частей (проводов) до заземленных элементов опоры и до поверхности земли и пересекаемых инженерных сооружений, установленных настоящим Стандартом;
- расчет опор гибкой конструкции производится по деформированной схеме (с учетом дополнительных усилий, возникавших от нагрузок при деформациях опоры, для первой и второй групп предельных состояний);
- расчет опор, устанавливаемых в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов, на воздействие сейсмических нагрузок должен выполняться в соответствии со строительными нормами и правилами по строительству в сейсмических районах; при этом расчетные нагрузки от массы гололеда, от тяжения проводов в нормальных режимах умножаются на коэффициент сочетаний $\psi = 0{,}8$.

6.3.7 Двухцепные опоры во всех режимах должны быть рассчитаны для условий, когда смонтирована только одна цепь.

6.3.8 Промежуточные опоры ВЛ с поддерживающими гирляндами изоляторов и глухими зажимами должны рассчитываться в аварийном режиме по

первой группе предельных состояний на расчетные условные горизонтальные статические нагрузки $T_{ав}$. Расчет производится при условии обрыва провода в одном пролете (при любом числе проводов на опоре).

6.3.9 Промежуточные опоры со штыревыми изоляторами должны рассчитываться в аварийном режиме на обрыв одного провода, дающего наибольшие усилия на опору с учетом ее гибкости и поддерживающего действия необорванных проводов. Расчееетная условная горизонтальная статическая нагрузка $T_{ав}$ для стоек и приставок принимается равной $0,3T_{max}$, но не менее 3 кН; для остальных элементов опоры - $0,15T_{max}$, но не менее 1,5 кН.

6.3.10 Опоры анкерного типа должны рассчитываться в аварийном режиме по первой группе предельных состояний на обрыв тех проводов, при обрыве которых усилия в рассматриваемых элементах получаются наибольшими. Для опор ВЛ расчет производится на следующие условия:

- оборваны провода двух фаз одного пролета при любом числе цепей на опоре (анкерные нормальные опоры);
- оборваны провода одной фазы одного пролета при любом числе цепей на опоре (анкерные облегченные и концевые опоры).

6.3.11 Опоры анкерного типа должны проверяться в монтажном режиме по первой группе предельных состояний на следующие условия:

- в одном пролете смонтированы все провода, в другом пролете провода не смонтированы. Тяжение в смонтированных проводах принимают равным $0,6 \cdot T_{max}$, (T_{max} - наибольшее расчетное горизонтальное тяжение проводов);
- металлические опоры и их закрепления должны иметь требуемую нормами прочность без установки временных оттяжек;
- в одном из пролетов при любом числе проводов на опоре последовательно и в любом порядке монтируются провода одной цепи.

6.3.12 Опоры ВЛ должны проверяться на расчетные нагрузки, соответствующие способу монтажа, принятому проектом, с учетом составляющих массы проводов, изоляторов, монтажных приспособлений и монтера с инструментами.

Элементы опоры должны выдерживать вертикальную нагрузку от массы монтера с инструментами, расчетное значение которой равно 1,3 кН в сочетании с нагрузками нормального режима от проводов, свободных от гололеда, при среднегодовой температуре, а также с нагрузками аварийного и монтажного режимов.

Расчетные нагрузки на опоры от массы проводов в условиях равнинной местности рекомендуется принимать:

- на промежуточных опорах – удвоенной массе проводов в пролете без гололеда и гирлянды изоляторов, исходя из возможности подъема проводов и гирлянды через один блок;
- на анкерных опорах и промежуточных опорах, при ограничении последними монтажного участка, - с учетом усилия в тяговом тросе, определяемого из условия расположения тягового механизма на расстоянии $2,5h$ от опоры, где h - высота подвеса провода средней фазы на опоре.

При установке тягового механизма в условиях пересеченной местности необходимо дополнительно учитывать усилие от наклона тягового троса с учетом разности «высотных отметок» точки подвеса провода и тягового механизма.

6.3.13 На железобетонных опорах любой высоты должна быть обеспечена возможность подъема на нижнюю траверсу с телескопических вышек, по инвентарным лестницам или с использованием специальных подъемных устройств.

Для подъема по железобетонной вибрированной стойке ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ, на которой установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители или другие аппараты, должна быть предусмотрена возможность крепления лестниц или специальных подъемных устройств. На железобетонные вибрированные стойки, на которых вышеуказанное электрооборудование не устанавливается, это требование не распространяется.

6.3.14 Железобетонные опоры, не допускающие подъема по инвентарным лестницам или с использованием специальных подъемных устройств (опоры с оттяжками или внутренними связями, закрепленными на стойке ниже нижней траверсы и т. п.), должны быть снабжены стационарными лестницами без ограждений, доходящими до нижней траверсы.

6.4 Требования к заземлению и защите от перенапряжений

6.4.1 Защита подходов ВЛ к подстанциям должна выполняться в соответствии с требованиями защиты подстанций.

6.4.2 На ВЛЗ классов напряжений от 6 до 20 кВ необходимо устанавливать устройства защиты изоляции проводов при грозовых перекрытиях.

На ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ на деревянных опорах по условиям молниезащиты применение металлических траверс не рекомендуется.

6.4.3 Гирлянды изоляторов единичных железобетонных опор, а также крайних опор участков с такими опорами и другие места с ослабленной изоляцией на ВЛ с деревянными опорами должны иметь аппараты защиты.

6.4.4 Кабельные вставки в ВЛ должны быть защищены по обоим концам кабеля от грозовых перенапряжений аппаратами защиты.

Не требуют защиты от грозовых перенапряжений кабельные вставки в ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ, выполненные кабелями с пластмассовой изоляцией, длиной 2,5 км и более и кабелями других конструкций длиной 1,5 км и более.

6.4.5 При прохождении ВЛ в горных районах наименьшие изоляционные расстояния по рабочему напряжению и по внутренним перенапряжениям должны быть увеличены по сравнению с приведенными в таблице 12 на 1 % на каждые 100 м выше 1000 м над уровнем моря.

Таблица 12 – Наименьшее изоляционное расстояние по воздуху от токоведущих до заземленных частей опор

Расчетное условие	Расстояние, см, для ВЛ классов напряжений	
	6-10 кВ	20 кВ
Грозовые перенапряжения для изоляторов - штыревых	20	30
подвесных	20	35
Внутренние перенапряжения	10	15
Рабочее напряжение для безопасного подъема на опору без отключения ВЛ	-	7

6.4.6 Наименьшие расстояния на опоре между проводами ВЛ в месте их пересечения между собой при ответвлениях и переходе с одного расположения проводов на другое должны быть не менее приведенных в таблице 12.

6.4.7 На ВЛ должны быть заземлены:

- опоры, имеющие устройства молниезащиты;
- железобетонные и металлические опоры на ВЛ 3-20 кВ;
- опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители и другие аппараты.

Деревянные опоры и деревянные опоры с металлическими траверсами ВЛ без устройств молниезащиты не заземляют.

Таблица 13 – Наименьшее расстояние между фазными проводами на опоре

В сантиметрах

Расчетное условие	Напряжение ВЛ, кВ	
	6-10	20
Грозовые перенапряжения	20	45
Внутренние перенапряжения	22	33
Наибольшее рабочее напряжение	10	15
Примечание - При значениях расчетной кратности внутренних перенапряжений менее 2,1 допустимые изоляционные расстояния пересчитывают пропорционально		

6.5 Требования к условиям прохождения воздушной линии

6.5.1 По ненаселенной и труднодоступной местности

6.5.1.1 Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местностях в нормальном режиме ВЛ должны приниматься не менее приведенных в таблице 14. Наименьшие расстояния определяются при наибольшей стреле провеса провода без учета его нагрева электрическим током при расчетной линейной гололедной нагрузке и температуре воздуха при гололеде.

6.5.1.2 При прохождении ВЛ рекомендуется не занимать земли, орошаемые дождевальными установками. Допускается прохождение ВЛ по этим землям при условии выполнения требований строительных норм и правил на мелиоративные системы и сооружения.

Таблица 14 – Расстояния от проводов ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ от поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местности

Характеристика местности	Наименьшее расстояние, м
Ненаселенная местность; районы тундры, степей с почвами, непригодными для земледелия, и пустыни	6,0
Труднодоступная местность	5,0
Недоступные склоны гор, скалы, утесы и т. п.	3,0

6.5.1.3 В местах пересечения ВЛ наименьшие расстояния по вертикали от проводов при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током:

- с пастбищами для животных должно быть не менее чем при пересечении с автомобильными дорогами;
- с мелиоративными каналами должно быть не менее 2,0 м (до подъемных или выдвижных частей землеройных машин, располагаемых на дамбе, в рабочем положении, или до их габаритов при наибольшем уровне высоких вод).

Опоры должны располагаться вне полосы отвода земель в постоянное пользование для мелиоративных каналов.

6.5.1.4 При параллельном следовании ВЛ с мелиоративными каналами крайние провода ВЛ при не отклоненном их положении должны располагаться вне полосы отвода земель в постоянное пользование для мелиоративных каналов.

6.5.2 По насаждениям

6.5.2.1 Следует избегать прокладки ВЛ по лесам I группы.

6.5.2.2 Для прохождения ВЛ по насаждениям должны быть прорублены просеки. Ширина просек в насаждениях должна приниматься в зависимости от высоты насаждений с учетом их перспективного роста в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию и группы лесов:

- в насаждениях с перспективной высотой пород до 4 м ширина просек принимается равной расстоянию между крайними проводами ВЛ плюс по 3,0 м в каждую сторону от крайних проводов. При прохождении ВЛ по территории фруктовых садов вырубка просек не обязательна;
- при прохождении ВЛ в насаждениях лесов I группы, парках и фруктовых садах ширина просеки L рассчитывается по формуле:

$$L=S_{макс}+2(S_{мин}+a+R), \text{ м} \quad (3)$$

где $S_{макс}$ - расстояние по горизонтали между крайними, наиболее удаленными проводами фаз, в метрах;

$S_{мин}$ - наименьшее допустимое расстояние по горизонтали между крайним проводом ВЛ и кроной деревьев - 3,0 м;

a - горизонтальная проекция стрелы провеса провода и поддерживающей гирлянды изоляторов, в метрах;

R - радиус горизонтальной проекции кроны с учетом роста в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию, в метрах.

Радиусы проекций крон деревьев основных лесообразующих пород принимаются равными для сосны и лиственницы - 7,0 м, ели и пихты - 5,0 м, дуба и бука - 9,0 м, липы - 4,5 м, березы - 4,5 м и осины - 5,0 м. Для других пород

деревьев радиусы проекций крон определяются при конкретном проектировании по данным владельца насаждений.

В лесах II и III групп ширина просеки принимается равной большему из двух значений, рассчитанных по формуле, приведенной в 6.5.2.2 и по формуле:

$$L=S_{макс}+2\cdot H \qquad (4)$$

где H - высота насаждений с учетом перспективного роста, в метрах.

6.5.2.3 Для ВЛЗ ширина просек в насаждениях должна приниматься не менее расстояния между крайними проводами плюс 1,25 м в каждую сторону независимо от высоты насаждений. При прохождении ВЛЗ по территории фруктовых садов с деревьями высотой более 4 м расстояние от крайних проводов до деревьев должно быть не менее 2 м.

6.5.2.4 Отдельные деревья или группы деревьев, растущие вне просеки и угрожающие падением на провода или опоры ВЛ, должны вырубаться.

6.5.2.5 В понижениях рельефа, на косогорах и в оврагах просека прорубается с учетом перспективной высоты насаждений. После окончания монтажа места нарушения склонов на просеках должны быть засажены кустарниковыми породами.

6.5.2.6 По всей ширине просеки по трассе ВЛ должны быть произведены ее очистка от вырубленных деревьев и кустарников, корчевка пней или срезка их под уровень земли и рекультивация.

6.5.3 По населенной местности

6.5.3.1 Выбор трассы ВЛ выполняется в соответствии с требованиями Градостроительного Кодекса РФ.

Угол пересечения с улицами не нормируется. При прохождении ВЛ вдоль улицы допускается расположение проводов над проезжей частью.

6.5.3.2 Крепление проводов ВЛ на штыревых изоляторах должно быть двойным. При применении подвесных и полимерных изоляторов крепление проводов на промежуточных опорах должно выполняться глухими зажимами.

Крепление проводов ВЛЗ на штыревых изоляторах следует выполнять усиленными спиральными пружинными вязками с полимерным покрытием.

При использовании поддерживающих гирлянд изоляторов крепление проводов следует выполнять глухими поддерживающими зажимами.

6.5.3.3 Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли в населенной местности в нормальном режиме работы ВЛ должны приниматься согласно таблице 15. Расстояния определяются при наибольшей стреле провеса провода без учета его нагрева электрическим током:

– при высшей температуре воздуха;

– при расчетной линейной гололедной нагрузке и температуре воздуха при гололеде.

Таблица 15 – Наименьшее расстояние по вертикали от проводов ВЛ до поверхности земли, производственных зданий и сооружений в населенной местности

В метрах

Условия работы ВЛ	ВЛЗ	ВЛН
Нормальный режим: до поверхности земли	6	7
до производственных зданий и сооружений	3	3
Обрыв провода в смежном пролете до поверхности земли	5,0	5,5

6.5.3.4 В местах пересечения ВЛ с улицами, проездами и т. п. расстояния по вертикали от проводов до поверхности земли должны быть проверены на обрыв провода в смежном пролете при среднегодовой температуре воздуха, без учета нагрева проводов электрическим током. Эти расстояния должны быть не менее значений приведенных в таблице 14.

6.5.3.5 Расстояние по горизонтали от основания опоры ВЛ до кювета или бортового камня проезжей части улицы (проезда) должно быть не менее 2,0 м. Расстояние до тротуаров и пешеходных дорожек не нормируется.

6.5.3.6 Прохождение ВЛ над зданиями и сооружениями не допускается. Допускается прохождение ВЛ над производственными зданиями и сооружениями промышленных предприятий I и II степени огнестойкости по условиям пожарной безопасности зданий и сооружений с кровлей из негорючих материалов. При этом расстояние по вертикали от проводов ВЛ до вышеуказанных зданий и сооружений при наибольшей стреле провеса должно быть не менее приведенных в таблице 14.

Металлические кровли, над которыми проходит ВЛ, необходимо заземлять.

6.5.3.7 Расстояния по горизонтали от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до ближайших частей производственных, складских, административно-бытовых и общественных зданий и сооружений должны быть не менее 2,0 м.

Не допускается прохождение ВЛ по территориям стадионов, учебных и детских учреждений.

6.5.3.8 Расстояния от отклоненных проводов ВЛ, расположенных вдоль улиц, в парках и садах, до деревьев, а также до тросов подвески дорожных знаков должны быть не менее приведенных в таблице 15.

Расстояния по горизонтали от крайних проводов вновь сооружаемых ВЛ при не отклоненном их положении до границ земельных участков жилых и общественных зданий, до детских игровых площадок, площадок отдыха и занятий физкультурой, хозяйственных площадок или до ближайших выступающих частей жилых и общественных зданий при отсутствии земельных участков со стороны прохождения ВЛ, а также до границ приусадебных земельных участков индивидуальных домов и коллективных садовых участков должно быть не менее расстояний для охранных зон ВЛ соответствующих напряжений.

Допускается принимать расстояние по горизонтали от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до границ приусадебных земельных участков индивидуальных домов и коллективных садовых участков не менее 2,0 м.

6.5.3.9 Если при расстояниях, указанных в 6.5.3.8, от ВЛ до зданий и сооружений, имеющих радио- или телевизионную аппаратуру, помехи превышают нормируемые стандартами значения и соблюдение требований стандартов не может быть достигнуто специальными мероприятиями или эти мероприятия нецелесообразны, расстояния от крайних проводов ВЛ при не отклоненном их положении до ближайших частей этих зданий и сооружений должны быть приняты не менее 10 м.

6.5.3.10 Расстояния от заземлителей опор ВЛ до проложенных в земле силовых кабелей должны приниматься в соответствии с требованиями к кабельным линиям.

6.6 Требования к условиям пересечения и сближения воздушных линий

6.6.1 С воздушными линиями электропередачи

6.6.1.1 Угол пересечения ВЛ (ВЛЗ) выше 1 кВ между собой и с ВЛ (ВЛИ) классов напряжений до 1 кВ не нормируется.

6.6.1.2 Место пересечения должно выбираться возможно ближе к опоре верхней (пересекающей) ВЛ (ВЛЗ). Расстояния от проводов нижней (пересекаемой) ВЛ до опор верхней (пересекающей) ВЛ по горизонтали и от проводов верхней (пересекающей) ВЛ до опор нижней (пересекаемой) ВЛ в свету должны быть не менее приведенных в таблице 16, а также не менее 1,5 м для ВЛЗ и 0,5 м для ВЛИ.

Допускается выполнение пересечений ВЛ и ВЛЗ между собой и с ВЛ (ВЛИ) классов напряжений до 1 кВ на общей опоре.

Таблица 16 – Наименьшее расстояние между проводами и опорами пересекающихся ВЛ

Напряжение ВЛ, кВ	Наименьшее расстояние от проводов до ближайшей части опоры, м	
	при наибольшем отклонении проводов	при не отклоненном положении проводов
До 330	3	6
500	4	10
750	6	15

6.6.1.3 В городах и поселках городского типа допускается прохождение ВЛИ классов напряжений до 1 кВ над проводами ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ.

6.6.1.4 Одностоечные деревянные опоры пересекающей ВЛ, ограничивающие пролет пересечения должны быть с железобетонными приставками. Допускается применение одностоечных деревянных опор без приставок и, как исключение, повышенных деревянных опор с деревянными приставками.

6.6.1.5 При пересечении ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ с ВЛ более высокого напряжения опоры пересекаемых ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа. Сечение сталеалюминиевых проводов ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ в пролете пересечения должны быть:

- не менее 70 мм^2 по алюминию для ВЛН;
- не менее 70 мм^2 для ВЛЗ (или из термически упрочненного алюминиевого сплава сечением не менее 70 мм^2).

Провода в пролетах пересечений должны крепиться на опорах с использованием подвесных стеклянных изоляторов для ВЛ (ВЛЗ) классов напряжений от 6 до 20 кВ.

6.6.1.6 Провода ВЛ более высокого напряжения должны быть расположены выше проводов пересекаемых ВЛ более низкого напряжения.

6.6.1.7 Наименьшие расстояния между ближайшими проводами или проводами пересекающихся ВЛ должны приниматься не менее приведенных в таблице 17 при температуре воздуха плюс 15°С без ветра. Для промежуточных длин пролетов расстояния определяются линейной интерполяцией.

Расстояние между ближайшими проводами пересекающихся ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ при условии, что хотя бы одна из них выполнена с защищенными проводами, при температуре плюс 15 °С без ветра должно быть не менее 1,5 м.

При пересечении с ВЛ напряжением 35 кВ и выше следует руководствоваться требованием для линий высокого напряжения.

6.6.1.8 На ВЛ с деревянными опорами на опорах, ограничивающих пролеты пересечения, должны устанавливаться аппараты защиты на каждой из пересекающихся ВЛ. Расстояния между проводами пересекающихся ВЛ должны быть не менее приведенных в таблице 16.

Таблица 17 – Расстояния между проводами пересекающихся ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также деревянных опорах при наличии аппаратов защиты от грозовых перенапряжений

В метрах

Длина пролета пересекающей ВЛ, м	Наименьшее расстояние при удалении от места пересечения до ближайшей опоры ВЛ, м					
	30	50	70	100	120	150
При пересечении ВЛ 20 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 200	3	3	3	4	-	-
При пересечении ВЛ классов напряжений от 6 до 10 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 100	2	2	-	-	-	-

6.6.1.8 Установка аппаратов защиты на опорах пересечения ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ не требуется для линий с металлическими и железобетонными опорами и линий с деревянными опорами при расстояниях между проводами пересекающихся ВЛ не менее 4 м.

Сопротивления заземляющих устройств деревянных опор с защитными аппаратами должны составлять не более 10 Ом.

6.6.1.9 При параллельном следовании и сближении ВЛ одного напряжения между собой или с ВЛ различных напряжений расстояния по горизонтали должны быть не менее приведенных в таблице 18 и приниматься по ВЛ более высокого напряжения. Указанные расстояния подлежат дополнительной проверке на превышение смещения нейтрали более 15 % фазного напряжения в нормальном режиме работы ВЛ с изолированной нейтралью за счет электромагнитного и электростатического влияния ВЛ более высокого напряжения.

Таблица 18 – Наименьшее расстояние по горизонтали между ВЛ

В метрах

Участки ВЛ и расстояния	ВЛН	ВЛЗ
Участки нестесненной трассы, между осями ВЛ	Высота наиболее высокой опоры	3
Участки стесненной трассы, подходы к подстанциям:		
между крайними проводами в не отклоненном положении;	2,5	2
от отклоненных проводов одной ВЛ до ближайших частей опор другой ВЛ	2	2

6.6.2 С железными дорогами

6.6.2.1 Пересечение ВЛ с железными дорогами следует выполнять, как правило, воздушными переходами. На железных дорогах с особо интенсивным движением и в некоторых технически обоснованных случаях переходы ВЛ следует выполнять кабелем.

Пересечение ВЛ с железными дорогами в горловинах железнодорожных станций и местах сопряжения анкерных участков контактной сети запрещается.

6.6.2.2 При пересечении и сближении ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ с железными дорогами расстояния от основания опоры ВЛ до габарита приближения строений на не электрифицированных железных дорогах или до оси опор контактной сети электрифицированных дорог должны быть не менее высоты опоры плюс 3,0 м. На участках стесненной трассы допускается эти расстояния принимать не менее 3,0 м.

6.6.2.3 Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами от проводов до различных элементов железной дороги должны быть не менее приведенных в таблице 19.

При отсутствии данных об электрических нагрузках ВЛ температура проводов принимается равной плюс 70°С.

При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами, вдоль которых проходят линии связи и сигнализации, необходимо руководствоваться дополнительно требованиями, предъявляемыми к пересечениям и сближениям ВЛ с сооружениями связи.

Таблица 19 – Расстояния при пересечении (сближении) ВЛ с железными дорогами

Пересечение или сближение	Наименьшее расстояние, м
Для не электрифицированных железных дорог от провода до головки рельса в нормальном режиме ВЛ по вертикали:	
- железных дорог широкой и узкой колеи общего пользования	7,5
- железных дорог широкой колеи специального пользования	7,5
- железных дорог узкой колеи специального пользования	6,5
- от провода до головки рельса при обрыве провода ВЛ в смежном пролете по вертикали:	
железных дорог широкой колеи	6
железных дорог узкой колеи	4,5
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог от проводов ВЛ до наивысшего провода или несущего троса:	
- в нормальном режиме по вертикали	Как при пересечении ВЛ между собой
- при обрыве провода в соседнем пролете	1
При сближении или параллельном следовании	
Для не электрифицированных железных дорог на участках стесненной трассы от отклоненного провода ВЛ до габарита приближения строений по горизонтали	1,5
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог от крайнего провода ВЛ до крайнего провода, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети, по горизонтали	Как при сближении ВЛ между собой
То же, но при отсутствии проводов с полевой стороны опор контактной сети	Как при сближении ВЛ с сооружениями

6.6.2.4 При пересечении ВЛ электрифицированных и подлежащих электрификации железных дорог общего пользования опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции. На участках с особо интенсивным и интенсивным движением поездов эти опоры должны быть металлическими.

Допускается в пролете этого пересечения, ограниченного анкерными опорами, установка промежуточной опоры между путями, не предназначенными для прохождения регулярных пассажирских поездов, а также промежуточных опор по краям железнодорожного полотна путей любых дорог. Указанные опоры должны быть металлическими или железобетонными. Крепление проводов на этих опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами.

Применение опор из любого материала с оттяжками и деревянных одностоечных опор не допускается.

При пересечении дорог специального пользования допускается применение анкерных опор облегченной конструкции и промежуточных опор. Крепление проводов на промежуточных опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами. Опоры всех типов, устанавливаемых на пересечении железных дорог специального пользования, могут быть свободностоящими или на оттяжках.

6.6.2.5 На ВЛ с подвесными изоляторами натяжные гирлянды изоляторов для провода должны быть двухцепными с раздельным креплением каждой цепи к опоре. Применение штыревых изоляторов в пролетах пересечений ВЛ с железными дорогами не допускается. Использование в качестве заземлителей арматуры железобетонных опор и железобетонных приставок у опор, ограничивающих пролет пересечения, не допускается.

6.6.2.6 При пересечении ВЛ с железной дорогой, имеющей лесозащитные насаждения, следует руководствоваться требованиями, предъявляемыми к ВЛ при прохождении линии по лесозащитным насаждениям.

6.6.2.7 Минимальные расстояния от ВЛ до мостов железных дорог с пролетом 20,0 м и менее следует принимать такими же, как до соответствующих железных дорог по таблице 18, а с пролетом более 20,0 м устанавливаются при проектировании ВЛ.

6.6.3 С автомобильными дорогами

6.6.3.1 Требования распространяются на пересечения и сближения с дорогами общего пользования и подъездными дорогами к промышленным предприятиям (категорий IA, IБ, II-V по нормативам на автомобильные дороги) и внутрихозяйственными автомобильными дорогами в сельскохозяйственных предприятиях и организациях (категорий I-С - III-С по нормативам на автомобильные дороги) согласно правил [6].

Пересечение и сближение ВЛ с федеральными дорогами общего пользования должны соответствовать требованиям правил установления и использования придорожных полос указанных дорог [8].

Угол пересечения с автомобильными дорогами не нормируется.

6.6.3.2 При пересечении автомобильных дорог категорий IA и IБ опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа нормальной конструкции.

Допускается в пролете пересечения дорог категорий IA и IБ, ограниченном анкерными опорами, установка промежуточных опор за пределами водопропускной канавы у подошвы дорожного полотна с учетом требований. Крепление проводов на этих опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами.

При пересечении автомобильных дорог категорий II-V, I-С - III-С опоры, ограничивающие пролет пересечения, могут быть анкерного типа облегченной конструкции или промежуточными.

На промежуточных опорах с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах, на опорах со штыревыми изоляторами должно применяться двойное крепление проводов на ВЛН и усиленное крепление на ВЛЗ.

6.6.3.3 Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами должны быть не менее приведенных в таблице 20.

Наименьшие расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ от проводов до проезжей части дорог должны приниматься при расчетной линейной гололедной нагрузке и температуре воздуха при гололеде.

Таблица 20 – Расстояния при пересечении и сближении ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ с автомобильными дорогами

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
Расстояние по вертикали:	
а) от провода до покрытия проезжей части дорог всех категорий	7
б) то же, при обрыве провода в смежном пролете	5,5
Расстояние по горизонтали:	
1 При пересечении дорог всех категорий, за исключением III-С и V:	
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна	Высота опоры
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи или до наружной бровки кювета дорог категорий IA, IБ и II	5
в) то же, до дороги категорий III, IV, I-С, II-С	2,0
2 При пересечении дороги категорий III-С и V:	
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи, наружной бровки, выемки или боковой водоотводящей канавы	1,5
3 При параллельном следовании с дорогами всех категорий:	
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры плюс 5 м
б) от крайнего не отклоненного провода до бровки земляного полотна	10
в) то же, в стесненных условиях	2

6.6.3.4 Расстояния по вертикали от проводов ВЛ с площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм^2 в местах пересечения с автомобильными дорогами должны быть проверены на обрыв провода в смежном пролете при среднегодовой температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током. Эти расстояния должны быть не менее величин, приведенных в таблице 19.

6.6.3.5 В местах пересечения ВЛ с автомобильными дорогами с обеих сторон ВЛ на дорогах должны устанавливаться дорожные знаки.

Подвеска дорожных знаков на тросах-растяжках в пределах охранных зон ВЛ не допускается.

6.6.3.6 При сближении или пересечении зеленых насаждений, расположенных вдоль автомобильных дорог, следует руководствоваться условиями прохождения ВЛ по зеленым насаждениям.

6.6.3.7 Для предотвращения наездов транспортных средств на опоры ВЛ, расположенные на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части, должны применяться дорожные ограждения I группы.

6.6.3.8 Минимальные расстояния от ВЛ до мостов автомобильных дорог с пролетом 20 м и менее следует принимать такими же, как до соответствующих автомобильных дорог по таблице 21, а с пролетом более 20 м - устанавливаются при проектировании ВЛ.

6.6.4 С троллейбусными и трамвайными линиями

6.6.4.1 Угол пересечения ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями следует принимать близким 90°, но не менее 60°.

6.6.4.2 Наименьшие расстояния от проводов ВЛ при пересечении, сближении или параллельном следовании с троллейбусными и трамвайными линиями в

нормальном режиме работы ВЛ при высшей температуре воздуха (без учета нагрева провода электрическим током), расчетной линейной гололедной нагрузке и температуре воздуха при гололеде должны приниматься по значениям, приведенным в таблице 21 в соответствии с требованиями [7].

Расстояния по вертикали от проводов ВЛ в местах пересечения с проводами или несущими тросами троллейбусной (трамвайной) линии должны быть проверены в аварийном режиме на обрыв провода ВЛ в смежном пролете при среднегодовой температуре воздуха без учета нагрева проводов.

Таблица 21 – Расстояния от проводов ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ при пересечении, сближении (параллельном следовании) с троллейбусными и трамвайными линиями

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
Расстояние по вертикали от проводов ВЛ:	
а) при пересечении с троллейбусной линией в нормальном режиме ВЛ до высшей отметки проезжей части	11
- то же до проводов контактной сети или несущих тросов	3
б) при пересечении с трамвайной линией в нормальном режиме ВЛ до головки рельса:	9,5
- то же до проводов контактной сети или несущих тросов	3
в) при обрыве провода ВЛ в смежном пролете до проводов или несущих тросов троллейбусной или трамвайной линии	1
Расстояние по горизонтали при сближении или параллельном следовании:	
а) от крайних не отклоненных проводов ВЛ до опор троллейбусной и трамвайной контактных сетей	Не менее высоты опоры
б) от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до опор троллейбусной и трамвайной контактных сетей на стесненных участках	3
в) от крайних не отклоненных проводов ВЛ до остановочных пунктов трамваев и троллейбусов, разворотных колец с путями рабочими, отстоя, обгона и ремонта	10

6.6.4.3 При пересечении троллейбусных и трамвайных линий опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными.

Для ВЛ с проводами сечением алюминиевой части 120 мм^2 и более допускаются также промежуточные опоры с подвеской проводов в глухих зажимах или с двойным креплением на штыревых изоляторах.

Для ВЛЗ с проводами площадью сечения алюминиевой части 120 мм^2 и более допускается применение промежуточных опор с усиленным креплением проводов.

6.6.4.4 Защита пересечений ВЛ с контактной сетью осуществляется защитными аппаратами в соответствии с требованиями.

6.6.5 С надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами

6.6.5.1 Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов, аммиака (в дальнейшем - трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов), а также с пассажирскими канатными дорогами рекомендуется принимать близким к 90°.

Примечание - Газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы, трубопроводы сжиженных углеводородных газов и аммиака в дальнейшем именуются трубопроводами для транспорта горючих, жидкостей и газов; магистральные и промысловые трубопроводы в дальнейшем именуются магистральными трубопроводами.

Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными трубопроводами для транспорта негорючих жидкостей и газов, а также с промышленными канатными дорогами не нормируется.

6.6.5.2 В пролетах пересечения с ВЛ надземные и наземные трубопроводы для транспорта горючих жидкостей и газов, кроме проложенных в насыпи, следует защищать ограждениями, исключающими попадание проводов на трубопровод как при их обрыве, так и необорванных проводов при падении опор, ограничивающих пролет пересечения.

Ограждения должны быть рассчитаны на нагрузки от воздействия проводов при их обрыве или при падении опор ВЛ, ограничивающих пролет пересечения, и на термическую стойкость при протекании токов КЗ.

Ограждение должно выступать по обе стороны пересечения на расстояние, равное высоте опоры.

6.6.5.3 Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с надземными и наземными трубопроводами, а также с канатными дорогами, должны быть анкерными нормальной конструкции. Для ВЛ со сталеалюминиевыми проводами сечением по алюминию 120 мм^2 и более, кроме пересечений с пассажирскими канатными дорогами, допускаются анкерные опоры облегченной конструкции или промежуточные опоры. Поддерживающие зажимы на промежуточных опорах должны быть глухими.

- В пролетах пересечения ВЛ с трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов провода и тросы не должны иметь соединений.

6.6.5.4 Провода ВЛ должны располагаться над надземными трубопроводами и канатными дорогами. В исключительных случаях допускается прохождение ВЛ под канатными дорогами, которые должны иметь мостики или сетки для ограждения проводов ВЛ. Крепление мостиков и сеток на опорах ВЛ не допускается.

6.6.5.5 В пролетах пересечения с ВЛ металлические трубопроводы, кроме проложенных в насыпи, канатные дороги, а также ограждения, мостики и сетки должны быть заземлены. Сопротивление, обеспечиваемое применением искусственных заземлителей, должно быть не более 10 Ом.

6.6.5.6 Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании с надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами должны быть не менее значений, приведенных в таблице 22. Расстояния по вертикали от ВЛ до мостиков, сеток и ограждений должны быть такими же, которые указаны в таблице 22.

Таблица 22 – Наименьшее расстояние от проводов ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ до наземных, надземных трубопроводов, канатных дорог

Пересечение, сближение и параллельное следование	Расстояние, м
Расстояние по вертикали (в свету) при пересечении	
- от не отклоненных проводов ВЛ до любой части трубопроводов (насыпи), защитных устройств, трубопровода или канатной дороги в нормальном режиме	3*
- то же, при обрыве провода в смежном пролете	2*
Расстояния по горизонтали при сближении и параллельном следовании от крайнего не отклоненного провода до любой части	
- магистрального нефтепровода и нефтепродуктопровода	50 м, но ≥ H
- магистрального газопровода с избыточным давлением свыше 1,2 МПа	2Н, но ≥ 50 м
- трубопровода сжиженных углеводородных газов	Не менее 1000 м
- аммиакопровода	3H, но ≥ 50 м
- немагистрального нефтепровода или нефтепродуктопровода, газопровода с избыточным давлением газа 1,2 МПа и менее, водопровода, канализации, водостока, тепловой сети	Не менее H**
- помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок (компрессорных и газораспределительных станций)	
- на газопроводах с давлением свыше 1,2 МПа	80
- на газопроводах с давлением газа 1,2 МПа и менее	≥ (H+3)
- нефтеперекачивающих станций	40
Расстояния по горизонтали при пересечении от основания опоры ВЛ до любой части:	
- трубопровода, защитных устройств трубопровода или канатной дороги	≥ H
- то же, на участках трассы в стесненных условиях	3

Примечания:

* При прокладке трубопровода в насыпи расстояние до насыпи увеличивается на 1 м.

** Если высота надземного сооружения превышает высоту (H) опоры ВЛ , расстояние между этим сооружением и ВЛ следует принимать не менее высоты этого сооружения.

Приведенные в таблице расстояния принимаются до границы насыпи или защитного устройства

6.6.5.7 Расстояние от крайних не отклоненных проводов ВЛ до продувочных свечей, устанавливаемых на магистральных газопроводах, следует принимать не менее 300 м.

На участках стесненной трассы ВЛ это расстояние может быть уменьшено до 150 м, кроме многоцепных ВЛ, расположенных как на общих, так и на раздельных опорах.

6.6.5.8 На участках пересечения ВЛ с вновь сооружаемыми надземными и наземными магистральными трубопроводами последние на расстоянии по 50 м в обе стороны от проекции крайнего не отклоненного провода должны иметь категорию, отвечающую требованиям строительных норм и правил.

6.6.6 С подземными трубопроводами

6.6.6.1 Угол пересечения ВЛ с подземными магистральными и промысловыми газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов и аммиака не нормируется.

Угол пересечения ВЛ с подземными газопроводами с избыточным давлением газа 1,2 МПа и менее, немагистральными нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов и

аммиака, а также с подземными трубопроводами для транспорта негорючих жидкостей и газов не нормируется.

6.6.6.2 Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании ВЛ с трубопроводами должны быть не менее приведенных в таблице 23.

Таблица 23 – Расстояния от ВЛ до подземных сетей

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние по горизонтали, м
1. При сближении и параллельном следовании от крайнего неотклоненного провода до любой части:	
- магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов, газопроводов с давлением газа свыше 1,2 МПа (магистральные газопроводы)	10
- трубопроводов сжиженных углеводородных газов	Не менее 1000 м
2. При сближении и параллельном следовании в стесненных условиях и при пересечении от заземлителя или подземной части (фундаментов) опоры до любой части трубопроводов, указанных в п. 1	5
3. При пересечении, сближении и параллельном следовании от заземлителя или подземной части (фундаментов) опоры:	
- до немагистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов, трубопроводов сжиженных углеводородных газов и аммиакопроводов и до газопроводов с давлением газа 1,2 МПа и менее	5
- до водопровода, канализации (напорной и самотечной), водостоков, дренажей тепловых сетей	2
Примечание - * Взаимное расположение трубопроводов, их зданий, сооружений и наружных установок и ВЛ, входящих в состав трубопроводов, определяется ведомственными нормами	

В исключительных случаях допускается в процессе проектирования уменьшение до 50 % расстояний (при прохождении ВЛ по территориям электростанций, промышленных предприятий, по улицам городов и т. п.), приведенных в п. 3 таблицы для газопроводов с давлением газа 1,2 МПа и менее.

При этом следует предусматривать защиту фундаментов опор ВЛ от возможного их подмыва при повреждении указанных трубопроводов, а также защиту, предотвращающую вынос опасных потенциалов на металлические трубопроводы.

6.6.6.3 Расстояния от крайних не отклоненных проводов ВЛ до продувочных свечей, устанавливаемых на газопроводах с давлением газа свыше 1,2 МПа (магистральных газопроводах), и помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок (компрессорных и газораспределительных станций) следует принимать как для надземных и наземных трубопроводов соответственно.

6.6.6.4 Вновь сооружаемые подземные магистральные трубопроводы на участках сближения и параллельного следования с ВЛ при прокладке их на расстояниях менее приведенных в п. 1 таблицы 25 должны иметь категорию:

- для газопроводов и ВЛ - не менее III;
- для нефтепроводов и ВЛ - не менее III.

Магистральные трубопроводы при пересечении с ВЛ в пределах охранной зоны ВЛ должны соответствовать строительным нормам и правилам.

Магистральные трубопроводы, прокладываемые в районах Западной Сибири и Крайнего Севера, при пересечении с ВЛ на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения должны быть не ниже II категории.

6.7 Требования к условиям прохождения воздушных линий электропередачи по мостам, плотинам и дамбам

6.7.1 Прокладка ВЛ на всех мостах не допускается.

При обоснованной необходимости допускается прохождение ВЛ по мостам, выполненным из негорючих материалов, при этом опоры или поддерживающие устройства, ограничивающие пролеты с берега на мост и через разводную часть моста, должны быть анкерными нормальной конструкции, все прочие поддерживающие устройства на мостах могут быть промежуточного типа, на этих устройствах с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах. Применение штыревых изоляторов не допускается, кроме ВЛЗ, где допускается их применение с креплением проводов спиральными пружинными вязками.

6.7.2 На металлических железнодорожных мостах с ездой по низу, снабженных на всем протяжении верхними связями, провода допускается располагать непосредственно над пролетным строением моста выше связей или за его пределами; располагать провода в пределах габарита приближения строений, а также в пределах ширины, занятой элементами контактной сети электрифицированных железных дорог, не допускается. Расстояния от проводов ВЛ до линий, проложенных по конструкции моста, принимаются, как для стесненных участков трассы.

На городских и шоссейных мостах провода допускается располагать как за пределами пролетного строения, так и в пределах ширины пешеходной и проезжей частей моста.

На охраняемых мостах допускается располагать провода ВЛ ниже отметки пешеходной части.

6.7.3 Наименьшие расстояния от проводов ВЛ до различных частей мостов должны приниматься в соответствии с требованиями организаций, в ведении которых находится данный мост. При этом определение наибольшей стрелы провеса проводов производится путем сопоставления стрел провеса при высшей температуре воздуха и при гололеде.

6.7.4 При прохождении ВЛ по плотинам, дамбам и т. п. любые расстояния от не отклоненных и отклоненных проводов до различных частей плотин или дамб в нормальном режиме ВЛ должны быть не менее приведенных в таблице 24.

Расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ должны приниматься не менее приведенных в таблице 24:

- при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током;
- при расчетной линейной гололедной нагрузке и температуре воздуха при гололеде.

Таблица 24 – Расстояния от проводов ВЛ до плотин и дамб

Части плотин и дамб	Наименьшее расстояние, м
Гребень и бровка откоса	6
Наклонная поверхность откоса	5
Поверхность переливающейся через плотину воды	4

6.7.5 При прохождении ВЛ по плотинам и дамбам, по которым проложены пути сообщения, ВЛ должна удовлетворять также требованиям, предъявляемым к ВЛ при пересечении и сближении с соответствующими объектами путей сообщения.

При этом расстояния по горизонтали от любой части опоры до путей сообщения должны приниматься как для ВЛ на участках стесненной трассы. Расстояния до пешеходных дорожек и тротуаров не нормируются.

Располагать провода в пределах габарита приближения строений, а также в пределах ширины, занятой элементами контактной сети электрифицированных железных дорог, не допускается.

Допускается располагать провода в пределах полотна автомобильной дороги, пешеходных дорожек и тротуаров.

6.8 Требования к воздушным линиям, проходящим в сложных климатических условиях

6.8.1 К районам со сложными климатическими условиями относят:

- районы по гололеду IV и выше (толщина стенки гололеда 25 мм и более с повторяемостью 1 раз в 25 лет);
- районы по ветру V и выше (нормативное ветровое давление 1000 Па и более на высоте 10 м над поверхностью земли с повторяемостью 1 раз в 25 лет);
- районы, где ветровое давление при гололеде с повторяемостью 1 раз в 25 лет превышает 280 Па независимо от района по гололеду;
- районы, где аварийность ВЛ данного класса напряжения от воздействия гололедных и ветровых нагрузок превышает среднюю по региону, независимо от района по ветру или гололеду по картам климатического районирования или региональным картам.

6.8.2 Районы со сложными климатическими условиями определяются по картам климатического районирования, путем обработки многолетних данных наблюдений и по результатам эксплуатации ВЛ в конкретном регионе. Для определения таких территорий и оценки их характеристик рекомендуется привлекать специализированные организации.

6.8.3 В районах со сложными РКУ следует выделять локальные участки, где возможно повышение нагрузок данного климатического района вследствие влияния особенностей микрорельефа местности, а в горных районах и за счет мезорельефа местности (гребни, склоны, долины и т. п.).

При создании ВЛ, проходящих в условиях пересеченной, особенно горной или предгорной местности, необходимо учитывать возможность локальных усилений скорости ветра, особенно при наличии отрицательного опыта эксплуатации существующих линий.

6.8.4 Для районов со сложными РКУ значения расчетных нагрузок на ВЛ могут устанавливаться Заказчиком в задании на проектирование.

6.8.5 Выбор трассы должен учитывать возможность и частоту появления повышенных гололедных, ветровых и комбинированных нагрузок.

При изысканиях трасс ВЛ следует обходить участки, где по физико-географическим условиям можно ожидать повышения нагрузок.

6.8.6 В целях обеспечения надежной работы ВЛ в районах со сложными РКУ следует:

- рассматривать варианты сооружения ВЛ в устойчивом исполнении к максимально наблюдаемым нагрузкам;
- применять сталеалюминиевые провода сечением по алюминию не менее 70 мм^2 для ВЛ 20 кВ, не менее 90 мм^2 для ВЛ 0,4 кВ. Рекомендуемое отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника - не более 4,39.

На отдельных участках ВЛ в районах со сложными РКУ допускается применение марок и сечений проводов, отличных от примененных по всей линии.

6.9 Требования к сближению воздушных линий со взрыво- и пожароопасными установками

Сближение ВЛ со зданиями, сооружениями и наружными технологическими установками, связанными с добычей, транспортировкой, производством, изготовлением, использованием или хранением взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных веществ, а также со взрыво- и пожароопасными зонами, должно выполняться в соответствии с нормами, утвержденными в установленном порядке.

Если нормы сближения не предусмотрены нормативными документами, то расстояния от оси трассы ВЛ до зданий, сооружений, наружных установок и зон должны составлять не менее полуторакратной высоты опоры.

6.10 Требования к воздушным линиям классов напряжений от 6 до 20 кВ с силовыми самонесущими кабелями

6.10.1 На воздушных линиях электропередачи с подвеской силовых кабелей следует применять скрученные в жгут силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (ЖСК).

Число основных токопроводящих жил ЖСК составляет 3.

Номинальное сечение токопроводящих жил рекомендуется устанавливать из ряда: 50, 70, 95, 120, 150, 185 и 240 мм^2.

Токопроводящие жилы, входящие в жгут силовых кабелей с изоляцией из СПЭ классов напряжений от 6 до 20 кВ, должны быть многопроволочными.

Номинальное сечение несущего троса принимается 50 или 70 мм^2.

6.10.2 Подвесная кабельная система состоит из трех одножильных кабелей классов напряжений от 6 до 20 кВ, собранных вокруг стального несущего изолированного троса.

6.10.3 Несущий трос подвесного скрученного в жгут кабеля состоит из многопроволочной жилы, покрытой изоляцией из СПЭ и устойчивой к

воздействию внешних климатических факторов. Жилы должны быть изготовлены из стальных проволок, стойких к воздействию коррозии.

6.10.4 Силовые кабели с изоляцией из СПЭ должны быть скручены вокруг несущего изолированного троса. Скрутка кабелей в жгут должна иметь правое направление размером от 35 до 45 минимальных диаметров наружного защитного покрова одножильных кабелей, образующих жгут.

6.10.5 Токопроводящие жилы ЖСК должны содержать водоблокирующие элементы, не допускающие проникновение влаги вдоль оси кабеля.

6.10.6 Расчетную массу и расчетный наружный диаметр ЖСК указывают в технических условиях на ЖСК конкретных марок.

Разность между максимальным и минимальным диаметрами токопроводящих жил жгута кабелей, измеренными во взаимно-перпендикулярных направлениях одного сечения, не должна превышать 0,2 мм.

6.10.7 Требования к материалам

6.10.7.1 Прочность при растяжении проволок из алюминия до скрутки в ТПЖ должна быть не менее 295 Н/мм^2, относительное удлинение при разрыве - не менее 4 %, модуль упругости - не менее $62 \cdot 10^3$ Н/мм^2, коэффициент линейного расширения - не более $23 \cdot 10^6$ °С$^{-1}$.

6.10.7.2 Номинальная толщина защитной изоляции ЖСК классов напряжений от 6 до 10 кВ и от 15 до 20 кВ должна составлять 2,3 мм.

6.10.7.3 Среднее значение толщины изолирующей оболочки не должно быть меньше номинального значения, указанного в таблице 25. Толщина экрана на жиле и на изолирующей оболочке не включаются в это значение.

Толщина, измеренная в любой точке, может быть меньше номинального значения, при условии, что разность не превышает 0,1 мм плюс 10 % этого номинального значения.

Материалы, использованные при изготовлении ЖСК, должны быть указаны в технических условиях на ЖСК конкретных марок.

Таблица 25 – Массогабаритные размеры жгута кабелей

Количество жил × сечение, мм^2	Толщина оболочки, мм	Диаметр				Масса жгута, кг/км	Минимальный радиус изгиба, мм
		ТПЖ, мм	изоляции, мм	кабеля, мм	жгута, мм		
3×50	5,5	8,2	21,3	29,4	70,3	2920	250
3×95	5,5	11,6	24,7	33,2	77,9	3760	280
3×150	5,5	14,4	27,5	36,6	84,7	4610	300
3×240	5,5	18,5	31,7	40,8	93,1	5880	330

6.10.7.4 Несущий трос ЖСК изготавливается из многопроволочной стойкой к коррозии стали и покрывается оболочкой из сшитого полиэтилена толщиной 1,2 мм.

Характеристика несущего троса должны соответствовать значениям, указанным в таблице 26.

Таблица 26 – Основные параметры несущего троса

Наименование показателя	Значение
Номинальное сечение несущего троса, мм^2	50
Материал троса	Оцинкованная сталь

Структура троса	7 проволок по 3 мм
Номинальный диаметр троса, мм	9,0
Максимальный наружный диаметр троса, мм	12,2
Разрушающая нагрузка, даН	6470
Модуль упругости, даН/мм^2	21 000
Коэффициент линейного расширения, град$^{-1}$	$12 \cdot 10^{-6}$

6.10.7.5 Внутренний объем продольных пазов экрана изолирующей оболочки заполняется гигроскопическим порошком для предотвращения возможного проникновение влаги (воды) и обеспечения герметичности кабеля.

6.10.7.6 Внешний проводящий экран выполняется из алюминиевой (медной) ленты, помещенной продольно вокруг изолированного проводника и приклеенной на наружный защитный покров.

Состав алюминия этого экрана должен соответствовать структуре металла марки 1100 или 1200, а его металлургическое состояние «О» (отожженное состояние). Номинальная толщина алюминиевого листа 0,1-0,2 мм.

6.10.7.7 Электрическое сопротивление экрана, измеряемое непосредственно на барабане, на котором поставляется кабель, должно соответствовать значениям, приведенным в таблице 27.

Таблица 27 – Электрическое сопротивление металлического экрана

Наименование показателя	Значение при толщине	
	0,1 мм	0,2 мм
Диаметр экрана > 20 мм	≤ 4 Ом/км	≤ 2 Ом/км
Диаметр экрана ≤ 20 мм	≤ 6 Ом/км	≤ 3 Ом/км

6.10.7.8 Наружная защитная оболочка однофазного кабеля выполняется, как правило, из экструдированного СПЭ черного цвета. Среднее значение толщины покрова не должно быть меньше номинального значения, указанного в таблице 25.

Толщина в любой точке может быть меньше номинального значения, при условии, что разность не превышает 0,1 мм плюс 15 % номинального значения.

6.10.8 Основные требования к механическим свойствам:

- прочность при растяжении ТПЖ одножильного кабеля должна соответствовать значениям, указанным в таблице 26.
- ЖСК должны быть стойкими к монтажным изгибам.
- несущий трос должен быть стойким к воздействию термомеханических нагрузок.
- изолирующая оболочка должна иметь характеристики, соответствующие нижеуказанным значениям:

а) при поставке:

1) прочность на растяжение ≥ 12,5 МПа;
2) удлинение при разрыве ≥ 200 %;

б) после воздействия горячим воздухом (135 ± 3) о С в течение 7 дней (ускоренного старения изоляции):

1) изменение прочности на растяжение ± 25 %;
2) изменение удлинения при разрыве ± 25 %;

- относительное удлинение силового кабеля при нагревании до температуры (200±3)°С и продолжительности воздействия механической нагрузки 0,2 МПа в течение 15 мин. должно составлять:

а) максимальное удлинение при воздействии нагрузки – 175 %;

б) максимальное удлинение, оставшееся после охлаждения 15 %.

- экран должен иметь механические характеристики:

а) при поставке:

1) прочность на растяжение ≥ 7 МПа;

2) удлинение при разрыве ≥ 150 %

б) после испытания совместимости конструктивных элементов максимальные изменения удлинения при разрыве:

1) в интервале от исходного значения до значения после 42-дневного старения ± 40 %

2) в интервале от значения после 14-дневного старения до значения после 42 дневного старения ± 25 %

- оболочка должна выдерживать воздействие от удара при низкой температуре (минус 50±2)°С.

Поверхность жгута не должны иметь видимых невооруженным взглядом трещин и вздутий.

Трос должен быть выполнен из стойкого к коррозии прочного материала, который выдерживает разрушающую нагрузку более 65,0 кН. Размерные характеристики приведены в таблице 25.

6.10.9 Требования к электрическим свойствам жгута кабелей

6.10.9.1 Удельное объемное сопротивление изоляции и защитной изоляции при длительно допустимой температуре нагрева ТПЖ кабеля должно быть не менее $1 \cdot 10^{12}$ Ом·см.

6.10.9.2 Расчетные значения сопротивлений силовых кабелей указывают в технических условиях. В таблице 28 приведены параметры используемых в настоящее время ЖСК.

Таблица 28 – Электрические свойства ТПЖ подвесного скрученного кабеля с несущим тросом сечением 50 мм^2

Сечение кабеля, мм^2	Сопротивление постоянному току при + 20 °С, Ом/км	Сопротивление переменному току при + 90 °С, Ом/км	Рабочая емкость, мкФ/км	Длительно допустимый ток в воздухе при Т воздуха + 30 °С, А	Ток КЗ (3-фазный), кА
10 кВ					
3х50	0,641	0,821	0,24	183	4,7
3х70	0,443	0,568	0,26	228-175	6,7
3х95	0,320	0,411	0,30	278	8,9
3х120	0,253	0,325	0,32	321-245	11,4
3х150	0,206	0,264	0,36	364	14,1
3х185	0,164	0,210	0,37	418-310	17.5
3х240	0,125	0,161	0,43	494	22,6
20 кВ					
3х50	0,641	0,821	0,181	186	
3х70	0,443	0,568			

Сечение кабеля, мм^2	Сопротивление постоянному току при + 20 °С, Ом/км	Сопротивление переменному току при + 90 °С, Ом/км	Рабочая емкость, мкФ/км	Длительно допустимый ток в воздухе при Т воздуха + 30 °С, А	Ток КЗ (3-фазный), кА
3х95	0,320	0,411	0,224	282	
3х120	0,253	0,325			
3х150	0,206	0,264	0,259	368	
3х185	0,164	0,210			
3х240	0,125	0,161	0,308	500	

6.10.9.3 Силовые кабели на номинальное напряжение 20 кВ с изоляцией из СПЭ скрученные в жгут после выдержки в воде при температуре (20±10)°С в течение 10 мин. должны выдерживать на строительной длине испытание переменным напряжением 24 кВ частотой 50 Гц в течение 5 мин.

6.10.9.4 Пробивное напряжение защитной изоляции силовых кабелей на номинальное напряжение 20 кВ после выдержки в воде при температуре (20±5)°С в течение 1 ч должно быть не менее 24 кВ.

6.10.9.5 Требования к устойчивости к внешним воздействиям:

- ЖСК должен быть стойким к циклическому воздействию комплекса атмосферных факторов, включающего:
- воздействие солнечного излучения и дождя;
- воздействие температуры в интервале от плюс (70±2)°С до минус (40±2)°С;

Допускаются следующие максимальные температуры токопроводящих элементов кабеля:

- ТПЖ силового кабеля:
  а) 120°С при перегрузке (24 ч в год, для участков линии 3 ч);
  б) 250°С при многофазном КЗ. Максимальная продолжительность 5 с;
- экрана 200°С при однофазном замыкании на землю. Максимальная продолжительность 5 с.

6.10.9.6 Характеристики изоляции и защитной оболочки жил должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 29.

Таблица 29 – Характеристика изоляционной оболочки

Наименование показателя	Значение параметра
1 До проведения испытаний:	
1.1 Прочность при растяжении, МПа, не менее	12,5
1.2 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	200
2 После проведения испытаний в термостате при температуре (135±3)°С в течение 168 ч	
2.1 Изменение значения прочности при растяжении, %, не более	±25
2.2 Изменение относительного удлинения при разрыве, %, не более	±25
3 Тепловая деформация	
3.1 Относительное удлинение после выдержки в течение 15 мин. при температуре (200±3)°С и растягивающей нагрузке 0,2 МПа, %, не более	175
3.2 Остаточное относительное удлинение после снятия нагрузки и охлаждения, %, не более	15
4 Изменение массы кабеля в результате поглощения воды после выдержки в течение 336 ч при t = (85±2) °С, мг/см^2, не более	1
5 Усадка после выдержки в термостате при t = (130±3) °С в течение 1 ч, %, не	4

более	
6 Стойкость к продавливанию при воздействии t = (90±2) °С в течение 4 ч: глубина продавливания, %, не более	50
7 Содержание сажи, %, не менее	2,5
Примечание – Под изменением понимается разность между средним значением, полученным после проведения испытаний, и средним значением, полученным до проведения испытаний, выраженная в процентах от последнего.	

7 Требования к проектированию воздушных линий

7.1 Основные требования к проектированию

7.1.1 Процесс разработки и состав проектной документации, разрабатываемой на стадии «проект» и утверждаемой части рабочего проекта должен осуществляться в соответствии с главой 6 Градостроительного Кодекса.

Состав рабочей документации для строительства электросетевых объектов уточняется заказчиком и проектной организацией в Техническом задании и договоре на проектирование.

7.1.2 Проектная документация для строительства выполняют, как правило, в две стадии (проект и рабочая документация) или для несложных объектов в одну стадию – рабочий проект с выделением утверждаемой части или рабочая документация.

7.1.3 Разрабатываемая проектная документация должна соответствовать требованиям Технического задания на проектирование и нормативных документов, включенных в Перечень корпоративного стандарта проектирования и действующего законодательства.

7.1.4 Проектная документация должна учитывать требования к уровню технических решений, принимаемых в проектах, а также отражать применение новых технологий строительства, новых материалов, конструкций и электрооборудования при сооружении ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ.

7.1.5 Внесение изменений в документацию, отправленную Заказчику, должно производиться согласно основным требованиям к проектной и рабочей документации.

7.1.6 Оформление проектной документации должно соответствовать требованиям системы сопровождения проектной документации.

7.1.7 Проектная документация должна выполняться методом компьютерной графики и передаваться Заказчику на бумажном и электронном носителях.

7.1.8 Требования к разработке технического задания на создание воздушных линий электропередачи

7.1.9 Техническое задание на проектирование ВЛ разрабатывается заказчиком или по его поручению проектной организацией в соответствии с рекомендациями строительных норм и правил.

7.1.10 В соответствии с условиями договора на проектирование заказчик выдает проектной организации исходные материалы, которые должны содержать:

- планировочное задание на разработку проектно-сметной документации на строительство воздушной линии;

- геодезический план масштаба 1:500, выполненный с красными линиями и красными отметками и перспективными поперечными профилями территории. В случае отсутствия разработанных красных отметок по проектируемому объекту Заказчик должен заказать разработку красных отметок;
- места присоединения проектируемых линий и их отметки;
- материалы по отводу территории для наземных объектов;
- материалы предварительных проектных строительных разработок или согласованной с эксплуатирующей организацией схемы инженерного обеспечения, или схемы транспортного обслуживания;
- сведения о наличии зон особого режима строительной деятельности (природные, исторические территории, территории с особым статусом), территории объектов инженерной инфраструктуры, транспортной инфраструктуры и санитарно-защитных зон) в границах проектируемого объекта;
- натурные обследования трассы для размещения инженерных сооружений (акт выбора трассы);
- действующие технические условия, регламентирующие:

а) присоединение, выданные сетевой компанией для разработки проекта (срок действия технических условий указывается в Техническом задании);

б) присоединение при производстве строительных работ;

в) перекладку существующих инженерных коммуникаций (при необходимости);

г) противопожарную защиту, включая комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий.

7.2 Требования к проектной документации

7.2.1 Порядок разработки (в том числе, стадийность), согласование и утверждения проектно-сметной документации на строительство ВЛ регламентируется нормативными документами и должны соответствовать требованиям ГОСТ 21.1101.

7.2.2 Содержание, состав, объем и оформление предпроектной и проектно-сметной документации, а также технического задания на проектирование определяются нормативными документами по ГОСТ 21101.

7.2.3 Стоимость сооружения ВЛ определяется в базисных и текущих ценах по действующим сметным нормам.

7.2.4 При проектировании новых ВЛ по очередям каждая очередь должна быть законченным объектом, обеспечивающим передачу электроэнергии потребителям.

Допускается временная работа ВЛ или очередей ВЛ на напряжении более низком, чем то напряжение, на которое она запроектирована.

7.2.5 При разработке проектной документации производится проверка принятых в ней новых технических решений на патентную чистоту и патентоспособность.

Использование изобретений и полезных моделей при проектировании ВЛ осуществляется в соответствии с действующим законодательством и должно быть согласовано с заказчиком (застройщиком).

7.2.6 Конструктивное выполнение пересечений и сближений ВЛ с инженерными сооружениями, а также пересечений ВЛ с судоходными реками и другими водными пространствами следует согласовывать с владельцами инженерных сооружений и организациями, осуществляющими хозяйственное использование водного объекта.

7.2.7 Проектирование заземляющих устройств опор ВЛ должно производиться на основе данных об удельных сопротивлениях грунтов, полученных непосредственно при инженерных изысканиях на трассе ВЛ.

7.2.8 В сметной документации следует предусматривать затраты, связанные с отводом земель в постоянное и временное пользование (выкуп, восстановление, исполнительная съемка, возмещение потерь сельскохозяйственного производства, убытки от изъятия земель, рекультивация), на вырубку леса, на проведение мероприятий по охране окружающей среды, а также на химическую обработку древесно-кустарниковой растительности.

В случае сноса строений по трассе ВЛ в сметную документацию включаются средства для выполнения сноса указанных строений, а также на выплату компенсации или на сооружение новых строений согласно документам, представляемым заказчиком (застройщиком).

7.2.9 Для обеспечения качественного выполнения строительно-монтажных работ рекомендуется предусматривать в сметной документации средства на проведение авторского надзора за строительством ВЛ, особенно для ВЛ, сооружаемых в сложных климатических и природных условиях, для ВЛ, на которых применяются новые технические решения.

7.2.10 Для сложных и особо сложных объектов в сметной документации предусматриваются средства на разработку предпроектных работ.

7.3 Требования к проектированию воздушных линий, учитывающие особенности их технического обслуживания и ремонта

7.3.1 На этапах создания ВЛ должны предусматриваться методы технического обслуживания и ремонта ВЛ.

7.3.2 Для эксплуатации ВЛ в труднодоступной местности, участков ВЛ, доступ к которым наземным транспортом невозможен, а также ВЛ, проходящих в безлюдной местности со сложными РКУ, следует предусматривать пункты временного пребывания персонала. Расположение пунктов временного пребывания персонала, состав помещений для персонала и экипажа вертолетов, механизмов обосновывается в проекте.

7.3.3 При проектировании ВЛ должна быть предусмотрена технологическая связь между ремонтными бригадами и диспетчерскими пунктами, базами, с которых осуществляется ТОиР, а также между бригадами и отдельными монтерами. Технологической связью должны быть обеспечены и пункты временного пребывания на трассе ВЛ.

7.3.4 К ВЛ должен быть обеспечен подъезд в любое время года на возможно близкое расстояние, но не далее чем на 0,5 км от трассы ВЛ. Для проезда вдоль трассы ВЛ и подъезда к линии должна быть расчищена полоса земли шириной не менее 2,5 м от насаждений, пней, камней и т. п.

Исключения допускаются на участках ВЛ, проходящих:

- по топким болотам и сильно пересеченной местности, где проезд невозможен. В этих случаях необходимо выполнять вдоль трассы ВЛ пешеходные тропки с мостиками шириной от 0,8 до 1,0 м, оборудованные перилами, или насыпные земляные дорожки шириной не менее 0,8 м;
- по территориям, занятым под садовые и ценные сельскохозяйственные культуры, а также под насаждения защитных полос вдоль железных и автомобильных дорог, запретным полосам по берегам рек, озер, водохранилищ, каналов и других водных объектов.

На трассах ВЛ, проходящих по местности, пересеченной мелиоративными каналами, должны предусматриваться пешеходные мостики шириной от 0,8 до 1,0 м, оборудованные перилами.

7.3.5 Линейные разъединители, переключательные пункты, высокочастотные заградители, установленные на ВЛ, должны иметь соответствующие порядковые номера и диспетчерские наименования.

8 Требования к организации строительства воздушных линий электропередачи

8.1 Организация строительства ВЛ в конкретных проектах должны разрабатываться в соответствии со строительными нормами по разработке паспорта организации строительства согласно требований [9].

8.2 В паспорте организации строительства ПОС приводятся расчеты продолжительности строительства, максимальной численности работающих, объемов первоначальной снегоочистки площадей застройки постоянных и временных сооружений, начинаемых строительством в зимнее время в первый и последующий годы строительства, потребности в энергоресурсах и воде.

8.3 В составе Технического задания на строительство (расширение, реконструкцию и техническое перевооружение) ВЛ и исходных материалов, выдаваемых с Техническим заданием на проектирование, заказчик представляет проектной организации данные об условиях и сроках отключения ВЛ (полностью или по участкам) для выполнения соответствующих работ, а также о местах приемки (складирования) демонтированных элементов ВЛ или способе и месте их уничтожения.

8.4 Обоснования выбора транспортных схем доставки основных грузов и местных материалов, набора временных зданий и сооружений, используемых при строительстве ВЛ, выбора принятых методов ведения основных строительно-монтажных работ приводятся в ПОС.

8.5 Приведенный в ПОС календарный план строительства должен иметь поквартальную разбивку на весь период строительства, и в общем случае, составляться с выделением работ подготовительного периода и основных строительно-монтажных работ.

При разработке ПОС на комплекс (например, ВЛ - подстанция - переход) календарный план и ведомость объемов составляются совмещенными и с разбивкой по объектам.

8.6 Работы по сооружению ВЛ, проходящей по сельскохозяйственным угодьям, должны производиться в сроки, согласованные с землепользователями и в период, когда эти угодья не заняты сельскохозяйственными культурами или когда возможно обеспечение их сохранности.

8.7 Для сохранения природного ландшафта, земельных угодий, а также сохранности монтируемых проводов рекомендуется предусматривать в ПОС выполнение монтажа опор с использованием механизмов большой грузоподъемности, а монтажа проводов - под тяжением.

8.8 Работы по строительству ВЛ (расширению, реконструкции и техническому перевооружению) ВЛ в качестве подрядной организации выполняют полностью или частично организации заказчика.

8.9 В ПОС должны быть выполнены согласования:

- с владельцами карьеров о возможности получения в требуемых объемах местных материалов;
- с местными органами о временном отводе земли для размещения базовых и трассовых поселков, перевалочных баз и т. д., расположенных вне отведенной под строительство территории;
- с управлением железной дороги о возможности организации на станциях выгрузки прирельсовых складов.

Полный перечень согласований определяется при проектировании объекта.

8.10 Земли, нарушенные при строительстве ВЛ, должны быть восстановлены.

8.11 На участках пересечения и сближения с водоемами и водотоками, имеющими хозяйственное значение, необходимо предусматривать:

- осуществление работ строго по проекту с соблюдением сроков строительства, согласованных с органами рыбоохраны;
- размещение места складирования грунта и стройматериалов в незатопляемой половодьем зоне;
- при строительстве переходов обеспечение возможности свободного прохождения рыб на место нереста и нагула.

8.12 При сооружении ВЛ в особых природных условиях (горы, пустыня, тундра, вечная мерзлота) должны предусматриваться:

- методы производства работ, обеспечивающие максимальное сохранение естественного рельефа и структуры грунта;
- мероприятия по восстановлению нарушенных в процессе строительства природных условий (восстановление почвенно-растительного слоя, предотвращение развития эрозии, размыва грунта и других опасных геологических процессов, засыпка выемок, траншей и карьеров, засев травами или закрепление склонов и откосов и др.).

9 Требования к организациям для создания воздушных линий электропередачи

9.1 Выбор организации для проектирования проводится на основе проведения конкурса. Организация и проведение конкурсов (тендеров) на разработку проектов должна осуществляться на основании Положения о порядке подготовки и проведения конкурсных и регламентированных неконкурсных закупок товаров, работ и услуг.

Как правило, должен применяться закрытый двухэтапный вид конкурса, то есть конкурс, в котором могут принять участие только специально приглашенные организации:

первый этап – рассмотрение первоначального технического предложения и проведение переговоров;

второй этап – рассмотрение окончательного технического и коммерческого предложения.

9.2 Заказчик проекта заявляет о проведении конкурса на разработку проекта для конкретного объекта и рассылает уведомление всем организациям, способным, по его мнению, выполнять такие работы, с предложением принять участие в конкурсе, а также предоставляет организациям конкурсную документацию.

9.3 Непременным условием проведения конкурсов должны быть:

- конфиденциальность информации и переговоров;
- обеспечение равноправия всех участников конкурса;
- установление четких критериев и правил оценки конкурсных заявок.

9.4 Документальным подтверждением имеющегося у организации опыта работ по аналогичным объектам должны служить перечни выполненных работ за последние два года, а также письменные отзывы заказчиков этих работ.

9.5 Подтверждением функционирования в организации системы менеджмента качества на основе ГОСТ Р ИСО 9001 или ГОСТ ISO 9001 является свидетельство сертифицирующих органов, а также письменное подтверждение специализированной организации в случае, если в организации система менеджмента качества находится в завершающей стадии разработки.

9.6 Основными требованиями к предоставляемым документам являются:

- достаточная информация о наличии технических, технологических, финансовых и квалификационных возможностей заявителя качественно выполнять соответствующий вид деятельности;
- наличие в соответствии с действующим законодательством необходимых для выполнения работ разрешительных документов государственных органов надзора.

9.7 Перечень документов должен содержать сведения об организации:

- копии учредительных документов, свидетельства о государственной регистрации, справок налогового органа о постановке на учет, лицензий, разрешений, сертификатов, технических условий, экспертных заключений;
- материалы о Системе управления качеством на предприятии;
- виды деятельности организации, подписанные руководством заявителя, содержащие объемы работ (услуг), выполненные организацией за последние 2 года для объектов электроэнергетики с указанием реквизитов крупнейших потребителей;
- документы, характеризующие финансовое состояние заявителя с приложением копии бухгалтерского баланса за последний год деятельности организации.

9.8 Справка о квалификационной возможности заявителя должна содержать:

- данные о руководителях организации и ее подразделений;
- данные о количестве специалистов с указанием специальностей.

10 Порядок приемки воздушной линии электропередачи в эксплуатацию и вывода линии из эксплуатации

10.1 Приемка воздушной линии в эксплуатацию после нового строительства, расширения, реконструкции или технического перевооружения осуществляется после завершения всех строительных, монтажных и пусконаладочных работ и до начала эксплуатации согласно требованиям главы 6 Градостроительного Кодекса.

10.2 Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию представляет собой документ, который удостоверяет выполнение строительства, реконструкции, капитального ремонта ВЛ в полном объеме в соответствии с разрешением на строительство, соответствие ее градостроительному плану земельного участка и проектной документации.

10.3 Приемку осуществляет приемочная комиссия, создаваемая органом государственной власти или местного самоуправления, уполномоченным выдавать разрешение на эксплуатацию объекта.

В приемочную комиссию включаются представители застройщика, проектной организации, эксплуатирующей организации, представители государственного контроля (надзора).

10.4 Приемка в эксплуатацию осуществляется путем проверки документации и внешнего осмотра объекта.

Проверке подлежит следующая документация:
- проектная документация;
- заключение государственной экспертизы проектной документации;
- акты приемки строительных, монтажных и пусконаладочных работ;
- техническая документация на материалы, конструкции и электрооборудование, предусмотренная договорами на поставку;

- протоколы испытаний и измерений.

Приемочная комиссия не вправе требовать от застройщика или эксплуатирующей организации предоставления документов, не предусмотренных настоящим пунктом.

10.5 Срок завершения приемки в эксплуатацию не может превышать двух месяцев с момента получения заявления застройщика (инвестора). При этом продолжительность приемки не должна превышать 30 дней.

10.6 По итогам приемки комиссия утверждает заключение о соответствии объекта требованиям документации и актам испытаний.

В случае если объект не соответствует предъявленным требованиям, приемочная комиссия обязана привести в заключении перечень недоделок, нарушений, в том числе, по документации, испытаниям и сроки их устранения.

В мотивировочной части заключения должны быть указаны основания, по которым конкретные результаты строительных, монтажных или пусконаладочных работ признаны не соответствующими предъявленным требованиям.

10.7 Заключение должно быть направлено заявителю в течение трех дней с момента его утверждения.

10.8 Порядок вывода воздушной линии из эксплуатации

10.8.1 Вывод ВЛ из эксплуатации производится на основании технико-экономического анализа с учетом результатов технического освидетельствования и сопоставления затрат на поддержание работоспособности ВЛ, реконструкцию ВЛ, строительство новой ВЛ.

10.8.2 Решение о выводе из эксплуатации ВЛ принимает собственник сетевой организации.

10.8.3 Основанием для вывода из эксплуатации ВЛ является Протокол экспертной комиссии о выводе из эксплуатации ВЛ по причине физического износа или как не подлежащей восстановлению.

10.8.4 К решению экспертной комиссии прилагаются «Основные сведения по физически изношенным элементам воздушной линии» и «Результаты оценки степени физического износа».

10.8.5 Утилизации подлежит оборудование, материалы и конструкции ВЛ, выведенной из эксплуатации, и оборудование, демонтированное с ВЛ. Утилизация проводится в соответствии проектом воздушной линии.

11 Оценка и подтверждение соответствия воздушных линий

11.1 Оценка и подтверждение соответствия ВЛ классов напряжений от 0,4 до 20 кВ требованиям настоящего стандарта, нормативных документов в области безопасности и проектной документации осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия новой линии или линии после реконструкции техническим регламентам, стандартам и условиям договоров;
- содействия заказчику (застройщику) в компетентном выборе электрооборудования, конструкций и материалов для ВЛ;

- повышения качества и надежности функционирования ВЛ после сдачи в эксплуатацию;

11.2 Подтверждение соответствия осуществляется на основе:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованными лицами;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к Линии в целом или отдельным ее элементам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

11.3 Подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный или обязательный характер.

11.4 Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

11.5 Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации и условиям договоров.

11.6 Импортное оборудование подлежит обязательному подтверждению соответствия, которое осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии;
- обязательной сертификации.

Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия установлен Федеральным законом Российской Федерации «О техническом регулировании».

11.7 Для добровольной оценки соответствия электрооборудования конструкций и материалов, по требованию заказчика (застройщика) используются:

- сертификация изделий и материалов;
- сертификация процессов производства, хранения, транспортирования, эксплуатации и утилизации изделий и материалов;
- выходной контроль качества изделий и материалов, выполняемый производителем;
- испытания изделий и материалов;
- пуско-наладочные работы на объекте с последующими испытаниями;
- входной контроль изделий и материалов заказчиком (застройщиком);
- сдача – приемка объекта;

- подтверждение легитимности происхождения изделий и материалов;
- декларирование соответствия;
- поверка средств измерений;
- техническое освидетельствование;
- государственный контроль (надзор).

Приложение А
(рекомендуемое)
Порядок расчета ветровых нагрузок

А.1 Нормативное ветровое давление W_0, соответствующее 10 минутному интервалу осреднения скорости ветра v_0, на высоте 10 м над поверхностью земли принимается в соответствии с картой районирования территории России по ветровому давлению или по региональным картам районирования.

Полученное при обработке метеорологических данных нормативное ветровое давление следует округлять до ближайшего большего значения.

Ветровое давление W (в Паскалях) определяют по формуле:

$$W = \frac{v^2}{1{,}6}, \qquad (А.1)$$

где v – скорость ветра.

Ветровое давление более 1500 Па должно округляться до ближайшего большего значения, кратного 250 Па.

Для ВЛ, сооружаемых в труднодоступных местностях, ветровое давление рекомендуется принимать соответствующим району на один выше, чем принято для данного региона по региональным картам районирования или на основании обработки материалов многолетних наблюдений.

Таблица А.1 – Нормативное ветровое давление W_0 на высоте 10 м над поверхностью земли

Район по ветру	Давление W_0, Па (скорость ветра v_0, м/с)
I	400 (25)
II	500 (29)
III	650 (32)
IV	800 (36)
V	1000 (40)
VI	1250 (45)
VII	1500 (49)
Особый	Выше 1500 (выше 49)

А.2 Для участков ВЛ, сооружаемых в условиях, способствующих резкому увеличению скоростей ветра (высокий берег большой реки, резко выделяющаяся над окружающей местностью возвышенность, гребневые зоны хребтов, межгорные долины, открытые для сильных ветров, прибрежная полоса морей, больших озер и водохранилищ в пределах от 3 до 5 км), при отсутствии данных наблюдений нормативное ветровое давление следует увеличивать на 40 % по сравнению с принятым для данного района. Полученные значения следует округлять до ближайшего значения.

А.3 Нормативное ветровое давление при гололеде $W_г$ с повторяемостью один раз в 25 лет определяется по скорости ветра при гололеде $v_г$.

Скорость ветра при гололеде $v_г$ принимают исходя из регионального районирования ветровых нагрузок при гололеде или определяют по данным

наблюдений согласно методическим указаниям по расчету климатических нагрузок.

При отсутствии региональных карт и данных наблюдений ветровое давление при гололеде ($W_г$) определяют по формуле:

$$W_г = 0{,}25\ W_0. \qquad (А.2)$$

Для ВЛ 0,4-20 кВ нормативное ветровое давление при гололеде должно приниматься не менее 200 Па. Нормативные ветровые давления (скорости ветра) при гололеде округляют до ближайших следующих значений, Па (м/с): 80 (11), 120 (14), 160 (16), 200 (18), 240 (20), 280 (21), 320 (23), 360 (24).

Значения более 360 Па должны округляться до ближайшего значения, кратного 40 Па.

А.4 Ветровое давление на провода ВЛ определяется по высоте расположения приведенного центра тяжести всех проводов, на конструкции опор ВЛ - по высоте расположения средних точек зон, отсчитываемых от отметки поверхности земли в месте установки опоры. Высота каждой зоны должна быть не более 10 м.

Для различных высот расположения центра тяжести проводов, а также средних точек зон конструкции опор ВЛ ветровое давление определяется умножением его значения на коэффициент K_w. Полученные значения ветрового давления должны быть округлены до целого числа.

Для промежуточных высот значения коэффициентов K_w определяются линейной интерполяцией.

Таблица А.2 – Изменение коэффициента K_w по высоте в зависимости от типа местности

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов и средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли, м	Коэффициент K_w для типов местности		
	А	В	С
До 15	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80

А.5 Высоту расположения приведенного центра тяжести проводов $h_{пр}$ (в метрах) для габаритного пролета определяют по формуле:

$$h_{пр}=h_{ср}-\tfrac{2}{3}\cdot f, \qquad (А.3)$$

где $h_{ср}$ – среднеарифметическое значение высоты крепления проводов к изоляторам, отсчитываемое от отметок земли в местах установки опор, в метрах;

f – стрела провеса провода в середине пролета при высшей температуре, в метрах.

А.6 А.6 При расчете проводов направление ветра следует принимать под углом 90° к оси ВЛ.

При расчете опор направление ветра следует принимать под углом 0°, 45° и 90° к оси ВЛ, при этом для угловых опор за ось ВЛ принимается направление биссектрисы внешнего угла поворота, образованного смежными участками линии.

А.7 Нормативную толщину стенки гололеда $b_э$ плотностью 0,9 г/см^3 следует принимать в соответствии с картой районирования территории по толщине стенки гололеда или по региональным картам районирования.

Полученные при обработке метеорологических данных нормативные толщины стенок гололеда рекомендуется округлять до ближайшего большего значения, приведенного в таблице А.3.

В особых районах по гололеду следует принимать толщину стенки гололеда, полученную при обработке метеорологических данных, округленную до 1 мм.

Для ВЛ, сооружаемых в труднодоступных местностях, толщину стенки гололеда рекомендуется принимать соответствующей району на один выше, чем принято для данного региона по региональным картам районирования или на основании обработки метеорологических данных.

Таблица А.3 – Нормативная толщина стенки гололеда $b_э$ для высоты 10 м над поверхностью земли

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда $b_э$, мм
I	10
II	15
III	20
IV	25
V	30
VI	35
VII	40
Особый	Выше 40

А.8 При отсутствии данных наблюдений для участков ВЛ, проходящих по плотинам и дамбам гидротехнических сооружений, вблизи прудов-охладителей, башенных градирен в районах с низшей температурой выше минус 45°С, нормативную толщину стенки гололеда $b_э$ следует принимать на 5 мм больше, чем для прилегающих участков ВЛ, а для районов с низшей температурой минус 45°С и ниже - на 10 мм.

А.9 Нормативная ветровая нагрузка при гололеде на провод определяется с учетом условной толщины стенки гололеда $b_у$, которая принимается по региональному районированию ветровых нагрузок при гололеде или рассчитывается согласно методическим указаниям по расчету климатических нагрузок. При отсутствии региональных карт и данных наблюдений $b_у = b_э$.

А.10 Толщина стенки гололеда $b_э$ и $b_у$ на проводах ВЛ определяют на высоте расположения приведенного центра тяжести всех проводов.

Толщина стенки гололеда на проводах при высоте расположения приведенного их центра тяжести более 25 м определяется умножением ее значения на коэффициенты K_i и K_d. При этом толщину стенки гололеда (для высоты 10 м и диаметра 10 мм) следует принимать без увеличения. Полученные значения толщины стенки гололеда округляются до 1 мм.

При высоте расположения приведенного центра тяжести проводов до 25 м поправки на толщину стенки гололеда на проводах в зависимости от высоты и диаметра проводов не вводятся.

А.11 Для участков ВЛ, сооружаемых в горных районах по защищенным извилистым и узким склоновым долинам и ущельям, независимо от высот местности над уровнем моря, нормативную толщину стенки гололеда $b_э$ рекомендуется принимать не более 15 мм. При этом коэффициент K_i не учитывается.

А.12 Температуры воздуха – среднегодовая, низшая, которая принимается за абсолютно минимальную температуру; высшая, которая принимается за абсолютно максимальную температуру, - определяются по СНиП и данным наблюдений с округлением до значений, кратных пяти.

Температуру воздуха при нормативном ветровом давлении W_0 следует принимать равной минус 5°С, за исключением районов со среднегодовой температурой минус 5°С и ниже, для которых ее следует принимать равной минус 10°С.

Таблица А.4 – Коэффициенты K_i и K_d учитывающие изменение толщины стенки гололеда

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов и средних точек зон конструкций опор над поверхностью земли, м	Коэффициент K_i, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте над поверхностью земли	Диаметр провода, мм	Коэффициент K_d, учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра провода
25	1,0	10	1,0
30	1,4	20	0,9
50	1,6	30	0,8
70	1,8	50	0,7
100	2,0	70	0,6
Примечание - * Для промежуточных высот и диаметров значения коэффициентов K_i и K_d определяются линейной интерполяцией			

Температуру воздуха при гололеде для территории с высотными отметками местности до 1000 м над уровнем моря следует принимать равной -5 °С, при этом для районов со среднегодовой температурой минус 5°С и ниже температуру воздуха при гололеде следует принимать равной минус 10°С. Для горных районов с высотными отметками выше 1000 м и до 2000 м температуру следует принимать равной -10 °С, более 2000 м - минус 15°С. В районах, где при гололеде наблюдается температура ниже минус 15°С, ее следует принимать по фактическим данным.

А.13 Нормативную ветровую нагрузку на провода P_W^H, действующую перпендикулярно проводу, для каждого рассчитываемого условия определяют по формуле:

$$P_W^H = \alpha_w \cdot K_l \cdot K_w \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2\varphi \qquad (А.4)$$

где K_l – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м, 1,1 - при 100 м, 1,05 - при 150 м.

K_w – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности;

C_x – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: 1,1 - для проводов, свободных от гололеда, диаметром 20 мм и более; 1,2 - для всех проводов, покрытых гололедом, и для всех проводов, свободных от гололеда, диаметром менее 20 мм;

α_w - коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимают исходя из данных таблицы А.5.

Таблица А.5 – Значения коэффициента неравномерности ветрового давления в зависимости от ветрового давления

Ветровое давление, Па	Значение коэффициент α_w
До 200	1
240	0,94
280	0,88
300	0,85
320	0,83
360	0,8
400	0,76
500	0,71
34(580) и более	0,7
Примечание - Промежуточные значения αw определяют методом линейной интерполяции	

W – нормативное ветровое давление, в Паскалях, в рассматриваемом режиме $W = W_0$ определяется по таблице в зависимости от ветрового района;

$W = W_c$ – определяемая ;

F – площадь продольного диаметрального сечения провода, в метрах квадратных (при гололеде с учетом условной толщины стенки гололеда b_y), определяют по формуле:

$$F=(d+2K_iK_db_y)\cdot l\cdot 10^{-3}, \quad (А.5)$$

где d - диаметр провода, в миллиметрах;

φ – угол между направлением ветра и осью ВЛ.

K_i и K_d - коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода;

b_y - условная толщина стенки гололеда, в миллиметрах;

l - длина ветрового пролета, в метрах.

А.14 Нормативную линейную гололедную нагрузку на 1 м провода $P_Г^H$ (в Ньютонах на метр) определяют по формуле:

$$P_Г^H=\pi\cdot K_i\cdot K_d\cdot b_э\cdot(d+K_i\cdot K_d\cdot b_э)\cdot\rho\cdot g\cdot 10^{-3}, \quad (А.6)$$

где K_i, K_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода;

$b_э$ – толщина стенки гололеда, в миллиметрах;

d – диаметр провода, в миллиметрах;

ρ – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см^3;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2).

А.15 Расчетную ветровую нагрузку на провода P_{Wn} (в Ньютонах) при механическом расчете проводов по методу допускаемых напряжений определяют по формуле:

$$P_{Wn} = P_W^H \cdot \gamma_p \gamma_f, \quad (A.7)$$

где P_W^H – нормативная ветровая нагрузка;

γ_p - региональный коэффициент, принимаемый от 1,0 до 1,3. Значение коэффициента принимают на основании опыта эксплуатации и указывают в задании на проектирование ВЛ;

γ_f - коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,1.

А.16 Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода $P_{г.п}$ при механическом расчете проводов по методу допускаемых напряжений определяется по формуле:

$$P_{г.п} = P_\Gamma^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \quad (A.8)$$

где $P^H{}_\Gamma$ – нормативная линейная гололедная нагрузка;

γ_{nw} – коэффициент надежности по ответственности:

а) 1,0 - для ВЛ 0,4-20 кВ;

б) 1,3 - для ВЛ, сооружаемых на двуцепных и многоцепных опорах независимо от напряжения;

γ_p – региональный коэффициент, исходя их опыта эксплуатации принимаемый в пределах от 1,0 до 1,5. Значение коэффициента и указывают в задании на проектирование ВЛ;

γ_f – коэффициент надежности по гололедной нагрузке равный 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 - для районов по гололеду III и выше;

γ_d – коэффициент условий работы, равный 0,5.

А.17 При расчете приближений токоведущих частей к сооружениям, насаждениям и элементам опор расчетная ветровая нагрузка на провода определяют по п. А.15

А.18 При определении расстояний от проводов до поверхности земли и до пересекаемых объектов и насаждений расчетная линейная гололедная нагрузка на провода принимается по п. А.16.

А.19 Нормативная ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется как сумма средней и пульсационной составляющих.

А.20 Нормативную среднюю составляющую ветровой нагрузки на опору Q_C^H,в Ньютонах, определяют по формуле:

$$Q_C^H = K_w \cdot W \cdot C_x \cdot A, \quad (A.9)$$

где K_w – см. А.13;

W – см. А.13;

C_x – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции;

A – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту, в метрах квадратных.

Для железобетонных и деревянных опор, а также стальных опор с элементами из труб обледенение конструкций при определении нагрузки Q_C^H не учитывается.

А.21 Нормативную пульсационную составляющую ветровой нагрузки Q_n^H для опор высотой до 50 м определяют по формулам:

- для свободностоящих одностоечных стальных опор:

$$Q_n^H = 0{,}5 \cdot Q_C^H; \quad (А.10)$$

- для свободностоящих портальных стальных опор:

$$Q_n^H = 0{,}6 \cdot Q_C^H; \quad (А.11)$$

- для свободностоящих железобетонных опор (портальных и одностоечных) на центрифугированных стойках:

$$Q_n^H = 0{,}5 \cdot Q_C^H; \quad (А.12)$$

- для свободностоящих одностоечных железобетонных опор ВЛ:

$$Q_n^H = 0{,}8 \cdot Q_C^H; \quad (А.13)$$

- для стальных и железобетонных опор с оттяжками при шарнирном креплении к фундаментам:

$$Q_n^H = 0{,}6 \cdot Q_C^H. \quad (А.14)$$

В расчетах деревянных опор пульсационная составляющая ветровой нагрузки не учитывается.

А.22 Нормативную гололедную нагрузку на конструкции металлических опор $J^н$, в Ньютонах, определяют по формуле:

$$J^н = K_i \cdot b_э \cdot \mu_г \cdot \rho \cdot g \cdot A_0, \quad (А.15)$$

где K_i, $b_э$, ρ, g – см. А.14;

$\mu_г$ - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной поверхности элемента: 0,6 – для районов по гололеду V и выше, независимо от высоты опор;

A_0 - площадь общей поверхности элемента, в метрах квадратных.

Для районов по гололеду до IV при высоте опор менее 50 м гололедные отложения на опорах не учитываются.

Для железобетонных и деревянных опор, а также стальных опор с элементами из труб гололедные отложения не учитываются.

Гололедные отложения на траверсах рекомендуется определять по вышеприведенной формуле с заменой площади общей поверхности элемента на площадь горизонтальной проекции консоли траверсы.

А.23 Расчетную ветровую нагрузку на провода, воспринимаемую опорами P_{w0}, определяют по формуле:

$$P_{w0} = P_w^H \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f, \quad (А.16)$$

где P_w^H - нормативная ветровая нагрузка по п. А.13;

γ_{nw}, γ_p – см. А.16;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке для проводов, покрытых гололедом и свободных от гололеда:

а) 1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

б) 1,1 – при расчете по второй группе предельных состояний.

А.24 Расчетную ветровую нагрузку на конструкцию опоры Q, в Ньютонах, определяют по формуле:

$$Q=(Q_c^H + Q_n^H) \cdot \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f, \quad (A.17)$$

где Q_c^H – нормативная средняя составляющая ветровой нагрузки;

Q_n^H – нормативная пульсационная составляющая;

γ_{nw}, γ_p – см. А.16;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке:

а) 1,3 – при расчете по первой группе предельных состояний;

б) 1,1 – при расчете по второй группе предельных состояний.

А.25 Расчетную ветровую нагрузку на гирлянду изоляторов P_u, в Ньютонах, определяют по формуле:

$$P_u = \gamma_{nw} \cdot \gamma_p \cdot K_w \cdot C_x \cdot F_u \cdot W_0 \cdot \gamma_f, \quad (A.18)$$

где γ_{nw}, γ_p – принимаются согласно п. А.16;

K_w – принимается согласно п. А.13;

C_x – коэффициент лобового сопротивления цепи изоляторов, принимаемый равным 1,2;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, равный 1,3;

W_0 – нормативное ветровое давление;

D_u - диаметр тарелки изоляторов, мм;

H_u - строительная высота изолятора, мм;

n - число изоляторов в цепи;

N - число цепей изоляторов в гирлянде;

F_u – площадь диаметрального сечения цепи гирлянды изоляторов, в метрах квадратных определяют по формуле:

$$F_u = 0,7 \cdot D_u \cdot H_u \cdot n \cdot N \cdot 10^{-6}. \quad (A.19)$$

А.26 Расчетную линейную гололедную нагрузку на 1 м провода $P_{г.о}$ воспринимаемая опорами, в Ньютонах на метр, определяют по формуле:

$$P_{г.о} = P_г^H \gamma_{нг} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \quad (A.20)$$

где $P_г^H$ - нормативная линейная гололедная нагрузка;

$\gamma_{нг}$, γ_p – см. А.16;

γ_f - коэффициент надежности по гололедной нагрузке при расчете по первой и второй группам предельных состояний, принимается равным 1,3 для районов по гололеду I и II; 1,6 для районов по гололеду III и выше;

γ_d - коэффициент условий работы, равный:

а) 1,0 - при расчете по первой группе предельных состояний;

б) 0,5 - при расчете по второй группе предельных состояний.

А.27 Гололедную нагрузку от проводов, приложенную к точкам их крепления на опорах, определяют произведением соответствующей линейной гололедной нагрузки на длину весового пролета.

А.28 Расчетную гололедную нагрузку на конструкции опор J, в Ньютонах, определяют по формуле:

$$J = J^н \cdot \gamma_{нг} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \quad (A.21)$$

где $J^н$ - нормативная гололедная нагрузка, принимаемая по А.22;

$\gamma_{нг}$, γ_p – см. А.16;

γ_f, γ_d - см А.26.

А.29 В районах по гололеду III и выше обледенение гирлянд изоляторов учитывается увеличением их массы на 50 %. В районах по гололеду II и менее обледенение не учитывается.

Воздействие ветрового давления на гирлянды изоляторов при гололеде не учитывается.

А.30 Расчетная нагрузка на опоры ВЛ от веса проводов, гирлянд изоляторов, конструкций опор по первой и второй группам предельных состояний определяется при расчетах как произведение нормативной нагрузки на коэффициент надежности по весовой нагрузке γ_f, принимаемый равным для проводов и гирлянд изоляторов 1,05, для конструкций опор - с указаниями строительных норм и правил [2].

А.31 Нормативные нагрузки на опоры ВЛ от тяжения проводов определяются при расчетных ветровых и гололедных нагрузках.

Расчетная горизонтальная нагрузка от тяжения проводов, $T_{макс.}$, свободных от гололеда или покрытых гололедом, при расчете конструкций опор, фундаментов и оснований определяется как произведение нормативной нагрузки от тяжения проводов на коэффициент надежности по нагрузке от тяжения γ_f, равный:

- 1,3 при расчете по первой группе предельных состояний;
- 1,0 при расчете по второй группе предельных состояний.

А.32 Расчет ВЛ по нормальному режиму работы необходимо производить для сочетания следующих условий:

- высшая температура t_+, ветер и гололед отсутствуют;
- низшая температура t_-, ветер и гололед отсутствуют;
- среднегодовая температура $t_{cг}$, ветер и гололед отсутствуют;
- провода покрыты гололедом при расчетной температуре, ветер отсутствует;
- ветер по п. А.15, температура при W_0 по А.12, гололед отсутствует;
- провода покрыты гололедом по А.16, ветер при гололеде на провода по п. А.15, температура при гололеде по А.12;
- расчетная нагрузка от тяжения проводов по А.15 – А.16.

А.33 Расчет ВЛ по аварийному режиму работы необходимо производить для сочетания следующих условий:

- среднегодовая температура $t_{cг}$, ветер и гололед отсутствуют;
- низшая температура t_-, ветер и гололед отсутствуют;
- провода покрыты гололедом по А.16, температура при гололеде по п. А.12, ветер отсутствует;
- расчетная нагрузка от тяжения проводов по А.15- А.16.

А.34 При расчете приближения токоведущих частей к кронам деревьев, элементам опор ВЛ и сооружениям необходимо принимать следующие сочетания климатических условий:

- при рабочем напряжении: расчетная ветровая нагрузка по А.15, температура при W_0 по А.12, гололед отсутствует;

- при грозовых и внутренних перенапряжениях: температура плюс 15°С, ветровое давление, равное 0,06 W_0, но не менее 50 Па;

- для обеспечения безопасного подъема на опору при наличии напряжения на линии: для ВЛ классов напряжений от 6 до 20 кВ - температура минус 15°С, гололед и ветер отсутствуют.

При расчете приближений угол отклонения γ поддерживающей гирлянды изоляторов от вертикали определяют по формуле:

$$tg\gamma = \frac{K_g \cdot P + P_и \pm P_0}{G_{пр} + 0.5 \cdot G_г}, \qquad (А.22)$$

где P - расчетная ветровая нагрузка на провода фазы, направленная поперек оси ВЛ (или по биссектрисе угла поворота ВЛ), Н;

P_o – горизонтальная составляющая от тяжения проводов на поддерживающий изолятор промежуточно-угловой опоры (принимаемая со знаком плюс, если ее направление совпадает с направлением ветра, и со знаком минус, если она направлена в наветренную сторону), в Ньютонах;

$G_{пр}$ – расчетная нагрузка от массы провода, воспринимаемая изоляторами, в Ньютонах;

$G_г$ – расчетная нагрузка от изоляторов, в Ньютонах;

$P_и$ – расчетная ветровая нагрузка на изоляторы, в Ньютонах.

K_g - коэффициент инерционности системы «гирлянда - провод в пролете», при отклонениях под давлением ветра принимают исходя из значений приведенных в таблице А.6.

Таблица А.6

Наименование показателя	Ветровое давление, Па				
	До 310	350	425	500	От 615
Коэффициент K_g	1	0,95	0,9	0,85	0,8
Примечание - Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией					

А.35 Проверку опор ВЛ по условиям монтажа необходимо производить по первой группе предельных состояний на расчетные нагрузки при следующих условиях: температура минус 15°С, ветровое давление на высоте 15 м над поверхностью земли 50 Па, гололед отсутствует.

Приложение Б
(справочное)
Физико-механические характеристики проводов

Таблица Б.1 – Физико-механические характеристики проводов

Провода	Модуль упругости, 10^4 Н/мм^2	Температурный коэффициент линейного удлинения, 10^{-6} град$^{-1}$	Предел прочности при растяжении δ_p *, Н/мм^2, провода
Алюминиевые	6,30	23,0	16
Сталеалюминиевые с отношением площадей поперечных сечений А/С			
20,27	7,04	21,5	210
16,87-17,82	7,04	21,2	220
11,51	7,45	21,0	240
8,04-7,67	7,70	19,8	270
6,28-5,99	8,25	19,2	290
4,36-4,28	8,90	18,3	340
2,43	10,3	16,8	460
1,46	11,4	15,5	565
0,95	13,4	14,5	690
0,65	13,4	14,5	780
Из не термообработанного алюминиевого сплава	6,3	23,0	208
Из термообработанного алюминиевого сплава	6,3	23,0	285
Из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником с отношением площадей поперечных сечений А/С			
1,71	11,65	15,83	620
1,46	12,0	15,5	650
Защищенные провода	6,25	23,0	294

Примечания:

* Предел прочности при растяжении δ_p определяется отношением разрывного усилия провода P_p, нормированного стандартом или ТУ, к площади поперечного сечения s_n, $\delta_p = P_p / s_n$ Для сталеалюминиевых проводов $s_n = s_A + s_C$.

** Принимается по соответствующим стандартам, но не менее 1200 Н/мм^2

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях

[2] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия

[3] СНиП 23-01-99 Строительная климатология

[4] СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах

[5] СНиП 2.07.01-90 Планировка зданий и застройка городских и сельских поселений

[6] СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги

[7] СНиП 2.05.09-90 Трамвайные и троллейбусные лини

[8] Правила установления и использования придорожных полос федеральных автомобильных дорог общего пользования

[9] Справочное пособие к СНиП 3.01.01.85 Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для реконструкции действующих предприятий, зданий и сооружений

УДК 621.315 ОКС 29.240.50 ОКП 33 0000

Ключевые слова: ВОЗДУШНАЯ ЛИНИЯ, УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ ЛИНИИ, УСЛОВИЯ, СБЛИЖЕНИЯ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С ИНЖЕНЕРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ, МАГИСТРАЛЬНЫЕ ЛИНИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ, ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ИЗОЛИРОВАННЫМИ САМОНЕСУЩИМИ И ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ

Генеральный директор
ОАО «НТЦ электроэнергетики» В.В. Корнеев

Директор по проектированию
ОАО «НТЦ электроэнергетики» **И.П. Уланов**

Руководитель разработки	Директор Центра Инжиниринга		А.С. Лисковец
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Исполнитель	Заведующий лабораторией		Г.С. Боков
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Исполнитель	Заведующий лабораторией		В.М. Ударов
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Исполнитель	Главный специалист		Н.П. Васина
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Исполнитель	Ведущий инженер		И.И. Данилова
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия

gost.e-ecolog.ru