Некоммерческое Партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 70238424.29.240.20.005-2011

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 1150 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 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним – ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации – ГОСТ Р 1.5-2004.

СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ

1. РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики»)

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, обозначения и сокращения ... 3
4 Проектирование ВЛ 1150 кВ ... 6
5 Климатические условия и нагрузки ... 12
6 Требования к элементам ВЛ ... 25
7 Общие требования к ВЛ ... 37
8 Обеспечение работы ВЛ в сложных климатических условиях и различных видах местности ... 46
9 Большие переходы ... 62
10 Охрана окружающей среды ... 66
11 Приемка ВЛ 1150 кВ в эксплуатацию ... 67
12 Требования при вводе ВЛ в эксплуатацию ... 71
Приложение А (рекомендуемое) Форма паспорта воздушной линии электропередачи 1150 кВ ... 73
БИБЛИОГРАФИЯ ... 77

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Воздушные линии напряжением 1150 кВ
Условия создания
Нормы и требования

Дата введения – 2011-12-01

1 Область применения

Настоящий стандарт:

- устанавливает нормы и требования к созданию воздушных линий электропередачи (ВЛ) переменного тока класса напряжения 1150 кВ.
- распространяется на вновь сооружаемые и подлежащие техническому перевооружению и реконструкции ВЛ класса напряжения 1150 кВ.
- предназначен для применения проектными, строительными, монтажными, наладочными, эксплуатационными и ремонтными организациями, ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы», магистральных сетевых компаний, научно-исследовательские и проектные организации

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ

Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 г. №136-ФЗ

Лесной кодекс РФ от 13.05.2008 № 66ФЗ

Постановление правительства РФ от 24.02.09 №160, о порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон

Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.08, №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

Постановление правительства Российской Федерации от 21.04.2009 г. № 334. Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям

ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда.Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия (с Изменениями №1,2)

ГОСТ 3062-80 Канат одинарной свивки типа ЛК-О конструкции 1х7(1+6). Сортамент (с изменениями №1.2)

ГОСТ 3063-80 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х19(1+6+12). Сортамент (с изменениями №1.2)

ГОСТ 3064-80 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х37(1+6+12+18). Сортамент (с изменениями №1.2)

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

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 22012-82 Радиопомехи индустриальные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений (с Изменением №1)

ГОСТ 26600-98 Знаки навигационные внутренних судоходных путей. Общие технические условия

ГОСТ 28856-90 Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия

ГОСТ Р 51097-97 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от гирлянд изоляторов и линейной арматуры. Нормы и методы измерений

ГОСТ Р 51177-98 Арматура линейная. Общие технические условия

ГОСТ Р 51320-99 Совместимость технических средств электро-магнитная. Радиопомехи индустриальные. Методы испытаний технических средств – источников индустриальных радиопомех

СТО 56947007-29.240.055-2010 Методические указания по расчету климатических нагрузок в соответствии с ПУЭ–7 и построению карт климатического районирования

СТО 56947007-29.240.057-2010 Методические указания по определению климатических нагрузок на ВЛ с учетом ее длины

СТО 56947007-29.060.50.015-2008 Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35-750 кВ. Технические требования

СТО 70238424.29.240.20.003-2011 Воздушные линии напряжением 35-750 кВ. Условия создания. Нормы и требования

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 Российской Федерации 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, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

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

3.1.1 **аварийный режим работы ВЛ в расчетах механической части:** Режим работы ВЛ при оборванных одном или нескольких проводах или тросах, гирляндах изоляторов и тросовых креплений.

3.1.2 **большой переход:** Пересечения судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ, на которых устанавливаются опоры высотой 50 м и более, а также пересечения ущелий, оврагов, водных пространств и других препятствий с пролетом пересечения более 700 м независимо от высоты опор ВЛ.

3.1.3 **волоконно-оптическая линия связи на воздушных линиях электропередачи:** Линия связи, для передачи информации по которой служит оптический кабель, размещаемый на опорах ВЛ.

3.1.4 **габаритная стрела провеса провода $f_{\text{габ,м}}$:** Наибольшая стрела провеса провода в габаритном пролете.

3.1.5 **гасители вибрации:** Устройства, устанавливаемые на линиях электропередачи для ограничения вибрации проводов и грозозащитных тросов и предупреждения усталостных повреждений, вызываемых вибрацией.

3.1.6 **климатические условия:** Комплекс ряда климатических характеристик – скорость ветра (ветровое давление), толщина стенки гололеда, температура воздуха, интенсивность грозовой деятельности.

3.1.7 **малоизученные районы:** Горная местность и районы, где на 100 км трассы ВЛ для характеристики климатических условий имеется только одна репрезентативная метеорологическая станция независимо от ее расположения по отношению к ВЛ.

3.1.8 **монтажный режим ВЛ в расчетах механической части:** Режим ВЛ в условиях монтажа опор, проводов и тросов.

3.1.9 **нормальный режим работы ВЛ в расчетах механической части:** Режим работы ВЛ при необорванных проводах, тросах, гирляндах изоляторов и тросовых подвесках.

3.1.10 **поддерживающие зажимы:** Арматура для крепления проводов и грозозащитных тросов к поддерживающим гирляндам изоляторов, а также для крепления грозозащитных тросов непосредственно к промежуточным опорам.

3.1.11 **промежуточный пролет:** Горизонтальное расстояние между осевыми линиями смежных промежуточных или промежуточной и анкерной опорами.

3.1.12 **степень загрязнения:** Показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляции.

3.1.13 **транспозиционная опора:** Опора, на которой осуществляется перемена взаимного расположения фаз линии электропередачи с целью компенсации электромагнитной несимметрии.

3.1.14 **трасса ВЛ:** Полоса земли, на которой сооружена ВЛ.

3.1.15 **трасса ВЛ в стесненных условиях:** Участки трассы ВЛ, проходящие по территориям, насыщенным надземными и (или) подземными коммуникациями, сооружениями, строениями.

3.1.16 **тросовое крепление:** Устройство для прикрепления грозозащитных тросов к опоре; если в состав тросового крепления входит один или несколько изоляторов, то оно называется изолированным.

3.1.17 **труднодоступная местность:** Местность, недоступная для транспорта и сельскохозяйственных машин.

3.1.18 **фундамент опоры:** Конструкция, заделанная в грунт или укладываемая непосредственно на грунт без заглубления и передающая на него нагрузки от опоры, изоляторов, проводов и внешних воздействий (гололед, ветер).

3.1.19 **Габарит приближения строений**: Предназначенное для пропуска подвижного состава предельное поперечное перпендикулярное пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройств.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ВЛ – воздушная линия электропередачи

ВОЛС-ВЛ – волоконно-оптическая линия связи на воздушных линиях электропередачи

ИП – искровой промежуток

ЛПВ – линия проводного вещания

ЛС – линия связи

ОК – оптический кабель

ОКГТ – оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос.

ОКСН – оптический кабель самонесущий неметаллический.

ОПН – ограничитель перенапряжения

ПС подстанция

УРОВ устройство резервирования отказа выключателя

$A`$ – площадь проекции, м^2, ограниченная контуром обледенелой конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно направлению ветра, вычисленная по наружному габариту

α_w – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ

b_y – условная толщина стенки гололеда, принимается по картам регионального районирования ветровой нагрузки при гололеде или на основании обработки данных наблюдений, мм

b_0 – нормативная толщина стенки гололеда цилиндрической формы плотностью 0,9 г/см^2 на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, мм

c_v – коэффициент вариации, определяемый как отношение среднеквадратического отклонения к среднему значению ряда.

C_x – аэродинамический коэффициент, определяемый в зависимости от вида конструкции

f – стрела провеса провода или троса в середине пролета при высшей температуре или гололеде без ветра, м

$F_п$ – площадь продольного диаметрального сечения провода (троса), м^2

$F_и$ – площадь диаметрального сечения цепи гирлянды изоляторов, м^2

$G_г$ – расчетная нагрузка от веса гирлянды изоляторов, Н;

$G_{пр}$ – расчетная нагрузка от веса провода, воспринимаемая гирляндой изоляторов, Н

$h_{пр}$ – высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов, м

K_g – коэффициент инерционности системы «гирлянда – провод в пролете» при отклонениях под давлением ветра

K_i, и K_d – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда

K – коэффициент перехода от нормативного значения толщины стенки гололеда и ветровых нагрузок при гололеде к расчетным значениям

K_v – коэффициент перехода от нормативного ветрового давления к расчетному ветровому давлению учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от уровня надежности ВЛ

K_l – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку

K_w – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности

P – расчетная ветровая нагрузка на провода фазы, направленная поперек оси ВЛ (или по биссектрисе угла поворота ВЛ), Н

P_{wo} расчетная ветровая нагрузка на провода и тросы. воспринимаемая опорами, Н

$P_{wп}$ – расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы), Н

$P_{wи}$ – расчетная ветровая нагрузка на гирлянды изоляторов, Н

$P_{го}$ – расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса), воспринимаемая опорами, Н/м

$P_{wго}$ расчетная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде. воспринимаемая опорами, Н

$P_{wгп}$ расчетная ветровая нагрузка на провода и тросы при гололеде, Н

$P_{wг}$ – нормативная ветровая нагрузка при гололеде, Н

P_o – горизонтальная составляющая от тяжения проводов на поддерживающую гирлянду промежуточно-угловой опоры, Н

Q_w – расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры, Н

Q_{wc} – расчетная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору, по первой группе предельных состояний, Н

$Q_г$ – расчетная гололедная нагрузка на конструкции опор, Н

$Q_{wг}$ – расчетная ветровая нагрузка при гололеде на конструкцию опоры, Н

$Q_{wгп}$ – расчетная пульсационная составляющая ветровой нагрузки при гололеде на конструкции опор, Н

$Q_{wгс}$ – расчетная средняя составляющая ветровой нагрузки при гололеде на конструкции опор, Н

$Q_{гс}$ – расчетная средняя составляющая ветровой нагрузки при гололеде на конструкции опор, Н

$Q_{гп}$ – расчетные пульсационные составляющие ветровой нагрузки при гололеде, Н

$Q_{wп}$ – расчетные пульсационные составляющие ветровой нагрузки, Н

$V_г$ – нормативная скорость ветра при гололеде с вероятностью непревышения 0,96, м/с,

W_0 – нормативное ветровое давление с вероятностью непревышения 0,96, Па

4 Проектирование ВЛ 1150 кВ

4.1 Общие положения

4.1.1 Состав и содержание разделов проектной документации при создании ВЛ 1150 кВ, применительно к отдельным этапам строительства и реконструкции ВЛ, устанавливают в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

4.1.2 При создании ВЛ необходимо руководствоваться законодательством Российской Федерации о безопасности ВЛ и нормативными требованиями, направленными на обеспечение их безопасности.

4.1.3 Проектная документация строительства ВЛ 1150 кВ и результаты инженерных изысканий, выполняемых для подготовки такой проектной документации, подлежат государственной экспертизе.

4.1.4 При создании ВЛ следует учитывать, что, согласно Градостроительного комплекса РФ, линии электропередачи напряжением 1150 кВ относятся к особо опасным и технически сложным объектам.

4.1.5 Конструктивное исполнение ВЛ, ее расположение и состав элементов определяют на основании инженерных изысканий и технико-экономического сопоставления возможных вариантов технического решения.

4.1.6 Проектирование ВЛ осуществляется с учетом опыта строительства и эксплуатации ВЛ, с использованием результатов научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по созданию новых оборудования и материалов, прогрессивных технологических процессов и строительных конструкций.

4.1.7 Проектирование ВЛ выполняется на основании обоснований инвестиций, содержащих технические показатели предлагаемой к строительству ВЛ.

Основанием для разработки проектной документации ВЛ в качестве обоснования инвестиций могут служить схемы развития на перспективу единой энергетической системы, объединенных и территориальных энергосистем и другие предпроектные материалы.

4.1.8 До начала выполнения проектной документации может разрабатываться бизнес-план, в котором определяют цели разработки проекта,

необходимые инвестиции, производственные издержки, период окупаемости, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности, производится подтверждение кредиторам гарантий по кредитам, платежеспособности и финансовой устойчивости сетевой организации, в состав которого входит проектируемая ВЛ.

4.1.9 При создании воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 1150 кВ должны быть обеспечены:

- экономически обоснованная пропускная способность;
- бесперебойность энергоснабжения;
- работоспособность с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- минимальный объем профилактических работ;
- возможность использования передовых безопасных методов строительства и эксплуатации;
- минимально необходимое использование земли и лесных угодий.

4.1.10 Проектирование, строительство и реконструкция ВЛ должны производиться с соблюдением требований и строительных норм и правил Российской Федерации [1-15].

4.1.11 Все элементы ВЛ должны соответствовать действующим государственным стандартам и требованиям настоящего стандарта.

4.1.12 Механический расчет элементов ВЛ производится на расчетные нагрузки:

- опор, фундаментов и оснований – по методу предельных состояний для двух групп предельных состояний [1];
- проводов и тросов ВЛ – по методу допускаемых напряжений;
- изоляторов и арматуры – по методу разрушающих нагрузок.

4.1.13 Расчет ВЛ и их элементов должен производиться с учетом климатических условий (ветер, гололед, сочетание ветра с гололедом, температура воздуха, грозовая деятельность), степени агрессивного воздействия окружающей среды, пляски проводов и тросов, вибрации проводов

4.1.14 Элементы ВЛ рассчитывают на сочетание нагрузок, действующих в нормальных, аварийных и монтажных режимах.

4.1.15 Нормативные значения нагрузок от веса оборудования, материалов, тяжения проводов, грозозащитных тросов принимают в соответствии с требованиями [1] и настоящего стандарта.

4.1.16 Основными характеристиками сопротивления материала элементов ВЛ являются:

- разрывное усилие (для проводов и тросов);
- механическая (электромеханическая) разрушающая нагрузка (для изоляторов);
- механическая разрушающая нагрузка (для линейной арматуры);
- нормативные и расчетные сопротивления материала опор и фундаментов, устанавливаемые нормами проектирования строительных конструкций.

4.1.17 Для ограничения несимметрии токов и напряжений без применения специальных мер симметрирования должен выполняться один полный цикл

транспозиции проводов на каждом участке линии между подстанциями и переключательными пунктами.

Шаг транспозиции по условию влияний на линии связи не нормируется.

4.1.18 При использовании тросов для высокочастотной связи для снижения потерь от токов в тросах в нормальном режиме целесообразно выполнять скрещивание (транспозицию) тросов.

4.1.19 Воздушные линии 1150 кВ должны выполняться с количеством проводов в фазе не менее восьми.

Провода расщепленной фазы могут быть изолированы друг от друга.

Диаметр проводов, их сечение и количество в фазе, а также расстояние между проводами расщепленной фазы определяют расчетом с учетом пропускной способности и минимизации негативного влияния на окружающую среду.

4.2 Утверждение документации по планировке территории трассы ВЛ

4.2.1 Утверждение документации по планировке территории для размещения трассы ВЛ 1150 кВ, (объекта капитального строительства федерального значения) в соответствии с Градостроительным кодексом является полномочием органов государственной власти Российской Федерации.

4.2.2 Предложения по строительству ВЛ являются документами территориального планирования Российской Федерации.

4.2.3 Схемы территориального планирования субъектов Российской Федерации могут включать в себя карты (схемы) планируемого развития и размещения особо охраняемых природных территорий регионального значения, изменения границ земель сельскохозяйственного назначения и границ сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения, а также карты (схемы) планируемого размещения объектов капитального строительства регионального значения, в том числе ВЛ напряжением 1150 кВ;

4.2.4 Проект схемы территориального планирования Российской Федерации подлежит согласованию с высшими исполнительными органами государственной власти субъекта Российской Федерации в случаях, если предложения, содержащиеся в указанном проекте, предполагают изменение существующих или в соответствии с документами территориального планирования субъекта Российской Федерации планируемых границ земель сельскохозяйственного назначения, границ земель особо охраняемых природных территорий регионального значения, границ земельных участков, находящихся в собственности субъекта Российской Федерации, границ территорий объектов культурного наследия, границ зон планируемого размещения объектов капитального строительства регионального значения. Согласованию подлежат вопросы размещения ВЛ 1150 кВ, которые могут оказать негативное воздействие на окружающую среду на территории субъекта Российской Федерации.

4.2.5 Правообладатели земельных участков в районах предполагаемого прохождения трассы ВЛ 1150 кВ, если их права и законные интересы нарушаются или могут быть нарушены в результате утверждения схемы территориального планирования субъекта Российской Федерации, вправе оспорить схему

территориального планирования субъекта Российской Федерации в судебном порядке.

4.2.6 Обязательными приложениями к проекту ВЛ 1150 кВ правил землепользования и застройки являются протоколы публичных слушаний по указанному проекту и заключение о результатах таких публичных слушаний.

4.2.7 Физические и юридические лица вправе оспорить решение об утверждении правил землепользования и застройки в судебном порядке.

4.2.8 Проектная документация ВЛ 1150 кВ и результаты инженерных изысканий, выполняемых для подготовки проектной документации, подлежат государственной экспертизе

4.2.9 Оформление разрешения на строительство ВЛ 1150 кВ субъектом Российской Федерации производится в порядке, установленном статьей 39 Градостроительного кодекса.

4.3 Требования к выбору трассы ВЛ

4.3.1 Трассу ВЛ выбирают на основе инженерных изысканий с учетом требований, изложенных в Градостроительном кодексе РФ.

Трасса ВЛ должна быть по возможности кратчайшей и приближена к дорогам. При этом должны учитываться условия отчуждения земли, вырубки просек в насаждениях.

4.3.2 При выборе трассы ВЛ 1150 кВ необходимо обходить населенные пункты, промышленные предприятия, 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.

4.3.3 В районах с загрязненной атмосферой трасса ВЛ должна выбираться с учетом перспективного плана развития действующих или сооружения новых промышленных предприятий.

Трасса ВЛ должна располагаться с наветренной стороны относительно промышленных предприятий, как источников загрязнения.

4.3.4 Трассы ВЛ, как правило, должны выбираться в обход площадей залегания полезных ископаемых.

4.3.5 При выборе трасс ВЛ следует, как правило, избегать мест с снежными лавинами, карстами, оползнями, агрессивными грунтами, солифлюкционными явлениями, осыпями, камнепадами, селевыми потоками, переработкой берегов водоемов, подземными выработками, зонами тектонических разломов. целесообразно обходить места с широкими поймами рек, болотами, солончаками, подвижными песками, косогорными участками, просадочными грунтами и территории с большими отложениями гололеда, с частой и интенсивной пляской проводов, а также с повышенным загрязнением атмосферы.

4.3.6 При невозможности обхода таких зон должна предусматриваться инженерная защита ВЛ в соответствии со строительными нормами и правилами по защите территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.

4.3.7 Опоры ВЛ целесообразно 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 и т.п. При обоснованной невозможности установки опор в безопасных местах необходимо выполнить мероприятия по защите опор от повреждений (специальные фундаменты, укрепление берегов, откосов, склонов, устройство водоотвода, струенаправляющих дамб, ледорезов и иных сооружений).

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

4.4 Инженерные изыскания

4.4.1 Инженерные изыскания выполняют при разработке проектной документации ВЛ 1150 кВ на всех стадиях проектирования. Подготовка и использование проектной документации без выполнения соответствующих инженерных изысканий не допускается.

Инженерные изыскания выполняют в целях получения:

- данных о природных условиях территории, на которой будет осуществляться строительство или реконструкция ВЛ и природных объектов, затрагиваемых строительством;
- материалов, необходимых для обоснования размещения ВЛ;
- данных, необходимых для проведения расчетов фундаментов опор, разработки решений о проведении профилактических и других необходимых мероприятий, выполнения земляных работ, а также подготовки решений вопросов, возникших при подготовке проектной документации, ее согласовании и утверждении;
- данных о воздействии новой или реконструируемой ВЛ на природную среду и социально-экономическую сферу и разработке необходимых природоохранных и компенсационных мер, позволяющих довести уровень воздействия до допустимого или согласованного уровня.

В состав инженерных изысканий входят четыре основных вида разведочно-исследовательских работ [16,17]:

- инженерно-геодезические изыскания;
- инженерно-геологические, включающие геологические, гидрогеологические и сейсмологические изыскания и исследования;
- инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- инженерно-экологические изыскания.

4.4.2 Инженерно-геодезические изыскания для строительства ВЛ должны выполняться в соответствии с требованиями нормативно-технической документации Федеральной службы геодезии и картографии России.

4.4.3 Инженерно-геологические изыскания для строительства ВЛ объектов должны обеспечить достаточными данными об инженерно-геологических условиях района трассы проектируемой ВЛ, включая:

- геологическое строение;
- состав, состояние и свойства грунтов;

- сейсмичность;
- гидрогеологические условия;
- геодинамические и инженерно-геологические процессы в области взаимодействия объектов с геологической средой с прогнозом их возможного изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

4.4.4 Инженерно-гидрометеорологические изыскания должны обеспечить проект ВЛ:

- материалами о физико-географических условиях участка намечаемого строительства (климатические условия);
- характеристиками опасных гидрометеорологических процессов и явлений (наводнений, заторов и зажоров, цунами, селевых потоков, снежных лавин, ураганных ветров и смерчей.

4.4.5 Инженерно–экологические изыскания выполняют на всей территории затрагиваемой строительством ВЛ 1150 кВ. К объектам изысканий относятся: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, геологическая среда, растительный и животный мир, социально–экономические условия, социально-гигиенические условия, состояние здоровья населения. Результаты данных изысканий должны оценить влияние намеченного строительства и эксплуатации ВЛ 1150 кВ на окружающую среду и здоровье населения, получить необходимый объем данных для разработки сооружений и разработки мероприятий для охраны окружающей среды, включая природную, техногенную и социальные сферы, в том числе археологических памятников древних культур, животного и растительного мира, а также информационное обеспечение экологической и социальной безопасности при строительстве и эксплуатации ВЛ 1150 кВ.

4.4.6 Необходимость выполнения отдельных видов инженерных изысканий, состав, объем и метод их выполнения устанавливают с учетом требований технических регламентов, лесного и земельного кодексов Российской Федерации, постановления правительства Российской Федерации №160 от 24.02.2009, программой инженерных изысканий, разработанной на основе задания застройщика или заказчика, в зависимости от вида и назначения ВЛ, их конструктивных особенностей, технической сложности и потенциальной опасности, стадии архитектурно-строительного проектирования, а также от сложности топографических, инженерно-геологических, экологических, гидрологических, метеорологических и климатических условий территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция ВЛ, степени изученности указанных условий.

4.4.7 Виды инженерных изысканий, порядок их выполнения для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции ВЛ, а также состав, форма материалов и результатов инженерных изысканий, порядок формирования и ведения государственного фонда материалов и данных инженерных изысканий с учетом потребностей информационных систем обеспечения градостроительной деятельности устанавливает Правительство Российской Федерации

4.5 Подтверждение соответствия

4.5.1 Подтверждение соответствия при создании ВЛ установленным требованиям осуществляется на каждом этапе ее создания – разработки проекта, строительства, сдаче ВЛ в эксплуатацию.

4.5.1.1 На этапе разработки проекта ВЛ:

- экспертизой проекта ВЛ, осуществляемой Государственной экспертизой,;

4.5.1.2 На этапе строительства ВЛ службами контроля качества, создаваемыми Заказчиком оценивается качество:

- поступающих на строительство материалов;
- выполнения всех видов строительных и монтажных работ по каждому элементу и этапу их выполнения;
- ВЛ, законченной строительством, перед сдачей ее в эксплуатацию.

4.5.2 При сдаче ВЛ в эксплуатацию приемными комиссиями осуществляется комплексная оценка соответствия ВЛ, сдаваемой в эксплуатацию, установленным техническим, экологическим требованиям и требованиям безопасности.

5 Климатические условия и нагрузки

5.1 Климатические условия

5.1.1 При создании ВЛ должны учитываться климатические условия в районе прохождения трассы ВЛ:

- ветер;
- гололед;
- сочетание ветра и гололеда;
- температура воздуха;
- грозовая деятельность.

5.1.2 Параметры климатических условий по ветру, гололеду и сочетанию ветра и гололеда должны определяться по картам климатического районирования территории РФ и по региональным картам климатического районирования.

5.1.3 При отсутствии региональных карт климатического районирования и/или при необходимости уточнения климатических условий определение параметров должно производиться по материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеорологических постов за скоростью ветра, массой, размером и видом гололедно-изморозевых отложений.

5.1.4 Основой для районирования служат максимальные значения следующих параметров климатических условий с вероятностью их непревышения 0,96 (повторяемость один раз в 25 лет):

- по ветру – скорость ветра с 10-ти минутным интервалом осреднения скоростей ветра на высоте 10 м над поверхностью земли;
- по гололеду – толщина стенки гололеда цилиндрической формы при плотности 0,9 г/см^3 на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли;

- по сочетанию ветра и гололеда – ветровая нагрузка при гололеде – воздействие ветра на 1 погонный метр обледенелого провода диаметром 10 мм, расположенного на высоте 10 м над поверхностью земли.

5.1.5 Температура воздуха определяется на основании данных наблюдений метеорологических станций и карт районирования территории РФ по температуре воздуха.

5.1.6 Интенсивность грозовой деятельности принимается по карте районирования территории РФ по среднегодовой продолжительности гроз в часах и уточняется по региональным картам районирования территории РФ по среднегодовой продолжительности гроз в часах или по данным многолетних наблюдений метеорологических станций.

5.2 Нормативные параметры климатических условий

При расчете ВЛ и ее элементов должны использоваться нормативные параметры климатических условий с вероятностью их непревышения 0,96.

5.2.1 Нормативные параметры по ветру

5.2.1.1 Нормативное ветровое давление W_0, соответствующее 10 минутному интервалу осреднения скорости ветра (V_0) на высоте 10 м над поверхностью земли, принимается по таблице 1 в соответствии с районом по ветру.

Район по ветру определяется по региональной карте районирования и уточняется по данным обработки наблюдений метеорологических станций и постов за скоростью ветра.

Таблица 1 – Нормативные параметры по ветру

Район по ветру	Нормативная скорость ветра, V_0, м/с	Нормативное ветровое давление, W_0, Па
I	25	400
II	29	500
III	32	650
IV	36	800
V	40	1000
VI	45	1250
VII	49	1500
Особый	более 49	более 1500

5.2.1.2 Ветровое давление W, Па, определяется по формуле:

$$W = \frac{V^2}{1.6} \quad (1)$$

5.2.1.3 Ветровое давление, полученное путем обработки многолетних наблюдений метеорологических станций и постов, следует округлять до ближайшего большего значения, приведенного в таблице 1.

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

5.2.1.5 Нормативное ветровое давление должно приниматься не менее 500 Па (т.е. не ниже II района).

5.2.1.6 При отсутствии данных наблюдений 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 и океанов, больших озер и водохранилищ в пределах 3-5 км), нормативное ветровое давление следует увеличивать на 40 % по сравнению с принятым для данного района. Полученные значения целесообразно округлять до ближайшего большего значения, указанного в таблице 1.

5.2.2 Нормативные параметры по гололеду

5.2.2.1 Нормативную толщину стенки гололеда b_0 с плотностью 0,9 г/см^3 на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, следует принимать по таблице 2 в соответствии с районом по гололеду. Район по гололеду определяется по региональной карте районирования по гололеду и уточняется по данным обработки наблюдений метеорологических станций и постов за гололедом.

5.2.2.2 Толщину стенки гололеда, полученную путем обработки данных многолетних наблюдений метеорологических станций и постов, следует округлять до ближайшего большего значения, приведенного в таблице 2.

5.2.2.3 В особых районах по гололеду следует принимать нормативную толщину стенки гололеда, полученную при обработке метеоданных, округленную до 1 мм.

Таблица 2 – Нормативные параметры по гололеду

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда, b_0, мм
I	10
II	15
III	20
IV	25
V	30
VI	35
VII	40
Особый	более 40

5.2.2.4 Нормативная толщина стенки гололеда должна приниматься не менее 15 мм (т.е. не ниже II-го района).

5.2.2.5 Для участков ВЛ, сооружаемых в горных районах по орографически защищенным извилистым и узким склоновым долинам и ущельям, независимо от высот местности над уровнем моря, нормативную толщину стенки гололеда b_0 *целесообразно* принимать не более 15 мм

5.2.3 Нормативные параметры по сочетанию гололеда с ветром

5.2.3.1 Нормативная ветровая нагрузка при гололеде на провод (трос) диаметром 10 мм для высоты 10 м над поверхностью земли P_{wr}, Н/м, принимается по таблице 3 в соответствии с районом по ветровой нагрузке при гололеде. Район по ветровой нагрузке при гололеде определяется по региональной карте районирования и уточняется по данным обработки наблюдений метеорологических станций и постов за гололедом и скоростью ветра при гололеде в соответствии с СТО 56947007-29.240.055-2010.

Таблица 3 – Нормативные параметры ветровой нагрузки при гололеде

Район по ветровой нагрузке при гололеде	Нормативная ветровая нагрузка при гололеде, P_{wr}, Н/м
I	3
II	4
III	6
IV	9
V	13
VI	18
VII	23
VIII	28
особый	более 28

5.2.3.2 Нормативную ветровую нагрузку при гололеде, полученную путем обработки данных многолетних наблюдений метеорологических станций следует округлять до ближайшего большего значения нормативной ветровой нагрузки при гололеде, приведенного в таблице 3. Ветровая нагрузка при гололеде P_{wr} более 28 Н/м должна округляться до ближайшего большего значения, с интервалом 5 Н/м.

5.2.3.3 Для района ветровой нагрузки при гололеде по данным наблюдений определяется скорость ветра при гололеде (м/с) и соответствующее ветровое давление (Па).

5.2.3.4 Нормативная скорость ветра при гололеде $V_г$ и соответствующее нормативное ветровое давление $W_г$ определяют с вероятностью их не превышения 0,96 (повторяемостью один раз в 25 лет).

Нормативное ветровое давление (нормативная скорость ветра) при гололеде округляют до ближайших 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.

5.2.3.5 Условная толщина стенки гололеда b_y, мм, рассчитывается по формуле:

$$b_y = \frac{P_{wr} \cdot 10^3}{1{,}5 \cdot V_г^2} - 5, \qquad (2)$$

где P_{wr} – принимается по таблице 3;

$V_г$ – нормативная скорость ветра при гололеде.

5.2.3.6 Для каждого района на региональной карте районирования ветровых нагрузок при гололеде указывается нормативная скорость ветра при гололеде $V_г$ и условная толщина стенки гололеда b_y.

5.2.3.7 Для ВЛ 1150 кВ нормативная ветровая нагрузка при гололеде должна приниматься не менее 6 Н/м (т.е. не ниже III-го района).

5.2.3.8 Ветровое давление и толщины стенок гололеда определяют для проводов ВЛ по высоте расположения приведенного центра тяжести всех проводов, для тросов – по высоте расположения центра тяжести тросов, для конструкций 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.

5.2.4 Учет высоты расположения центра тяжести проводов, тросов и средних точек зон конструкции опор ВЛ при определении нормативных параметров климатических условий

5.2.4.1 Высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов $h_{пр}$ определяется для габаритного пролета по формуле:

$$h_{пр} = h_{ср} - \frac{2}{3} f, \quad (3)$$

где $h_{ср}$ – среднее арифметическое значение высоты крепления проводов к изоляторам или среднее арифметическое значение высоты крепления тросов к опоре, отсчитываемое от отметок земли в местах установки опор, м.

5.2.4.2 Для больших переходов через водные пространства высота расположения центра тяжести проводов и тросов определяют по 5.2.4.1, с учетом следующих требований:

а) для перехода, состоящего из одного пролета, высоту расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов, $h_{пр}$, определяют по формуле:

$$h_{пр} = \frac{h_{ср1} + h_{ср2}}{2} - \frac{2}{3} f, \quad (4)$$

где $h_{ср1}$, $h_{ср2}$ – средняя высота крепления проводов к изоляторам или высота крепления тросов на опорах перехода, отсчитываемая от меженного уровня реки, нормального горизонта пролива, канала, водохранилища, а для пересечений ущелий, оврагов и других препятствий – от отметки земли в местах установки опор, м;

б) для перехода, состоящего из нескольких пролетов, $h_{пр}$, определяется как средневзвешенное значение высот приведенных центров тяжести проводов или тросов во всех пролетах по формуле:

$$h_{пр} = \frac{h_{пр1} \times \ell_1 + h_{пр2} \times \ell_2 + \ldots h_{пр2} \times \ell_n}{\ell_1 + \ell_1 + \ldots \ell_1}, \quad (5)$$

где $h_{пр1}$, $h_{пр2}$, ... $h_{прn}$ – высоты приведенных центров тяжести проводов или тросов над меженным уровнем реки, горизонтом воды пролива, канала, водохранилища в каждом из пролетов, а для пересечений ущелий, оврагов и других препятствий над среднеарифметическим значением отметок земли в местах установки опор, м.

Если пересекаемое водное пространство имеет высокий незатопляемый берег, на котором расположены как переходные, так и смежные с ними опоры, то высоты приведенных центров тяжести в пролете, смежном с переходным, отсчитывают от отметки земли в этом пролете;

ℓ_1, ℓ_2, ... ℓ_n – длины пролетов, входящих в переход, м.

5.2.4.3 Для учета высот расположения центра тяжести проводов, тросов, а также средних точек зон конструкции опор ВЛ ветровое давление определяется умножением нормативного ветрового давления на коэффициент K_w, таблица 4.

Полученные значения ветрового давления должны быть округлены до целого числа.

Для больших переходов ветровое давление на провода, тросы и конструкции опор определяется для местности типа А (таблица 4).

5.2.4.4 Для промежуточных высот значения коэффициентов K_w определяют линейной интерполяцией.

5.2.4.5 Для учета высот расположения центра тяжести проводов, тросов, а также средних точек зон конструкции опор ВЛ толщина стенки гололеда (b_0, b_y) на проводах (тросах) определяется умножением толщин стенок гололеда на коэффициенты, учитывающие высоту расположения приведенного центра тяжести K_i и диаметр провода K_d, таблица 5.

Таблица 4 Коэффициент K_w, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов, тросов и средних точек зон конструкций опор ВЛ над поверхностью земли, м	Коэффициент K_w для типов местности		
	A	B	C
10	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80
60	1,70	1,30	1,00
80	1,85	1,45	1,15
100	2,00	1,60	1,25
150	2,25	1,90	1,55
200	2,45	2,10	1,80
250	2,65	2,30	2,00
300	2,75	2,50	2,20
350 и выше	2,75	2,75	2,35

Примечание 1 – По условиям воздействия ветра на ВЛ различают три типа местности:
A – открытые побережья морей, озер, водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра;
B – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м, но менее 25 м;
C – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м, просеки в лесных массивах с высотой деревьев более высоты опор, орографически защищенные извилистые и узкие склоновые долины и ущелья.
Примечание 2 – Участок ВЛ считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны ВЛ на расстоянии, равном тридцатикратной высоте опоры при высоте опор до 60 м и 2 км при большей высоте

Таблица 5 – Коэффициенты K_i и K_d, учитывающие изменение толщины стенки гололеда

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов, тросов и средних точек зон конструкций опор над поверхностью земли, м	Коэффициент K_i	Диаметр провода (троса), мм	Коэффициент K_d, учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра провода (троса)
10	1,0	10	1,0
20	1,2	20	0,9
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 значение коэффициентов K_i и K_d определяют линейной интерполяцией			

Полученные значения толщины стенки гололеда округляют до 1 мм.

5.2.4.6 Для участков ВЛ перечисленных в 5.2.2.5 коэффициент учитывающий высоту расположения приведенного центра тяжести K_i принимается равным 1.

5.2.5 Температура воздуха

5.2.5.1 При расчете ВЛ и ее элементов учитывают температуру воздуха:

- среднегодовая, $t_{сг}$;
- абсолютно-минимальная, которая принимается за низшую, t_-;
- абсолютно максимальная, которая принимается за высшую, t_+;

Значения температуры воздуха должны определяться по данным наблюдений метеорологических станций.

В качестве нормативных принимают значения температуры с округлением до значений, кратных пяти.

5.2.5.2 При расчете ветровых нагрузок в качестве нормативных значений температуры принимаются:

- минус 5°С – для районов со среднегодовой температурой воздуха до минус 5°С;
- минус 10°С – для районов со среднегодовой температурой воздуха минус 5°С и ниже.

5.2.5.3 При расчете гололедных нагрузок и ветровых нагрузок при гололеде в качестве нормативных значений температуры принимаются:

- минус 5°С – для территории с высотными отметками местности до 1000 м над уровнем моря;
- минус 10°С – для районов со среднегодовой температурой воздуха минус 5°С и ниже, для горных районов с высотными отметками от 1000 м до 2000 м над уровнем моря;
- минус 15°С – для горных районов с высотными отметками более 2000 м над уровнем моря;
- по фактическим данным – для районов, где при гололеде наблюдается температура воздуха ниже минус 15°С.

5.3 Расчетные климатические нагрузки

5.3.1 Уровни надежности ВЛ по климатическим нагрузкам

5.3.1.1 В соответствии с рекомендациями международных стандартов для ВЛ 1150 кВ целесообразно принимать пятый уровень надежности по климатическим нагрузкам (вероятность непревышения расчетных нагрузок 0,998) по СТО 56947007-29.240.055-2010, СТО 56947007-29.240.057-2010 и [5].

5.3.1.2 Расчетные климатические нагрузки – ветровая, гололедная и ветровая нагрузка при гололеде определяют по нормативным параметрам климатических условий (п.п. 5.2.1-5.2.3) с использованием коэффициентов, обеспечивающих требуемый уровень надежности ВЛ по СТО 56947007-29.240.055-2010, СТО 56947007-29.240.057-2010 и [5].

5.3.2 Расчетные ветровые нагрузки

5.3.2.1 Расчетная ветровая нагрузка на провода и тросы, воспринимаемая опорами

Расчетная ветровая нагрузка на провода и тросы, воспринимаемая опорами P_{wo}, Н, действующая перпендикулярно проводу (тросу):

- по первой группе предельных состояний, определяют по формуле:

$$P_{wo} = \alpha_w K_l K_w C_x K_v W_0 F \sin^2 \varphi \ ; \qquad (6)$$

- по второй группе предельных состояний принимают равной значению определенному по формуле:

$$P'_{wo} = 0{,}85P_{wo}, \quad (7)$$

где α_w – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, принимают равным:

- при ветровом давлении, Па 500 580 и более
- коэффициент α_w 0,71 0,70

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, 1,0 при 250 м и более. Промежуточные значения K_l определяют интерполяцией;

K_w – принимают по таблице 4;

C_x – принимают равным 1,1

W_0 –принимают в соответствии с 5.2.1.

F – площадь продольного диаметрального сечения провода (троса), м^2, определяют по формуле:

$$F = d \cdot l \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

где d – диаметр провода, мм;

l – длина ветрового пролета, м;

φ – угол между направлением ветра и осью ВЛ.

K_v – коэффициент перехода от нормативного ветрового давления к расчетному ветровому давлению в зависимости от коэффициента вариации c_v.

Коэффициент перехода от нормативного ветрового давления к расчетному ветровому давлению K_v определяют по таблице 6.

Таблица 6 – Коэффициент перехода K_v от нормативного ветрового давления к расчетному ветровому давлению

Коэффициент вариации, c_v	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
Коэффициент перехода, k_v	1,25	1,46	1,85	2,13	2,40	2,76	3,03	3,20
Примечание – Коэффициент вариации c_v максимальных за год скоростей ветра принимают по региональным картам районирования или путем обработки многолетних данных наблюдений метеостанций.								

5.3.2.2 Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы) при механическом расчете проводов и тросов

Расчетная ветровая нагрузка на провода (тросы), $P_{wп}$, при механическом расчете проводов и тросов по методу допускаемых напряжений принимается:

$$P_{wп} = 0.85P_{wo}. \quad (9)$$

5.3.2.3 Расчетная ветровая нагрузка на гирлянды изоляторов

Расчетная ветровая нагрузка на гирлянду изоляторов, $P_{wи}$, Н, определяют по формуле:

$$P_{wи} = K_w \cdot C_x \cdot F_и \cdot K_v \cdot W_0, \quad (10)$$

где K_w – принимают по таблице 4;

C_x – принимают равным 1,2 ;

K_v – принимают по таблице 6;

W_0 – нормативное ветровое давление, принимают по таблице 1;

$F_и$ – площадь диаметрального сечения цепи гирлянды изоляторов, м^2, определяют по формуле:

$$F_и = 0,7 \cdot D_и \cdot H_и \cdot n \cdot N \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

где $D_и$ – диаметр тарелки изоляторов, мм;

$H_и$ – строительная высота изолятора, мм;

n – число изоляторов в цепи;

N – число цепей изоляторов в гирлянде.

5.3.2.4 Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры

Расчетная ветровая нагрузка на конструкцию опоры Q_w, Н, определяют как сумму средней и пульсационной составляющих, по формуле:

$$Q_w = Q_{wc} + Q_{wп}. \quad (12)$$

Расчетная средняя составляющая ветровой нагрузки на опору, по первой группе предельных режим ий, Q_{wc}, Н, определяют по формуле:

$$Q_{wc} = K_w \cdot K_v \cdot W_0 \cdot C_x \cdot A, \quad (13)$$

по второй группе предельных состояний, $Q`_{wc}$, Н, принимают равной:

$$Q`_{wc} = 0.85\ Q_{wc}, \quad (14)$$

где K_w – принимают по таблице 4;

K_v – принимают по таблице 6;

W_0 – принимают по таблице 1;

C_x – определяют в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам;

A – площадь проекции, ограниченная контуром конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно ветровому потоку, вычисленная по наружному габариту, м^2.

Расчетные пульсационные составляющие ветровой нагрузки, $Q_{wп}$ и $Q`_{wп}$, для опор высотой до 50 м принимаются:

- для свободностоящих одностоечных опор:

а) по первой группе предельных состояний:

$$Q_{wп}=0,5\ Q_{wc}, \quad (15)$$

б) по второй группе предельных состояний:

$$Q`_{wп}=0,5\ Q`_{wc}; \quad (16)$$

- для свободностоящих портальных опор, а также для опор с оттяжками при шарнирном креплении к фундаментам:

а) по первой группе предельных состояний:

$$Q_{wп}=0,6\ Q_{wc}, \quad (17)$$

б) по второй группе предельных состояний:

$$Q`_{wп}=0,6\ Q`_{wc}; \quad (18)$$

Расчетное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки для свободностоящих опор высотой более 50 м, а также для других типов опор, не перечисленных выше, независимо от их высоты определяют в соответствии со строительными нормами и правилами по нагрузкам и воздействиям [1].

5.3.3 Расчетные гололедные нагрузки

5.3.3.1 Расчетная линейная гололедная нагрузка на провода (тросы), воспринимаемая опорами

Расчетная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса), воспринимаемая опорами:

- по первой группе предельных состояний, $P_{го}$, Н/м, определяют по формуле:

$$P_{го}=\pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot k \cdot b_0 \cdot (d+K_i \cdot K_d \cdot K \cdot b_0) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (19)$$

- по второй группе предельных состояний, $P`_{го}$, Н/м, принимают равной значению определенному по формуле:

$$P`_{го} = 0{,}5\, P_{го}\,, \quad (20)$$

где K_i – принимают по таблице 5;

K_d – принимают по таблице 5;

b_0– принимают по таблице 2;

d – диаметр провода, мм;

ρ – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см^3;

g – ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,8 м/с^2;

k – коэффициент перехода от нормативной толщины стенки гололеда к расчетной толщине стенки гололеда в зависимости от коэффициента вариации толщин стенок гололеда c_v принимают по таблице 7.

Таблица 7 Коэффициенты перехода, k, от нормативных значений толщин стенок гололеда и ветровых нагрузок при гололеде к расчетным значениям.

Наименование	Значение								
Коэффициент вариации, c_v	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Коэффициент перехода, k	1,46	1,55	1,66	1,74	1,79	1,84	1,87	1,90	1,92
Примечание – Коэффициент вариации c_v максимальных за год толщин стенок гололеда и ветровых нагрузок при гололеде принимают по соответствующим региональным картам районирования или по обработке многолетних данных наблюдений метеостанций.									

5.3.3.2 Расчетная гололедная нагрузка на провода (тросы) при механическом расчете проводов и тросов

Расчетную линейную гололедную нагрузку 1 м провода (троса), $P_{гп}$, Н/м, при механическом расчете проводов и тросов, по методу допускаемых напряжений, принимают равной значению определенному по формуле:

$$P_{гп} = 0{,}5\, P_{го}\,. \quad (21)$$

5.3.3.3 Расчетная гололедная нагрузка на гирлянды изоляторов

Расчетная гололедная нагрузка на гирлянды изоляторов ВЛ во II и менее районах по гололеду не учитывается. В III и более районах по гололеду расчетная гололедная нагрузка на гирлянды изоляторов принимают равной половине веса гирлянды изоляторов.

5.3.3.4 Расчетную гололедную нагрузку на конструкции металлических опор:

- по первой группе предельных состояний, $Q_г$, Н, определяют по формуле:

$$Q_г=K_i \cdot K \cdot b_0 \cdot \mu_г \cdot \rho \cdot g \cdot A_0, \quad (22)$$

- по второй группе предельных состояний, $Q_г`$, Н, принимают равной значению определенному по формуле:

$$Q_г`=0{,}5 \cdot J, \quad (23)$$

где $\mu_г$ – коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной поверхности элемента и принимают равным: 0,6 – до IV района по гололеду при высоте опор более 50 м и для V и выше районов по гололеду независимо от высоты опор;

A_o – 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.

Гололедные отложения на траверсах целесообразно определять по 5.3.3.3 с заменой площади общей поверхности элемента на площадь горизонтальной проекции консоли траверсы.

5.3.4 Расчетные ветровые нагрузки при гололеде

5.3.4.1 Расчетную ветровую нагрузку при гололеде на провода и тросы, воспринимаемых опорами $P_{wго}$, (Н), определяют:

- по первой группе предельных состояний, $P_{wго}$, определяют по формуле:

$$P_{WГ0} = \alpha_w \cdot K_l \cdot K_W \cdot C_X \cdot k \cdot W_Г \cdot F \cdot \sin^2 \varphi, \quad (24)$$

- по второй группе предельных состояний, $P'_{wго}$, принимают равной значению определенному по формуле:

$$P'_{WГ0} = 0{,}85 P_{WГ0}, \quad (25)$$

где α_w – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ.

В зависимости от ветрового давления, Па	до 200	240	280	300	320	360	400
коэффициент α_w принимает значения	1	0,94	0,88	0,85	0,83	0,80	0,76

C_x – для проводов и тросов покрытых гололедом, принимают равным 1,2;

k – определяют по таблице 7;

$W_г$ – нормативное ветровое давление, Па, при гололеде с вероятностью не превышения 0,96 определяют подставляя соответствующие значения формулу (1) см. 5.2.1.1:

$$W_г = \frac{V_г^2}{1{,}6}, \quad (26)$$

где $V_г$ – скорость ветра при гололеде с вероятностью не превышения 0,96, м/с, принимают по картам регионального районирования ветровых нагрузок при гололеде или по данным обработки материалов наблюдений метеорологических станций;

F – площадь продольного диаметрального сечения провода ВЛ с гололедным отложением, м^2, определяют по формуле:

$$F = \left(d + 2 \cdot K_j \cdot K_d \cdot b_y\right) \cdot l \cdot 10^{-3}, \quad (27)$$

где d – диаметр провода, мм;

b_y – условная толщина стенки гололеда;

l – длина ветрового пролета, м;

5.3.4.2 Расчетную ветровую нагрузку при гололеде на провода (тросы), $P_{wгп}$, при механическом расчете проводов и тросов, по методу допускаемых напряжений, принимают равной значению определенному по формуле:

$$P_{wГп} = 0{,}85 P_{WГ0}. \quad (28)$$

5.3.4.3 Расчетную ветровую нагрузку при гололеде в расчете гирлянд изоляторов не учитывают.

5.3.4.4 Расчетную ветровую нагрузку при гололеде на конструкцию опоры $Q_{wг}$, определяют как сумму средней и пульсационной составляющих по формуле:

$$Q_{wг} = Q_{wгс} + Q_{wгп}. \quad (29)$$

Расчетная средняя составляющая ветровой нагрузки при гололеде на конструкции опор, Q_{wrc}, Н, по первой группе предельных состояний определяют по формуле:

$$Q_{wrc}=K_w \cdot k \cdot W_r \cdot C_x \cdot A`, \quad (30)$$

по второй группе предельных состояний, $Q`_{rc}$, принимают равной значению определенному по формуле:

$$Q`_{wrc}=0{,}85\ Q_{wrc}, \quad (31)$$

где k – принимают по таблице 7;

C_x –определяют в зависимости от вида конструкции, согласно строительным нормам и правилам;

$A`$ – площадь проекции, м^2, ограниченная контуром обледенелой конструкции, ее части или элемента с наветренной стороны на плоскость перпендикулярно направлению ветра, вычисленная по наружному габариту.

При определении $A`$ обледенение конструкции с толщиной стенки гололеда b_y для конструкций опор из стального проката, покрытых гололедом, учитывают при высоте опор более 50 м, а также для V и выше районов по гололеду независимо от высоты опор.

Расчетные пульсационные составляющие ветровой нагрузки при гололеде ($Q_{wrп}$ и $Q`_{wrп}$) для опор высотой до 50 м принимают:

- для свободностоящих одностоечных опор:

а) по первой группе предельных состояний, определяется по формуле:

$$Q_{wrп}=0{,}5\ Q_{wrc}; \quad (32)$$

б) по второй группе предельных состояний, определяется по формуле:

$$Q`_{wrп}=0{,}5\ Q`_{wrc}; \quad (33)$$

- для свободностоящих портальных, а также для опор с оттяжками при шарнирном креплении к фундаментам:

а) по первой группе предельных состояний, определяется по формуле:

$$Q_{wrп}=0{,}6\ Q_{wrc}; \quad (34)$$

б) по второй группе предельных состояний, определяется по формуле:

$$Q`_{wrп}=0{,}6\ Q`_{wrc}; \quad (35)$$

Расчетное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки при гололеде для свободностоящих опор высотой более 50 м, а также для других типов опор, не перечисленных выше, независимо от их высоты, определяют в соответствии со строительными нормами и правилами на нагрузки и воздействия.

5.4 Сочетания климатических условий и нагрузок при расчете ВЛ

5.4.1 При расчете ВЛ учитываются: нормальный, аварийный и монтажный режимы работы, приближение токоведущих частей к кронам деревьев, элементам опор и к сооружениям.

5.4.2 Расчет ВЛ по нормальному режиму работы необходимо производить для следующих сочетаний климатических условий:

5.4.2.1 Высшая температура t_+ по 5.2.5.1, ветер и гололед отсутствуют.

5.4.2.2 Низшая температура t_- по 5.2.5.1, ветер и гололед отсутствуют.

5.4.2.3 Среднегодовая температура $t_{сг}$ по 5.2.5.1, ветер и гололед отсутствуют.

5.4.2.4 Расчетная гололедная нагрузка на провода и тросы, температура при гололеде по по 5.2.5.3, ветер отсутствует.

5.4.2.5 Расчетная ветровая нагрузка, температура при расчетной ветровой нагрузке по по 5.2.5.2, гололед отсутствует.

5.4.2.6 Расчетная гололедная нагрузка на провода и тросы, расчетная ветровая нагрузка при гололеде на провода и тросы, температура при гололеде по по 5.2.5.3.

5.4.3 Расчет ВЛ по аварийному режиму работы необходимо производить для сочетаний следующих климатических условий:

5.4.3.1 Среднегодовая температура $t_{сг}$ по 5.2.5.1, ветер и гололед отсутствуют.

5.4.3.2 Низшая температура t_{-} по 5.2.5.1, ветер и гололед отсутствуют.

5.4.3.3 Расчетная гололедная нагрузка на провода и тросы, температура при гололеде по 5.2.5.3, ветер отсутствует.

5.4.4 Проверку опор ВЛ по условиям монтажного режима необходимо производить на расчетные нагрузки по первой группе предельных состояний при следующих климатических условиях: температура минус 15°С, ветровое давление на высоте 15 м над поверхностью земли 50 Па, гололед отсутствует.

5.4.5 Расчет по приближению токоведущих частей к кронам деревьев, элементам опор ВЛ и к сооружениям необходимо проводить для сочетаний следующих климатических условий:

5.4.5.1 При рабочем напряжении: расчетная ветровая нагрузка по второй группе предельных состояний, температура при ветровом давлении по по 5.2.5.2, гололед отсутствует.

5.4.5.2 При грозовых и внутренних перенапряжениях: температура плюс 15°С, ветровое давление, равное 0,06 $k_v W_0$, но не менее 50 Па.

5.4.5.3 Для обеспечения безопасного подъема на опору при наличии напряжения на линии расчет должен выполняться по следующим климатическим условиям: температура минус 15°С, ветровое давление равно 50 Па, гололед отсутствует.

5.4.6 Расчет отклонения поддерживающей гирлянды изоляторов от вертикали γ выполняют по формуле:

$$tg\,\gamma = \frac{K_g \cdot P_{w0} + 0{,}5 \cdot P_и \pm P_0}{G_{пр} + 0{,}5 \cdot G_г}, \qquad (36)$$

где P_{w0} – расчетная ветровая нагрузка на провода фазы, направленная поперек оси ВЛ (или по биссектрисе угла поворота ВЛ), Н;

K_g – принимают равным при ветровом давлении:

до 310 Па	1,00
350 Па	0,95
425 Па	0,90
500 Па	0,85
615 Па и более	0,80

Примечание – промежуточные значения определяют линейной интерполяцией;

P_0 – горизонтальная составляющая от тяжения проводов на поддерживающую гирлянду промежуточно-угловой опоры, Н. Принимают со

знаком плюс, если ее направление совпадает с направлением ветра, и со знаком минус, если она направлена в наветренную сторону;

$G_{пр}$ – расчетная нагрузка от веса провода, воспринимаемая гирляндой изоляторов, Н;

$G_г$ – расчетная нагрузка от веса гирлянды изоляторов, Н;

$P_и$ – расчетная ветровая нагрузка на гирлянды изоляторов, Н.

6 Требования к элементам ВЛ

6.1 Опоры и фундаменты. Заземляющие устройства

6.1.1 Конструкции опор и фундаментов

6.1.1.1 На ВЛ 1150 кВ должны применяться металлические свободностоящие опоры или опоры с оттяжками.

6.1.1.2 Различают два основных вида опор ВЛ: анкерные – полностью воспринимающие тяжение проводов и тросов в смежных с опорой пролетах, и промежуточные – не воспринимающие тяжение проводов или воспринимающие его частично. На базе анкерных опор выполняют, как правило, концевые и транспозиционные опоры. Промежуточные и анкерные опоры могут быть прямыми и угловыми.

6.1.1.3 При создании ВЛ используют промежуточные опоры гибкой и/или жесткой конструкции.

Анкерные опоры должны быть жесткими.

6.1.1.4 К опорам жесткой конструкции относят опоры, отклонение верха которых (без учета поворота фундаментов) при воздействии расчетных нагрузок по второй группе предельных состояний не превышает 0,01 высоты опоры. При отклонении верха опоры более 0,01 высоты – опоры относятся к опорам гибкой конструкции.

6.1.1.5 Расстановка анкерных опор определяют по климатическим условиям и условиям прохождения трассы ВЛ.

6.1.1.6 На ВЛ расстояние между анкерными опорами не нормируют и устанавливают в зависимости от условий трассы.

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

6.1.1.8 В качестве фундаментов целесообразно применять унифицированные железобетонные подножники и сваи.

Допускается применять монолитные бетонные фундаменты и другие рациональные конструкции фундаментов (буронабивные сваи, сваи с закрылками, скальные заделки, поверхностные фундаменты, винтовые сваи).

Для крепления оттяжек следует применять фундаменты с вынесенным над землей узлом крепления оттяжки к выступающей части железобетонного фундамента.

6.1.1.9 Опоры и подножники должны быть защищены от коррозии с учетом требования строительных норм и правил по защите строительных конструкций от

коррозии [3]. В необходимых случаях следует предусматривать защиту от электрокоррозии.

6.1.2 Конструкция заземляющих устройств опор

6.1.2.1 В качестве заземляющих устройств ВЛ в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители по ГОСТ 12.1.030.

6.1.2.2 Железобетонные фундаменты опор могут быть использованы в качестве естественных заземлителей (исключение составляют 6.1.2.4 и 8.2.5.10) при осуществлении металлической связи между анкерными болтами и арматурой фундамента и отсутствии гидроизоляции железобетона полимерными материалами.

6.1.2.3 При применении железобетонных фундаментов, в том числе в качестве естественных заземлителей, металлическая связь между опорами, анкерными болтами и арматурой фундаментов может быть выполнена как болтовым, так и сварным способом.

6.1.2.4 При прохождении ВЛ в местности с глинистыми, суглинистыми, супесчаными и тому подобными грунтами с удельным сопротивлением $\rho \leq 1000$ Ом·м следует использовать арматуру железобетонных фундаментов, опор и пасынков в качестве естественных заземлителей без дополнительной укладки или в сочетании с укладкой искусственных заземлителей.

В грунтах с более высоким удельным сопротивлением ($\rho > 1000$ Ом·м) естественная проводимость железобетонных фундаментов не должна учитываться, а требуемое значение сопротивления заземляющего устройства должно обеспечиваться только применением искусственных заземлителей.

6.1.2.5 Сечение каждого из заземляющих спусков на опоре ВЛ должно быть не менее 35 мм^2, а для однопроволочных спусков диаметр должен быть не менее 10 мм (сечение 78,5 мм^2). Количество спусков на многостоечных опорах должно быть не менее двух.

Для районов со среднегодовой относительной влажностью воздуха 60 % и более, а также при средне- и сильноагрессивных степенях воздействия среды, заземляющие спуски у места их входа в грунт должны быть защищены от коррозии.

В случае опасности коррозии заземлителей следует увеличивать их сечение, применять оцинкованные или медные заземлители.

6.1.2.6 Заземлители опор ВЛ, как правило, должны находиться на глубине не менее 0,5 м, а в пахотной земле – 1 м. В случае установки опор в скальных грунтах допускается прокладка лучевых заземлителей непосредственно под разборным слоем над скальными породами при толщине слоя не менее 0,1 м. При меньшей толщине этого слоя или его отсутствии целесообразно заземлители прокладывать по поверхности скалы с заливкой их цементным раствором.

6.1.3 Механическая прочность опор и фундаментов

6.1.3.1 Предельные состояния, по которым производится расчет опор, фундаментов и оснований ВЛ, подразделяют на две группы.

Первая группа включает предельные состояния, которые ведут к полной непригодности к эксплуатации конструкций или к полной (частичной) поте-ре несущей способности конструкций в целом;

Вторая группа включает предельные состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций или уменьшающие долговечность конструкций по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

Метод расчета по предельным состояниям имеет целью не допускать с определенной обеспеченностью наступления предельных состояний первой и второй группы при эксплуатации.

6.1.3.2 Нагрузки, воздействующие на строительные конструкции ВЛ в зависимости от продолжительности действия подразделяют на постоянные и временные (длительные, кратковременные, особые) [1].

К постоянным нагрузкам относятся:

- собственный вес проводов, тросов, строительных конструкций, гирлянд изоляторов, линейной арматуры; тяжение проводов и тросов при среднегодовой температуре и отсутствии ветра и гололеда; воздействие предварительного напряжения конструкций, а также нагрузки от давления воды на фундаменты в руслах рек.

К длительным нагрузкам относятся:

- нагрузки, создаваемые воздействием неравномерных деформаций оснований, не сопровождающихся изменением структуры грунта, а также воздействием усадки и ползучести бетона.

К кратковременным нагрузкам относятся:

- давление ветра на провода, тросы и опоры – свободные от гололеда и покрытые гололедом; вес отложений гололеда на проводах, тросах, опорах; тяжение проводов и тросов сверх их значений при среднегодовой температуре; нагрузки от давления воды на опоры и фундаменты в поймах рек и от давления льда; нагрузки, возникающие при изготовлении и перевозке конструкций, а также при монтаже строительных конструкций, проводов и тросов.

К особым нагрузкам относятся:

- нагрузки, возникающие при обрыве проводов и тросов, а также нагрузки при сейсмических воздействиях.

6.1.3.3 Опоры, фундаменты и основания ВЛ должны рассчитываться на сочетания расчетных нагрузок нормальных режимов первой и второй групп предельных состояний и аварийных и монтажных режимов ВЛ первой группы предельных состояний.

6.1.3.4 Расчет опор, фундаментов и оснований фундаментов на прочность и устойчивость должен производиться на нагрузки первой группы предельных состояний.

6.1.3.5 Расчет опор, фундаментов и их элементов по деформациям производится на нагрузки второй группы предельных состояний.

6.1.3.6 Расчет оснований по деформациям производится на нагрузки второй группы предельных состояний без учета динамического воздействия порывов ветра на конструкцию опоры.

6.1.3.7 Опоры, фундаменты и основания должны рассчитываться на нагрузки и воздействия внешней среды в конкретных условиях (размывающее действие воды, давление волн, навалов льда, давление грунта и т.п.) в соответствии с [2,14,19].

6.1.3.8 При расчете опор и фундаментов должны учитываться:

- возможность временного усиления отдельных элементов конструкций в монтажных режимах;
- при воздействии расчетных нагрузок по второй группе предельных состояний отклонение верха опоры не должно приводить к нарушению установленных настоящим стандартом наименьших изоляционных расстояний от токоведущих частей (проводов) до заземленных элементов опоры и до поверхности земли и пересекаемых инженерных сооружений;
- дополнительные усилия, возникающие от весовых нагрузок при деформациях опор гибкой конструкции по первой и второй групп предельных состояний;

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

6.1.3.10 Расчетная гололедная нагрузка от проводов и тросов, приложенная к точкам их крепления на опорах, определяют произведением соответствующей расчетной линейной гололедной нагрузки на длину весового пролета.

6.1.3.11 Расчетная нагрузка на опоры ВЛ от веса проводов, тросов, гирлянд изоляторов, конструкций опор по первой и второй группам предельных состояний определяют при расчетах как произведение нормативной нагрузки на коэффициент надежности по весовой нагрузке γ_f, принимаемый для проводов, тросов и гирлянд изоляторов 1,05, а для конструкций опор – в соответствии с указаниями строительных норм и правил на нагрузки и воздействия.

6.1.3.12 Расчетные нагрузки на опоры ВЛ от тяжения проводов и тросов определяют для условий 5.4.2, 5.4.3.

Расчетную горизонтальную нагрузку от тяжения проводов и тросов, T_{max}, свободных от гололеда или покрытых гололедом, при расчете конструкций опор, фундаментов и оснований определяют по первой и второй группам предельных состояний.

Нормальный режим работы ВЛ

6.1.3.13 Расчет опор должен производиться в нормальном режиме по первой и второй группам предельных состояний на сочетания климатических условий 5.4.2, перечисления 4), 5), 6), 5.4.5, перечисления 1) и 2) и 5.4.6.

При этом рассчитывают:

- опоры анкерного типа и промежуточные угловые опоры – на условия 5.4.2, перечисление 2), если тяжение проводов или тросов в этом режиме больше, чем в режиме наибольших нагрузок;
- анкерные опоры – на разность тяжений проводов и тросов, возникающую вследствие неравенства значений приведенных пролетов по обе стороны опоры. При этом условия для расчета разности тяжений устанавливают при разработке конструкции опор;
- концевые опоры на одностороннее тяжение всех проводов и тросов;
- аварийный режим работы ВЛ

6.1.3.14 Промежуточные опоры ВЛ с поддерживающими гирляндами изоляторов и глухими зажимами должны рассчитываться в аварийном режиме на расчетные условные горизонтальные статические нагрузки $T_{ав}$ по первой группе предельных состояний.

Расчет производят исходя из следующих условий:

1) оборваны провода одной фазы одного пролета (при любом числе проводов на опоре), тросы не оборваны;

2) оборван один трос пролета (для расщепленного троса – все его составляющие), провода не оборваны;

Условные нагрузки прикладывают в местах крепления той фазы или того троса, при обрыве которых усилия в рассчитываемых элементах получаются наибольшими. При этом принимают сочетания климатических условий, указанных 5.4.3, перечисление 1).

6.1.3.15 Расчетную условную горизонтальную статическую нагрузку от проводов фазы на опоры ВЛ $T_{ав}$ принимают равной не менее 30 кН.

6.1.3.16 Расчетную условную горизонтальную статическую нагрузку на промежуточные опоры от расщепленного троса (из двух составляющих) принимают равной $T_{ав}$=0,4 $T_{макс}$, но не менее 20 кН.

6.1.3.17 Опоры анкерного типа должны рассчитываться в аварийном режиме по первой группе предельных состояний на обрыв тех проводов и тросов, при обрыве которых усилия в рассматриваемых элементах получаются наибольшими.

Расчет для ВЛ со сталеалюминиевыми проводами с площадью сечения проводящей части для проводов сечением 240 мм^2 и более производится на следующие условия:

- оборваны провода одной фазы одного пролета, тросы не оборваны (анкерные и концевые опоры);

- оборван один трос одного пролета (при расщеплении троса – все составляющие), провода не оборваны.

При этом принимают сочетания климатических условий согласно 5.4.3 перечисления 2) и 3).

Монтажный режим ВЛ

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

1) в одном пролете – смонтированы все провода и тросы, в другом пролете провода и тросы не смонтированы. Тяжение в смонтированных проводах и тросах принимают равным 0,6 $T_{макс}$, где $T_{макс}$ – наибольшее расчетное горизонтальное тяжение проводов и тросов по 6.1.3.12. При этом сочетания климатических условий принимают по 5.4.4. В указанном режиме должна быть обеспечена устойчивость опор без установки временных оттяжек;

2) в одном из пролетов при любом числе проводов на опоре последовательно и в любом порядке монтируют провода одной фазы, тросы не смонтированы;

3) в одном из пролетов при любом числе тросов на опоре последовательно и в любом порядке монтируют тросы, провода не смонтированы.

При проверках по перечислению 2) допускается предусматривать временное усиление отдельных элементов опор и установку временных оттяжек.

6.1.3.19 Опоры ВЛ должны проверяться на расчетные нагрузки, соответствующие способу монтажа, принятому проектом, с учетом составляющих от усилий тягового троса, веса монтируемых проводов (тросов), изоляторов, монтажных приспособлений и монтера с инструментом.

Узел крепления каждого провода (проушина, диафрагма и др.) при раздельном креплении проводов расщепленной фазы должен рассчитываться с учетом перераспределения нагрузки от оборванной цепи подвески на оставшиеся провода фазы.

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

Расчетные нагрузки на опоры от веса монтируемых проводов (тросов) при климатических условиях согласно 5.4.4 и гирлянд изоляторов в условиях равнинной местности целесообразно принимать:

1) На промежуточных опорах – равными удвоенному весу пролета проводов (тросов) без гололеда и гирлянды изоляторов, исходя из возможности подъема монтируемых проводов (тросов) и гирлянды через один блок;

2) На анкерных опорах и промежуточных опорах, в случае ограничения 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.

Расчетную вертикальную нагрузку от веса монтера и монтажных приспособлений, прикладываемых в месте крепления гирлянд изоляторов, принимают равной 3,25 кН.

6.2 Провода и грозозащитные тросы

6.2.1 Конструкция проводов и тросов

6.2.1.1 Провода

На ВЛ целесообразно применять сталеалюминиевые провода по ГОСТ 839 и других конструкций (в том числе, высокотемпературные, с сердечником из немагнитных или композитных материалов), выпускаемых по техническим условиям согласованным заказчиком и изготовителем.

Минимально допустимые сечения сталеалюминиевых проводов по условиям механической прочности по ГОСТ 839, приведены в таблице 8 .

Таблица 8 – Минимально допустимые сечения проводов

Номинальное сечение, мм*	Сечение алюминий / сталь, мм^2	Диаметр, мм		Отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника
		Провода	Стального сердечника	
240/39	236/38,6	21,6	8,0	6,11
300/39	301/38,6	24,0	8,0	7,81
300/48	295/47,8	24,1	8,9	6,16
300/66	288,5/65,8	24,5	10,5	4,39
400/51	394/51,1	27,5	9,2	7,71
400/64	394/63,5	27,7	10,2	6,14
400/93	406/93,2	29,1	12,5	4,35
500/64	490/63,5	30,6	10,2	7,71
500/204	496/204	34,5	18,6	2,43
500/336	490/336	37,5	23,9	1,46
600/72	580/72,2	33,2	11,0	8,04
700/86	687/85,9	36,2	12,0	8,00
Примечание – * В районах, где требуется применение проводов с антикоррозионной защитой, минимально допустимые сечения проводов принимают такими же, как и сечения соответствующих марок без антикоррозионной защиты.				

Для ВЛ 1150 кВ целесообразно применять сталеалюминиевые провода по ГОСТ 839 с площадью поперечного сечения алюминиевых проволок А и стальных проволок С для:

- районов с толщиной стенки гололеда 25 мм и менее – А от 240 мм^2 и более, при значении отношения А к С не более 8,04;
- районов с толщиной стенки более 25 мм – А от 300 до 400 мм^2, при значении отношения А к С не более 4,39;
- больших переходов с пролетами более 700 м – значение отношения А к С не более 2,43 .

Выбор марок проводов из других материалов должен быть обоснован.

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

Провода с повышенной коррозионной стойкостью следует применять в следующих случаях:

- опытом эксплуатации установлено разрушение проводов от коррозии;
- побережья морей и соленых озер;
- промышленные районы;
- районы засоленных песков и прилегающие к ним районы II и III степени загрязнения по ГОСТ 9920;

6.2.1.2 Грозозащитные тросы

В качестве грозозащитных тросов следует, как правило, применять стальные канаты из оцинкованной стальной проволоки с покрытием ее поверхности по группе ОЖ, стальные канаты с алюмоцинковым покрытием, из стальных проволок, плакированных алюминием, из азотосодержащей стали по ГОСТ 3063 и

ГОСТ 3064, сталеалюминивые провода по ГОСТ 839 и грозозащитный трос со встроенным оптическим кабелем связи типа ОКГТ

Грозотросы должны удовлетворять следующим требованиям:

- коррозионной стойкостью;
- термической стойкостью;
- стойкостью к воздействиям токов коротких замыканий;
- стойкостью к воздействиям разрядов молнии.

Выбор материала, сечения и количества составляющих грозозащитного троса производится с учетом:

- возможности использования тросов для организации высокочастотных каналов;
- обеспечения необходимых механических характеристик, требуемых по условиям работы проводов и тросов в пролете;
- допустимой напряженности электрического поля на поверхности тросов;
- агрессивности условий окружающей среды.

Стальные канаты, применяемые в качестве грозозащитных тросов по способу свивки должны быть нераскручивающимися (Н) сечением не менее 70 мм^2.

Сталеалюминиевые провода в качестве грозозащитных тросов целесообразно применять:

- на особо ответственных переходах через инженерные сооружения (электрифицированные железные дороги, автомобильные дороги категории 1А, судоходные водные преграды и т.п.);
- на участках ВЛ, проходящих в районах с повышенным загрязнением атмосферы (промышленные зоны с высокой химической активностью уносов, зоны интенсивного земледелия с засоленными почвами и водоемами, побережья морей), а также проходящих по населенной и труднодоступной местностям;
- на ВЛ с большими токами однофазного короткого замыкания по условиям термической стойкости и для уменьшения влияния ВЛ на линии связи.

При использовании грозозащитных тросов для организации многоканальных систем высокочастотной связи при необходимости применяют одиночные или сдвоенные изолированные друг от друга тросы или тросы со встроенным оптическим кабелем связи.

Для выполнения требований коррозионной стойкости необходимо:

- выполнить оцинкование стальных канатов горячим или гальваническим способом, либо плакирование их алюминием;
- использовать алюминиевые сплавы или многослойные покрытия.

Минимальный срок службы грозозащитных тросов должен быть не менее 40 лет при условии соблюдений требований по монтажу и эксплуатации.

6.2.2 Термостойкость проводов и тросов

6.2.2.1 Провода должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режима в период ремонта. При проверке на нагрев принимают получасовой максимальный ток, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети.

6.2.2.2 Длительно допустимые токи для неизолированных проводов по ГОСТ 839 приведены в таблице 9. Токи приняты исходя из условия, что допустимая температура их нагрева составляет плюс 70°С при температуре воздуха плюс 25°С.

Таблица 9 – Длительно допустимые токи для неизолированных проводов

Номинальное сечение, мм^2	Сечение (алюминий/сталь), мм^2	Длительно допустимый ток, А
240	240/39	610
300	300/39	710
	300/48	690
	300/66	680
400	400/51	825
	400/64	860
500	500/64	945
600	600/72	1050

6.2.2.3 Длительно допустимые токи для проводов нетрадиционной конструкции (в том числе, высокотемпературных, с сердечником из немагнитных или композитных материалов), должны указываться технических условиях производителя, утвержденных в установленном порядке.

6.2.2.4 Максимально допустимая температура нагрева грозозащитных тросов при термическом воздействии тока короткого замыкания определяет изготовитель. Она не должна превышать (в соответствии с СТО 56947007-29.060.50.015-2008) для тросов из:

- сталеалюминиевых проводов – 200°С;
- стальной, плакированной алюминием проволоки – 300°С;
- стальной оцинкованной проволоки – 400°С

6.2.3 Механическая прочность проводов и тросов

6.2.3.1 Провода и тросы должны рассчитываться на расчетные нагрузки нормального, аварийного и монтажного режимов ВЛ для сочетаний условий 5.4.2-5.4.6. При этом допустимое механическое напряжения в проводах (тросах) не должны превышать значений, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Допустимое механическое напряжение в проводах и тросах ВЛ

Провода и тросы	Допустимое напряжение, в процентах от 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
Сталеалюминиевые с площадью поперечного сечения алюминиевой части провода, мм^2:				
240 – 800 при А/С от 7,8 до 8,04	45	30	126	84
240 и более при А/С от 6,14 до 6,28	45	30	135	90
240 и более при А/С от 4,29 до 4,38	45	30	153	102
500 при А/С 2,43	45	30	205	137
300 и 500 при А/С 1,46	45	30	254	169
Стальные канаты	50	35	По стандартам и техническим условиям	

6.2.3.2 Указанные в таблице 10 напряжения следует относить к той точке провода на длине пролета, в которой напряжение наибольшее. Допускается указанные напряжения принимать для низшей точки провода при условии превышения напряжения в точках подвеса не более чем на 5 %.

6.2.3.3 При расчете проводов и тросов ветер следует принимать направленным под углом 90° к оси ВЛ.

6.2.3.4 Расчет монтажных напряжений и стрел провеса проводов (тросов) должен выполняться с учетом остаточных деформаций (вытяжки).

В механических расчетах проводов (тросов) следует принимать физико-механические характеристики, приведенные в таблице 11.

Таблица 11 – Физико-механические характеристики проводов и тросов

Провода и тросы	Модуль упругости, 10^4, Н/мм^2	Температурный коэффициент линейного удлинения, 10^{-6} град$^{-1}$	Предел прочности при растяжении, $\sigma_р^*$, Н/ мм^2, провода и троса в целом
Сталеалюминиевые с отношением площадей поперечных сечений А/С:			
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
Стальные канаты	18,5	12,0	1200**

Примечания:

* – предел прочности при растяжении $\sigma_р$ определяют отношением разрывного усилия провода (троса) $P_р$, нормированного государственным стандартом или техническими условиями, к площади поперечного сечения $S_п$, $\sigma_р = \frac{P_р}{S_п}$. Для сталеалюминиевых проводов $S_п = S_А + S_С$

** – принимают по соответствующим стандартам, но не менее 1200 Н/мм^2

6.2.3.5 Для обеспечения механической прочности провода и грозозащитные тросы должны быть защищены от вибрации.

Таблица 12 – Механические напряжения расщепленных проводов и тросов из двух составляющих, требующих защиты от вибрации, Н/мм^2

Сталеалюминиевые провода, тросы при А/С	Механические напряжения, Н/мм^2, (более) в местности типа	
	А	В
0,65 – 0,95	75	85
1,46	65	70
4,29 – 4,39	50	55
6,0 – 8,04	45	50

Защищать от вибрации следует расщепленные провода и тросы из двух составляющих при механических напряжениях при среднегодовой температуре, превышающих значения, приведенные в таблице 12.

В таблице 12 тип местности принимают по примечанию 1 к таблице 4.

6.2.3.6 Защищать расщепленные провода от вибрации целесообразно установкой дистанционных распорок группами с расстоянием между группами от 40 до 60 м и расстоянием между распорками в группе – не менее 2 м, либо в сочетании с лучевыми, устанавливая их поочередно .

6.2.3.7 Применение гасителей вибрации для проводов в расщепленной фазе не требуется.

6.2.3.8 Грозозащитные тросы целесообразно защищать от вибрации гасителями вибрации типа Стокбриджа.

6.2.3.9 Для предотвращения схлестывания проводов на составляющих расщепленного провода фазы и расщепленного проводящего грозозащитного троса в пролетах и петлях анкерных опор должны быть установлены дистанционные распорки, в том числе изолирующие. Расстояния между распорками или группами распорок в пролете выбирают для каждой конкретной ВЛ, исходя из условий предотвращения схлестывания проводов на участках между распорками до безопасной величины.

6.2.3.10 Определение районов по частоте и интенсивности пляски должно производиться по карте районирования территории РФ с уточнением по данным эксплуатации.

По частоте повторяемости и интенсивности пляски проводов и тросов территория РФ делится на районы:

- с умеренной пляской проводов – частота повторяемости пляски один раз в 5 лет и менее;
- с частой и интенсивной пляской проводов – частота повторяемости более одного раза в пять лет.

6.2.3.11 Для ВЛ, проходящих в особых условиях, в том числе, орографически незащищенные выходы из горных ущелий, отдельные пролеты в местности типа «С», защита от вибрации должна производится по специальному проекту.

6.3 Гирлянды изоляторов и линейная арматура

6.3.1 Требования к конструкции гирлянд изоляторов и линейной арматуры

6.3.1.1 На ВЛ должны применяться подвесные изоляторы из закаленного стекла и полимерные стержневые изоляторы.

6.3.1.2 Выбор типа и материала изоляторов производится с учетом климатических условий (температуры воздуха и увлажнения) и условий загрязнения в соответствии с ГОСТ 6490 и ГОСТ 28856.

Выбор линейной арматуры осуществляют в соответствии с ГОСТ Р 51177.

6.3.1.3 Количество подвесных тарельчатых изоляторов m в каждой цепи поддерживающих и натяжных гирлянд и специальных гирлянд для ВЛ определяют округлением до ближайшего большего значения рассчитанного по формуле:

$$m = \frac{L}{L_{\text{и}}}, \tag{37}$$

где L – длина пути утечки гирлянды изоляторов, см;

$L_{\text{и}}$ – длина пути утечки одного изолятора, см.

6.3.1.4 Количество изоляторов в гирляндах повышенных переходных опор определяют путем прибавления дополнительных изоляторов – одного на каждые 10 м превышения высоты сверх 50 м к числу изоляторов, определенному при λ=1,5 см/кВ без учета коэффициента нелинейности, цепности и конструкции гирлянд. При этом число изоляторов в гирляндах переходных опор должно быть не менее чем требуемое в данном районе в соответствии с 6.3.1.3.

6.3.1.5 В гирляндах тарельчатых изоляторов из стекла, подвешенных на высоте более 100 м, должны предусматриваться два дополнительных изолятора по отношению к определенному по 6.3.1.3 количеству изоляторов.

6.3.1.6 Количество изоляторов в ветви V-образной гирлянды принимают одинаковым числу изоляторов того же типа в одноцепной поддерживающей вертикальной гирлянде.

В двухцепных и многоцепных гирляндах количество изоляторов в каждой ветви увеличивают по сравнению с одноцепными на два элемента.

6.3.1.7 Выбор полимерных изоляторов производиться по разрядным напряжениям в загрязненном и увлажненном состоянии.

6.3.1.8 Поддерживающие гирлянды изоляторов ВЛ должны выполняться двухцепными с раздельным креплением к опоре.

6.3.1.9 Конструкции гирлянд изоляторов для анкерно-угловых опор выполняют многоцепными, натяжными с раздельным креплением к опоре.

6.3.1.10 В двухцепных поддерживающих гирляндах изоляторов цепи следует располагать вдоль оси ВЛ.

6.3.1.11 Крепление проводов и грозозащитных тросов к подвесным изоляторам следует производить при помощи поддерживающих или натяжных зажимов.

6.3.1.12 Поддерживающие зажимы для провода и троса следует применять с глухой заделкой провода.

6.3.1.13 Для защиты проводов шлейфов (петель) от повреждений при соударении с арматурой натяжных гирлянд изоляторов ВЛ фазы, на них должны быть установлены предохранительные муфты в местах приближения проводов шлейфа к арматуре гирлянды.

6.3.1.14 Конструкции натяжных гирлянд изоляторов расщепленных фаз и их узел крепления к опоре должны обеспечивать раздельный монтаж и демонтаж каждого провода, входящего в расщепленную фазу.

6.3.1.15 На ВЛ в натяжных гирляндах изоляторов с раздельным креплением цепей к опоре должна быть предусмотрена механическая связка между всеми цепями гирлянды, установленная со стороны проводов.

6.3.1.16 В натяжных гирляндах изоляторов ВЛ со стороны проводов должна быть установлена экранная защитная арматура.

6.3.1.17 Соединение проводов и тросов в пролете следует проводить при помощи соединительных зажимов.

В одном пролете ВЛ допускается не более одного соединения на каждый провод или трос, за исключением пролетов пересечения с железными дорогами, где соединение проводов и тросов не допускается.

6.3.1.18 Соединение сталеалюминиевых проводов в шлейфах анкерно-угловых опор следует производить с помощью соединительных шлейфовых зажимов.

6.3.2 Механическая прочность гирлянд изоляторов и арматуры

6.3.2.1 Изоляторы и арматуру выбирают по нагрузкам в нормальных и аварийных режимах работы ВЛ при климатических условиях, указанных в 5.4.2 и 5.4.3 соответственно.

Горизонтальная нагрузка в аварийных режимах поддерживающих гирлянд изоляторов определяют по 6.1.3.14-6.1.3.16.

6.3.2.2 Расчетные усилия в изоляторах и арматуре не должны превышать значений разрушающих нагрузок (механической или электромеханической для изоляторов и механической для арматуры), установленных стандартами и техническими условиями на конкретные типы изоляторы и арматуру, умноженных на коэффициенты:

- надежности по нагрузке γ_f;
- условий работы γ_d;
- надежности по материалу γ_m.

6.3.2.3 Коэффициент по нагрузке $\gamma_f = 1{,}05$.

6.3.2.4 Для ВЛ, проходящих в районах со среднегодовой температурой минус 10°С и ниже или в районах с низшей температурой минус 50°С и ниже, принимают коэффициент условий работы γ_d=1,4, для остальных ВЛ – γ_d=1,0.

6.3.2.5 Коэффициенты надежности по материалу γ_m. для изоляторов и арматуры должны быть не менее:

- в нормальном режиме:
  - а) при наибольших нагрузках 2,7
  - б) при среднеэксплуатационных нагрузках для изоляторов:
    - 1) для поддерживающих гирлянд 5,0
    - 2) для натяжных гирлянд 6,0
- в аварийном режиме 2,0

6.3.2.6 В качестве расчетного аварийного режима работы двух- и многоцепных поддерживающих и натяжных гирлянд изоляторов с механической связкой между цепями изоляторов следует принимать обрыв одной цепи. При этом расчетные нагрузки от проводов и тросов принимают для климатических условий, указанных в 5.4.2 в режимах, дающих наибольшие значения нагрузок, а расчетные усилия в оставшихся в работе цепях изоляторов не должны превышать 90 % механической (электромеханической) разрушающей нагрузки изоляторов.

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

7 Общие требования к ВЛ

7.1 Защита от перенапряжений

7.1.1 ВЛ 1150 кВ должны быть защищены от прямых ударов молнии двумя тросами по всей длине линии. Защитный угол троса должен быть не более 25°.

7.1.2 Расположение грозозащитных тросов и проводов на опорах и в пролете, конструкция и размеры опоры должны обеспечить удельное число грозовых отключений ВЛ 1150 кВ не более 0,08 на 100 км в год с учетом ударов молнии в опоры (тросы) и прорывов молнии на провода.

При этом должны учитываться требования 7.3.2.

7.1.3 Крепление тросов на всех опорах ВЛ должно быть выполнено при помощи стеклянных подвесных изоляторов, шунтированных искровым промежутком.

7.1.4 При использовании тросов для устройства каналов высокочастотной связи, их изолируют от опор на всем протяжении каналов высокочастотной связи и заземляют на подстанциях и усилительных пунктах через высокочастотные заградители.

Количество изоляторов в поддерживающем тросовом креплении должно быть не менее двух и определяться условиями обеспечения требуемой надежности каналов высокочастотной связи.

Количество изоляторов в натяжном тросовом креплении следует принимать удвоенным по сравнению с количеством изоляторов в поддерживающем тросовом креплении.

7.1.5 Размер искровых промежутков, устанавливаемых на тросовых изоляторах выбирают минимально возможным, исходя из следующих условий:

- разрядное напряжение искровых промежутков должно быть не менее чем на 20 % ниже разрядного напряжения изолирующего тросового крепления;
- искровой промежуток не должен перекрываться при однофазном КЗ на землю на других опорах;
- при перекрытиях искровых промежутков от грозовых разрядов должно происходить самопогасание дуги сопровождающего тока промышленной частоты.

7.1.6 Для ВЛ, проходящих на высоте до 1000 м над уровнем моря, изоляционные расстояния по воздуху от проводов и арматуры, находящейся под напряжением, до заземленных частей опор должны быть не меньше значений, приведенных в таблице 13.

Таблица 13 – Наименьшее изоляционное расстояние по воздуху (в свету) от токоведущих до заземленных частей опоры

Расчетное условие	Наименьшее изоляционное расстояние, см
Грозовые перенапряжения	не нормируется
Внутренние перенапряжения	650*
Обеспечение безопасного подъема на опору без отключения ВЛ	750
Наибольшее рабочее напряжение	260
Примечание – * При расчетной кратности внутренних перенапряжений 1,8. При значениях расчетной кратности внутренних перенапряжений менее 1,8 допустимые изоляционные расстояния пересчитывают пропорционально.	

7.1.7 Для ВЛ, проходящих на высоте до 500 м над уровнем моря, изоляционные расстояния, указанные в таблице 13, могут быть уменьшены для промежутка «провод шлейфа – стойка анкерно-угловой опоры», «провод-оттяжка» на 10 %, а для остальных промежутков – на 5 %.

7.1.8 Наименьшее изоляционное расстояние по условию внутренних перенапряжений приведено для расчетной кратности перенапряжений 1,8.

7.1.9 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 13 на 1 % на каждые 100 м выше 1000 м над уровнем моря.

7.1.10 Наименьшие расстояния на опоре между проводами ВЛ в месте их пересечения между собой при транспозиции, переходе с одного расположения проводов на другое должны быть не менее приведенных в таблице 14.

7.1.11 Требования к защите от грозовых перенапряжений ВЛ при пересечении их между собой и при пересечении ими различных сооружений приведены в 8.2.3.5, 8.2.3.6, 8.2.3.7, 8.2.4.4, 8.2.5.4, 8.2.5.5, 8.2.5.11.

Таблица 14 – Наименьшее расстояние между фазами на опоре

Расчетное условие	Наименьшее изоляционное расстояние, см
Грозовые пере- напряжения	не нормируется
Внутренние перенапряжения	950*
Наибольшее рабочее напряжение	450
Примечание – * При расчетной кратности внутренних перенапряжений 1,8. При значениях расчетной кратности внутренних перенапряжений менее 1,8 допустимые изоляционные расстояния пересчитывают пропорционально.	

7.1.12 Все опоры ВЛ должны иметь заземляющие устройства.

7.1.13 Сопротивления заземляющих устройств опор высотой менее 60 м должны быть не более, приведенных в таблице 15.

7.1.14 Сопротивления заземляющих устройств опор высотой 60 м и выше должны быть в два раза ниже по сравнению с приведенными в таблице 15.

Таблица 15 – Наибольшие допустимые сопротивления заземляющих устройств опор одноцепных ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление грунта, ρ, Ом·м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
до 100	10
100 ≤ 500	15
500 ≤ 1000	20
более 1000	30

7.1.15 На участках трассы ВЛ с повышенным удельным сопротивлением грунта для выполнения требования – удельное число грозовых отключений ВЛ не выше 0,08 на 100 км линии в год (п.7.1.2) рекомендуется:

- снижать сопротивление заземления опор высотой 60 м и выше до 15 Ом;
- устанавливать на опорах ВЛ с высоким сопротивлением заземления ограничители перенапряжений.

7.1.16 Для опор горных ВЛ, расположенных на высотах более 700 м над уровнем моря, указанные в таблице 15 значения сопротивлений заземления могут быть увеличены в два раза..

7.1.17 Сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ должны обеспечиваться и измеряться при токах промышленной частоты в период их наибольших значений в летнее время. Допускается производить измерение в другие периоды с корректировкой результатов путем введения сезонного

коэффициента, однако не следует производить измерение в период, когда на значение сопротивления заземляющих устройств оказывает существенное влияние промерзание грунта.

7.2 Электромагнитная совместимость

7.2.1 При создании воздушных линий необходимо обеспечить электромагнитную совместимость ВЛ с различными электротехническими средствами в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования.

7.2.2 Для обеспечения электромагнитной совместимости при выборе конструкции ВЛ, количества составляющих и площади сечения проводов фазы и их расположения необходимо ограничение напряженности электрического поля на поверхности проводов до уровней, допустимых по короне и радиопомехам.

7.2.3 Для обеспечения отсутствия видимой короны на арматуре изолирующих подвесок и допустимого уровня радиопомех от изоляторов в должны предусматриваться экраны или другие средства для предотвращения возникновения коронного разряда.

7.2.4 Для ВЛ проводники должны быть проверены по условиям образования короны с учетом среднегодовых значений плотности, температуры воздуха на высоте расположения данной электроустановки над уровнем моря, радиуса проводников, а также их коэффициента негладкости.

Наибольшая напряженность электрического поля у поверхности любого из проводников, определенная при наибольшем рабочем напряжении, не должна превышать 0,9 начальной напряженности электрического поля, соответствующей появлению общей короны.

7.2.5 По условиям короны и радиопомех при отметках до 1000 м над уровнем моря целесообразно на ВЛ применять провода диаметром не менее 21,6 мм.

При отметках более 1000 м над уровнем моря конструкция средней фазы ВЛ может отличаться от конструкции крайних фаз.

7.2.6 Уровень радиопомех от ВЛ и ее элементов (проводов, гирлянд изоляторов и арматуры) при наибольшем рабочем напряжении не должен превышать допустимых значений по ГОСТ 22012, ГОСТ Р 51320 и ГОСТ Р 51097.

7.2.7 Интенсивность электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля, создаваемого ВЛ при максимальных рабочих параметрах (напряжении и токе) и при абсолютной максимальной температуре воздуха для населенной местности, не должна превышать предельно допустимых значений, установленных в действующих санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах.

Для ненаселенной и труднодоступной местности температура воздуха при предельно допустимой напряженности электрического поля принимают равной температуре воздуха теплого периода с обеспеченностью 0,99

7.3 Электродинамическая стойкость

7.3.1 На ВЛ должно применяться горизонтальное расположение фаз на опоре или расположение с повышенной (пониженной) средней фазой по

отношению к крайним.

7.3.2 Расстояния между проводами ВЛ, а также между проводами и тросами должны выбираться по:

- условиям работы проводов (тросов) в пролетах;
- допустимым изоляционным расстояниям между проводами и между проводами и элементами опоры;
- условиям защиты от грозовых перенапряжений 7.1.2;
- условиям короны и допустимых уровней радиопомех и акустических шумов.

Расстояния между проводами, а также между фазами и тросами выбирают по стрелам провеса, соответствующим габаритному пролету; при этом стрела провеса троса должна быть не более стрелы провеса провода.

В отдельных пролетах (не более 10 % от общего количества), полученных при расстановке опор и превышающих габаритные пролеты не более чем на 25 %, увеличения расстояний, вычисленных для габаритного пролета, не требуется.

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

При различии стрел провеса, конструкций проводов и гирлянд изоляторов в разных фазах ВЛ дополнительно должна выполняться проверка расстояний между проводами (тросами) в пролете. Проверка производится при наиболее неблагоприятных статических отклонениях при расчетном ветровом давлении W, направленном перпендикулярно оси пролета данной ВЛ.

7.3.3 На ВЛ с поддерживающими гирляндами изоляторов при горизонтальном расположении фаз минимальное расстояние между крайними не отклоненными ближайшими проводами разноименных фаз $d_{гор}$, м определяют по формуле:

$$d_{гор} = d_{эл} + K_B\sqrt{f + \lambda - \delta}, \qquad (38)$$

где $d_{эл}$ – расстояние для условий внутренних перенапряжений (см. таблицу 14), м;

$K_в$ – коэффициент, значение которого принимают по таблице 16;

f – наибольшая стрела провеса при высшей температуре или при гололеде без ветра, соответствующая габаритному пролету, м;

λ – длина поддерживающей гирлянды изоляторов, м:

- $\lambda = 0$ для пролета, ограниченного анкерными опорами;
- λ принимают равной ее проекции на вертикальную плоскость для пролетов с комбинированными гирляндами изоляторов;
- λ принимают равной полусумме длин гирлянд изоляторов смежных опор для пролетов с различной конструкцией гирлянд изоляторов;

δ – поправка на расстояние между проводами принимают равной 0,5 м в пролетах, ограниченных анкерными опорами, в остальных случаях $\delta = 0$ м.

Таблица 16 – Значение коэффициента $K_в$

$P_{wп}/P_1$	0,5	1	2	3	5	7	≥10
$K_в$	0,65	0,70	0,73	0,75	0,77	0,775	0,78

$P_{wп}$ – расчетная ветровая нагрузка на провод, согласно 5.3.2.2, Н/м;

P_I – расчетная нагрузка от веса провода, Н/м;

Для промежуточных значений отношений $P_{вп}/P_I$, указанных в таблице 16, $K_в$ определяют линейной интерполяцией.

7.3.4 На ВЛ с поддерживающими гирляндами изоляторов при смешанном расположении проводов (имеются смещения проводов друг относительно друга как по горизонтали, так и по вертикали) минимальное смещение по горизонтали $d_{гор}$ (при заданном расстоянии между проводами по вертикали) или минимальное расстояние по вертикали $d_{вер}$ (при заданном смещении по горизонтали) определяют в середине пролета в зависимости от наименьших расстояний между проводами ВЛ $d_{гор}$ и $d_{вер}$, рассчитанных согласно 7.3.3 и 7.3.4 для фактических условий, и принимают в соответствии с таблицей 17 (при $d_{гор} < d_{вер}$) или таблицей 18 (при $d_{гор} > d_{вер}$).

Таблица 17 – Соотношения между значениями горизонтального и вертикального смещения проводов при $d_{гор} < d_{вер}$

Вертикальное расстояние	0	0,25 $d_{гор}$	0,50 $d_{гор}$	0,75 $d_{гор}$	$d_{гор}$
Горизонтальное смещение	$d_{верт}$	0,95$d_{верт}$	0,85$d_{верт}$	0,65$d_{верт}$	0

Таблица18 – Соотношения между значениями горизонтального и вертикального смещения проводов при $d_{гор} > d_{вер}$

Вертикальное расстояние	0	0,25 $d_{верт}$	0,50 $d_{верт}$	0,75 $d_{верт}$	$d_{верт}$
Горизонтальное смещение	$d_{гор}$	0,95$d_{гор}$	0,85$d_{гор}$	0,65$d_{гор}$	0

Промежуточные значения смещений и расстояний определяют линейной интерполяцией.

Расстояния d, определенные по 7.3.3–7.3.5, целесообразно округлять до 0,1 м для стрел провеса до 4 м, до 0,25 м для стрел провеса от 4 до 12 м и до 0,5 м при стрелах более 12 м.

7.3.5 Расстояния по горизонтали между фазами и тросами определяют согласно 7.3.3–7.3.5.

Выбор расстояний между фазами и тросами по условиям пляски производится по стрелам провеса провода при среднегодовой температуре.

7.3.6 На опорах анкерного типа допускается подвеска троса над проводами фаз без горизонтального смещения, при этом расстояние между фазой и тросом по вертикали должно быть не менее 9 м.

7.4 Сейсмостойкость

7.4.1 При создании ВЛ необходимо учитывать сейсмичность района строительства ВЛ (интенсивность сейсмических воздействий).

7.4.2 В районах с сейсмичностью выше 6 баллов при расчете опор, расчетные нагрузки от веса гололеда, тяжения проводов и тросов в нормальных режимах для учета воздействия сейсмических нагрузок умножают на коэффициент сочетаний нагрузок ψ=0,8.

7.5 Подвеска волоконно-оптических линий связи на ВЛ

7.5.1 Требования настоящего раздела могут быть использованы при размещении на ВЛ оптических кабелей следующих типов:

- ОКГТ – оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос;

- ОКСН – оптический кабель самонесущий неметаллический;

7.5.2 Все элементы ВОЛС-ВЛ должны соответствовать условиям работы ВЛ.

7.5.3 Оптические кабели, размещаемые на элементах ВЛ, должны удовлетворять требованиям:

- механической прочности;
- термической стойкости;
- стойкости к воздействию грозовых перенапряжений;
- обеспечения нагрузок на оптические волокна, не превышающих допускаемые;
- стойкости к воздействию электрического поля.

7.5.4 Механический расчет ОКГТ, ОКСН должен производиться на расчетные нагрузки по методу допускаемых напряжений с учетом вытяжки кабелей и допустимых нагрузок на оптическое волокно.

7.5.5 Механический расчет ОК всех типов следует выполнять для сочетаний условий по 5.4.2-5.4.6.

Значения физико-механических параметров, необходимых для механического расчета ОК, и данные по вытяжке должны приниматься по техническим условиям на ОК или по данным изготовителей кабелей.

7.5.6 Оптические кабели должны быть защищены от вибрации в соответствии с условиями их подвески и требованиями изготовителя ОК.

7.5.7 При подвеске на ВЛ ОКГТ их расположение должно удовлетворять требованиям 7.3.1-7.3.7.

7.5.8 ОКГТ должен, как правило, быть заземлен на каждой опоре. Сопротивление заземляющих устройств опор, на которых подвешен ОКГТ, должно соответствовать таблице 15. Допускается увеличение этих сопротивлений при обеспечении термической стойкости ОК.

7.5.9 Оптические кабели ОКГТ должны быть проверены на работоспособность по температурному режиму при протекании максимального полного тока КЗ с учетом времени срабатывания резервных защит, дальнего резервирования, действия УРОВ или АПВ и полного времени отключения выключателей. Проверка проводится для наихудшего случая, при котором суммарное время протекания тока КЗ до момента его отключения максимально. При наличии УРОВ допускается не учитывать дальнее резервирование.

7.5.10 Напряженность электрического поля в точке подвеса ОКСН должна рассчитываться с учетом реального расположения кабеля, транспозиции фаз ВЛ, а также конструкции зажима (протектора).

7.5.11 При подвеске на ВЛ ОК любого типа должна быть выполнена проверка опор и их закреплений в грунте с учетом дополнительных нагрузок, возникающих при этом.

7.6 Ремонтопригодность и долговечность

7.6.1 При создании ВЛ 1150 кВ необходимо обеспечивать высокую ремонтопригодность и минимальные затраты на восстановление после сверхрасчетных воздействий климатических факторов и различных чрезвычайных

ситуаций. Необходимо применять конструкции, элементы и оборудование, обеспечивающие минимальные затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание.

При создании ВЛ в труднодоступной местности, участков ВЛ, доступ к которым наземным транспортом невозможен, а также ВЛ, проходящих в безлюдной местности с суровыми климатическими условиями должны быть предусмотрены пункты временного пребывания персонала или использование вертолетов.

7.6.2 Подъезд к ВЛ должен быть обеспечен в любое время года на удаление не более 0,5 км от трассы ВЛ.

Исключения допускаются на участках ВЛ:

- проходящих по топким болотам и сильно пересеченной местности, где проезд невозможен. В этих случаях необходимо оборудовать вдоль трассы ВЛ пешеходные тропки с мостками шириной от 0,8 до 1,0 м, оборудованных перилами, или насыпные земляные дорожки шириной не менее 0,8 м;

- проходящих по территориям, занятым под садовые и ценные сельскохозяйственные культуры, а также под насаждения защитных полос лесов вдоль железных дорог, автомобильных дорог и запретных полос лесов по берегам рек, озер, водохранилищ, каналов и других водных объектов.

- проходящих по местности, пересеченной мелиоративными каналами, должны предусматриваться пешеходные мостики шириной 0,8-1,0 м, оборудованные перилами.

7.6.3 Для обеспечения удобного подъема персонала на опору должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- на каждой стойке опор высотой до вершины до 50 м независимо от расстояний между точками крепления решетки и угла ее наклона на одном поясе должны быть выполнены специальные ступеньки (степ-болты) или лестницы без ограждения, доходящие до отметки верхней траверсы. Конструкция тросостойки на этих опорах должна обеспечивать удобный подъем или иметь специальные ступеньки (степ-болты);

- на каждой стойке опор высотой до вершины опоры более 50 м должны быть установлены лестницы с ограждениями, доходящие до вершины опоры. При этом через каждые 15 м по вертикали должны быть выполнены площадки (трапы) с ограждениями. Трапы с ограждениями должны выполняться также на траверсах этих опор. На опорах со шпренгельными траверсами должна быть обеспечена возможность держаться за тягу при перемещении по траверсе;

- должно быть обеспечено условие перехода со стойки на траверсу;

- лестницы или специальные ступеньки (степ-болты) должны начинаться с высоты 3 м от верха фундамента.

7.6.4 На опорах ВЛ на высоте от 2 до 3 м должны быть размещены:

- порядковый номер опоры, номер ВЛ или ее условное обозначение – на всех опорах;

- информационные знаки с указанием ширины охранной зоны ВЛ- размещают на каждой опоре;

- расцветка фаз – на концевых опорах, опорах, смежных с транспозиционными;
- предупреждающие плакаты – на каждой стойке анкерно-угловых опор ВЛ, на двух стойках промежуточных опор;
- плакаты с указанием расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи – на опорах, установленных на расстоянии менее половины высоты опоры до кабелей связи.

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

Плакаты и знаки должны устанавливаться сбоку опоры поочередно с правой и с левой стороны, а на переходах через дороги плакаты должны быть обращены в сторону дороги.

На ВЛ, обслуживание которых будет осуществляться с использованием вертолетов, в верхней части каждой пятой опоры устанавливают номерные знаки, видимые с вертолета. При этом знаки должны быть эмалированными, размером 400×500 мм. В труднодоступной местности номерные знаки устанавливают на всех опорах.

7.6.5 Стальные канаты по ГОСТ 3063, ГОСТ 3064, применяемые в качестве грозозащитных тросов, оттяжек и элементов опор, должны иметь коррозионно-стойкое исполнение с учетом вида и степени агрессивности среды в условиях эксплуатации.

На грозозащитный трос и оттяжки в процессе сооружения ВЛ должна быть нанесена защитная смазка.

7.6.6 На участках ВЛ в горных условиях в необходимых случаях должны быть предусмотрены:

- очистка склонов от опасных для ВЛ нависающих камней;
- расположение опор ВЛ вне зоны схода снежных лавин и камнепадов, при этом провода и тросы должны размещаться вне зоны действия воздушной волны лавины, а также расчетной траектории полета падающих камней.

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

7.6.8 При прохождении ВЛ по просадочным грунтам опоры, как правило, должны устанавливаться на площадках с минимальной площадью водосбора с выполнением комплекса противопросадочных мероприятий. Нарушение растительности и почвенного покрова должно быть минимальным.

7.6.9 При прохождении ВЛ по полузакрепленным и незакрепленным пескам необходимо выполнение пескозакрепительных мероприятий. Нарушение растительного покрова должно быть минимальным.

7.6.10 В районах сильноагрессивной степени воздействия среды в соответствии с ГОСТ 15150 (п. 3.14), в районах солончаков, засоленных песков, песчаных пустынь в прибрежных зонах морей и соленых озер площадью более 10000 м^2, а также в местах, где в процессе эксплуатации установлено

коррозионное разрушение металла изоляторов, линейной арматуры, проводов и тросов, заземлителей, следует предусматривать:

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

8 Обеспечение работы ВЛ в сложных климатических условиях и различных видах местности

8.1 Сложные климатические условия

8.1.1 К территориям со сложными климатическими условиями относятся:

- районы по гололеду IV и выше (толщина стенки гололеда 25 мм и более с повторяемостью один 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 один раз в 25 лет);
- районы ветровой нагрузки при гололеде – V и выше (где ветровое давление при гололеде с повторяемостью один раз в 25 лет превышает 280 Па независимо от района по гололеду).

8.1.2 Территории со сложными климатическими условиями определяют по картам климатического районирования с повторяемостью один раз в 25 лет и по данным эксплуатации ВЛ.

8.1.3 В целях обеспечения надежной работы ВЛ в районах со сложными климатическими условиями следует:

8.1.3.1 Применять сталеалюминиевые провода сечением по алюминию не менее 300 мм^2. Рекомендуемое отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника – не более 4,39.

На отдельных участках ВЛ в районах со сложными климатическими условиями допускается применение марок и сечений проводов, грозозащитных тросов и конструкций фазы, отличных от применяемых по всей линии.

8.1.3.2 Для климатических районов с большими отложениями гололеда на проводах и тросах и для районов с частой и интенсивной пляской проводов, для предотвращения схлестывания проводов, межфазных перекрытий, перекрытий провод-трос, расстояния между проводами (проводами и тросами) должны устанавливаться с учетом возможных траекторий проводов (тросов) при сбросе гололеда и пляске.

8.1.3.3 Для ВЛ, проходящих в районах с умеренной пляской в труднодоступной местности, целесообразно:

- принимать увеличенные расстояния между проводами или между проводами и тросами, аналогично ВЛ, проходящим в районах с частой и интенсивной пляской.
- применять, как правило, опоры и фундаменты индивидуальной конструкции.

- применять стеклянные или полимерные изоляторы на класс выше, чем это требуется по механическим нагрузкам.

- применять двухцепные поддерживающие и многоцепные натяжные гирлянды с раздельным креплением к опоре.

8.2 Прохождение ВЛ по различным видам местности. Пересечение и сближение

8.2.1 Прохождение ВЛ по ненаселенной и труднодоступной местности

8.2.1.1 Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местностях в нормальном состоянии ВЛ должны приниматься не менее приведенных в таблице 19.

Наименьшие расстояния определяют при наибольшей стреле провеса провода без учета его нагрева электрическим током:

- при температуре воздуха при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитных составляющих электромагнитного поля для ВЛ 1150 кВ;

- при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.1 и температуре воздуха при гололеде согласно 5.2.5.3.

Таблица 19 Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местности

Характеристика местности	Наименьшее расстояние, м
Ненаселенная местность; районы тундры и степей с почвами, непригодными для земледелия, пустыни	17,5
Труднодоступная местность	15,0
Недоступные склоны гор, скалы, утесы и т.п	10,0

8.2.1.2 При прохождении ВЛ по пахотным и культурным землям целесообразно не занимать земли, орошаемые дождевальными установками. Допускается прохождение ВЛ по этим землям при условии выполнения требований строительных норм и правил.

8.2.2 Прохождение ВЛ по лесным массивам, зеленым насаждениям, пахотным и культурным землям

8.2.2.1 Не допускается прокладка ВЛ по территории защитных лесов. ВЛ по возможности следует прокладывать по насаждениям на повышенных опорах с расположением проводов над деревьями без вырубки просек

8.2.2.2 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.

Примечание – Здесь и далее под высотой насаждения понимается увеличенная на 10 % средняя высота преобладающей по запасам породы, находящейся в верхнем ярусе насаждения. В разновозрастных насаждениях под ней понимается увеличенная на 10 % средняя высота преобладающего по запасу поколения.

В лесах с перспективной высотой пород до 4 м ширина просек принимают равной расстоянию между крайними проводами ВЛ плюс по 3 м в каждую сторону от крайних проводов.

Ширину просеки рассчитывают по формуле:

$$A=D+2\,(B+a+K), \qquad (38)$$

где A – ширина просеки, м;

D – расстояние по горизонтали между крайними, наиболее удаленными проводами фаз, м;

B – наименьшее допустимое расстояние по горизонтали между крайним проводом ВЛ и кроной деревьев 12 м;

a – горизонтальная проекция стрелы провеса провода и поддерживающей гирлянды изоляторов, м, при наибольшем их отклонении согласно 5.4.5 перечисление 1) с учетом типа местности согласно 5.2.4.4;

K – радиус горизонтальной проекции кроны с учетом перспективного роста в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию, м.

Наименьшее расстояние по горизонтали между проводами ВЛ и кронами деревьев – 10 м

Радиусы проекций крон деревьев основных лесообразующих пород принимают равными для:

- сосны, лиственницы – 7,0 м
- ели, пихты – 5,0 м
- дуба, бука – 9,0 м
- липы – 4,5 м
- березы – 4,5 м
- осины – 5,0 м.

Для других пород деревьев радиусы проекций крон определяют при конкретном проектировании по данным владельца насаждений.

8.2.2.3 В понижениях рельефа, на косогорах и в оврагах просеку прорубают с учетом перспективной высоты насаждений, при этом, если расстояние по вертикали от проводов до крон деревьев более 12 м при наибольшей стреле провеса, просеку прорубают в виде трехх полос шириной по 4 м для раскатывания проводов и тросов при монтаже.

8.2.3 Пересечение и сближение ВЛ между собой

8.2.3.1 Провода ВЛ 1150 кВ должны быть расположены выше проводов пересекаемых ВЛ более низкого напряжения.

8.2.3.2 Угол пересечения ВЛ 1150 кВ между собой и с ВЛ других напряжений не нормируется.

8.2.3.3 Место пересечения должно выбираться возможно ближе к опоре верхней (пересекающей) ВЛ 1150 кВ.

Расстояние по горизонтали должно быть не менее 15 м:

- от любой части опоры ВЛ 1150 кВ до неотклоненных проводов пересекаемой ВЛ;
- от неотклоненных проводов ВЛ 1150 кВ до опоры пересекаемой ВЛ.
- от проводов ВЛ 1150 кВ при наибольшем их отклонении до опоры пересекаемой ВЛ.

8.2.3.4 Пересечение ВЛ 1150 кВ с ВЛ любых напряжений допускается осуществлять в пролетах ВЛ 1150 кВ, ограниченных промежуточными опорами.

8.2.3.5 При температуре воздуха плюс 15°С без ветра расстояния между проводами ВЛ 1150 кВ и тросами или проводами пересекаемой ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также на деревянных опорах при наличии на них устройств молниезащиты (тросов или защитных аппаратов) должны быть не менее 10 м.

8.2.3.6 На пересекаемых ВЛ с деревянными опорами, не защищенных тросами, металлические детали для крепления проводов (крюки, штыри, оголовки) должны быть заземлены на опорах, расположенных в полосе по 55м от крайних проводов ВЛ 1150 кВ, а количество подвесных изоляторов в гирляндах должно соответствовать изоляции для металлических опор.

8.2.3.7 Если опоры, пересекаемой ВЛ 35 кВ и выше находятся вне указанной полосы, то заземление деталей крепления проводов на них не требуется. Защитные аппараты должны быть установлены на опорах, ограничивающих пролет пересечения.

8.2.3.8 При параллельном следовании и сближении ВЛ 1150 кВ между собой или с ВЛ других напряжений расстояния по горизонтали должны быть не менее приведенных в таблице 20.

Таблица 20 Наименьшее расстояние по горизонтали между ВЛ

Участки ВЛ и расстояния	Наименьшее расстояние, м
Участки нестесненной трассы, между осями ВЛ	100
Участки стесненной, подходы к подстанциям: между крайними проводами в неотклоненном положении;	30*
от отклоненных проводов одной ВЛ до ближайших частей опор другой ВЛ	15
Примечание – * Для двух и более ВЛ 1150 кВ смежные крайние фазы должны быть разноименными.	

8.2.3.9 Не допускается соединение проводов (тросов) в пролетах пересечения ВЛ между собой на пересекающих (верхних) ВЛ.

8.2.3.10 На промежуточных опорах пересекающей ВЛ с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах.

8.2.3.11 Расстояние между проводами ВЛ 1150 кВ и проводами или тросами пересекаемых ВЛ 35 кВ и выше подлежат дополнительной проверке на условия отклонения проводов (тросов) одной из пересекающихся ВЛ в пролете пересечения при ветровой нагрузке на провода согласно 5.3.2.2, направленной перпендикулярно оси пролета одной из ВЛ, и неотклоненном положении провода (троса) другой. При этом расстояния между проводами и тросами или проводами должны быть не менее указанных в таблицах 13 или 14 для условий наибольшего рабочего напряжения, температуру воздуха для не отклоненных проводов принимают по 5.2.5.

8.2.4 Пересечение и сближение ВЛ с сооружениями связи, сигнализации и проводного вещания

8.2.4.1 Пересечение ВЛ 1150 кВ с ЛС и ЛПВ выполняют прокладкой кабеля ЛС и ЛПВ под землей.

8.2.4.2 Выполнение ЛС и ЛПВ в пролетах в местах пересечения с ВЛ 1150 кВ, на которых предусматриваются каналы высокочастотной связи и телемеханики с аппаратурой, работающей в совпадающем с аппаратурой ЛС и ЛПВ спектре частот, в зависимости от мощности аппаратуры на один канал необходимо:

1) при мощности более 10 Вт длину кабельной вставки ЛС и ЛПВ определяют расчетом мешающего влияния, при этом расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и ЛПВ до проекции крайнего провода ВЛ на горизонтальную плоскость должно быть не менее 100 м;

2) при мощности менее 10 Вт, или если высокочастотная аппаратура ВЛ работает в несовпадающем спектре частот или ЛС и ЛПВ не уплотнена ВЧ аппаратурой расстояние в свету от крайних неотклоненных проводов ВЛ до вершины кабельных опор ЛС и ЛПВ должно быть не менее 55 м.

8.2.4.3 При пересечении с ВЛ линии телефонной связи должны быть выполнены подземным кабелем.

8.2.4.4 При пересечении ВЛ с подземным кабелем связи и ПВ (или с подземной кабельной вставкой) должны соблюдаться следующие требования:

1) угол пересечения ВЛ 1150 кВ с ЛС и ЛПВ не нормируется;

2) расстояние от подземных кабелей ЛС и ЛПВ до ближайшего заземлителя опоры ВЛ 1150 кВ и ее подземной части должно быть не менее значений, приведенных в таблице 21.

Таблица 21 – Наименьшие расстояния от подземных кабелей ЛС и ЛПВ до ближайшего заземлителя опоры ВЛ и ее подземной части

Эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м	Наименьшее расстояние, м
До 100	15
Более 100 до 500	25
Более 500 до 1000	40
Более 1000	50

3) В стесненных условиях при прокладке кабеля (кабельной вставки) под землей в стальных трубах, при покрытии его швеллером, уголком или при прокладке его в полиэтиленовой трубе, закрытой с обеих сторон от попадания земли, на длине, равной расстоянию между проводами ВЛ плюс 15 м с каждой стороны от крайних проводов, допускается уменьшение указанных в таблице 22 расстояний до 10 м.

Металлические покровы кабеля в этом случае следует соединять с трубой или другими металлическими защитными элементами. Это требование не относится к оптическим кабелям и кабелям с внешним изолирующим шлангом. Металлические покровы кабельной вставки должны быть заземлены по концам. При уменьшении расстояний между кабелем и опорами ВЛ, указанных в таблице 22, помимо приведенных мер защиты необходимо устройство дополнительной защиты от ударов молнии путем оконтуровки опор тросами в соответствии с требованиями нормативной документации по защите кабелей от ударов молнии;

4) Вместо применения швеллера, уголка или стальной трубы допускается при строительстве новой ВЛ использовать два стальных троса сечением 70 мм2, прокладываемых симметрично на расстоянии не более 0,5 м от кабеля и на

глубине 0.4 м, но не более половины глубины закопки кабеля. Тросы должны быть продлены с обеих сторон под углом 45° к трассе в сторону опоры ВЛ и заземлены с сопротивлением заземления не более 30 Ом. Соотношения между длиной отвода тросов l и сопротивлением заземлителя R должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 22.

5) В пролете пересечения ВЛ с ЛС и ЛПВ крепление проводов ВЛ на опорах, ограничивающих пролет пересечения, должно осуществляться с помощью глухих зажимов, не допускающих падения проводов на землю в случае их обрыва в соседних пролетах.

Таблица 22 – Сопротивления заземлителей при защите кабеля ЛС и ЛПВ на участке пересечения с ВЛ

Наименование показателя	Удельное сопротивление земли, Ом·м		
	До 100	101-500	Более 500
Длина отвода, l, м	20	30	50
Сопротивление заземлителя, R, Ом	30	30	20
Примечание – Защита кабеля от ударов молнии путем оконтуривания опор ВЛ или прокладки защитного троса обязательна.			

8.2.4.5 При сближении ВЛ 1150 кВ с воздушными ЛС и ЛПВ наименьшие расстояния от крайних неотклоненных проводов ВЛ до опор ЛС и ЛПВ должны быть не менее высоты наиболее высокой опоры ВЛ, а на участках стесненной трассы расстояние от крайних проводов ВЛ при наибольшем отклонении их ветром расстояния должны быть не менее 12 м. При этом расстояние в свету от ближайшего неотклоненного провода ВЛ до вершин опор ЛС и ЛПВ должно быть не менее 55 м.

По условию влияния на ЛС и ЛПВ шаг транспозиции ВЛ 1150 кВ не нормируется.

8.2.4.6 При сближении ВЛ с проводами или кабелями ЛС и ЛПВ наименьшие расстояния между ними должны быть выбраны таким образом, чтобы исключить мешающее влияние линии электропередачи на устройства проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики.

8.2.4.7 Наименьшие расстояния от заземлителя и подземной части опоры ВЛ до подземного кабеля ЛС и ЛПВ должны быть не менее приведенных в таблице 23.

8.2.4.8 Расстояния от ВЛ до антенных сооружений передающих радиоцентров должны приниматься по таблице 23.

Таблица 23 – Наименьшие расстояния от ВЛ до антенных сооружений передающих радиоцентров

Антенные сооружения	Расстояния, м
Средневолновые и длинноволновые передающие антенны	За пределами высокочастотного заземляющего устройства, но не менее 100
Коротковолновые передающие антенны: в направлении наибольшего излучения в остальных направлениях	 300 50
Коротковолновые передающие слабонаправленные и ненаправленные антенны	200

8.2.4.9 Наименьшие расстояния сближения ВЛ со створом радиорелейной линии и радиорелейными станциями вне зоны направленности антенны должны приниматься по таблице 24. Возможность пересечения ВЛ со створом радиорелейной линии устанавливают при проектировании ВЛ.

Таблица 24 – Наименьшие расстояния от ВЛ до границ приемных радиоцентров, радиорелейных станций, выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов

Радиоустройства	Расстояние, м
Магистральные, областные, районные, связные радиоцентры и радиорелейные станции в диаграмме направленности антенны	2000
Радиолокационные станции, радиотехнические системы ближней навигации	1000
Автоматические ультракоротковолновые радиопеленгаторы	800
Коротковолновые радиопеленгаторы	700
Станции проводного вещания	400
Радиорелейные станции вне зоны направленности их антенн и створы радиорелейных линий	250

8.2.4.10 Расстояния от ВЛ до границ приемных радиоцентров и выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов должны приниматься по таблице 24

8.2.4.11 Если соблюдение расстояний, указанных в таблице 25, затруднительно, то в отдельных случаях допускается их уменьшение (при условии выполнения мероприятий на ВЛ, обеспечивающих соответствующее уменьшение помех). Для каждого случая в процессе проектирования ВЛ должен быть составлен проект мероприятий по соблюдению норм радиопомех.

Расстояния от ВЛ до телецентров и радиодомов должны быть не менее 2000 м.

8.2.4.12 В случае прохождения трассы проектируемой ВЛ в районе расположения особо важных приемных и передающих теле- и радиоустройств допустимое сближение устанавливают в индивидуальном порядке в процессе проектирования ВЛ.

8.2.5 Пересечение и сближение ВЛ с железными дорогами

8.2.5.1 Не допускается пересечение ВЛ с железными дорогами в горловинах железнодорожных станций и в местах сопряжения анкерных участков контактной сети.

8.2.5.2 Угол пересечения ВЛ с электрифицированными или подлежащими электрификации железными дорогами, а также угол пересечения ВЛ с железными дорогами общего пользования должен быть близким к 90°, но не менее 65°.

Примечания:

1 К электрифицированным железным дорогам относятся все электрифицированные дороги независимо от рода тока и значения напряжения контактной сети

2 К дорогам, подлежащим электрификации, относятся дороги, которые будут электрифицированы в течение 10 лет, считая от года строительства ВЛ, намечаемого проектом

8.2.5.3 При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами расстояния от основания опоры ВЛ до габарита приближения строений на неэлектрифицированных железных дорогах или до оси опор контактной сети электрифицированных или подлежащих электрификации дорог должны быть не

менее высоты опоры плюс 3 м. На участках стесненной трассы допускается эти расстояния принимать не менее 25 м.

8.2.5.4 Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами от проводов до различных элементов железной дороги должны быть не менее приведенных в таблицах 25 и 26.

Наименьшие расстояния по вертикали от проводов ВЛ до различных элементов железных дорог, а также до наивысшего провода или несущего троса электрифицированных железных дорог определяют в нормальном режиме при наибольшей стреле провеса провода (при высшей температуре воздуха с учетом дополнительного нагрева провода электрическим током или при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.2).

Таблица 25 – Наименьшие расстояния при пересечении ВЛ с железными дорогами

Пересечение	Наименьшее расстояние, м
Для неэлектрифицированных железных дорог от провода до головки рельса в нормальном режиме ВЛ по вертикали:	
– железных дорог широкой и узкой колеи общего пользования	28
– железных дорог широкой колеи необщего пользования	17.5
– железных дорог узкой колеи необщего пользования	17.5
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог расстояние от проводов ВЛ до наивысшего провода или несущего троса:	
– в нормальном режиме по вертикали	11,5
– при обрыве провода в соседнем пролете	-

Таблица 26 – Наименьшие расстояния при сближении ВЛ или параллельном следованиями с железными дорогами

Сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
Для неэлектрифицированных железных дорог На участках стесненной трассы от отклоненного провода ВЛ до габарита приближения строений по горизонтали	20
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог. На стесненных участках трасс: – от крайнего провода ВЛ при неотклоненном его положении до крайнего провода, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети, по горизонтали	30
– от крайнего провода ВЛ при наибольшем его отклонении до крайнего провода, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети, и до ближайших выступающих частей опор контактной сети по горизонтали	15

8.2.5.5 Проверка расстояния при пересечении ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части проводов 240 мм^2 и более в аварийном режиме не требуется.

8.2.5.6 Допускается расположение проводов пересекающей ВЛ над опорами контактной сети при расстоянии по вертикали от проводов ВЛ до верха опор контактной сети не менее 15.5м.

8.2.5.7 При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами, вдоль которых проходят линии связи и сигнализации, необходимо, кроме таблиц 25 и 26, руководствоваться также требованиями, предъявляемыми к пересечениям и сближениям ВЛ с сооружениями связи.

8.2.5.8 При пересечении ВЛ с железными дорогами общего пользования опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа; установка опор с оттяжками не допускается.

8.2.5.9 При пересечении железных дорог необщего пользования допускается применение промежуточных опор, проводов тех же сечений, что и на ВЛ без пересечения.

8.2.5.10 Крепление натяжных гирлянд изоляторов для расщепленного провода в фазе должно выполняться в соответствии с 6.3.1.14.

Не допускается использование в качестве заземлителей железобетонных фундаментов опор (в том числе железобетонных фундаментов анкерных опор), ограничивающих пролет пересечения ВЛ с железными дорогами. В этом случае, независимо от значения удельного сопротивления грунта необходимо выполнить искусственные заземлители. При этом требуемое значение сопротивления заземляющего устройства должно обеспечиваться искусственными заземлителями без учета естественной проводимости железобетонных фундаментов.

8.2.5.11 При пересечении ВЛ с железной дорогой, имеющей лесозащитные насаждения, необходимо руководствоваться требованиями 8.2.2.2.

8.2.5.12 Минимальные расстояния от ВЛ до мостов железных дорог с длиной пролета 20 м и менее должны приниматься такими же, как до соответствующих железных дорог по таблицам 25 и 26, а с длиной пролета более 20 м – устанавливают при проектировании ВЛ.

8.2.6 Пересечение и сближение ВЛ с автомобильными дорогами

8.2.6.1 Требования, приведенные ниже, распространяются на пересечения и сближения с автомобильными дорогами:

- общего пользования и подъездными к промышленным предприятиям категорий I-а, I-б, II-V по разделу 1 СНиП 2.05.02-85 [4];
- внутрихозяйственными в сельскохозяйственных .

8.2.6.2 Угол пересечения с автомобильными дорогами не нормируется.

8.2.6.3 При пересечении автомобильных дорог категорий I-а и I-б опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа.

8.2.6.4 При пересечений дорог категорий II-V могут быть применены промежуточные опоры.

8.2.6.5 При сооружении новых автомобильных дорог всех категорий и прохождении их под действующими ВЛ 1150 кВ переустройство ВЛ не требуется, если выдерживают наименьшие расстояния в соответствии с таблицей 28.

8.2.6.6 Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами должны быть не менее приведенных в таблице 28

Во всех случаях сближения с криволинейными участками автодорог, проходящих по насыпям, минимальные расстояния от проводов ВЛ до бровки земляного полотна должны быть не менее расстояний по вертикали, указанных в таблице 27.

Таблица 27 – Наименьшие расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшие расстояния, м
Расстояние по вертикали от провода до покрытия проезжей части дорог всех категорий	23
Расстояние по горизонтали: 1. При пересечении дорог категории I-IV: а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги б) на участках стесненной трассы от любой части опоры до подошвы насыпи дороги или до наружной бровки кювета	 Высота опоры 20
2. При пересечении дороги категории V:	
а) от любой части опоры до подошвы насыпи дороги или до наружной бровки кювета б) то же на участках стесненной трассы	20 15
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 неотклоненного провода до бровки земляного полотна	55*
в) то же, в стесненных условиях	25
* Охранная зона ВЛ 1150 кВ.	

8.2.6.7 Наименьшие расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ от проводов до проезжей части дорог должны приниматься:

- без учета нагрева провода электрическим током при высшей температуре воздуха для ВЛ при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля;
- при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.2 и температуре воздуха при гололеде согласно 5.2.5.3.

8.2.6.8 В местах пересечения ВЛ 1150 кВ с автомобильными дорогами с обеих сторон ВЛ на дорогах должны устанавливаться дорожные знаки, запрещающие остановку транспорта в охранных зонах этих линий.

Не допускается подвеска дорожных знаков на тросах-растяжках в пределах охранных зон ВЛ.

8.2.6.9 При сближении или пересечении зеленых насаждений, расположенных вдоль автомобильных дорог, руководствоваться 8.2.2.2.

8.2.6.10 Минимальные расстояния от ВЛ до мостов автомобильных дорог с длиной пролета 20 м и менее следует принимать такими же, как до соответствующих автомобильных дорог по таблице 28, а с длиной пролета более 20 м – устанавливают при проектировании ВЛ.

8.2.7 Пересечение ВЛ водных пространств

8.2.7.1 Угол пересечения ВЛ с водными пространствами (реками, каналами, озерами, водохранилищами и др.) не нормируется.

Следует избегать, по возможности, пересечения ВЛ с местами длительной стоянки судов (затонов, портов и других отстойных пунктов).

8.2.7.2 Не допускается прохождение ВЛ над шлюзами.

8.2.7.3 При пересечении судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ независимо от длины пролета пересечения, а также несудоходных

участков водных пространств с пролетом пересечения более 700 м (большие переходы) опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными концевыми.

Допускается применение промежуточных или анкерных опор, при этом смежные с ними опоры должны быть анкерными концевыми.

8.2.7.4 При проектировании переходов через водные пространства необходимо провести следующие расчеты по гидрологии поймы реки:

- гидрологический расчет, устанавливающий расчетный уровень воды, уровень ледохода, распределение расхода между руслом и поймами и скорости течения воды в руслах и по поймам;
- русловой расчет, устанавливающий размер отверстия перехода и глубины после размыва у опор перехода;
- гидравлический расчет, устанавливающий уровень воды перед переходом, струенаправляющими дамбами и насыпями, высоту волн на поймах;
- расчет нагрузок на фундаменты, находящиеся в русле и пойме реки с учетом воздействия давления льда и навалов судов.

Высота фундаментов опор, находящихся в русле и пойме реки, должны превышать уровень ледохода на 0,5 м.

Заглубление фундаментов опор переходов мелкого и глубокого заложения при возможности размыва грунта должно быть не менее 2,5 м (считая от отметки грунта после размыва). Глубина погружения свай в грунт при свайном основании должна быть не менее 4 м от уровня размыва.

8.2.7.5 На пересечении ВЛ с водными пространствами допускается применение промежуточных опор при условии, что их количество между концевыми опорами соответствует требованиям 9.4

8.2.7.6 На пересечениях ВЛ с судоходными водными пространствами, выполненных на промежуточных опорах с креплением проводов в глухих зажимах, проверка расстояния по вертикали от проводов ВЛ до судов, в аварийном режиме на обрыв провода в соседнем пролете не требуется.

8.2.7.7 Расстояние от нижней точки провеса проводов ВЛ в нормальных режимах до уровня высоких (паводковых) вод на судоходных участках рек, каналов, озер и водохранилищ определяют как сумму максимального габарита судов и наименьшего расстояния от проводов ВЛ до габарита судов по таблице 29.

Стрелу провеса провода при этом определяют при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током.

Уровень высоких (паводковых) вод для ВЛ принимают с вероятностью превышения (обеспеченностью) 0,01 (повторяемость один раз в 100 лет).

Расстояния от нижней точки провеса провода ВЛ до уровня льда должны быть не менее указанных в таблице 28. Стрела провеса провода при этом определяется при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.2 и температуре воздуха при гололеде согласно 5.2.5.3.

Таблица 28 – Наименьшее расстояние при пересечении ВЛ с водными пространствами

Расстояние	Наименьшее расстояние, м
Для судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ от проводов по вертикали:	
– до максимального габарита судов или сплава в нормальном срежиме ВЛ	8,0
– до верхних рабочих площадок обслуживания судов (крыша рубки и т.д.) в затонах, портах и других отстойных пунктах	23,0
– до уровня льда	17,5
Для несудоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ от проводов по вертикали:	
– до уровня высоких вод*	14,5
– до уровня льда	17,5
Примечание – * Наименьшее расстояние обеспечивает пропуск плавающих средств высотой до 3,5 м.	

8.2.7.8 При пересечении ВЛ мест длительной стоянки судов (затонов, портов и других отстойных пунктов) должно быть обеспечено наименьшее расстояние до верхних рабочих площадок обслуживания судов согласно таблице 29.

Стрелу провеса провода при этом определяют при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля.

8.2.7.9 Расстояния от нижней точки провеса проводов ВЛ в нормальном режиме до уровня высоких (паводковых) вод на несудоходных участках рек, каналов, озер и водохранилищ должны быть не менее приведенных в таблице 29.

Стрелу провеса провода при этом определяют при температуре воздуха 15°С без учета нагрева проводов электрическим током.

Расстояния от нижней точки провеса проводов ВЛ до уровня льда должны быть не менее указанных в таблице 28. Стрела провеса провода при этом определяют при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.2 и температуре воздуха при гололеде согласно 5.2.5.3.

8.2.7.10 Места пересечения ВЛ с судоходными и сплавными реками, озерами, водохранилищами и каналами должны быть обозначены на берегах сигнальными знаками в соответствии с правилами плавания по внутренним водным путям.

Знаки «Соблюдай надводный габарит» устанавливают по одному на каждом берегу на расстоянии 100 м выше или ниже (по течению) оси воздушного перехода. При ширине реки до 100 м щиты знаков устанавливают непосредственно на опоре ВЛ на высоте не менее 5 м.

Предупреждающие навигационные знаки устанавливают владельцы ВЛ. Размеры знака, цвет и режим горения огней должны соответствовать ГОСТ 26600.

8.2.7.11 В пролетах пересечения ВЛ с водными пространствами допускается одно соединение на провод (трос):

- при сталеалюминиевых проводах с площадью сечения по алюминию 240 мм^2 и более независимо от содержания стали;

- при сталеалюминиевых проводах с большим содержанием стали (А/С меньше или равно 1,49) для любой площади сечения алюминия;
- при стальных тросах с площадью сечения 120 мм^2 и более.

8.2.8 Сближение ВЛ со взрыво- и пожароопасными установками

8.2.8.1 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 требованиями пожарной безопасности.

8.2.9 Пересечение и сближение ВЛ с надземными и наземными трубопроводами, сооружениями транспорта нефти и газа

8.2.9.1 Угол пересечения ВЛ 1150 кВ с надземными и наземными газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов, аммиакопроводами, целесообразно принимать не менее 60°.

Примечание – * Газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы, трубопроводы сжиженных углеводородных газов, аммиакопроводы в дальнейшем именуются трубопроводы для транспорта горючих жидкостей и газов.

Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными трубопроводами для транспорта негорючих жидкостей и газов не нормируется.

8.2.9.2 Пересечение ВЛ с вновь сооружаемыми с надземными и наземными магистральными и промысловыми трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов не допускается.

Примечание – Магистральные и промысловые трубопроводы для краткости будут именоваться – магистральные трубопроводы

8.2.9.3 Допускается пересечение ВЛ 1150 кВ с действующими однониточными наземными магистральными трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов, а также с действующими техническими коридорами этих трубопроводов при прокладке трубопроводов в насыпи на расстоянии 1000 м в обе стороны от ВЛ.

8.2.9.4 В районах с вечномерзлыми грунтами допускается пересечение ВЛ 1150 кВ с надземными и наземными магистральными нефтепроводами, а также с их техническими коридорами без прокладки нефтепроводов в насыпи.

При этом нефтепроводы на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения с ВЛ должны отвечать требованиям, предъявляемым к участкам трубопроводов категории I, а в пределах охранной зоны (а это сближение а не пересечение) ВЛ 1150 кВ – категории В.

8.2.9.5 Надземные и наземные трубопроводы для транспорта горючих жидкостей и газов, кроме проложенных в насыпи, в пролетах пересечения с ВЛ следует защищать ограждениями, исключающими попадание проводов на трубопровод как при их обрыве, так и 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.

Ограждение должно выступать по обе стороны пересечения на расстояние, равное высоте опоры. Ограждение должно быть изолированным от трубопровода.

8.2.9.6 Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с надземными и наземными трубопроводами, могут быть анкерными или промежуточными. Поддерживающие зажимы на промежуточных опорах должны быть глухими.

8.2.9.7 Переустройство ВЛ 1150 кВ не требуется при сооружении под ними новых трубопроводов, если выдерживают наименьшие расстояния в соответствии с таблицей 30.

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

8.2.9.9 В пролетах пересечения с ВЛ металлические трубопроводы, кроме проложенных в насыпи, а также ограждения, мостики и сетки должны быть заземлены.

Сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

8.2.9.10 Расстояния, приведенные в таблице 29, должны выдерживаться:

- при температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля – по 10.7;
- при расчетной линейной гололедной нагрузке по 5.3.3.2 и температуре воздуха при гололеде согласно 5.2.5.3.

Таблица 29 – Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до наземных и надземных трубопроводов

Пересечение, сближение и параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
Расстояние по вертикали (в свету) при пересечении: – от неотклоненных проводов ВЛ до любой части трубопроводов (насыпи), защитных устройств, трубопровода нормальном режиме	17.5
Расстояния по горизонтали: 1) при сближении и параллельном следовании от крайнего неотклоненного провода до любой части:	
– магистрального нефтепровода и нефтепродуктопровода	55 м, но не менее 1,5–кратной высоты опоры
– газопровода с избыточным давлением выше 1,2 МПа (магистрального газопровода)	Не менее удвоенной высоты опоры
– трубопровода сжиженных углеводородных газов	Не менее 3-кратной высоты опоры
– аммиакопровода	3-кратная высота опоры
– немагистральных нефтепровода и нефтепродуктопровода, газопровода с избыточным давлением газа 1,2 МПа и менее.	Не менее 1,5–кратной высоты опоры*
2) при сближении до помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок, компрессорных (КС) и газораспределительных (ГРС) станций:	
– на газопроводах с давлением газа свыше 1,2 МПа	200
– на газопроводах с давлением газа 1,2 МПа и менее	Не менее 1,5–кратной высоты опоры плюс 3 м
– нефтеперекачивающих станций (НПС)	150
3) при пересечении от основания опоры ВЛ до любой части: – трубопровода, защитных устройств трубопровода	Не менее 1,5–кратной высоты

Пересечение, сближение и параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
– то же, на участках трассы в стесненных условиях	опоры 15
Примечание – * Если высота надземного сооружения превышает высоту опоры ВЛ, расстояние между этим сооружением и ВЛ следует принимать не менее высоты этого сооружения. Приведенные в таблице расстояния принимают до границы насыпи или защитного устройства.	

8.2.9.11 В аварийном режиме расстояния проверяют для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части менее 300 мм ^{2} при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра; для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части 300 мм ^{2} и более проверка при обрыве провода не требуется.

8.2.9.12 Трасса ВЛ напряжением 1150 кВ при параллельном следовании с техническими коридорами надземных и наземных магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов должна проходить, как правило, на местности с отметками рельефа выше отметок технических коридоров магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

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

8.2.9.14 На участках пересечения ВЛ с вновь сооружаемыми надземными и наземными магистральными трубопроводами, категории участка последних на расстоянии по 55 м в обе стороны от проекции крайнего не отклоненного провода ВЛ 1150 кВ должны приниматься не ниже I категории.

8.2.10 Пересечение и сближение ВЛ с подземными трубопроводами

8.2.10.1 Угол пересечения ВЛ 1150 кВ с подземными магистральными газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов и аммиакопроводами, а также с техническими коридорами этих трубопроводов должен быть не менее 60°.

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

Угол пересечения ВЛ с остальными подземными трубопроводами не нормируется.

8.2.10.2 Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании ВЛ с подземными трубопроводами должны быть не менее приведенных в таблице 30.

Примечание – Взаимное расположение трубопроводов, их зданий, сооружений и наружных установок и ВЛ, входящих в состав трубопроводов, определяется ведомственными нормами

8.2.10.3 Допускается в процессе проектирования уменьшение до 50 % расстояний, приведенных в 3 таблицы 31 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.

8.2.10.4 Расстояния от крайних неотклоненных проводов ВЛ до продувочных свечей, устанавливаемых на газопроводах с давлением газа свыше 1,2 МПа (магистральных газопроводах), и до помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок следует принимать как для надземных и наземных трубопроводов по таблице 30 соответственно.

Таблица 30 – Наименьшие расстояния от ВЛ до подземных сетей

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м
Расстояние по горизонтали 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),	55 но не менее 1,5–кратной высоты опоры
трубопроводов сжиженных углеводородных газов	Не менее 1,5–кратной высоты опоры
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 1	25
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.	25

8.2.10.5 При сближении ВЛ с нефтяными и газовыми промысловыми факелами ВЛ должна быть с наветренной стороны, по отношению к преобладающему направления ветра..

Расстояние от крайних проводов до промысловых факелов должно быть не менее 60 м.

8.2.11 Сближение ВЛ с аэродромами и вертодромами

8.2.11.1 Размещение ВЛ в районах аэродромов, вертодромов и воздушных трасс производится в соответствии с требованиями [15].

8.2.11.2 В соответствии с требованиями по эксплуатации гражданских аэродромов в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов опоры ВЛ, расположенные на приаэродромной территории и на местности в пределах воздушных трасс и нарушающие или ухудшающие условия безопасности полетов, а также опоры высотой 100 м и более независимо от места их расположения должны иметь дневную маркировку (окраску) и светоограждение.

Маркировку и светоограждение опор ВЛ должны выполнять предприятия и организации, которые их строят и эксплуатируют.

Необходимость и характер маркировки и светоограждения проектируемых опор ВЛ определяют в каждом конкретном случае соответствующими органами гражданской авиации при согласовании строительства.

Выполнение дневной маркировки и светоограждения опор ВЛ производится в соответствии с требованиями по эксплуатации гражданских аэродромов. При этом следует соблюдать следующие условия:

- дневная маркировка должна иметь два маркировочных цвета: красный (оранжевый) и белый. Опоры высотой до 100 м маркируют от верхней точки на 1/3 высоты горизонтальными чередующимися по цвету полосами шириной 0,5-6 м. Число полос должно быть не менее трех, причем крайние полосы окрашивают в красный (оранжевый) цвет. На приаэродромной территории международных аэропортов и воздушных трассах международного значения опоры маркируют горизонтальными чередующимися по цвету полосами той же ширины сверху до основания.

Опоры высотой более 100 м маркируют от верха до основания чередующимися по цвету полосами шириной, определяемой требованиями по эксплуатации гражданских аэродромов, но не более 30 м;

- для светоограждения опор должны быть использованы заградительные огни, которые устанавливают на самой верхней части (точке) и ниже через каждые 45 м. Расстояния между промежуточными ярусами, как правило, должны быть одинаковыми. Опоры, расположенные внутри застроенных районов, светоограждаются сверху вниз до высоты 45 м над средним уровнем высоты застройки;
- в верхних точках опор устанавливают по два огня (основной и резервный), работающих одновременно или по одному при наличии устройства для автоматического включения резервного огня при выходе из строя основного. Автомат включения резервного огня должен работать так, чтобы в случае выхода его из строя остались включенными оба заградительных огня;
- заградительные огни должны быть установлены так, чтобы их можно было наблюдать со всех направлений в пределах от зенита до 5° ниже горизонта;
- заградительные огни должны быть постоянного излучения красного цвета с силой света во всех направлениях не менее 10 кд.

Для светоограждения опор, расположенных вне зон аэродромов и не имеющих вокруг себя посторонних огней, могут быть применены огни белого цвета, работающие в проблесковом режиме. Сила заградительного огня должна быть не менее 10 кд, а частота проблесков – не менее 60 мин$^{-1}$.

При установке на опоре нескольких проблесковых огней должна быть обеспечена одновременность проблесков.

9 Большие переходы

9.1 Участок большого перехода должен быть ограничен концевыми опорами (концевыми устройствами в виде бетонных якорей и др.), выделяющими большой переход в самостоятельную часть ВЛ, прочность и устойчивость которой не зависят от влияния смежных участков ВЛ.

9.2 В зависимости от типа крепления проводов опоры, устанавливаемые между концевыми (К) опорами (устройствами), могут быть:

- промежуточными (П) – с креплением всех проводов на опоре с помощью поддерживающих гирлянд изоляторов;
- анкерными (А) – с креплением всех проводов на опоре с помощью натяжных гирлянд изоляторов;
- комбинированными (ПА) – со смешанным креплением проводов на опоре с помощью как поддерживающих, так и натяжных гирлянд изоляторов.

9.3 Переходные опоры, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными концевыми. Допускается применение промежуточных опор для переходов со сталеалюминиевыми проводами или проводами из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником с сечением проводящей части для обоих типов проводов 300 мм^2 и более или стальными канатами типа ТК в качестве тросов с сечением канатов 70 мм^2 и более. При этом количество промежуточных опор между концевыми опорами должно соответствовать требованиям 9.4.

9.4 В зависимости от конкретных условий могут применяться следующие схемы переходов:

1) однопролетные на концевых опорах К-К;
2) двухпролетные с опорами К-П-К, К-ПА-К;
3) трехпролетные с опорами К-П-П-К, К-ПА-ПА-К;
4) четырехпролетные с опорами К-П-П-П-К, К-ПА-ПА-ПА-К (только для нормативной толщины стенки гололеда 15мм и длин пролетов перехода не более 1100 м);
5) многопролетные с опорами К-А....А-К;
6) при применении опор П или ПА переход должен быть разделен опорами А на участки с числом опор типа П или ПА на каждом участке не более двух, т.е. К-П-П-А....А-П-П-К, К-ПА-ПА-А....А-ПА-ПА-К или не более трех по позиции 4.

9.5 Расстояния между проводами фаз, а также между проводами и тросами, из условий работы в пролете, должны выбираться в соответствии с 7.3.3 – 7.3.7 с учетом дополнительного требования, что расстояние между проводом и тросом ВЛ должно удовлетворять требованиям 9.6.

9.6 Для обеспечения нормальной работы проводов в пролете в любом районе по пляске проводов расстояние между проводом и тросом по вертикали на переходных опорах высотой более 50 м должно быть не менее 15 м.

9.7 На переходах с пролетами, превышающими пролеты основной линии не более чем в полтора раза, целесообразно проверять экономическую целесообразность применения провода той же марки, что и на основной линии.

На переходах ВЛ могут быть предусмотрены фазы с проводами больших сечений, в том числе, с меньшим количеством проводов.

9.8 В качестве грозозащитных тросов следует применять стальные канаты и сталеалюминиевые провода по 6.2.1.1.

В случае использования грозозащитных тросов для организации каналов высокочастотной связи целесообразно в качестве тросов применять провода из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником и сталеалюминиевые провода, а также тросы со встроенными оптическими кабелями.

9.9 Расщепленные провода и расщепленные тросы должны быть защищены от вибрации установкой с каждой стороны пролета перехода длиной до 500 м – одного многочастотного гасителя вибрации на каждом проводе и тросе и длиной от 500 до 1500 м – не менее двух разнотипных многочастотных гасителей вибрации на каждом проводе и тросе.

Защита от вибрации проводов и тросов в пролетах длиной более 1500 м а также независимо от длины пролета для проводов диаметром более 38 мм и проводов с тяжением при среднегодовой температуре более 180 кН должна производиться по специальному проекту.

9.10 Количество изоляторов в гирляндах больших переходов выбирают в соответствии с 6.3.1.4.

9.11 Поддерживающие и натяжные гирлянды изоляторов следует предусматривать с количеством цепей не менее двух с раздельным креплением к опоре. Многоцепные натяжные гирлянды должны крепиться к опоре не менее, чем в двух точках.

9.12 Конструкция гирлянд изоляторов расщепленных фаз и крепление их к опоре должны, по возможности, обеспечивать раздельный монтаж и демонтаж каждого из проводов, входящего в расщепленную фазу.

9.13 Крепление проводов и тросов к гирляндам изоляторов на переходных опорах должно выполняться глухими поддерживающими зажимами, зажимами поддерживающими подвижными с глухим креплением проводов или поддерживающими устройствами специальной конструкции (роликовыми подвесами).

9.14 Переходы ВЛ должны защищаться от прямых ударов молнии тросами, ОПН или тросами совместно с ОПН.

Количество тросов должно быть не менее двух.

Расположение проводов и тросов на опорах и в пролетах перехода выбирают в соответствии с 7.3.6 и 7.3.7.

Установка ОПН целесообразно на переходах с пролетами длиной свыше 1000 м или с высотой опор выше 100 м.

9.15 Допускается отсутствие троса на переходах, расположенных на участках трассы с толщиной стенки гололеда более 25 мм, при установке ОПН на опорах перехода для защиты от перенапряжений. Необходимость установки ОПН на ближайших к переходу опорах ВЛ определяют расчетом.

9.16 Крепление тросов на всех опорах перехода должно быть выполнено при помощи изоляторов класса не менее 120 кН.

С целью уменьшения потерь электроэнергии в тросах в изолирующем тросовом креплении должно быть не менее двух изоляторов. Их количество определяют с учетом доступности местности и высоты опор.

При использовании тросов для устройства каналов высокочастотной связи количество изоляторов, определенное по условиям обеспечения надежности каналов связи, должно быть увеличено на два.

Изоляторы, на которых подвешен трос, должны быть шунтированы искровым промежутком, размер которого выбирают в соответствии с 7.1.6 без учета установки дополнительных изоляторов.

9.17 Сопротивление заземляющих устройств опор должно выбираться в соответствии с 7.1.14 и 7.1.15.

Сопротивление заземляющего устройства опор с защитными аппаратами должно быть не более 10 Ом при удельном сопротивлении земли не выше 1000 Ом·м, при более высоком удельном сопротивлении – не более 15 Ом.

9.18 Промежуточные опоры с креплением проводов с помощью поддерживающих гирлянд изоляторов должны рассчитываться в аварийном режиме по первой группе предельных состояний на следующие условия:

1) оборваны все провода одной фазы одного пролета, тросы не оборваны;

2) оборваны провода двух фаз одного пролета, тросы не оборваны;

3) оборван один трос одного пролета (при расщеплении троса – все его составляющие), провода не оборваны.

9.19 В расчетах опор расчетная горизонтальная статическая нагрузка определяют для сочетания условий, согласно 5.4.3 перечисление 3) и равна:

- при креплении фазы в глухих зажимах – значению редуцированного тяжения, возникающего при обрыве фазы, умноженному на коэффициент 0,5;
- при креплении фазы в поддерживающем устройстве специальной конструкции – 60 кН;
- при креплении троса, расщепленного на две составляющие, в глухих зажимах – наибольшему расчетному значению тяжения троса, умноженному на коэффициент 0,95;
- при креплении троса в поддерживающем устройстве специальной конструкции – 40 кН.

Нагрузки прикладывают в местах крепления проводов тех фаз или того троса, при обрыве которых усилия в рассчитываемых элементах получаются наибольшими.

9.20 Опоры анкерного типа должны рассчитываться в аварийном режиме по первой группе предельных состояний на обрыв тех фаз или того троса, при обрыве которых усилия в рассматриваемых элементах получаются наибольшими. Расчет производят для следующих условий:

- оборваны провода одной фазы одного пролета, тросы не оборваны;
- оборваны провода двух фаз одного пролета, тросы не оборваны;

- оборван один трос одного пролета (при расщеплении троса – все его составляющие), провода независимо от марок и сечений не оборваны.

Расчетные нагрузки от проводов и тросов принимают равными наибольшему расчетному горизонтальному тяжению провода или троса при сочетании условий согласно 5.4.3 перечисления 2) и 3).

При определении усилий в элементах опоры учитывают условные нагрузки или неуравновешенные тяжения, возникающие при обрывах тех проводов или тросов, при которых эти усилия имеют наибольшие значения.

9.21 Опоры большого перехода должны иметь дневную маркировку (окраску) и сигнальное освещение в соответствии 8.3.4.2.

10 Охрана окружающей среды

10.1 Разрабатываемый в проекте ВЛ раздел «Охрана окружающей среды» должен предусматривать для периода строительства и постоянной эксплуатации мероприятия по выполнению требований лесного и земельного кодексов Российской Федерации, охране и рациональному использованию земельных ресурсов, охране водных ресурсов, охране растительности и животного мира наземных экосистем, мероприятия по снижению отрицательного влияния на местный климат, мероприятия в социальной сфере, мероприятия по организации мониторинга взаимоотношений ВЛ с окружающей средой, а также выводы о соответствии принятых решений действующему природоохранному законодательству Российской Федерации.

10.2 По окончании сооружения или реконструкции ВЛ необходимо выполнять:

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

10.3 В лесозащитных насаждениях, расположенных вдоль железных дорог, автомобильных дорог I – II категории и водных пространств, вырубка деревьев должна выполняться в минимальном объеме, необходимом для сборки и установки опор и раскатки проводов и тросов.

10.4 В районах расселения крупных птиц для предохранения их от гибели следует в местах крепления поддерживающих гирлянд изоляторов, а также на тросостойках, для исключения возможности посадки или гнездования птиц предусматривать установку противоптичьих заградителей.

10.5 После окончания монтажа ВЛ в местах нарушения склоны должны быть укреплены.

10.6 По всей ширине просеки по трассе ВЛ должна производиться ее очистка от вырубленных деревьев и кустарников, корчевка пней или срезка их под уровень земли и рекультивация.

10.7 Интенсивность электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля, создаваемого ВЛ при максимальных рабочих параметрах (напряжении и токе) и при абсолютной максимальной температуре воздуха для населенной местности на высоте 1,8 м от уровня земли на границе охранной зоны не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в действующих санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах, ГОСТ 12.1.002.

10.8 Интенсивность акустического шума, создаваемого ВЛ напряжением 1150 кВ на расстоянии 100 м от крайней фазы в населенной местности не должна превышать предельно допустимых значений, установленных в ГОСТ 12.1.036.

11 Приемка ВЛ 1150 кВ в эксплуатацию

11.1 Вновь смонтированные и реконструированные ВЛ должны быть выполнены по проекту, прошедшему экспертизу в органах государственного контроля.

11.2 Приемка ВЛ в эксплуатацию включает проверку:

- соответствия ВЛ проекту;
- качества монтажа и наладки;
- возможности последующей эксплуатации с соблюдением требований по безопасному обслуживанию ВЛ, норм и требований природоохранного законодательства, правил охраны труда, правил взрыво- и пожаробезопасности.

11.3 Запрещается принимать в эксплуатацию ВЛ:

- с дефектами и недоделками строительства и монтажа;
- с отступлениями от утвержденного проекта, не согласованными с заказчиком и проектной организацией;
- без пробного включения ВЛ.

11.4 Для приемки ВЛ в эксплуатацию приказом собственника ВЛ должны быть созданы приемочная и рабочие комиссии.

11.5 В состав комиссий включают представителей собственника, генерального подрядчика, генерального проектировщика, субподрядных организаций, эксплуатирующей (электросетевой) организации, системного оператора (по согласованию).

По решению собственника к работе рабочих комиссий могут привлекаться представители других организаций.

11.6 Рабочим комиссиям должна быть предоставлена следующая документация:

- паспорт ВЛ;

Примечание – Рекомендуемая форма паспорта ВЛ приведена в Приложении Б.

- проектная документация;
- профиль трассы ВЛ с указанием высотных отметок местности;
- ведомость объектов, предъявляемых к приемке;
- комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемой к приемке ВЛ, разработанных проектными организациями;
- документы, подтверждающие соответствие оборудования ВЛ требованиям заказчика;
- справка от организаций, ответственных за производство строительно-монтажных работ, о соответствии выполненных в натуре работ рабочим чертежам или внесенным в рабочие чертежи изменениям;
- ведомость отступлений от утвержденного проекта и внесенных в проект изменений. В ведомость отступлений вносятся принципиальные отклонения с указанием причин, вызвавших эти отклонения, и ссылки на акты, протоколы, заключения экспертизы и другие документы, их обосновывающие;
- ведомость недоделок строительных и монтажных работ. Ведомость недоделок составляют до начала приемки, один ее экземпляр прилагают к сообщению о готовности ВЛ к приемке. Все незаконченные строительством сооружения, непосредственно относящиеся к сдаваемой ВЛ, несмотря на то, что они представляют самостоятельные объекты, учитывают как недоделки и вносят в отдельную ведомость;
- трехфазная схема ВЛ с нанесением расцветки фаз, транспозиции проводов и номеров всех опор;
- журналы работ по устройству фундаментов под опоры;
- журналы работ по монтажу опор;
- журналы по монтажу заземления опор;
- акты приемки скрытых работ по фундаментам и заземлению опор;
- журналы всех видов соединений проводов и грозозащитных тросов, в том числе и сварных;
- журналы монтажа натяжных и поддерживающих зажимов проводов и грозозащитных тросов;
- журналы монтажа проводов и грозозащитных тросов в анкерных участках;
- акты (протоколы) измерений и осмотров переходов и пересечений, составленные строительно-монтажной организацией совместно с представителями заинтересованных организаций;
- протоколы измерений сопротивлений заземлителей опор;
- перечень аварийного запаса материалов и оборудования, передаваемого на баланс сетевой организации.

Вся перечисленная документация после окончания работы рабочей комиссии должна храниться у собственника ВЛ.

11.7 Рабочие комиссии обязаны:

- проверить соответствие выполненных работ проекту, сметной документации;

- произвести детальный осмотр и проверку ВЛ, ее элементов, выполнить выборочную проверку «скрытых» работ;
- проверить наличие протоколов испытаний, проведенных в ходе строительно-монтажных работ;
- провести, при необходимости дополнительные испытания;
- составить ведомости выявленных дефектов и недоделок;
- дать оценку качеству выполненных работ;
- подготовить акт рабочей комиссии.

11.8 В случае обнаружения отступлений от проектной документации, нарушений при монтаже и наладке действующих нормативно – технических документов представитель уполномоченного надзорного органа составляет акт-предписание с исчерпывающим перечнем недостатков и дефектов на момент проверки.

Указания на соответствующие недостатки и дефекты должны содержать ссылки на конкретные положения нормативно – технических документов, которые нарушены.

11.9 Устранение дефектов и недоделок производится строительно-монтажной организацией, осуществляющей строительство ВЛ, до подписания рабочей комиссией актов приемки ВЛ.

11.10 После устранения недостатков и дефектов ВЛ предъявляют к повторному осмотру, который должен подтвердить устранение дефектов и недоделок.

11.11 Приемочной комиссии, помимо документации по 11.6, должны быть предъявлены следующие документы:

- акты рабочих комиссий;
- утвержденная проектно-сметная документация, технический (технорабочий) проект, технические проекты отдельных участков ВЛ (большие переходы, сложные участки трассы);
- документация по отводу земель под трассу ВЛ, согласованная с соответствующими организациями;
- перечень проектных организаций, участвовавших в проектировании ВЛ, предъявляемой к сдаче;
- полный перечень (опись) документации, передаваемой приемочной комиссии.

11.12 Приемочная комиссия должна проверить всю переданную ей документацию, установить полноту документации и соответствие ей выполненных работ, выявить отступления от проекта, сделанные в процессе сооружения ВЛ, и проверить обоснованность отступлений при их наличии.

11.13 На основании актов и других документов рабочих комиссий, а также на основании личных осмотров ВЛ и ознакомления с технической документацией приемочная комиссия должна:

- составить ведомость недоделок, подлежащих устранению на ВЛ к моменту ее включения;
- дать оценку качеству строительно-монтажных работ;
- дать оценку соответствия выполненных работ проекту;
- установить готовность ВЛ к передаче в эксплуатацию.

11.14 Работы по выявлению возможных скрытых дефектов (частичное вскрытие фундаментов, заземлителей и др.), контрольные испытания элементов ВЛ, проводимые по решению приемочной или рабочей комиссий, выполняют строительно-монтажные или наладочные организации.

К работам по выявлению возможных скрытых дефектов и по устранению выявленных недоделок и дефектов должны привлекаться инженерно-технические работники и рабочие подрядчика и субподрядных организаций, а также их транспорт, механизмы, приборы, инструменты и приспособления.

11.15 После устранения обнаруженных дефектов и недоделок приемочная комиссия должна убедиться в их устранении до подписания акта о приемке.

11.16 Приемочной комиссии, если по ее мнению ВЛ не может быть принята в эксплуатацию, следует представить мотивированное заключение об этом собственнику ВЛ, а копию – генеральному подрядчику.

11.17 Перед приемкой ВЛ в эксплуатации должно быть проведено комплексное апробирование ВЛ включением ее под номинальное напряжение.

Комплексное опробование должен проводить заказчик. При комплексном опробовании должна быть проверена совместная работа основного оборудования и всего вспомогательного оборудования под нагрузкой.

Комплексное опробование оборудования по схемам, не предусмотренным проектом, не допускается.

11.18 Перед включением ВЛ должны быть выполнены следующие мероприятия:

- укомплектован штат персонала;
- проведено обучение эксплуатационного персонала;
- разработаны и утверждены:
  а) эксплуатационные инструкции;
  б) инструкции по охране труда;
- укомплектованы запасы:
  а) материалов;
  б) инструмента и запасных частей.
  в) защитных средств;
  г) противопожарного инвентаря;
  д) плакатов по технике безопасности;
- установлены средства:
  а) связи и сигнализации;
  б) пожаротушения;
  в) аварийной сигнализации.

11.19 При безотказной работе ВЛ под номинальным напряжением и под нагрузкой непрерывно в течение 24 ч приемочная комиссия оформляет акт передачи ВЛ в эксплуатацию, после чего ВЛ переходит в ведение собственника ВЛ.

11.20 Если к моменту ввода ВЛ в эксплуатацию отсутствует возможность включения ее под номинальное напряжение, организацией, назначившей приемочную комиссию, должна быть утверждена пусковая схема с включением ВЛ на пониженное напряжение, согласованная с органом оперативно-диспетчесрского управления.

11.21 Приемочная комиссия после рассмотрения технической документации, предъявленной к сдаче ВЛ, должна составить акт приемки и дать письменное разрешение на включение ВЛ под номинальное напряжение.

11.22 Акт приемки в эксплуатацию линии электропередачи должен быть рассмотрен и утвержден организацией, назначившей приемочную комиссию, не позднее чем в месячный срок после представления акта.

11.23 При приемке ВЛ в эксплуатацию изменение предусмотренных проектом технико-экономических показателей, как правило, не допускается. В исключительных случаях изменение этих показателей может быть допущено собственником ВЛ по представлению приемочной комиссии.

11.24 С момента подписания указанного акта ВЛ считается принятой собственником, и он несет ответственность за нее.

12 Требования при вводе ВЛ в эксплуатацию

12.1 Включение ВЛ 1150 кВ в работу производится в соответствии с требованиями «Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям», в редакции постановления правительства Российской Федерации от 21.04.2009 г. № 334.

12.2 Включение ВЛ 1150 кВ осуществляют по программе, согласованной с субъектом оперативно-диспетчерского управления при получении уведомления от эксплуатирующей организации о том, что люди удалены, заземления сняты, ВЛ готова к включению под напряжение.

12.3 Допуск в эксплуатацию новых и реконструированных ВЛ оформляют актом-допуском.

12.4 Акт-допуск ВЛ 1150 кВ может не составляться при условии участия представителя специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области технологического надзора в приемочной комиссии.

Акт комиссии, подписанный представителем специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области технологического надзора, является основанием для допуска энергоустановок в эксплуатацию.

12.5 После приемки ВЛ приемочной комиссией ее собственник подает в управление специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области технологического надзора в субъекте Российской Федерации письменное заявление о готовности энергоустановки к допуску в эксплуатацию и документацию согласно требованиям, изложенным в [24].

12.6 Представленную документацию рассматривают органы госэнергонадзора в случае предварительного рассмотрения и проверки проекта в течение пяти рабочих дней, без предварительного рассмотрения проекта – 10 рабочих дней. По результатам рассмотрения заявителю сообщают мотивированные замечания по качеству и объему представленной документации, обоснованные конкретными требованиями к составлению соответствующей документации, предусмотренными действующими нормативными и техническими документами, а также согласовывают дату технического осмотра энергоустановки.

12.7 После рассмотрения представленной документации и технического осмотра ВЛ инспектором специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области технологического надзора составляют акт-допуск ее в эксплуатацию. Акт-допуск оформляют в двух экземплярах, один из которых после утверждения передают владельцу энергоустановки.

Акт-допуск утверждает руководитель или по его письменному распоряжению другое должностное лицо управления специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области технологического надзора в течение 5 рабочих дней после технического осмотра энергоустановки.

12.8 Если допускаемая в эксплуатацию ВЛ подключена к внутренним сетям потребителя и ее включение не требует изменения схемы внешнего энергоснабжения, то потребитель после получения акта-допуска может включить ее самостоятельно.

12.9 Организация, подключившая новую или реконструированную ВЛ, письменно, в трехдневный срок, сообщает в управление госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации о включении энергоустановки.

12.10 Ввод ВЛ 1150 кВ в эксплуатацию должен быть оформлен заявкой, подаваемой в орган оперативно-диспетчерского управления.

12.11 Нагрузку ВЛ устанавливает ОАО «СО ЕЭС», в зависимости от наличия располагаемой и потребляемой мощностей к моменту ее включения.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма паспорта воздушной линии электропередачи 1150 кВ

ПАСПОРТ
ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 1150 кВ

_____

наименование

Год постройки _____

Дата ввода в эксплуатацию _____

Диспетчерское наименование _____

Наименование проектной организации _____

Наименование строительно-монтажной организации _____

I. Схема линии электропередачи

II. Основные данные

1 Протяженность ВЛ (общая), км _____

2 Количество участков _____

3 Количество опор (всего), шт. _____

в том числе:

а) промежуточных шт. _____, тип _____

б) промежуточно-угловых шт. _____, тип _____

в) анкерных шт. _____, тип _____

г) анкерно-угловых шт. _____, тип _____

д) транспозиционных шт. _____, тип _____

е) специальных шт. _____, тип _____

3 Участок 1: _____

3.1 Номинальное напряжение, $U_{ном}$ кВ _____

3.2 Эксплуатационное напряжение, кВ _____

3.3 Длина участка, L км _____

3.4 Длина, обслуживаемая МЭС, км _____

3.5 Длина пролета: _____

а) расчетного весового, м _____

б) расчетного ветрового, м _____

в) габаритного, м _____

3.6 Марка и сечение провода _____

3.7 Количество проводов в фазе, шт. _____

3.8 Расстояние между проводами в фазе, м _____

3.9 Количество цепей _____

3.10 Марка грозозащитного троса _____

3.11 Количество проводов грозотроса _____

3.12 Способ заземления грозотроса (выбрать из списка):

– заземление на опорах (без разрезания троса) _____

– заземление на анкерных опорах с одной стороны каждого участка разрезанного троса _____

– трос заземлен только по концам линии (без разрезания троса) _____

3.13 Тип опор _____

3.14 Количество опор каждого типа _____

3.15 Эскизы опор с указанием размеров

3.16 Марка изоляторов и количество изоляторов в гирлянде _____

3.17 Удельные потери на корону, кВАр/км _____

3.18 Описание влияния других ВЛ 110 кВ и выше (при сближении до 500 м): _____

3.18.1 Диспетчерское наименование 1-й влияющей ВЛ _____

3.18.2 Среднее расстояние между осями опор участка с первой параллельной линией, м _____

3.18.3 Диспетчерское наименование *n*-й влияющей ВЛ _____

3.18.4 Среднее расстояние между осями опор участка с *n*-й параллельной линией, м _____

4 Участок *n* _____

…

5 Тип поддерживающего устройства: _____

а) на всей ВЛ _____

б) на переходах _____

6 Ответвления от ВЛ:

а) количество шт. _____

б) от опор № _____

в) количество опор в каждом ответвлении шт. _____

г) длина каждого ответвления км _____

7 Район климатических условий:

а) по ветру _____

б) по гололеду _____

в) по интенсивности пляски проводов и тросов _____

г) по среднегодовой продолжительности гроз _____

д) по степени загрязненности атмосферы (СЗА) _____

8 Температура воздуха:

а) среднегодовая _____

б) низшая _____

в) высшая _____

9 Участки с особыми условиями _____

III. Характеристика элементов ВЛ

1. Опоры металлические

Наименование опор (промежуточные, анкерные)	Шифр	Завод-изготовитель	Оттяжки		Количество	Номера опор
			Количество	Марка		

2. Фундаменты

Тип	Шифр	Количество	Номера опор

3. Изоляторы

Подвесные								Штыревые		
в поддерживающих подвесках				в натяжных подвесках						
Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Коли-чество в одной гирлянде	Всего на ВЛ	Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Коли-чество в одной гирлянде	Всего на ВЛ	Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Всего на ВЛ

Количество цепей (ветвей) в натяжной подвеске и способ крепления их к траверсе опоры _____

Схемы изолирующих подвесок

6. Арматура

Наименование арматуры	Для провода		Для грозозащитного троса	
	Тип	Количество	Тип	Количество
Сцепная Поддерживающая Натяжная Соединительная Контактная Защитная Прочая арматура				

Номера опор, между которыми установлены гасители вибрации _____

Номера опор, между которыми установлены гасители пляски _____

7. Защита от перенапряжений

а) участки подвеса грозозащитного троса (номера опор на границах участка_____

б) общая длина грозозащитного троса _____

в) защитный угол грозозащитного троса _____

г) способ крепления (с указанием значения искровых промежутков в миллиметрах)

на промежуточных опорах _____

на анкерных опорах _____

д) характеристика других средств защиты от перенапряжений _____

е) номера опор, на которых установлены трубчатые разрядники _____

Схема расположения проводов и грозозащитных тросов и расстояний между ними на опоре

8. Заземление

Удельное сопротивление грунта, Ом.м	Сопротивление заземления опор по норме, Ом	Номера опор
До 100	До 10	—
100-500	До 15	—
500-1000	До 20	—
Более 1000	До 30	—

Номера опор, значения сопротивления заземления которых выше нормы:

_____

Схемы заземлителей опор

9. Переходы и пересечения

Вид перехода или пересечения	Габарит на переходе, м	Номера опор в пролете пересечения или перехода	Тип подвески	Тяжение провода (троса), тс

10. Характеристика местности на трассе ВЛ

Наименование местности	Номера опор	Общая длина, км
Лес Поле Болото Крупные овраги Населенная местность		

БИБЛИОГРАФИЯ

[1]	СНиП 2.01.07-85*	Нагрузки и воздействия
[2]	СНиП 2.02.01-83*	Основания зданий и сооружений
[3]	СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии
[4]	СНиП 2.05.02-85	Автомобильные дороги
[5]	СНиП 2.05.06-85*	Магистральные трубопроводы
[6]	СНиП 2.05.11-83	Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях
[7]	СНиП 2.06.03-85	Мелиоративные системы и сооружения
[8]	СНиП 2.06.04-82*	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) (1989, с изменением 2 1995).
[9]	СНиП II-7-81	Строительство в сейсмических районах (с Изменениями и дополнениями)
[10]	СНиП 2.07.01-89*	Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
[11]	СНиП II-23-81*	Стальные конструкции (с Изменениями)
[12]	СНиП 21-01-97	Пожарная безопасность зданий и сооружений
[13]	СНиП 22-02-2003	Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения
[14]	СНиП 23-01-99*	Строительная климатология
[15]	СНиП 32-03-96	Аэродромы
[16]	СНиП 11-102-97	Инженерно-экологические изыскания для строительства
[17]	СП 11-104-97	Инженерно-геодезические изыскания для строительства

УДК 621.315 ОКС 29.130.10 ОКП 34 1400

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, напряжение, создание, опоры, провода, грозозащитные тросы, изоляторы, арматура, воздушные расстояния.

Организации - разработчики

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики»)

Научный руководитель ОАО «НТЦ электроэнергетики» Ю.Г. Шакарян

Руководитель разработки
Зам. научного руководителя Л.В.Тимашова

Исполнители:

С.В.Крылов

Зав. лабораторией Е.П. Никифоров

Зав. сектором В.А. Луговой

Зав. сектором Е.Н. Ефимов

Ст. н. с. С.В. Черешнюк

Зав. сектором В.В. Шатров

Гл. специалист Б.Б. Бочковский

Гл. специалист Н.В. Ясинская

gost.e-ecolog.ru