

**Нормы технологического проектирования  
воздушных линий электропередачи напряжением  
35 кВ и выше**



**Ключевые слов:** технические нормы, технологическое проектирование, требования, воздушные линии электропередачи, провод, опора, ВОЛС

**Предисловие**

Линии электропередачи воздушные напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования.

1 РАЗРАБОТАН РУП «Белэнергосетьпроект»

2 УТВЕРЖДЕН приказом государственного производственного объединения «Белэнерго» №\_\_ и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с \_\_\_\_\_ г.

3 ВВЕДЕН ВЗАМЕН СТП 09110.20.188-11 Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше

Настоящий стандарт организации не может быть тиражирован и распространен без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

## Содержание

<u>1 Область применения</u> .....	1
<u>2 Нормативные ссылки</u> .....	1
<u>3 Основные обозначения и сокращения</u> .....	2
<u>4 Общая часть</u> .....	3
<u>5 Трасса линии электропередачи</u> .....	7
<u>6 Опоры и фундаменты</u> .....	10
<u>7 Провода и грозозащитные тросы</u> .....	17
<u>8 Изоляция, арматура, заземляющие устройства, защита от перенапряжений</u> .....	19
<u>9 Проектирование ВЛ по различным видам местности. Пересечения и сближения</u> .....	21
<u>10 Требования к ВЛ, предъявляемым в особых климатических условиях</u> .....	22
<u>11 Охрана окружающей среды</u> .....	26
<u>12 Организация ремонта и технического обслуживания ВЛ</u> .....	29
<u>13 Организация строительства ВЛ</u> .....	30
<u>14 Объем проектной документации и условия по проектированию</u> .....	32
<u>15 Требования по проектированию ВОЛС-ВЛ</u> .....	34
<u>15.1 Область применения, определения</u> .....	34
<u>15.2 Общие требования</u> .....	35
<u>15.3 Климатические условия</u> .....	36
<u>15.4 Требования по выбору воздушных линий передачи</u> .....	36
<u>15.5 Требования по выбору оптического кабеля</u> .....	37
<u>15.6 Подвеска оптического кабеля встроенного в грозозащитный трос на опорах воздушных линий электропередачи</u> .....	41
<u>15.7 Подвеска самонесущего оптического кабеля на опорах воздушных линий электропередачи</u> .....	41
<u>15.8 Соединение кабелей связи</u> .....	42
<u>15.9 Крепление кабелей на опорах</u> .....	43
<u>Приложение А (обязательное) Термины и определения</u> .....	45
<u>Приложение Б (обязательное) Определение надежности ВОЛС-ВЛ</u> .....	48
<u>Приложение В (справочное) Параметры оптических кабелей и методика расчета кабелей типа ОКНН и ОКСН</u> .....	50
<u>В.1 Параметры оптических кабелей</u> .....	50
<u>В.2 Методика определения параметров для выбора ОКНН</u> .....	50
<u>В.3 Методика определения напряженности электрического поля в точке подвески ОКСН</u> .....	51

Приложение Г (справочное) Технические требования к волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозотрос на соответствие условиям подвески на ВЛ для разработки конкурсной документации на закупку ОКГТ... 53

Приложение Д (рекомендуемое) Применение глубинных вертикальных заземлителей при сооружении заземляющих устройств опор ВЛ ..... 56

Приложение Е (обязательное) Нормы отвода земель для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше..... 58

**Библиография ..... 61**

**СТАНДАРТ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»****Линии электропередачи воздушные напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования**

Дата введения 202\_\_-\_\_-\_\_

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи переменного тока напряжением 35-750 кВ (далее – воздушные линии).

Нормы распространяются на проектную деятельность по возведению, реконструкции, модернизации, техническому переоснащению и капитальному ремонту воздушных линий.

Нормы технологического проектирования предназначены для применения проектными, строительными-монтажными и эксплуатационными организациями, входящими в состав ГПО «Белэнерго».

Требования настоящего стандарта не распространяются

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты (далее – ТНПА) в области технического нормирования и стандартизации:

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация.

Состав и содержание

ТКП 339-2022 (33240) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний

ТКП 427-2022 (33240) Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

ГОСТ 13276-79 Арматура линейная. Общие технические условия

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

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 22012-82 Радиопомехи промышленные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений

ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету

СТП 34.21.661 (РД 34.21.661) Инструкция по выправке железобетонных одноствоечных свободностоящих опор поперек ВЛ напряжением 35 кВ и выше

СТП 34.21.665 (РД 34.21.665) Методические указания по оценке технического состояния металлических опор воздушных линий электропередачи и порталов открытых распределительных устройств напряжением 35 кВ и выше

### СТП 09110.20.188-\_\_

СТП 09110.20.364-07 Общие технические требования к оптическому кабелю, встроенному в грозотрос

СТП 09110.48.5-00 (РД РБ 09110.48.5-00) Методические указания по защите линий связи от опасных и мешающих влияний линий электропередачи и грозовых воздействий

СТП 09110.48.506-13 Положение об электрической профилактике средств диспетчерского и технологического управления Белорусской энергосистемы.

СТП 09110.20.189-12 Методические указания по проектированию и выполнению заземляющих устройств опор ВЛ напряжением 35-750 кВ

СТП 33240.04.111-20 Линии электропередачи воздушные напряжением 110 кВ и выше на повышенных опорах. Технические требования

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание

ТКП 45-1.02-298-2014 (02250) Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения

ТКП 45-5.04-49-2007 (02250) Конструкции стальные. Обследование и диагностика технического состояния

ТКП 641-2019 (33240) Линии электропередачи воздушные. Ветровые воздействия, гололедные нагрузки и ветровые воздействия при гололеде

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие включенных в перечень ТНПА.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА.

Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Обозначения и сокращения

АПВ	– автоматическое повторное включение;
АСКУЭ	– автоматизированная система контроля и учета электроэнергии;
АСУ ТП	– автоматизированная система управления технологическими процессами;
ВЛ	– воздушная линия электропередачи;
ВОЛС	– волоконно-оптическая линия связи;
ВОЛС-ВЛ	– волоконно-оптическая линия связи на воздушной линии электропередачи;
ЗУ	– заземляющее устройство;
КЗ	– короткое замыкание;
НТП	– нормы технологического проектирования;
ОК	– оптический кабель;
ОКНН	– оптический кабель, навиваемый на грозозащитный трос или фазный провод, неметаллический.
ОКСН	– оптический кабель самонесущий, неметаллический;
ОКГТ	– оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос;
ОНТП	– отраслевые нормы технологического проектирования;

ОПН	– нелинейный ограничитель перенапряжений;
ОРУ	– открытое распределительное устройство;
ОЦК	– основной цифровой канал;
ПОС	– проект организации строительства;
ППР	– проект производства работ;
ПТЭ	– правила технической эксплуатации;
ПУЭ	– правила устройства электроустановок;
РП	– регенерационный пункт;
РУП	– республиканское унитарное предприятие; САПР – система автоматизированного проектирования;
СМ	– соединительная муфта;
СПКС	– сталь повышенной коррозионной стойкости;
ТКЗ	– ток короткого замыкания;
ТНПА	– технический нормативный правовой акт
ТКП	– технический кодекс установившейся практики;
ТЧ	– тональная частота;
УРОВ	– устройство резервирования отказа выключателя;
ФЭС	– филиал электрических сетей
ЦСП	– цифровая система передачи;
ЭВМ	– электронно-вычислительная машина;
ЭП	– электрическое поле;
ЭС	– электрические сети.

#### 4 Общая часть

4.1 При проектировании ВЛ напряжением 35 кВ и выше надлежит руководствоваться ТКП 339 (раздел 5.3) и другими техническими нормативными правовыми актами.

Технические решения, принимаемые в конкретных проектах ВЛ на основании требований настоящего стандарта, а также ТКП 339 и других ТНПА и методических материалов, должны быть технически и экономически обоснованными.

4.2 При проектировании ВЛ должны быть обеспечены:

- а. надежная и качественная передача электроэнергии;
- б. экономическая эффективность;
- в. внедрение прогрессивных проектных решений, обеспечивающих оптимизацию ресурсных, трудовых и капитальных затрат при строительстве и эксплуатации;
- г. внедрение прогрессивных технологий строительных и монтажных работ;
- д. оптимальное использование земли, а также лесных угодий, то есть применение конструкций и проектных решений, требующих при прочих равных условиях наименьшего отчуждения земли в постоянное и временное пользование и наименьшей площади вырубki леса;
- е. соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды;
- ж. применение материалов, конструкций и элементов, сохраняющих

расчетные параметры в течение всего срока службы, позволяющих осуществлять оценку технического состояния и обеспечивающих ремонтпригодность;

з. передовые методы эксплуатации, удобные и безопасные условия труда, возможность проведения ремонтных работ на ВЛ под напряжением;

и. выполнение требований задания на проектирование и условий договора на производство проектно-изыскательских работ.

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

**4.4** Возведение ВЛ, а также реконструкция ВЛ, связанная с увеличением пропускной способности ВЛ (повышение напряжения и др.), должна выполняться на основании утвержденных в установленном порядке соответствующих схем развития электрических сетей.

**4.5** Обязательным условием при проектировании ВЛ, является наличие материалов предварительного согласования места размещения земельных участков, полученного заказчиком, за исключением случаев отраженных в п.8 «Положения о порядке изъятия и предоставления земельных участков», утвержденных постановлением Совета Министров РБ 13.01.2023 №32, а также необходимые технические условия на пересекаемые и/или проходящие параллельно с ВЛ инженерные сооружения.

Подготовка документации для получения материалов предварительного согласования места размещения земельных участков может выполняться проектной организацией по договору с заказчиком.

**4.6** Проектирование ВЛ, как правило, должно выполняться на основании утвержденных (одобренных) в установленном порядке обоснований инвестиций, содержащих технические решения, финансовую и экономическую оценку эффективности инвестиций и технико-экономические, финансовые показатели предлагаемой к строительству ВЛ (в том числе период окупаемости, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности).

Проектирование на основании обоснований инвестиций является обязательным для ВЛ, сооружение которых осуществляется полностью или частично из государственного бюджета Республики Беларусь и ее внебюджетных фондов, собственных финансовых средств государственных предприятий. По заданию заказчика проектная организация может разрабатывать обоснование инвестиций.

По наиболее важным и крупным ВЛ (ВЛ, имеющие межгосударственное, межрегиональное значение, межсистемные ВЛ), технически сложным ВЛ, а также ВЛ в сложных природных условиях строительства разработка обоснований инвестиций должна осуществляться независимо от источника финансирования.

Основанием для разработки проектной документации ВЛ в качестве

обоснования инвестиций могут служить схемы развития электрических сетей и другие предпроектные материалы. Решение о проектировании ВЛ на основании этих работ принимается заказчиком (инвестором).

**4.7** При необходимости возведения ВЛ, проходящих в одном направлении с существующими, должны быть приведены технико-экономические обоснования целесообразности нового строительства по сравнению с увеличением пропускной способности существующих ВЛ с помощью различных технических средств и мероприятий (перевод на более высокое напряжение, увеличение сечения проводов и др.).

**4.8** Реконструкция, модернизация и техническое переоснащение ВЛ должно осуществляться на основании документально оформленного отчета по оценке технического состояния элементов ВЛ, составленного по результатам их обследования.

Оценка технического состояния производится путем проверки соответствия состояния элементов ВЛ нормам и правилам, действующим на момент обследования, а также техническим решениям, принятым в проектной документации, по которым данная ВЛ была построена, типовым материалам на конструкции, расчетным схемам, дополнительным нагрузкам, которые возникнут в результате реконструкции, модернизации и технического переоснащения (подвеска ОКГТ, ОКСН и т.д.).

Обследование элементов ВЛ и оценка их технического состояния проводится, по заданию заказчика, организациями, имеющими соответствующую квалификацию, опыт проведения обследования и расчетов элементов ВЛ, а также имеющих соответствующий аттестат аккредитации, полученный в установленном порядке. Результаты обследования и оценки технического состояния прикладываются как исходные данные к заданию на проектирование.

Обследование ВЛ необходимо проводить с применением современных методов неразрушающего контроля состояния ее элементов.

**4.9** При реконструкции, модернизации и техническом переоснащении ВЛ должно предусматриваться устранение появившихся в процессе эксплуатации дефектов, неисправностей и повреждений элементов ВЛ, нарушений на трассе.

Основные технические требования к элементам ВЛ, допустимые отклонения от нормального положения, состояние элементов ВЛ, допуски и нормы отбраковки принимаются в соответствии с действующими ТНПА.

Для конкретных объектов величины допустимых значений дефектов, неисправностей и прочее уточняются на основании расчета с использованием данных обследования.

При необходимости работоспособность конструкций и элементов ВЛ может быть проверена путем проведения испытаний.

При реконструкции, по согласованию с эксплуатирующей организацией, допускается дальнейшая эксплуатация конструкций, узлов и других технических решений, принятых на существующей ВЛ, если, несмотря на их несоответствие нормам, действующим на момент выполнения реконструкции, они удовлетворяют требованиям действующих правил техники безопасности и технической

эксплуатации, требованиям нормативной документации, действующим на момент возведения данной ВЛ, производственной санитарии, и в процессе эксплуатации отсутствовали отказы ВЛ по причине этого несоответствия. Отступления от требований нормативных документов допускаются только при наличии разрешений от органов, которые утвердили и ввели в действие эти документы. При этом снижение наименьших изоляционных расстояний от проводов ВЛ до поверхности земли, зданий, сооружений и пересекаемых объектов не допускаются.

**4.10** Для обеспечения надежной эксплуатации ВЛ после проведения ее реконструкции, модернизации и технического переоснащения в проектно-сметную документацию, по решению заказчика, могут включаться работы, относящиеся по своему характеру к работам, выполняемым при техническом обслуживании или капитальном ремонте.

**4.11** Технические решения, связанные с повышением пропускной способности или с повышением надежности существующей ВЛ при реконструкции, модернизации и техническом переоснащении, должны, как правило, приниматься на основе технико-экономического сравнения вариантов, выполняемого в предпроектных материалах.

**4.12** До начала выполнения проектной документации, по заданию заказчика, может разрабатываться бизнес-план, в котором определяются 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 предприятия, в состав которого входит проектируемая ВЛ.

**4.13** При переводе ВЛ на более высокое напряжение должны быть обеспечены требования ТКП 339 и других ТНПА к линиям этого напряжения.

**4.14** При реконструкции, модернизации и техническом переоснащении ВЛ, на которых в процессе эксплуатации произошло изменение климатических условий, проводится проверка всех элементов ВЛ на измененные нагрузки с последующим обеспечением соответствия прочности элементов ВЛ новым нагрузкам (с учетом 4.9 настоящего стандарта).

**4.15** При проектировании ВЛ рекомендуется применять стандартное оборудование и материалы, унифицированные или типовые конструкции опор, фундаментов и других элементов линий, прошедшие все требуемые испытания и имеющие документально подтвержденный положительный опыт эксплуатации.

При разработке проектов ВЛ необходимо рассматривать целесообразность использования новых прогрессивных технических решений, оборудования, конструкций и материалов, имеющих документально подтвержденный положительный опыт эксплуатации. При применении новых технических решений, оборудования, конструкций и материалов, находящихся в процессе

освоения или экспериментальной проверки (т.е. не имеющие документально подтвержденного положительного опыта эксплуатации, технология применения которых не отражена в ТНПА), ВЛ должна переводиться в разряд опытно-промышленной эксплуатации.

При применении новых технических решений, оборудования, конструкций опор и материалов должны проводиться их испытания и приемка в установленном порядке.

Материалы и оборудование должны соответствовать требованиям ТНПА в части их надежности и безопасности, типовых технических характеристик, состава и содержания технической и эксплуатационной документации.

**4.16** Для систем передачи информации, релейной защиты и противоаварийной автоматики, АСУ ТП и АСКУЭ, промышленного телевидения, при проектировании ВЛ необходимо предусматривать оптические кабели связи, встроенные в грозотрос или размещаемые на элементах ВЛ, высокочастотные каналы по проводам и проводящим грозозащитным тросам или другие виды связи.

**4.17** По результатам обследования технического состояния на основании норм изложенных в СТП 34.21.665, ТКП 45-5.04-49, [26] и [27] принимается решение о выполнении на ВЛ капитального ремонта или проведения реконструкции.

**4.18** При проектировании ВЛ должна использоваться технология информационного моделирования (ТИМ). Допускается проектирование ВЛ без применения ТИМ на период внедрения данной технологии.

## **5 Требования к выбору трассы воздушной линии**

**5.1** Выбор трассы ВЛ, в том числе новых участков трассы ВЛ, ее экологическое обоснование, согласование и инженерные изыскания должны выполняться в соответствии с требованиями государственных и ведомственных стандартов организаций, с учетом положений нормативных и методических документов.

**5.2** Выбор трассы проводится на основании технико-экономического сравнения нескольких вариантов и должен учитывать:

- а. природные особенности территории (рельеф, климат, наличие опасных геологических процессов по СП 2.03.01);
- б. состояние природной среды (загрязнение атмосферы, агрессивность грунта, подземных вод и т.д.);
- в. современное хозяйственное использование территории;
- г. ценность территории (природоохранная, культурная, национальная, особо охраняемые природные объекты и пр.);
- д. эстетические и экологические аспекты;
- е. возможный ущерб, причиняемый природной и социальной среде, а также возможные изменения в окружающей природной среде в результате возведения ВЛ и последствия этих изменений для природной среды, жизни и здоровья населения;

- ж. условия строительства и эксплуатации;
- з. минимальную протяженность и стоимость объекта.

**5.3** Выбор трассы для возведения ВЛ необходимо проводить на основании утвержденной схемы развития электрических сетей, наиболее рационального размещения подстанций и возможности выхода всех отходящих от них ВЛ.

При прохождении ВЛ по населенной местности выбор трассы осуществляется заказчиком с участием проектной организации в соответствии с утвержденной градостроительной документацией (генеральными планами городов и других населенных пунктов, схемами и проектами планировки и застройки территориальных образований и др.).

**5.4** Трасса ВЛ, по возможности, должна быть кратчайшей, учитывая при этом условия отчуждения земли, необходимость вырубki просек в насаждениях, комплексного использования охранной зоны и приближена к дорогам, существующим ВЛ и другим линейным инженерным сооружениям.

**5.5** При выборе трассы ВЛ, как правило, подлежат обходу населенные пункты, промышленные предприятия, многолетние плодовые насаждения, зоны санитарной охраны курортов, заповедники, памятники истории и культуры, памятники природы, лес с ценными породами деревьев.

**5.6** Возведение ВЛ на опорах повышенного типа с расположением проводов над лесом осуществляется в соответствии с ТКП 339 и СТП 33240.04.111 в целях создания условий для максимального сохранения лесов и повышения надежности работы ВЛ, проходящих по землям лесного фонда.

Повышенные опоры для прохождения над лесом должны быть индивидуальной конструкции и рассчитаны для конкретных условий прохождения ВЛ. Вновь разработанные опоры должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям на соответствующих испытательных полигонах. Допускается применять, при соответствующем обосновании, модернизированные опоры.

**5.7** На подходах к электростанциям и подстанциям трасса ВЛ должна прокладываться в соответствии с планом разводки всех подходящих ВЛ различных напряжений, составленным с учетом развития энергосистемы. План разводки ВЛ от проектируемых электростанций и подстанций разрабатывается организациями их проектирующими.

Для существующих электростанций и подстанций трасса подхода проектируемой ВЛ должна быть согласована с организацией эксплуатирующей электростанцию или подстанцию или с их владельцем.

**5.8** Выбор трассы ВЛ в районах с загрязненной атмосферой следует производить с учетом перспективного плана развития действующих или сооружения новых промышленных предприятий (и их очистных сооружений), являющихся источниками загрязнения атмосферы, а также перспективы развития сельского хозяйства с точки зрения применения химических удобрений и

химической обработки посевов.

Вблизи промышленных предприятий трассы ВЛ, как правило, должны располагаться вне зон действия ветра преобладающего направления от источников загрязнения.

**5.9** Трассы ВЛ, как правило, следует выбирать в обход площадей залегания полезных ископаемых.

При невозможности обхода площадей залегания полезных ископаемых или при его технико-экономической нецелесообразности допускается по согласованию с соответствующими надзорными органами прохождение ВЛ по площадям залегания. При этом должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие возможность извлечения полезных ископаемых, залегающих под ВЛ, и сохранность ВЛ.

**5.10** При выборе трасс ВЛ следует, как правило, избегать мест с лавинами, карстами, оползнями, агрессивными грунтами, солифлюкционными явлениями, осыпями, переработкой берегов водоемов, зон тектонических разломов, а также мест с подземными выработками. Рекомендуется обходить места с широкими поймами рек, болотами, солончаками, подвижными песками, косогорными участками, просадочными грунтами, с большими отложениями гололеда и с частой и интенсивной «пляской» проводов, а также районы с повышенным загрязнением атмосферы.

Для выявления условий прохождения линии необходимо учитывать опыт эксплуатации ВЛ и линий связи в районе проектируемой линии.

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

**5.12** Площади испрашиваемых земельных участков для материалов предварительного согласования места размещения земельных участков (акта выбора) определяются на основании СТП 33240.38.100.

На стадии строительного проекта на основании норм, изложенных в приложении Е настоящего стандарта, определяются площади земельных участков, используемые для разработки проекта отвода земельного участка.

При отводе и использовании земель для ВЛ должны соблюдаться нормы актов законодательства Республики Беларусь, изложенные в [1], [2], [3], [4], [5], [6].

**5.13** При проектировании ВЛ необходимо выполнить комплексные инженерные изыскания в объеме, необходимом для разработки ее рабочей документации (съемка продольного профиля, детали переходов, планы трассы и т.д.) с учетом специфики строительства и эксплуатации ВЛ.

Для разработки оптимального направления трассы ВЛ рекомендуется применять при изысканиях на лесных массивах лазерно-локационную съемку и аэрофотографирование.

**5.14** При реконструкции, модернизации и техническом перевооружении ВЛ, необходимо руководствоваться следующим:

а. Объем изысканий, которые необходимо выполнить для новых участков трассы и для существующей трассы при изменении на ней местоположения опор или появлении дополнительных опор, устанавливается проектной организацией по согласованию с заказчиком;

б. На основании опыта эксплуатации ВЛ проводится уточнение геологических, гидрологических и геофизических условий, а также данных о физико-геологических и гидрологических явлениях и процессах (выветривание пород, подвижность песков, оврагообразование, пучинистость и просадочность грунтов, пльвуны, карсты, оползни, обвалы, засоленность грунтов, размыв берегов и др.) на ее трассе.

Гидрологические расчеты на переходах через водные преграды 2-й группы должны выполняться заново;

в. Климатические условия уточняются на основании действующих региональных карт (ТКП 641), материалов многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов за скоростью ветра, массой, размерами и видом гололедно-изморозевых отложений, интенсивностью грозовой деятельности, а также опыта эксплуатации;

г. Район по интенсивности пляски проводов уточняется на основании опыта эксплуатации.

Степень загрязнения атмосферы уточняется на основании опыта эксплуатации реконструируемой и близлежащих ВЛ, а также региональных и локальных карт степени загрязнения для выбора изоляции электроустановок, разработанных после ввода ВЛ в эксплуатацию.

## **6 Требования к проектированию опор и фундаментов**

**6.1** Запроектированные, изготовленные и установленные конструкции опор и фундаментов должны обеспечивать их нормальную эксплуатацию в течение всего срока службы ВЛ. Для этого следует:

а. выбор материалов, конструирование и расчеты выполнять в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов;

б. при изготовлении, транспортировании, монтаже и эксплуатации обеспечивать пространственную неизменяемость, прочность, устойчивость и жесткость опор в целом и их отдельных элементов;

в. предусматривать меры по обеспечению долговечности конструкций (защиту от коррозии, износа, истирания и т.п.).

**6.2** Нагрузки и воздействия на опоры и фундаменты ВЛ в конкретных условиях должны приниматься согласно положениям ГОСТ 27751, ТКП 339 (раздел 5.3) и приложения «А» СТП 33240.04.111.

**6.3** Климатические районы строительства следует принимать в соответствии с ГОСТ 16350-80, ТКП 641 с учетом постоянно обновляемых данных метеопостов.

За расчетную зимнюю температуру наружного воздуха следует принимать среднюю температуру воздуха наиболее холодной пятидневки в зависимости от района строительства согласно СНБ 2.04.02.

**6.4** При проектировании ВЛ рекомендуется применять как унифицированные и типовые опоры и фундаменты, так опоры и фундаменты индивидуальной конструкции.

Перед применением новых типов опор и фундаментов ВЛ должны проводиться испытания их опытных образцов (ГОСТ 16504).

Допускается применение модернизированных опор по отношению к ранее разработанным опорам с индивидуальными параметрами.

Опоры и фундаменты индивидуальной конструкции (как вновь разработанные, так и изготавливаемые по чертежам повторного применения) целесообразно применять в тех случаях, когда неэкономично или нетехнологично использование унифицированных и типовых конструкций.

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

**6.5** Выбор материала и типа опор должен проводиться, исходя из технико-экономической целесообразности применения проектных решений в конкретных условиях строительства и эксплуатации с учетом обеспечения надежности ВЛ в эксплуатации, и по согласованию с заказчиком. При этом для труднодоступных участков следует учитывать дополнительные затраты, связанные с доставкой грузов на пикеты при строительстве ВЛ и проездом эксплуатационного персонала к опорам при их обслуживании.

Примененные на ВЛ конструкции опор и высота подвески проводов на них должны, как правило, обеспечивать соблюдение допустимых величин напряженностей электрического и магнитного полей без применения дополнительных экранирующих устройств.

При замене на существующей ВЛ отдельных опор (одиночных или целых участков) с целью приведения характеристики ВЛ к современным нормативным требованиям или взамен дефектных и при подстановке опор в пролеты материал и тип новых опор выбирается с учетом конструктивных решений существующей ВЛ. При этом следует учитывать состояние фундаментов ВЛ.

**6.6** Стальные опоры рекомендуется проектировать из горячекатаного фасонного проката открытых профилей, в том числе из сталей повышенной прочности, а при наличии технико-экономической целесообразности из тонкостенных и гнутых профилей, замкнутых многогранных профилей. Марки сталей следует, как правило, применять в соответствии с СП 5.04.01.

Отдельные элементы опор, работающие на растяжение (оттяжки, тяги, затяжки), рекомендуется выполнять из стальных канатов, оцинкованных по группе ОЖ или из азотосодержащей стали или из оцинкованной стали круглого сечения.

**6.7** Для уменьшения перемещения опор с оттяжками от горизонтальных нагрузок до монтажа проводов и грозозащитных тросов должно быть создано предварительное натяжение оттяжек величиной не менее 1,5–3,0 тс.

**6.8** Железобетонные опоры выполняются, как правило, комбинированными:

а. стойки – из центрифугированного, а для ВЛ 35 кВ также из вибрированного железобетона;

б. траверсы, тросостойки, оттяжки – из других материалов (сталь, полимерные материалы).

Регулировочные элементы тяг траверс должны быть расположены со стороны стойки опоры в верхней части тяги.

Тип армирования железобетонных стоек назначается в соответствии со стандартами или техническими условиями на изготовление стоек.

Допускается применение секционированных железобетонных стоек.

Применение железобетонных опор с оттяжками не рекомендуется.

**6.9** Деревянные опоры могут выполняться цельностоечными или составными из стоек и приставок (пасынков). Последние, как правило, должны быть железобетонными (вибрированными или центрифугированными).

Для элементов деревянных опор могут применяться как круглый лес, так и пиломатериалы или клееная древесина.

Все элементы деревянных опор должны быть защищены от гниения (биологической коррозии).

Применение деревянных опор должно быть обосновано технико-экономическим расчетом.

**6.10** В качестве фундаментов могут применяться, унифицированные железобетонные подножки и сваи, а также другие рациональные конструкции фундаментов (буронабивные сваи, сваи с закрывками, поверхностные фундаменты, винтовые сваи и др.).

Допускается применение монолитных бетонных фундаментов.

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

**6.11** При проектировании должна предусматриваться защита строительных конструкций опор и фундаментов, включая тросовые оттяжки опор, от коррозии в соответствии с требованиями СН 2.01.07.

При реконструкции, модернизации, техническом перевооружении и капитальном ремонте ВЛ необходимость выполнения (восстановления) защиты от коррозии существующих опор и фундаментов, оставляемых на трассе ВЛ, должна решаться проектной организацией по согласованию с заказчиком на основании анализа состояния конструкций и защитных покрытий или в связи с изменением типа атмосферы или агрессивности грунтовых вод.

**6.12** Стальные опоры и стальные детали железобетонных опор должны быть защищены от коррозии на заводах-изготовителях с применением технологии цинкования.

Применение горячего цинкования является обязательным для опор ВЛ всех

напряжений независимо от района их расположения. В районах с сильноагрессивной степенью воздействия среды опоры ВЛ всех напряжений поверх цинкового покрытия следует окрашивать лакокрасочными материалами II и III групп по СН 2.01.07 или применять на заводах-изготовителях другие эффективные способы защиты металла от коррозии по согласованию с заказчиком.

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

В случае технической невозможности применения горячего цинкования защиты металлических конструкций, допускается применение термодиффузионного способа защиты согласно [26].

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

По согласованию с заказчиком допускается в районах с неагрессивной и слабоагрессивной степенью воздействия среды применение стальных конструкций (кроме конструкций из СПКС – см. выше) без специальных поверхностных покрытий (оцинковка, окраска) при условии обеспечения их достаточной коррозионной стойкости и долговечности (прочности на требуемый срок службы) за счет использования части металла конструкций на коррозионный износ. Расчет коррозионной стойкости элементов конструкций выполняется в соответствии с «Рекомендациями по проектированию и реконструкции. Коррозионностойкие конструкции металлических опор ВЛ и ОРУ подстанций. Методы обеспечения коррозионной стойкости».

**6.14** Для защиты железобетонных опор и фундаментов от воздействия агрессивных сред в зависимости от степени этого воздействия следует применять соответствующие марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости, а также бетон на сульфатостойком цементе. В качестве дополнительной защиты при необходимости может применяться покрытие фундаментов (в том числе их наземной части) и стволов опор (подземной части и на 0,5 м выше поверхности земли) в соответствии с действующими нормами.

**6.15** Выбор места установки опор должен производиться с учетом рельефа, грунтовых условий, условий монтажа и эксплуатации.

**6.16** Количество типов опор, примененных при проектировании ВЛ, должно быть обосновано с учетом расхода материалов и обеспечения единой технологии строительства и эксплуатации.

Следует избегать применения типов опор, используемых в единственном числе, за исключением опор больших переходов, ответвительных опор, повышенных опор для прохождения над лесом.

Опоры с подставками различной высоты, пониженные опоры, образованные из опор нормальной высоты, и опоры с тросостойками для подвески различного количества тросов не являются отдельными типами опор.

**6.17** При проектировании двух и более ВЛ в одном направлении (в том числе, если строительство второй и далее ВЛ ожидается в ближайшие 5–7 лет) на участках трассы, проходящих по населенной местности и в местах стесненных подходов к электростанциям и подстанциям необходимо применять двухцепные и многоцепные свободностоящие опоры.

**6.18** Выбор высоты и типа опор ВЛ, устанавливаемых на обрабатываемых землях и землях, занятых природоохранными, реакционно-оздоровительными и защитными лесами, а также, в зависимости от местных условий, эксплуатационными лесами, необходимо проводить, исходя из условия наименьшего изъятия земель сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения.

**6.19** При прохождении ВЛ, сооружаемых на стальных опорах, по массивам орошаемых и осушенных земель, земельным участкам, занятым сельскохозяйственными культурами или обладающими высоким плодородием почв, зонам санитарной охраны курортов, землям лесного фонда, заповедникам, вблизи памятников культуры и истории в целях сохранения природного ландшафта и земельных угодий, а также в стесненных условиях, необходимо применять конструкции свободностоящих опор, обеспечивающих возможность их монтажа методом наращивания или с помощью механизмов большой грузоподъемности. При проектировании ВЛ на повышенных опорах для прохождения на лесом следует руководствоваться СТП 33240.04.111

**6.20** Для участков ВЛ, проходящих по просадочным грунтам, болотам, широким глубокозатапливаемым поймам, рекомендуется рассматривать целесообразность применения переходных опор или опор на поверхностных фундаментах.

**6.21** При проектировании ВЛ на просадочных грунтах следует, как правило, предусматривать установку опор на площадках с минимальной площадью водосбора с выполнением комплекса противопросадочных мероприятий и минимальным нарушением растительного покрова. При этом предпочтение должно отдаваться типам опор и технологии их сооружения, приводящим к минимальному нарушению поверхностного слоя грунта.

**6.22** Опоры ВЛ следует располагать вне зон воздействия на них водных объектов<sup>1</sup> (рек, ручьев, периодических водотоков, озер и т.д.).

При невозможности или экономической нецелесообразности установки опор вне указанных зон с учетом развития воздействия в течение срока службы ВЛ необходимо предусматривать при проектировании мероприятия по защите опор от воздействий (специальные фундаменты, обвалование, ледорезы, надолбы,

---

<sup>1</sup> Под понятием «воздействие водного объекта» подразумеваются русловые и пойменные деформации, затопление и размыв высокими водами, ледоход, переработка берегов волновой деятельностью и т.д.

укрепление откосов, берегов и др.).

На участках ВЛ, проходящих в затапливаемых поймах, рекомендуется:

- а. устанавливать опоры на отметках, не подверженных затоплению во время паводка;
- б. применять переходные опоры;
- в. глубину заложения фундаментов на естественных основаниях принимать не менее 1 м от уровней общего и местного размыва, а глубину заложения свайных фундаментов – не менее 4 м от этих уровней;
- г. предусматривать, при необходимости, защиту грунта вокруг опор от местного размыва;
- д. не производить сплошной вырубki низкорослых (до 4 м) пород деревьев и кустарников.

Указанные требования должны быть отражены в ПОС.

**6.23** Опоры ВЛ должны устанавливаться вне зон воздействия опасных природных явлений. Для определения наличия указанных явлений, зон их воздействия и оценки их характеристики рекомендуется привлекать специализированные организации.

**6.24** При технико-экономической целесообразности на углах поворота трассы, где это возможно по местным условиям и когда, согласно расчетов, не требуется установки анкерных угловых опор, могут применяться промежуточные угловые опоры. При этом расстояния между ближайшими промежуточными угловыми опорами (или промежуточными угловыми и анкерными угловыми опорами) должны быть ограничены по условиям монтажа проводов.

**6.25** При применении опор (унифицированных, типовых, индивидуальных, повторно применяемых, модернизированных) в условиях, отличающихся от тех, на которые они рассчитаны (согласно области определения и расчетных листов), необходимо, в обязательном порядке, выполнять поверочные расчеты этих опор согласно действующих ТНПА. Также эти опоры должны быть рассчитаны на конкретные условия их установки (на реальные значения весовых и ветровых пролетов, разность тяжений, климатические условия и др.). В проектной документации должно быть указано, что опора пересчитана согласно действующих ТНПА и на конкретные условия. Результаты расчета хранятся в проектной организации.

**6.26** Для исключения возможности расхищения элементов болтовых опор необходимо предусматривать применение опор из замкнутых многогранных профилей, решетчатых опор со сварными нижними секциями или приварку гаек к стержню болта с последующей покраской мест сварки в узлах опор до высоты 6,0 м, а также других противовандальных устройств.

**6.27** Для обеспечения соответствия прочности существующих опор новым нагрузкам при реконструкции, модернизации и техническом перевооружении ВЛ 110–220 кВ, на которых в процессе эксплуатации произошло ухудшение

климатических условий (повышение районов по ветру, гололеду и т.п.), допускается отказ от подвески грозозащитного троса в районах по ТКП 339 (5.3.9.1), кроме подходов к подстанциям, если иное не предусмотрено заданием на проектирование.

**6.28** В проектно-сметную документацию реконструкции, модернизации и технического переоснащения ВЛ должны включаться (с учетом 4.9 и 4.10 настоящего стандарта):

а. мероприятия по устранению дефектов и повреждений существующих опор и фундаментов с восстановлением прочности конструкций и заделок до уровня, установленного требованиями нормативных документов;

б. устройство вновь или восстановление защиты существующих опор от воздействия опасных физико-геологических и гидрологических явлений (просадок грунта, выпучивания, ледохода, размыва грунта талыми и дождевыми водами, выдувания песка и т.п.);

в. мероприятия по обеспечению нормируемой прочности заделки существующих железобетонных опор и фундаментов металлических опор (обвалование, установка дополнительных ригелей и пр.);

г. выправка стоек железобетонных опор имеющих наклон (СТП 34.21.661);

д. замена стоек существующих железобетонных опор, прочность и устойчивость которых из-за имеющихся дефектов и повреждений не отвечает требованиям норм;

е. замена стальных опор, неработоспособность которых в целом установлена расчетом, или имеющих неработоспособные элементы (узлы), не обеспечивающие условия безопасного подъема и перемещения эксплуатационного персонала;

ж. замена или усиление элементов металлических опор, у которых из-за коррозии произошло уменьшение поперечного сечения до величины, не обеспечивающей прочности элемента, требуемой СП 5.04.01 и СТП 34.21.665.

з. работы, обеспечивающие нормальное состояние опор;

и. мероприятия по обеспечению безопасного подъема и перемещения эксплуатационного персонала по стойкам, траверсам, тросостойкам или их элементам.

## **7 Требования к техническим решениям по выбору проводов и грозозащитных тросов**

**7.1** Выбор сечения проводов ВЛ напряжением 35-330 кВ должен проводиться по экономической плотности тока, рекомендуемой [20]; для ВЛ напряжением выше 330 кВ – на основании технико-экономических расчетов.

Выбор сечения проводов на основании технико-экономических расчетов можно проводить независимо от величины напряжения ВЛ.

Проверка сечения проводов должна выполняться при работе ВЛ в ремонтно-аварийных режимах.

**7.2** В условиях равнинной местности рекомендуется применять на ВЛ не

более двух марок и сечений проводов, включая магистраль и ответвления от нее. При наличии технико-экономического обоснования допускается на отдельных сложных участках ВЛ (большие переходы через водные пространства, горы, поймы, болота, сложные климатические условия, прохождение ВЛ над лесными массивами и пр.) применение марок и сечений проводов и грозозащитных тросов и конструкции фазы, отличных от примененных на всей линии.

7.3 На ВЛ рекомендуется применять сталеалюминиевые провода. Использование алюминиевых проводов и проводов из алюминиевого сплава, в т.ч. термостойкого, уплотненного или других проводов специального типа обосновывается технико-экономическими расчетами.

7.4 При проектировании ВЛ 220 кВ и выше со сталеалюминиевыми проводами отношение сечения алюминия к сечению стали в проводах выбирается на основании расчетов габаритного пролета, допустимых нагрузок на опоры, гололеда, ветра и т.д. с учетом ТКП 339 и [20].

7.5 В качестве грозозащитных тросов следует, как правило, применять стальные канаты из стальных проволок плакированных алюминием или из проволоки с алюмоцинковым покрытием и по способу свивки нераскручивающиеся. На ВЛ 110 кВ и выше следует применять 19-проволочные стальные канаты, на ВЛ 35 кВ допускается применять 7-проволочные стальные канаты.

Для организации цифровых систем передачи информации должны применяться грозозащитные тросы со встроенными оптическими кабелями.

Выбор марки грозозащитного троса определяется технико-экономическим расчетом, с учетом необходимости обеспечения надежной работы ВЛ на период срока службы троса.

7.6 При реконструкции, модернизации и техническом переоснащении ВЛ надлежит руководствоваться следующим:

а. Выбор нового сечения проводов с целью повышения пропускной способности ВЛ проводится по экономической плотности тока, рекомендуемой [20].

Выбор конструкции фазы (подвеска новых проводов большего сечения или дополнительных проводов в фазе) производится на основании технико-экономического расчета;

б. При замене проводов в связи с их физическим износом целесообразность увеличения сечения проводов определяется с учетом передаваемой по ВЛ мощности и допустимости двукратного превышения нормативной плотности тока в соответствии с [20];

в. Величина мощности, передаваемой по ВЛ, определяется на основании утвержденной схемы развития электрических сетей с учетом перспективной загрузки ВЛ на 10 лет, определяемой на момент выполнения проектной документации, и назначения ВЛ;

г. Грозозащитные тросы, примененные на ВЛ, должны отвечать

требованиям термической стойкости при расчетных токах короткого замыкания, определенных с учетом перспективы развития энергосистемы, а также исключать наличие короны и радиопомех;

д. Провода и грозозащитные тросы, непригодные к дальнейшей эксплуатации вследствие коррозии, старения, потери прочности или наличия повреждений, подлежат замене или ремонту с учетом 4.9 и 4.10 настоящего стандарта;

е. Объем работ по замене проводов и грозозащитных тросов непригодных к эксплуатации – полностью на всей ВЛ, полностью в отдельных анкерных пролетах или частично в отдельных промежуточных пролетах – определяется проектной организацией по согласованию с заказчиком и с привлечением при необходимости специализированных организаций;

ж. В проектно-сметной документации учитывается замена проводов и грозозащитных тросов по всей ВЛ или в отдельных анкерных пролетах, а замена в отдельных промежуточных пролетах, включается в проектно-сметную документацию по решению заказчика;

з. По решению заказчика в проектно-сметную документацию могут быть включены работы по регулировке тяжения проводов фаз и в расщепленной фазе (в том числе при наличии участков ВЛ с нарушением предусмотренных ТКП 339 габаритов проводов до земли и пересекаемых объектов) и перемонтажу поддерживающих зажимов, дистанционных распорок, гасителей вибрации и пляски при наличии повреждений проводов и грозозащитных тросов в местах их установки;

и. При наличии многократных случаев перекрытий с шлейфов анкерных опор на элементы опор должны предусматриваться мероприятия по предотвращению перекрытий.

7.7 В проектно-сметной документации на сооружение ВЛ следует предусматривать защиту проводов и грозозащитных тросов от вибрации и пляски в соответствии с требованиями ТКП 339 (раздел 5.3) и других ТНПА.

Установка гасителей вибрации при реконструкции, модернизации и техническом переоснащении ВЛ должна проводиться в соответствии с нормами, действующими на момент выполнения проектной документации.

Если при эксплуатации ВЛ на ней имели место неоднократные обрывы проволок проводов и грозозащитных тросов, то на основании замеров параметров вибрации и проведения необходимых расчетов разрабатывается проект защиты проводов (тросов) от вибрации.

## **8 Требования к техническим решениям по выбору изоляции, арматуры, заземляющих устройств, защиты от перенапряжений**

8.1 Выбор количества, типа и материала (стекло, фарфор, полимер) изоляторов проводится в соответствии с требованиями ТКП 339 (раздел 5.3 и приложения Б) с учетом климатических условий (температуры и увлажнения),

условий загрязнения, опыта эксплуатации существующих ВЛ.

На ВЛ 35–330 кВ необходимо, как правило, применять стеклянную и полимерную изоляцию. При этом на ВЛ 330 кВ необходимо применять полимерную изоляцию, надежная работа которой подтверждена безотказной эксплуатацией в течение нормативного срока ее службы.

На ВЛ, проходящих в особо сложных для эксплуатации условиях (болота, над лесом и т.п.), на ВЛ, сооружаемых на двухцепных и многоцепных опорах, и на ВЛ, питающих тяговые подстанции электрифицированных железных дорог, независимо от напряжения следует применять стеклянные изоляторы или, при наличии соответствующего обоснования, полимерные, на больших переходах – стеклянные изоляторы.

**8.2** Конструкции гирлянд изоляторов и креплений грозозащитных тросов рекомендуется выбирать в соответствии с действующими типовыми проектами.

На отдельных сложных участках ВЛ могут быть применены конструкции гирлянд, требующие разработки нестандартных изделий линейной арматуры. Нестандартные изделия линейной арматуры должны применяться только после проведения их испытаний и приемки в установленном порядке.

При возведении, реконструкции, модернизации и техническом перевооружении ВЛ, по согласованию с заказчиком, наряду с традиционной линейной арматурой (прессуемой, скручиваемой и болтовой) может применяться спиральная арматура, а также демпфирующие распорки для расщепленного провода, междуфазовые изолирующие распорки для уменьшения пляски проводов.

**8.3** Конструкция поддерживающих гирлянд ВЛ 330 кВ и выше должна обеспечивать такую величину падения напряжения на каждом из наиболее нагруженных изоляторов, при которой не превышает допустимый уровень радиопомех от короны.

**8.4** Для повышения грозоупорности ВЛ рекомендуется:

а. устанавливать ограничители перенапряжений на участках с высоким удельным сопротивлением грунтов, на пересечениях, выполняемых на повышенных опорах, на безтросовых участках, увеличивать количество изоляторов в гирляндах и другое;

б. на вновь сооружаемых ВЛ на двухцепных опорах для снижения количества двухцепных отключений применять дифференцированную изоляцию цепей со степенью дифференциации не менее 20 .

**8.5** Отказ от подвески грозозащитного троса на ВЛ или их отдельных участках допускается по ТКП 339 (5.3.9.1) при наличии обоснования и по согласованию с заказчиком (эксплуатирующей организацией).

**8.6** При реконструкции, модернизации и техническом перевооружении ВЛ:

а. выбор изоляторов по механической прочности для новых участков ВЛ, сооружаемых взамен ликвидируемых по различным причинам, проводится по нагрузкам, которые определяются для климатических условий, уточненных в

соответствии с п.5.13.3;

б. при необходимости, на основании расчетов и опыта эксплуатации предусматривается подвеска балластов к поддерживающим гирляндам или увеличение массы существующих балластов;

в. при подвеске на ВЛ или отдельных ее участках нового провода выбор линейной арматуры проводится по действующим нормам с учетом нагрузок от выбранного провода;

г. замена линейной арматуры по причине ее коррозии, старения, износа, а также изменение местоположения и регулировка защитной арматуры (колец, экранов, гасителей вибрации, дистанционных распорок и др.) проводится с учетом 4.9 и 4.10 настоящего стандарта;

д. на основании опыта эксплуатации по согласованию с заказчиком проводятся изменение решений по грозозащите на подходах ВЛ к подстанциям и замена имеющихся на ВЛ дефектных защитных аппаратов (трубчатых и вентильных разрядников, ограничителей перенапряжения, искровых промежутков);

е. с учетом 4.9 и 4.10 настоящего стандарта предусматриваются работы по доведению величин сопротивления заземляющих устройств до нормируемых значений, установке новых заземляющих проводников при наличии коррозии или обрывов существующих, восстановлению соединений заземлителей с грозозащитным тросом и траверсами опор посредством заземляющих проводников, замене поврежденных коррозией заземлителей.

**8.7** ЗУ опор в грунтах с высоким удельным электрическим сопротивлением должны выполняться с применением глубоких вертикальных заземлителей (электродов) (Приложение Д). Необходимо учитывать, что ЗУ опор может выполнять не только грозозащитную функцию, но и защитную, обеспечивающую электробезопасность ремонтного персонала при работе на ВЛ, находящейся под наведенным напряжением, а также защитную, для снижения термического воздействия на ОКГТ токов КЗ на землю.

## **9 Требования к прохождению ВЛ по различным видам местности. Пересечения и сближения**

**9.1** При проектировании ВЛ следует предусматривать:

а. мероприятия по обеспечению нормируемых расстояний от проводов ВЛ до поверхности земли и пересекаемых естественных препятствий и инженерных сооружений, а также до различных объектов при сближении с ними;

б. на основании проведенных расчетов защиту линий связи от опасного и мешающего влияний ВЛ или перевод (реконструкцию) воздушных линий связи в кабельные при переводе ВЛ на более высокое напряжение, выносе участков ВЛ на новую трассу, при выявлении вблизи ВЛ новых линий связи, при возрастании расчетных токов короткого замыкания;

в. на основании проведенных расчетов уровней наведенного напряжения на заземленных проводах проектируемой (реконструируемой) ВЛ при отключении ее и заземлении по концам, при превышении наведенного напряжения на проводах

величины 25 В, выполнять разработку технологических карт или ППР (ТКП 427). То же относится к существующим ВЛ, для которых проектируемая является влияющей;

г. перенос или переустройство линий связи по требованию заказчика из-за наличия случаев повреждения ВЛ, вызванных обрывами проводов или другими повреждениями линий связи;

д. выполнение по требованию заказчика работ по восстановлению, приведению в исправное состояние или установке вновь сигнальных знаков на переходах через судоходные реки и автомобильные дороги, светоограждения и дневной маркировки переходных опор, отбойных тумб для защиты от наезда транспорта;

е. с учетом 4.9 и 4.10 настоящего стандарта дополнительную разрубку просек при переводе ВЛ на более высокое напряжение, изменении назначения ВЛ, при установке на ВЛ опор с увеличенными расстояниями между крайними фазами, а также в связи с изменением требований ТКП 339 (учет перспективного роста деревьев, радиуса крон, увеличение нормированных расстояний между проводами и кронами деревьев).

ж. при необходимости, по решению заказчика расширение просеки, вырубку отдельных деревьев в полосах леса, прилегающих к просеке, а также деревьев и насаждений высотой более 4 м в пределах просеки ВЛ.

**9.2** В предпроектной и проектной документации большие переходы через водоемы и ущелья следует, как правило, прорабатывать в нескольких вариантах. Выбор варианта проводится на основании технико - экономического сравнения.

**9.3** При проектировании светоограждения опор в качестве одного из взаиморезервирующих источников питания светоограждения рекомендуется предусматривать емкостной отбор мощности от грозозащитных тросов или другие автономные источники питания.

**9.4** На протяженных (более 20 км) ВЛ 35 кВ, проходящих в труднодоступной местности, по землям лесного фонда и имеющих ответвления, предусматривать секционирование участков ВЛ 35 кВ путём установки реклоузеров 35 кВ или других коммутационных аппаратов с дистанционным управлением.

## **10 Требования к ВЛ, проходящим в сложных климатических условиях**

**10.1** К районам со сложными климатическими условиями относятся:

а. районы по гололеду IV и выше (толщина стенки гололеда 25 мм и более с повторяемостью 1 раз в 25 лет);

б. районы по ветру V и выше (нормативное ветровое давление 1000 Па и более на высоте 10 м над поверхностью земли с повторяемостью 1 раз в 25 лет);

в. районы, где ветровое давление при гололеде с повторяемостью 1 раз в 25 лет превышает 280 Па независимо от района по гололеду;

г. районы, где аварийность ВЛ данного класса напряжения от воздействия гололедно-ветровых нагрузок превышает среднюю по региону, независимо от

района по ветру или гололеду по картам климатического районирования или региональным картам.

**10.2** Районы со сложными климатическими условиями определяются по картам климатического районирования с повторяемостью 1 раз в 25 лет, путем обработки многолетних данных наблюдений согласно ТКП 641 и по данным эксплуатации ВЛ. Для определения таких территорий и оценки их характеристик рекомендуется привлекать специализированные организации.

**10.3** В районах со сложными климатическими условиями следует выделять локальные участки, где возможно повышение нагрузок данного климатического района за счет влияния особенностей микрорельефа местности.

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

**10.4** Для районов со сложными климатическими условиями значения расчетных климатических нагрузок на ВЛ могут устанавливаться заказчиком в задании на проектирование, с помощью установления региональных коэффициентов согласно ТКП 339 (пункт 5.3.5).

**10.5** Выбор трассы должен учитывать возможность и частоту появления повышенных гололедных, ветровых и гололедно-ветровых нагрузок.

При изысканиях трасс ВЛ следует обходить участки, где по физико-географическим условиям можно ожидать повышения нагрузок (по п.10.3.) или частой и интенсивной пляски проводов.

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

**10.6.1** При выполнении проекта рассматривать варианты сооружения ВЛ:

е. в «гололедоупорном» выполнении, т.е. рассчитанного на максимально наблюдаемые гололедно-ветровые нагрузки;

ж. в нормальном исполнении с организацией плавки гололеда на проводах и грозозащитных тросах.

Выбор оптимального решения производится на основе технико-экономического сравнения.

**10.6.2** При возможности организации плавки по схеме простой в эксплуатации и не требующей применения сложного оборудования рекомендуется ее применение в качестве дополнительного мероприятия к сооружению «гололедоупорной» ВЛ.

**10.6.3** Применять сталеалюминиевые провода сечением по алюминию, как правило, не менее 150 мм<sup>2</sup> для ВЛ 35 кВ, не менее 185 мм<sup>2</sup> для ВЛ 110 кВ, не менее 240 мм<sup>2</sup> для ВЛ 220 кВ и выше. 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 и грозозащитных

тросов и конструкции фазы, отличных от примененных по всей линии.

**10.6.4** При проектировании конструкций ВЛ для климатических районов с большими отложениями гололеда на проводах и тросах и для районов с частой и интенсивной пляской проводов для предотвращения схлестывания проводов, междуфазовых перекрытий, перекрытий провод – трос расстояния между проводами (проводами и тросами) должны устанавливаться с учетом возможных траекторий проводов (тросов) при сбросе гололеда и при пляске.

Для ограничения пляски проводов и предотвращения их схлестывания при сбросе гололеда рекомендуется применять междуфазовые изолирующие распорки, ограничители гололедообразования и налипания мокрого снега на проводах, гасители пляски.

**10.6.5** Для ВЛ, требующих повышенной надежности, рекомендуется принимать соответственно увеличенные расстояния между проводами или между проводами и тросами (в районах с умеренной пляской как для районов с частой и интенсивной пляской, во II районе гололедности как для III района гололедности и т.п.).

**10.6.6** Применять стеклянные или полимерные изоляторы. На ВЛ 110 кВ и выше следует применять двухцепные поддерживающие и натяжные гирлянды с раздельным креплением к опоре или одноцепные гирлянды с изоляторами на класс выше, чем это требуется по механическим нагрузкам в соответствии с ТКП 339 (подраздел 5.3).

**10.6.7** Применять, как правило, опоры и фундаменты индивидуальной конструкции (как для вновь разработанных, так и изготавливаемых по чертежам повторного применения).

При проектировании ВЛ 35–220 кВ на железобетонных опорах применять:

– для одноцепных опор ВЛ 35–220 кВ и двухцепных опор ВЛ 35 кВ стойки с предельным изгибающим моментом на ступень выше, чем требуется по расчетной нагрузке, определенной в соответствии с требованиями ТКП 339;

– для двухцепных опор ВЛ 110–220 кВ порталные опоры с внутренними связями.

**10.7** Для ВЛ 110–330 кВ или их участков в районах с повышенными гололедными нагрузками по п.10.1.1. и п.10.1.3., за исключением подходов к подстанциям, при обосновании возможно сооружение ВЛ без грозозащитных тросов при числе грозových отключений не превышающем трех в год для ВЛ 110–330 кВ.

**10.8** Для участков ВЛ с сильным гололедообразованием, на которых невозможна организация плавки из-за недопустимого перегрева проводов на остальной части ВЛ, где провода свободны от гололеда или стенка гололеда незначительна, рекомендуется разработка схем локального нагрева проводов или сооружение этих участков в «гололедоупорном» исполнении.

**10.9** При реконструкции ВЛ рекомендуется предусматривать применение плавки гололеда на ВЛ, требующих утяжеления климатических условий в связи с изменением требований норм, и на ВЛ, на которых имели место неоднократные

отказы по причине воздействия гололедных и гололедно-ветровых нагрузок, независимо от района гололедности.

**10.10** Проектирование схем и устройств плавки гололеда следует выполнять на основании СТП 34.20.511 (РД 34.20.511) и СТП 34.20.512 (РД 34.20.512), регламентирующих выполнение плавки гололеда.

**10.11** Схемы плавки должны быть простыми и надежными.

При выборе схемы следует отдавать предпочтение схемам, обеспечивающим максимальную простоту, механизацию и автоматизацию процесса сборки схемы и восстановления нормальной работы сети.

Схема плавки должна в минимальной степени нарушать режим работы сети и снижать качество электроэнергии, передаваемой потребителю.

Во избежание перерыва в электроснабжении потребителей при плавке гололеда рекомендуется рассматривать целесообразность пофазной плавки с проведением при необходимости мероприятий по симметрированию неполнофазных режимов работы сети.

**10.12** Установки плавки гололеда, расположенные на разных подстанциях электрической сети, должны обеспечивать возможность их взаимного резервирования или совместной работы при организации плавки на особо протяженных ВЛ.

**10.13** Для возможности осуществления плавки гололеда на ВЛ допускается увеличение трансформаторной мощности на существующих подстанциях 35 кВ и выше, от которых отходят эти ВЛ.

**10.14** В схемах плавки гололеда для каждой ВЛ следует указывать величину тока плавки и величину максимального тока, допустимого по техническому состоянию элементов ВЛ и оборудования подстанций.

Для ВЛ с участками микроклимата необходимо учитывать неравномерность нагрева проводов из-за неравномерной величины гололедных отложений по длине ВЛ.

**10.15** При плавке гололеда токами короткого замыкания не рекомендуется использовать для заземления заземляющие устройства электрических станций и подстанций.

**10.16** Для закорачивания фаз или установки заземлений при сборке схем плавки рекомендуется предусматривать применение стационарных коммутационных аппаратов.

**10.17** Плавку гололеда на тросах следует предусматривать, как правило, на тех ВЛ, где возможно опасное приближение покрытых гололедом тросов к проводам (свободным от гололеда, освободившимся от гололеда, с небольшими отложениями гололеда).

Для протяженных ВЛ при невозможности организации плавки гололеда на

грозозащитном тросе по всей длине ВЛ, а на непроплавляемых участках возможно опасное сближение проводов и тросов, рекомендуется отказ от подвески троса на этих участках с установкой ОПН, применение схем локального нагрева тросов, применение специальных опор.

**10.18** При плавке гололеда на грозозащитных тросах, имеющих в поддерживающих тросовых креплениях четыре и более изоляторов, следует проводить проверку сближения провода и троса при неравномерной гололедной нагрузке и в необходимых случаях применять поддерживающие крепления со сниженной степенью подвижности вдоль троса (например, Л-образные и др.).

**10.19** При наличии плавки гололеда на проводах или грозозащитных тросах ВЛ, на которой сооружается волоконно-оптическая линия связи с использованием ОКНН, последний должен быть проверен на длительное воздействие температуры провода или троса, возникающей при протекании тока плавки, в точках соприкосновения кабеля и провода (троса) или кабеля и арматуры его крепления к проводу (тросу).

**10.20** На ВЛ с плавкой гололеда следует предусматривать установку устройств, сигнализирующих о появлении гололеда и о необходимости прекращения плавки.

**10.21** На время плавки с учетом ее кратковременности допускается снижение наименьших расстояний от проводов ВЛ до поверхности земли и до пересекаемых объектов на 1,0 м по сравнению с установленными в ТКП 339 (раздел 5.3).

## **11 Охрана окружающей среды**

**11.1** В соответствии с [10] в составе проектной документации должен разрабатываться раздел «Охрана окружающей среды», выполняемый по решению заказчика в виде отдельного тома или в общем томе проекта (как правило, для технически несложных объектов).

Согласно Закона РБ «О государственной экологической экспертизе» [11] для ВЛ напряжением 220 кВ и более и протяженностью более 15 км в составе обоснований инвестиций и архитектурных проектов выполняется раздел «Оценка воздействия на окружающую среду».

**11.2** При проектировании ВЛ должны учитываться следующие факторы воздействия на окружающую среду, здоровье и жизнедеятельность человека:

- специфические воздействия*
- электрическое поле (учитывается только на территории населенных пунктов);
  - магнитное поле (учитывается только на территории населенных пунктов);
  - радио- и телевизионные помехи (ГОСТ 22012);
  - опасные и мешающие влияния на линии связи и проводного вещания [21] и

[22];

- наличие условий, приводящих к гибели птиц в районах их расселения и на путях их миграции [12];
- ограничение землепользования [13];
- нарушение эстетики ландшафта (для природоохраняемых и рекреационных территорий, вблизи памятников истории и культуры) [14];
- общестроительные (неспецифические) воздействия*
- изъятие земель в постоянное пользование [13];
- изъятие земель во временное пользование [13];
- нарушение естественного состояния грунта и рельефа [1];
- сокращение площадей насаждений (разрубка просек) [3];
- загрязнение поверхностных и грунтовых вод (только при строительстве) [15].

**11.3** При проектировании ВЛ следует выполнять требования нормативных правовых актов, регламентирующих уровень воздействия ВЛ на окружающую среду, жизнедеятельность и здоровье населения, применяя соответствующие конструктивные и проектные решения, а при необходимости, специальные мероприятия, обеспечивающие снижение воздействий ВЛ до безопасных значений, требуемых действующими нормами.

При отсутствии по отдельным видам воздействий нормативных правовых актов следует использовать имеющиеся данные соответствующих научно-исследовательских организаций и опыт эксплуатации аналогичных объектов (в том числе за рубежом).

**11.4** При проектировании ВЛ следует учитывать предоставляемые заказчиком данные об отрицательном воздействии их на окружающую природную среду и население и при наличии таковых предусматривать конструктивные и проектные решения (а при необходимости и специальные мероприятия или технические средства), снижающие указанные воздействия до безопасных значений.

**11.5** Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля определяются в соответствии с [27] и [28].

При необходимости в проектной документации приводятся рекомендации по контролю за соблюдением предельно допустимых уровней напряженности в соответствии с требованиями указанных ТНПА.

**11.6** При прохождении ВЛ по территории заповедников, национальных парков, заказников, зон отдыха, а также вблизи памятников истории и культуры рекомендуется выполнение мероприятий, направленных на уменьшение визуального воздействия ВЛ на естественные ландшафты, такие, как экранировка ВЛ рельефом и растительностью от автомобильных и железных дорог; применение опор, отвечающих требованиям промышленной эстетики; маскировочная окраска опор; прокладка в лесу ломанных трасс во избежание протяженных открытых коридоров; применение разновысоких опор и прочее.

**11.7** В проектной документации ВЛ должны содержаться рекомендации по рекультивации земель, восстановлению после завершения строительства земельных участков, предоставленных во временное пользование, до первоначального состояния.

**11.8** Ширина просек в насаждениях определяется требованиями ТКП 339 (раздел 5.3).

**11.9** При наличии требований владельцев земли или природоохранных органов в проектно-сметную документацию реконструкции, модернизации и технического переоснащения ВЛ по решению заказчика включаются с соответствующим указанием в задании на проектирование:

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

## **12 Организация ремонта и технического обслуживания ВЛ**

**12.1** Форма и структура организации ремонтно-технического обслуживания ВЛ определяется в соответствии с утвержденной схемой организации эксплуатации электрических сетей энергосистемы Республики Беларусь.

**12.2** Для выполнения работ по ремонту и техническому обслуживанию ВЛ в составе ремонтно-производственных баз ФЭС РУП-облэнерго предусматриваются производственные помещения. При этом должно быть обеспечено широкое применение передвижных ремонтных мастерских, машин, механизмов, средств малой механизации, такелажа и различных приспособлений.

**12.3** В проектах необходимо определять численность персонала, обслуживающего ВЛ, необходимое количество и номенклатуру машин и механизмов. Для обслуживающего персонала, при необходимости, определяется объем жилищного строительства. Выбор места жилищного строительства и его объем должны решаться централизованно с учетом утвержденной схемы организации эксплуатации.

**12.4** В проектах необходимо предусматривать производственно-технологическую (линейно-эксплуатационную) связь между ремонтными бригадами и соответствующими диспетчерскими пунктами по всей

протяженности ВЛ, базами, с которых осуществляется техническое обслуживание, а также между бригадами и отдельными электромонтерами. Если ВЛ обслуживается с нескольких баз, необходимо предусмотреть связь между последними. Производственно-технологическая связь должна быть предусмотрена и для пунктов временного пребывания персонала на трассе ВЛ.

**12.5** В проектах ВЛ необходимо предусматривать аварийный запас материалов и оборудования в объеме согласно действующим нормативам.

При необходимости в него должны быть включены сверх нормативов провода, изоляторы и арматура для специальных переходов, а также материалы и оборудование, израсходованного из аварийного запаса на ликвидацию аварии. В сметной документации должны предусматриваться средства на приобретение аварийного запаса.

Для ВЛ, проходящих над лесом, в проектах должны быть проработаны и отражены противопожарные мероприятия.

**12.6** В районах с толщиной стенки гололеда 20 мм и более выбор варианта применения плавки гололеда на проводах и тросах с соответствующим снижением расчетной нагрузки от гололеда или сооружение линий с учетом наибольших расчетных нагрузок производится на основе технико-экономического сравнения.

**12.7** Для нормальной эксплуатации ВЛ должны быть обеспечены подъезды к трассе ВЛ, проезды вдоль ВЛ в соответствии с требованиями ТКП 339. Требования 5.3.3.4 ТКП 339 (следует применять и для ВЛ 35 кВ).

**12.8** Для обеспечения нормальной эксплуатации ВЛ должны предусматриваться:

**12.8.1** Сооружение новых или расширение существующих баз, с которых будет осуществляться ремонт и техническое обслуживание ВЛ.

**12.8.2** Технические средства по профессиональной подготовке персонала (тренажеры, полигоны и др.).

**12.8.3** Приобретение передвижных и быстромонтируемых общежитий для размещения персонала на период выполнения ремонтных работ на ВЛ, срок службы которых не менее 25 лет.

**12.9** Для ВЛ вновь осваиваемых классов напряжения, нового конструктивного исполнения, с опорами из новых материалов, в том числе повышенных, для прохождения ВЛ над лесом, в составе проектной документации должна разрабатываться технология организации ремонта и технического обслуживания ВЛ с учетом применения механизмов и транспортных средств, соответствующих условиям будущей эксплуатации.

**12.10** Для ВЛ, на которых монтажные, аварийно-восстановительные и ремонтно-эксплуатационные работы будут выполняться с использованием вертолетов, следует предусматривать в залесенной местности разрубку леса для обеспечения посадки вертолетов на трассе с обустройством площадок по техническим условиям авиации.

**12.11** Вопросы организации ремонтно-технического обслуживания проектируемых или существующих волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), подвешиваемых на ВЛ (самонесущие кабели или встроенные в грозотрос), должны решаться в соответствии с СТП 09110.48.506, СТП 09110.48.505.

### **13 Организация строительства ВЛ**

**13.1** Вопросы организации строительства ВЛ в конкретных проектах должны разрабатываться в соответствии с ТКП 45-1.03-161, [16], действующими строительными нормами по разработке ПОС и эталонами.

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

Расчетная продолжительность строительства для возведения, реконструкции, модернизации, технического переоснащения или капитального ремонта ВЛ определяется по действующим ТНПА.

**13.3** В составе задания на разработку обоснований инвестиций в техническое переоснащение (реконструкцию) ВЛ и исходных материалов, выдаваемых вместе с заданием на проектирование, заказчик представляет проектной организации данные об условиях и сроках отключения ВЛ (полностью или по участкам) для выполнения работ по техническому переоснащению (реконструкции), а также о местах приемки и способах складирования демонтированных элементов ВЛ или методах и местах их уничтожения, а также сведения о необходимости повторного использования демонтированных материалов и требования к их способам упаковки и складирования. Стоимость работ по демонтажу, упаковке и складированию материалов, необходимых для повторного использования, должна учитываться в объектных сметах.

**13.4** В ПОС приводятся обоснования выбора транспортных схем доставки основных грузов и местных материалов, набора временных зданий и сооружений, используемых при строительстве ВЛ, выбора принятых методов ведения основных строительного-монтажных работ, количество монтажных площадок, съездов, мостов, лежневых и др. дорог, необходимость строительства жилых городков, перевалочных баз и т.п.

**13.5** Приведенный в ПОС календарный план строительства должен иметь квартальную разбивку на весь период строительства, и в общем случае, составляться с выделением работ подготовительного периода и основных строительного-монтажных работ (устройство фундаментов, установка опор, монтаж проводов и грозозащитных тросов и др.).

Календарный план следует совмещать с графиком движения рабочей силы.

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

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

Конкретные размеры земельных участков для установки опор в лесу, в проекте должны определяться, исходя из объемов работ по закреплению опор в земле, необходимости инженерного обустройства площадки опоры с целью обеспечения ее устойчивости и безопасной эксплуатации.

Размеры участков, временно используемых при строительстве для установки опор или монтажа проводов и тросов, а также при проведении ремонтных работ, должны определяться с учетом принятого способа сооружения ВЛ, ПОС и методов строительства.

**13.7** Для сохранения природного ландшафта, земельных угодий, а также сохранности монтируемых проводов и грозозащитных тросов необходимо предусматривать в ПОС выполнение монтажа опор методом наращивания или с помощью механизмов большой грузоподъемности, а монтажа проводов и грозозащитных тросов – под тяжением.

**13.8** По заданию заказчика составляется ведомость потребности в основных строительных конструкциях и материалах.

**13.9** При использовании для строительства ВЛ средств водного транспорта (сооружение переходов через водные преграды, транспортировка грузов и пр.) в сметной документации следует учитывать затраты как на аренду судов, так и на аренду или сооружение причалов.

**13.10** При определении подрядчика по строительству ВЛ путем проведения конкурса по выбору подрядной организации перечень данных, приводимых в ПОС конкретного проекта, согласовывается с заказчиком проекта.

Работы по техническому перевооружению (реконструкции) ВЛ в качестве подрядной организации могут выполнять полностью или частично организации заказчика (преимущественно работы, указанные в 4.10 настоящего стандарта).

**13.11** Земли, нарушенные при строительстве ВЛ, должны быть восстановлены. Объем и характер работ по восстановлению определяются в зависимости от характеристик применяемых при строительстве механизмов (удельное давление на грунт и пр.), технологии работ по строительству, характеристик грунта.

**13.12** Проектом организации строительства на участках пересечения и сближения с водоемами и водотоками, имеющими рыбохозяйственное значение, необходимо предусматривать:

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

#### **14 Требование к объему проектной документации и указания по проектированию**

**14.1** Порядок разработки (в том числе стадийность), согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство ВЛ регламентируется ТНПА.

**14.2** Содержание, состав, объем и оформление предпроектной и проектно-сметной документации, а также заданий на проектирование определяется соответствующими эталонами (образцами, макетами), утвержденными в установленном порядке (ТКП 45-1.02-298). В соответствующий эталон проектно-сметной документации ВЛ должен быть также включен разрез линейной ячейки ПС и ВЛ с определением размеров и габаритов всех спусков с ВЛ на порталы и оборудование ПС.

**14.3** По заданию заказчика, проектно-сметная документация может разрабатываться в одну стадию (АС) с предварительной разработкой предпроектной документации включающей и разработку технических требований на материалы (ОКГТ, ОКСН, ОКНН, изоляторы, опоры и т.д). В таком случае проектная документация на данной предпроектной стадии должна выполняться по степени проработки архитектурного проекта с выполнением соответствующего технического обследования конструкций ВЛ, выполнением комплексных изысканий и выполнением требований технических условий (предоставляемых заказчиком) на пересекаемые (сближаемые) инженерные сооружения.

Проектирование ВЛ, в обязательном порядке, должно выполняться на основании комплексных инженерных изысканий в состав которых должны включаться продольные профили трасс ВЛ (планы, детали переходов) - для вновь сооружаемых ВЛ и реконструируемых ВЛ, на стадии проектирования архитектурный проект – планы трасс ВЛ.

**14.4** Сметная стоимость строительства ВЛ определяется в базисных ценах по действующим сметным нормам. Стоимость сооружения ВЛ – договорная.

**14.5** В целях повышения качества и сокращения сроков проектирования разработка проектно-сметной документации должна выполняться с применением ЭВМ, САПР, аэросканирования.

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

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

**14.7** При разработке проектной документации проводится проверка принятых в ней новых технических решений на патентную чистоту и патентноспособность.

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

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

**14.9** Для ВЛ напряжением 220 кВ и выше (а также для ВЛ 35-110 кВ, проходящих в сложных геологических условиях, на переходах через крупные поймы и водотоки) инженерно-геологические изыскания следует проводить применительно к местам установки опор с получением характеристик грунтов по всей сфере влияния сооружения на грунты.

В состав изысканий под свайные фундаменты ВЛ всех напряжений включается динамическое или статическое зондирование под каждую опору.

В объем изысканий в районах распространения специфических грунтов (засоленных, просадочных, набухающих, органических, техногенных и т.п.) должен входить комплекс исследований (полевых и лабораторных) специфических свойств этих грунтов с целью определения степени их воздействия на проектируемые сооружения.

**14.10** Проектирование заземляющих устройств опор ВЛ, как правило, производится на основе данных об удельных сопротивлениях грунтов, полученных непосредственно при измерениях на трассе проектируемой ВЛ.

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

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

**14.12** Для обеспечения качественного выполнения строительно-монтажных работ в сметной документации предусматриваются средства на проведение авторского надзора за строительством ВЛ, особенно для ВЛ, сооружаемых в

сложных климатических и природных условиях, для ВЛ, на которых применяются новые технические решения.

**14.13** Для сложных и особо сложных объектов в сметной документации предусматриваются средства на разработку ППР.

**14.14** В сметной стоимости работ по сооружению ВЛ выделяется стоимость работ по переустройству объектов смежных с проектируемой ВЛ и входящих в состав ее проекта.

**14.15** В случае применения индивидуальных конструкций элементов ВЛ (фундаментов, опор) необходимо в сметах на строительство объекта предусматривать затраты на разработку технологических карт, оснастки и др. для организации производства и разработки технологии строительства с применением таких конструкций.

## **15 Требования по проектированию ВОЛС-ВЛ**

### **15.1 Область применения, определения**

**15.1.1** Настоящая глава относится к волоконно-оптическим линиям связи, использующим для подвески оптического кабеля, воздушные линии электропередачи и составлен с учётом требований ТКП 339 (подраздел 5.3.12).

**15.1.2** Для целей настоящей главы используются термины и определения, приведенные в приложении А.

**15.1.3** Особенности сооружения ВОЛС-ВЛ по сравнению с традиционным способом прокладки кабеля в грунт:

- более надежное исполнение;
- уменьшение сроков строительства;
- уменьшение количества повреждений в районах городской застройки и промышленных зон;
- приведение линий электропередачи в надлежащее состояние;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат в районах с тяжелыми грунтами.

**15.1.4** В настоящее время для ВОЛС-ВЛ широко применяются следующие типы оптических кабелей:

ОКГТ – оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос;

ОКСН – оптический кабель самонесущий, неметаллический;

ОКНН – оптический кабель, навиваемый на грозозащитный трос или фазный провод, неметаллический.

**15.1.5** Требования настоящего раздела распространяются как на ВОЛС-ВЛ, сооружаемые в объеме возведения ВЛ, так и на ВОЛС-ВЛ, сооружаемые на действующих ВЛ в порядке их реконструкции, модернизации и технического перевооружения. ОКГТ подвешивается вместо грозотроса.

**15.1.6** Для подвески ОКГТ должны использоваться ВЛ, удовлетворяющие следующим требованиям:

- ресурс ВЛ должен обеспечить заданный срок службы ВОЛС-ВЛ;

– ВЛ должна быть, как правило, резервирована, чтобы обеспечить возможность оперативного ее отключения.

**15.1.7** Нормативный срок службы ВОЛС-ВЛ должен быть, как правило, не менее 25 лет.

## **15.2 Общие требования**

**15.2.1** Размещение ОК на ВЛ должно осуществляться путем подвески ОКГТ или ОКСН на опорах ВЛ при помощи линейной арматуры или навивки ОКНН на грозозащитный трос или фазный провод ВЛ.

**15.2.2** Применяемое на ВОЛС-ВЛ оборудование должно соответствовать требованиям ТНПА или технических условий, утвержденных в установленном порядке, иметь сертификат соответствия.

**15.2.3** Применяемое на ВОЛС-ВЛ линейное оборудование и материалы по своим нормируемым, гарантируемым и расчетным характеристикам должны соответствовать условиям работы ВЛ.

Ответвления ВОЛС от ВЛ, сооружаемые на отдельных опорах, к регенерационным пунктам (в части требований к габаритам до земли, опорам, фундаментам, заземлениям) должны проектироваться в соответствии с ТКП 339, относящимся к ВЛ класса 110 кВ. На этих ответвлениях рекомендуется применять ОКГТ или ОКСН той же марки, что и на ВОЛС-ВЛ.

Климатические условия для проектирования заходов должны приниматься такими же как на ВОЛС-ВЛ.

**15.2.5** На опорах ВЛ при установке соединительных муфт должны быть нанесены на высоте 2,5–3,0 м постоянные знаки:

- условные обозначения ВОЛС;
- номер соединительной муфты.

## **15.3 Климатические условия**

**15.3.1** Климатические условия при проектировании ВОЛС-ВЛ в объеме возведения ВЛ должны соответствовать условиям принятым для проектирования линии электропередачи.

Определение расчетных климатических условий, интенсивности грозовой деятельности и пляски проводов для расчета и выбора конструкций ВЛ и ВОЛС-ВЛ должно проводиться на основании карт климатического районирования.

**15.3.2** При проектировании ВОЛС-ВЛ на действующих ВЛ должно быть выявлено соответствие климатических условий, принятых в проекте ВЛ, к времени разработки проекта подвески ОК.

Ужесточение климатических условий должно быть учтено в проекте ВОЛС-ВЛ и в проекте реконструкции ВЛ, на которой она сооружается.

**15.3.3** Расчетные значения ветровых давлений (скоростных напоров) и толщин стенок гололеда при допуске тяжения, соответствующем предельному удлинению оптического волокна и максимальной допустимой упругой деформации несущих элементов при наибольших нагрузках, должны приниматься с повторяемостью 1 раз в 25 лет для ВЛ 110–750 кВ.

**15.4 Требования по выбору воздушных линий передачи**

**15.4.1** ВЛ, на которых осуществляется размещение ОК, должны соответствовать требованиям ТКП 339 (подраздел 5.3). При несоответствии ВЛ этим требованиям необходимо предусматривать необходимые мероприятия по устранению этого несоответствия (реконструкцию ВЛ после проведенного обследования).

**15.4.2.** Для организации ВОЛС-ВЛ допускается использовать ВЛ разного класса напряжений, совпадающих по направлению с трассой проектируемой ВОЛС.

**15.4.3** Выбор действующих ВЛ, совпадающих по направлению с проектируемой трассой ВОЛС, должен производиться на основании обследования этих ВЛ. При выборе ВЛ должно учитываться:

- износ элементов ВЛ (опор, фундаментов, проводов, грозозащитных тросов, заземлений);
- опыт эксплуатации ВЛ;
- обеспеченность и состояние подъездных путей к ВЛ;
- возможность размещения регенерационных пунктов.

**15.4.4** Трасса ВОЛС-ВЛ на подходах к энергообъектам должна выбираться в соответствии с планом разводки ВЛ различного класса напряжений и с учетом перспективы развития.

**15.4.5** Трасса ВОЛС-ВЛ при подвеске ОК на действующих ВЛ и размещение регенерационных пунктов на существующих площадках энергообъектов не подлежат согласованию с землепользователями, центральными и местными административными органами, только если эти работы производятся в рамках капитального ремонта ВЛ.

**15.4.6** Трасса ВОЛС-ВЛ на самостоятельных опорах на заходах к регенерационным пунктам выбирается и согласовывается в установленном порядке.

**15.4.7** В районах с толщиной стенки гололеда 20 мм и более, а также в местах с частыми образованиями гололеда или изморози в сочетании с сильными ветрами и в районах с частой интенсивной пляской проводов сооружение ВОЛС-ВЛ должно обосновываться техническими и экономическими расчетами.

**15.4.8** В актах выбора ВЛ для ВОЛС, выбора трасс ВОЛС на самостоятельных опорах, площадок под регенерационные пункты и подстановке дополнительных опор, в процессе реконструкции, должен быть предусмотрен объем природоохранных мероприятий на восстановление изымаемых земель во временное пользование при монтаже ОК на действующих ВЛ и в постоянное пользование при сооружении заходов к РП.

**15.5 Требования по выбору оптического кабеля**

**15.5.1** Применение ВОЛС на базе ОКГТ является обязательным для всех вновь строящихся и реконструируемых ВЛ 330 кВ, а для ВЛ 110 кВ – при экономической целесообразности.

**15.5.2** Конструкция ОК должна обеспечивать заданные оптические, физико-механические и электротехнические параметры в течение всего срока службы,

**СТП09110.20.188-\_\_**

который должен быть не менее 25 лет.

**15.5.3** Кабели, применяемые на ВОЛС-ВЛ, должны соответствовать СТП 09110.20.364.

**15.5.4** Кабели ОКГТ, ОКСН и ОКНН рекомендуется применять на следующих ВЛ:

ОКГТ – на существующих, проектируемых ВЛ 110 кВ и выше, ОКСН

– на существующих и проектируемых ВЛ до 110 кВ.

ОКНН – для навивки на грозотрос существующих ВЛ 110 кВ и выше, или для навивки на фазный провод ВЛ до 110 кВ.

**15.5.5** Перечень основных технических параметров для ОКГТ приведен в таблице 15.1.

**Таблица 15.1 – Основные технические параметры ОКГТ**

Наименование	Элемент конструкции, характеристика
Технические параметры	Механическая прочность при воздействии гололеда и ветра; герметичность, влагостойкость, стойкость к термическому воздействию токов короткого замыкания, стойкость к прямому воздействию ударов молнии, коррозионная стойкость, стойкость к воздействию соляного тумана, стойкость к воздействию высоких и низких температур. Срок службы не менее 25 лет.

**15.5.6** При выборе ОКГТ должна учитываться его термическая стойкость при воздействии токов короткого замыкания с учетом времени срабатывания основной защиты и аппаратуры повторного включения в соответствии с разделом 5 СТП 09110.48.5.

При наличии зоны нечувствительности основной защиты, термическая стойкость должна дополнительно проверяться по времени действия защиты, реагирующей на повреждение в этой зоне.

В случае необходимости, в проекте ВОЛС-ВЛ должны быть разработаны мероприятия по снижению теплового импульса, выделяющегося в ОКГТ при протекании по нему части ТКЗ.

**15.5.7** В районах, где опытом эксплуатации установлено разрушение сталеалюминевых проводов от коррозии (промышленные районы, районы засоленных грунтов, прилежащие к ним районы с атмосферой воздуха типов II и III), а также в местах, где такое разрушение ожидается на основании данных изысканий, следует применять ОКГТ повышенной коррозионной стойкости; либо применять специальные средства защиты от коррозии.

**15.5.8** Перечень основных технических параметров для ОКСН и ОКНН приведен в таблице 15.2.

**15.5.9** При выборе ОКСН должна учитываться его стойкость к воздействию электрического поля межфазового пространства ВЛ при условии возможного загрязнения и увлажнения поверхности ОК. Основные исходные данные, необходимые для расчета и расчетные формулы приведены в приложении В. Расчетные параметры воздействия ЭП должны соответствовать рекомендациям изготовителя.

**Таблица 15.2 – Основные технические параметры ОКСН и ОКНН**

Наименование	Требования
Технические параметры	Механическая прочность при воздействии гололеда и ветра, герметичность, влагостойкость, стойкость к воздействию высоких и низких температур, стойкость к воздействию напряженности электрического поля ВЛ, стойкость к термическому воздействию нагрузочных токов и токов КЗ (для ОКНН). Срок службы не менее 25 лет

**15.5.10** Параметры, необходимые для механического расчета ОКГТ и ОКСН (допустимые тяжения или напряжения и физико-механические характеристики), должны определяться по данным изготовителей подтверждаемыми протоколами испытаний аккредитованных испытательных организаций.

**15.5.11** Механический расчет должен проводиться на основании следующих исходных условий:

- при наибольшей нормативной и расчетной нагрузке от гололеда и ветра; при низшей температуре и отсутствии внешних нагрузок;
- при среднегодовой температуре и отсутствии внешних нагрузок.

**15.5.12** Допустимые тяжения для исходных условий механического расчета кабеля приведены в таблице 15.3

**Таблица 15.3 – Допустимые тяжения ОКГТ и ОКСН**

Исходные условия	Допустимые тяжения			Относительное удлинение ОВ в %
	Определения	Значения в % от МПР		
		ОКГТ	ОКСН	
1	2	3	4	5
Нормативная наибольшая внешняя нагрузка; низшая температура при отсутствии внешних нагрузок	Тяжение, при котором обеспечивается стабильная прочность конструкции и оптические характеристики волокна в течение всего срока службы ОК	40–45	40–45	0

Среднегодовая температура при отсутствии внешних нагрузок	Тяжение, при котором обеспечивается прочность ОК на усталость оптических волокон и несущих элементов при вибрации и ветре в течение всего срока службы в случае установки гасителей вибрации	20 увеличен ие параметр а возможно при соответст вующем подтверж дении (см.	25–35	0
Расчетная наибольшая внешняя нагрузка от гололеда и ветра	Максимально возможное тяжение ОК по допустимой упругой деформации несущих элементов и предельному удлинению оптического волокна при перегрузках от гололеда с ветром с расчетной повторяемостью (см. п.15.3.3.)	65–70	65–70	0,2
Расчетная разрушающая нагрузка (МПП в России, RTS в Европе, RBS – в	Минимальное тяжение, при котором повреждаются несущие элементы кабеля или оптические волокна	100	100	–

**15.5.13** При расчете стрел провеса ОК тяжения не должны превышать допустимых в таблице 15.3.

**15.5.14** Минимально допустимые сечения ОКГТ и ОКСН приведены в таблице 15.4.

**Таблица 15.4 – Минимально допустимые сечения ОКГТ и ОКСН**

Характеристика ВОЛС-ВЛ	Сечение несущей части кабеля, мм <sup>2</sup>	
	ОКСН	ОКГТ
ВОЛС-ВЛ без пересечений	50	70
Пролеты пересечений с инженерными сооружениями и судоходными реками	95	70

**15.5.15** Выбор ОКГТ и ОКСН должен производиться с учетом несущей способности элементов опор и фундаментов (заделок опор), на которых они должны быть подвешены.

**15.5.16** Типы и схемы установки гасителей вибрации на ОК в пролетах ВЛ должны приниматься по данным изготовителей или по результатам специальных стендовых или полевых испытаний.

**15.5.17** При выборе ОК необходимо учитывать, что минимальная температура и допустимый радиус изгиба, при которых допускается монтаж ОК, должны соответствовать значениям, указанным в нормативной документации на кабель.

**15.5.18** При выборе типа кабеля необходимо учитывать, что ОКНН может навиваться на нерасщепленном грозозащитном тросе, а также на фазном проводе без дистанционных распорок.

**15.5.19** При выборе ОКНН для навивки на фазном проводе следует учитывать:

- стойкость кабеля при воздействии напряженности электрического поля на поверхности проводов;
- стойкость при нагреве провода рабочим током и ТКЗ;
- физическое состояние провода и его соединительных зажимов.

**15.5.20** При выборе ОКНН для навивки на грозозащитном тросе следует также учитывать:

- стойкость к электрическому напряжению, наведенному на тросе;
- стойкость кабеля при термическом воздействии токов короткого замыкания;
- стойкость кабеля при прямом ударе молнии в трос;
- физическое состояние троса и соединительных зажимов.

**15.5.21** При выборе ОКНН для навивки на фазный провод и грозозащитный трос следует также учитывать:

- увеличение внешних нагрузок на провод и грозозащитный трос, на котором навит кабель, на элементы ВЛ (опоры, фундаменты, изоляторы и пр.) при ветре и гололеде;

– тяжение по кабелю, возникающее при изменении длины (или стрелы провеса) провода или грозозащитного троса при воздействии температуры воздуха или гололеда и ветра.

**15.5.22** Количество оптических волокон в ОК следует определять с учетом определенной перспективы роста трафика.

**15.5.23** Технические требования к волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозотрос, в соответствии с ТКП 45-1.02-295, являются неотъемлемой частью проектной документации и представляются проектной организацией в соответствии с приложением Г.

#### **15.6 Подвеска оптического кабеля встроенного в грозозащитный трос на опорах воздушных линий электропередачи**

**15.6.1** При размещении ОКГТ на опорах ВЛ должны учитываться следующие условия:

- защита проводов ВЛ от грозовых разрядов,
- условия работы ОКГТ в пролетах при сближении кабеля и фазных проводов при гололеде и ветре;
- пляска проводов ВЛ.

**15.6.2** Размещение ОКГТ по условиям защиты ВЛ от грозовых перенапряжений должно проводиться в соответствии с требованиями 5.3.9.6 и 5.3.9.7 ТКП 339, как подвеска грозозащитного троса.

**15.6.3** Выбор расстояния между проводами и ОКГТ по условию работы в пролете должен проводиться по 5.3.7.2 и 5.3.7.8 ТКП 339, как для грозозащитного троса.

**15.6.4** Расстояние между проводом и ОКГТ должно быть проверено по условиям сближения, свободных от гололеда проводов и ОКГТ, который покрыт гололедом. При этом расстояние между проводом и ОКГТ должно быть не менее указанных в таблице 5.3.17 ТКП 339 по рабочему напряжению.

**15.6.5** При подвеске ОКГТ предусматривается применение гасителей пляски проводов согласно [17].

#### **15.7 Подвеска самонесущего оптического кабеля на опорах воздушных линий электропередачи**

**15.7.1** При выборе места размещения ОКСН на опорах ВЛ должны учитываться следующие условия:

- удобство монтажа и последующего технического обслуживания;
- воздействие электрического поля межфазного пространства ВЛ при реальных условиях загрязнения и увлажнения оболочки кабеля;
- условия работы ОКСН в пролетах.

**15.7.2** При выборе расположения ОКСН относительно фазных проводов по воздействию ЭП параметры электрического поля должны соответствовать указанным в технической документации на кабель.

**15.7.3** В целях предотвращения случайного механического повреждения

ОКСН рекомендуется подвеска кабеля выше нижних проводов ВЛ.

**15.7.4** Расстояния ОКСН до поверхности земли при наибольшей стреле провеса должны быть не менее приведенных в таблицах 5.3.20 и 5.3.22 ТКП 339 и по величине соответствовать классу напряжения ВЛ, на которой размещается кабель. Допускается при необходимости расстояние до земли принимать как для ВЛ 110 кВ.

**15.7.5** Расстояния ОКСН до инженерных сооружений при наибольшей стреле провеса должны быть не менее приведенных в таблицах 5.3.24, 5.3.30, 5.3.34 – 5.3.38 ТКП 339 и по величине соответствовать классу напряжения ВЛ, на которой подвешивается кабель.

**15.7.6** Выбранная точка подвески ОКСН должна быть проверена по условию сближения (схлестывания) ОКСН в середине пролета с проводом или грозозащитным тросом.

Проверка должна проводиться при наибольшей стреле провеса, соответствующей габаритному пролету при нормативных нагрузках и при отсутствии ветра.

Расстояние проверяется по параметрам провода, грозозащитного троса и ОКСН и должно быть не менее 1,0 м.

**15.7.7** При подвеске ОКСН допускается применение гасителей пляски проводов согласно [17].

## **15.8 Соединение кабелей связи**

**15.8.1** Соединение ОК выполняется на промежуточных и анкерных опорах. При этом следует отдавать предпочтение анкерным опорам.

**15.8.2** Выбор места установки соединительных муфт рекомендуется выполнять по результатам натурного обследования трассы ВОЛС-ВЛ.

**15.8.3** К опорам, где устанавливается СМ должен обеспечиваться проезд машин со сварочной и измерительной техникой в любое время года.

**15.8.4** Крепление СМ на опоре осуществляется на высоте не менее 6 метров.

**15.8.5** Запас длины ОК с учетом соединения строительных длин в СМ должен быть выбран с учетом возможности выполнения сварки оптических волокон на земле в передвижной лаборатории.

**15.8.6** Нижняя точка спуска ОКГТ и ОКСН при входе в СМ должна располагаться на высоте не менее 5,0 м.

**15.8.7** Радиусы изгиба ОК должны быть не менее указанных в нормативнотехнической документации.

**15.8.8** Устройство крепления СМ на опоре должно обеспечивать демонтаж и монтаж СМ в эксплуатации в любое время года.

**15.8.9** Крепление запаса ОК в местах установки СМ рекомендуется выполнять с помощью специальных барабанов.

**15.8.10** На промежуточных опорах, где установлены СМ, кабели должны крепиться с помощью натяжных зажимов или с помощью подвесного устройства с двумя натяжными зажимами.

**15.8.11** Пластмассовые СМ должны применяться с металлическим защитным кожухом. Корпус металлических СМ или защитный кожух неметаллических СМ должны быть заземлены.

**15.8.12** Монтаж СМ на опорах ВЛ допускается проводить при температуре не ниже указанной в ТНПА на кабель.

### **15.9 Крепление кабелей на опорах**

**15.9.1** Арматура для подвески кабеля должна соответствовать ТНПА, в том числе техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

**15.9.2** При выборе конструкций натяжных и поддерживающих зажимов кабелей следует использовать зажимы спирального типа, при которых обеспечивается снижение поперечных нагрузок на оптические волокна кабеля.

**15.9.3** Натяжные и поддерживающие зажимы для ОКСН должны обеспечивать надежную работу ОКСН в электрическом поле ВЛ.

**15.9.4** Зажимы кабеля для ОКГТ должны быть стойкими при протекании по ним токов короткого замыкания и токов молнии.

**15.9.5** Прочность заделки ОК в натяжных зажимах должна составлять не менее 90 % разрывной прочности кабеля.

**15.9.6** Заделка ОК в поддерживающем зажиме должна исключать перемещение кабеля относительно оси подвески в эксплуатации при гололеде и ветре.

**15.9.7** Коэффициент запаса прочности линейной арматуры, входящей в состав крепления кабелей, т.е. отношение минимальной разрушающей нагрузки к нормативной нагрузке, воспринимаемой арматурой, должен быть не менее 2,5 при работе ВОЛС-ВЛ в нормальном режиме.

**15.9.8** Защита линейной арматуры от коррозии должна осуществляться согласно требованиям ГОСТ 13276.

В местах, где наблюдается разрушение арматуры ВЛ от коррозии, должна применяться арматура в специальном коррозиестойком исполнении.

**15.9.9** Размеры натяжного и поддерживающего зажима рекомендуется выбирать с учетом возможности установки на них динамического гасителя вибраций (с грузами).

**15.9.10** Динамические гасители вибрации (с грузами) должны устанавливаться либо на протекторы натяжных или поддерживающих зажимов, либо на отдельные протекторы.

**15.9.11** При применении кабелей иностранных фирм рекомендуется использовать арматуру (поддерживающие, натяжные зажимы и гасители вибрации и др.) фирмы-поставщика. При применении для крепления кабеля арматуры других фирм допустимость их применения должна быть обоснована.

**15.9.12** Крепление зажимов к опорам должно осуществляться шарнирно.

**15.9.13** Крепления ОКГТ должны быть заземлены на каждой опоре.

**15.9.14** Сопротивление заземления опор на новых и действующих ВЛ при подвеске ВОЛС-ВЛ не должно быть более указанного в таблице 5.3.19 ТКП 339.

**15.9.15** Заземление креплений ОКГТ должно выполняться отдельным заземляющим проводником. Сечение заземляющего проводника должно проверяться на термическую стойкость при КЗ.

**15.9.16** Требования 5.3.9.8 ТКП 339 на ОКГТ не распространяются.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Термины и определения**

Основные термины и определения использованные в СТП приведены в таблице А.1.

**Таблица А.1 – Термины и определения**

№	Термины и сокращения	Определения
1	2	3
1	Воздушная линия электропередачи (ВЛ)	Устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях
2	Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС)	Линия передачи, в которой средой распространения являются световоды из оптического волокна (ОВ)
3	Волоконно-оптическая линия связи на воздушных линиях электропередачи	Линия связи, включающая в себя оптический кабель, размещаемый на ВЛ, и волоконно-оптические системы передачи (ВОСП)
4	Волоконно-оптический кабель (ОК)	Кабельное изделие, содержащее оптические волокна, предназначенные для передачи информации с помощью световых сигналов
5	Волоконно-оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос (ОКГТ)	ОК, встроенный в грозозащитный трос, предназначенный для защиты ВЛ от прямых ударов молнии.
6	Волоконно-оптический кабель самонесущий неметаллический(О)	ОК, с армирующими элементами, выполненными из стеклопластиковых прутков или синтетических нитей
7	Волоконно-оптический кабель неметаллический навивной (ОКНН)	ОК, навиваемый на фазный провод или грозозащитный трос ВЛ
8	Волоконно-оптическая система передачи (ВОСП)	Цифровая система передачи с оптическими окончаниями, обеспечивающими передачу информации по ОК
9	Действующая ВЛ	ВЛ или ее участки, которые находятся под напряжением, либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных

1	2	3
10	Нормативно-технические документы (НТД)	Документы, установленные законодательными, национальными и иными нормативными правовыми актами Республики Беларусь, определяющие качество выполнения работ и оказания услуг (стандарты и иные приравненные к ним документы) в области проектирования, сооружения и эксплуатации воздушных линий электропередачи.
11	Эксплуатация ВОЛС-ВЛ	Техническое обслуживание, ремонт, аварийно-восстановительные работы ВОЛС-ВЛ
12	Отказ ВОЛС-ВЛ, элементов ВОЛС-ВЛ	Событие, заключающееся в нарушении работоспособности ВОЛС-ВЛ или элементов
13	Трасса ВОЛС-ВЛ	Полоса земли, на которой сооружена ВЛ
14	Линейная арматура, арматура	Совокупность крепежных, защитных и других изделий для размещения ОК на ВЛ
15	Должно, необходимо, следует	Означает обязательность выполнения требований настоящего раздела
16	Допускается, разрешается	Означает, что данное требование применяется в виде исключения
17	Строительная длина кабеля	Элемент заводского изготовления, поставляемый на строительство в готовом виде.
18	Анкерное крепление ОК	Крепление кабеля на анкерной опоре, предназначенное для восприятия тяжения кабеля в
19	Полуанкерное крепление ОК	Крепление кабеля на промежуточной опоре, предназначенное для восприятия тяжения кабеля в пролете.
20	Поддерживающее крепление ОК	Крепление кабеля на промежуточной опоре, предназначенное для восприятия массы подвешенного кабеля
21	Переход	Часть ВОЛС-ВЛ, проходящая через железную дорогу, ВЛ и другие инженерные сооружения.
22	Охранная зона ВЛ и ВОЛС-ВЛ	Зона вдоль ВЛ и ВОЛС-ВЛ в виде земельного участка и воздушного пространства, ограниченная вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов при неотклоненном их положении на расстоянии, м: для ВЛ 35 кВ ..... 15, для ВЛ 110 кВ ..... 20, для ВЛ 150, 220 кВ ..... 25, для ВЛ 330, 500 кВ ..... 30, для ВЛ 750 кВ ..... 40, для ВЛ 1150 кВ ..... 55

1	2	3
23	Воздушная линия под навешенным напряжением	ВЛ и ВОЛС-ВЛ, проходящая по всей длине или на отдельных участках общей длиной не менее 2-х км на расстоянии от оси другой ВЛ напряжением 110 кВ и выше, м.: для ВЛ 110 кВ ..... 100, для ВЛ 150, 220 кВ ..... 150, для ВЛ 330, 500 кВ .... 200, для ВЛ 750 –1150 кВ .. 250.
24	Заказчик	Организация (юридическое лицо, фирма), которая обратилась к другому лицу с заявкой (заказом) на выполнение каких-либо работ, услуг.
25	Подрядчик	Специализированная организация, выполняющая строительные-монтажные работы на основе договоров строительного подряда.

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Определение надежности ВОЛС-ВЛ**

**Б.1** ВОЛС-ВЛ состоит из ОК на опорах ВЛ и обслуживаемых оконечных и промежуточных станций, содержащих комплексы аппаратуры для восстановления и регенерации передаваемых информационных сигналов. Вероятность отказа современной аппаратуры низка, ремонтпригодность гарантирована изготовителем и время восстановления незначительно. Поэтому надежность ВОЛС определяется надежностью ОК и опор ВЛ.

**Б.2** Надежность ВОЛС-ВЛ следует характеризовать следующими показателями:

- плотность распределения отказов,  $m$  [1/год/100 км],
- среднее время восстановления  $t_6$  [час];
- средняя наработка между отказами ОКГТ на короткой линии (длина 100 км) с однородными условиями эксплуатации  $T_i$  [час];
- средняя наработка между отказами ОКГТ на длинной линии (13900 км)

$T_L$ , [час];

- коэффициент готовности ОКГТ короткой линии  $K_{zL}$ ;
- коэффициент готовности ОКГТ на длинной линии  $K_{zL}$ .

**Б.3** В начальный период использования ВОЛС-ВЛ, до 2012 года, пока не получены надежные эксплуатационные показатели надежности ОК, следует принимать во внимание экстраполированные показатели надежности ОК, приравнивая их соответствующим эксплуатационным показателям надежности подвески стальных грозозащитных тросов.

Плотность отказов грозозащитных тросов в результате обрывов и падения опор на 100 км ВЛ в год приведена в таблице Б.1.

**Б.4** Среднее время восстановления ОК на ВЛ напряжением 110 кВ и выше принято равным 10 час.

Ожидаемые значения показателей надежности ОК, экстраполированные по эксплуатационным показателям надежности грозозащитных тросов, приведены в таблице Б.1.

**Таблица Б.1 – Ожидаемые значения показателей надежности ОК**

$U$ , кВ	$m$	$t_6$ , ч	$K_{zL}$	$T_i$ , ч	$T_L$ , ч	$K_{zL}$
110	0,08	10,0	0,99990	109500	788	0,987
220	0,05	10,0	0,99994	175200	1260	0,992
330	0,04	10,0	0,99995	219000	1575	0,994

**Б.5** Для основного цифрового канала протяженностью 13900 км (без резервирования) заданы следующие показатели надежности по отказам:

- коэффициент готовности – не менее 0,98;
- среднее время между отказами – не менее 255 ч;
- среднее время восстановления – не более 5,2 ч.

Учитывая высокую надежность современной аппаратуры ЦСП, целесообразно принять значение коэффициента готовности кабельной линии 0,985, а аппаратуры – 0,995.

Тогда на подземной кабельной линии должны обеспечиваться следующие показатели:

- коэффициент готовности – не менее 0,985;
- среднее время между отказами – не менее 340,5 ч;
- среднее время восстановления – не более 5,2 ч;
- плотность повреждений – не более 0,1823.

**Б.6** Основной цифровой канал гипотетической ВОЛС-ВЛ протяженностью 13900 км (без резервирования), учитывая особенности технической эксплуатации ВЛ, должен обладать показателями надежности:

- коэффициент готовности – не менее 0,98;
- среднее время восстановления – не более 10,0 часа;
- наработка между отказами – не менее 500 часов.

Показатели надежности ОК гипотетической ВОЛС-ВЛ протяженностью 13900 км должны быть:

- коэффициент готовности – не менее 0,985;
- среднее время восстановления – не более 10,0 ч.;
- наработка между отказами – не менее 670 часов.

Соответствующие показатели надежности ОКГТ на линии длиной 100 км должны быть:

- коэффициент готовности – не менее 0,99989;
- плотность отказов – не более 0,094.

**Б.7** Принципы нормирования показателей надежности ВОЛС-ВЛ, изложенные выше, соответствуют международным. Согласно G.602 готовность канала ТЧ (ОЦК) нормируется на эталонной гипотетической цепи системы передачи длиной 2500 км в одном направлении (с учетом резервирования). При этом коэффициент готовности должен быть не менее 0,996. Пересчет коэффициента готовности, заданного в Рекомендации G.602, к национальной гипотетической цепи длиной 13900 км дает значение 0,97796, что практически соответствует отечественной норме (без резервирования).

ВОЛС-ВЛ с заданными показателями надежности обеспечивают организацию международных каналов связи.

**Б.8** Для обеспечения требуемых показателей надежности необходимо реализовать следующие мероприятия:

- при сооружении ВОЛС-ВЛ следует применять конструкции ОКГТ, имеющие положительный опыт эксплуатации в организациях ГПО «Белэнерго».
- при разработке ОКГТ следует учитывать опыт эксплуатации грозотросов, устранение аварии ОКГТ следует проводить в два этапа: на первом восстанавливать работоспособное состояние оптических волокон с помощью оптической вставки и временных опор для ее подвески, на втором – исправное состояние ВОЛС-ВЛ при полном восстановлении ВЛ.

## Приложение В

(справочное)

**Параметры оптических кабелей и методика расчета кабелей типа  
ОКНН и ОКСН**

**В.1 Параметры оптических кабелей**

Параметры оптических кабелей приведены в таблице В.1.

**Таблица В.1 – Параметры оптических кабелей**

Тип кабеля	ОКГТ	ОКСН	ОКНН
Количество оптических волокон	6–64	6–64	4–48
Внешний диаметр, мм	12–25	12–20	6–8
Вес, кг/км	300–1000	150–300	30–65
Разрывное усилие (Тр), кН	40–180	30–150	1
Средняя эксплуатационная нагрузка, кН	6–35	2–30	–
Макс. допустимое тяжение, кН	15–70	10–60	–
Модуль упругости, 10 кГ/мм <sup>2</sup>	7–10	1,5–6,0	–
Стойкость к воздействию импульсов грозового разряда:			
амплитуда, кА, не менее	35	–	–
фронт, мкс	2	–	–
длительность, мкс	50	–	–
заряд, Кл	100	–	–
Температурный коэффициент линейного расширения 10 <sup>-6</sup> кл/°С°	15–20	1–10	–
Допустимый ток при КЗ, кА (за 1 сек)	5–25	–	–
Допустимый потенциал электрического поля, кВ	–	12–25	–
Срок службы, лет	25	25	25
Максимальная температура провода (троса), °С	–	–	260–300

**В.2 Методика определения параметров для выбора ОКНН**

Параметрами, необходимыми для выбора ОКНН являются:

- напряженность электрического поля на поверхности фазного провода;
- температура фазного провода при протекании по нему максимального рабочего тока;
- температура фазного провода (грозотроса) при протекании по нему максимального тока КЗ.

Напряженность электрического поля на поверхности фазного провода определяется по выражению:

$$E = \frac{U}{r \cdot \ln \left[ \frac{2H \cdot D}{r \cdot \sqrt{4H^2 + D^2}} \right]}, \text{ кВ/м,} \quad (\text{В.1})$$

где  $U$  – номинальное напряжение ВЛ, кВ;

$r$  – радиус фазного провода, м;

$H$  – средняя высота подвеса провода, м;

$D$  – среднегеометрическое расстояние между фазами, м.

Температура фазного провода при протекании по нему максимального рабочего тока определяется по выражению:

где  $\nu_0 = 20$  °С – номинальная температура окружающей среды;

$I_p$  – максимальный рабочий ток, А;

$c = 0,85 \cdot 10^{-3}$  – коэффициент теплоотдачи провода;  $\gamma$

– удельная проводимость провода, м/Ом·м<sup>2</sup>.

Температура провода при протекании по нему максимального тока КЗ

$$t_{\text{max}} = \nu_0 + \frac{c \cdot \pi \cdot I^2}{4 \cdot \gamma \cdot 8 \cdot r^3} \cdot 10^{-2}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (\text{B.2})$$

определяется по выражению:

$$V_{\text{КЗ}} = 10^{-11} \cdot x^3 - 2 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 + 0,0148 \cdot x - 3,8042 \quad (\text{B.3})$$

$$\text{где } x = \frac{I_k \cdot t}{S^2 \cdot 10^{-6}} + 1708 ;$$

$I_k$  – максимальный ток КЗ, кА;

$t$  – время отключения ВЛ релейной защитой (учитываются: основная защита, АПВ и УРОВ (при необходимости)), с;

$S$  – сечение фазного провода, мм<sup>2</sup>.

Температура грозотроса при протекании по нему максимального тока КЗ определяется в соответствии с [18].

### **В.3 Методика определения напряженности электрического поля в точке подвески ОКСН.**

Расчет проводится по методу зеркального отражения. Для каждой фазы определяются геометрические расстояния трос-провод  $d_t$  и трос-зеркальное отражение провода  $D_t$ .

Для каждой фазы определяется

$$\alpha_0 = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \left( \frac{2H}{r} \right) \quad (\text{B.4})$$

$$\alpha_t = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \left( \frac{D_t}{d_t} \right) \quad (\text{B.5})$$

$$C_{t0} = \frac{\alpha_0 - \alpha_t}{\alpha_0^2 - \alpha_t^2} \quad (\text{B.6})$$

$$C_t = \frac{\alpha_0 - \alpha_t}{\alpha_0^2 - \alpha_t^2} \quad (\text{B.7})$$



Определяется потенциал каждого фазного провода

$$\phi = \frac{U \cdot C_l}{C_l + C_{l0}} \quad (\text{B.8})$$

Определяется результирующий потенциал в точке подвеса ОКСН

$$\phi = |\phi_a + \phi_b + \phi_c| \quad (\text{B.9})$$

**Приложение Г**  
(справочное)

**Технические требования к волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозотрос на соответствие условиям подвески на ВЛ для разработки конкурсной документации на закупку ОКГТ**

Технические требования к волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозотрос приведены в таблице Г.1

**Таблица Г.1 – Технические требования к волоконно-оптическому кабелю, встроенному в грозотрос**

Позиция	Наименование параметра	Требуемое значение	
1	2	3	
1	Общее количество волокон в кабеле согласно рекомендации МСЭ-Т G.652.d, шт.		
2	Коэффициент затухания оптического волокна на длине волны, в соответствии с рек. G.652d МСЭ-Т: – 1310 нм, дБ/км, не более – 1550 нм, дБ/км, не более		
3	Максимально допустимый диаметр, мм, не более	12	
4	Максимально допустимое тяжение (по механической прочности опор), даН, не более		
5	<b>Климатические условия подвески:</b>	повторяемость	
		раз в 10 лет	раз в 25 лет
	– максимальная толщина стенки гололеда, мм		
	– максимальная скорость ветра, м/с, или скоростной напор ( $W_{max}$ ), даН/м <sup>2</sup>		
	– нормативный скоростной напор ( $W$ ), даН/м <sup>2</sup>		
	– среднеэксплуатационная температура, °С		
	– минимальная температура, °С		
	– максимальная температура, °С		
	<b>Условия подвески на ВЛ:</b>		
6	– максимальная длина пролета, м		
	– высота приведенного центра тяжести грозотроса для максимального пролета, м		
	– стрела провеса в установившемся режиме при 15 °С, не более, м		
	– средняя длина пролета, м		
	– высота приведенного центра тяжести грозотроса для среднего пролета, м		
	– стрела провеса в установившемся режиме при 15 °С, не более $(п-п)/(а-п)$ , м		

1	2	3
7	Термическое воздействие тока КЗ, кА <sup>2</sup> ·с, не менее	
	– начальная температура окружающей среды при КЗ, °С	
8	Стойкость к разряду молний, Кл, не менее	
9	Цветовая идентификация оптических волокон и элементов группирования в соответствии с МЭК 60304	
10	Направление наружного повива кабеля	
11	Влагостойкость, герметичность	
12	Срок эксплуатации, лет, не менее*	
13	Общая длина ОКГТ, км	
	– в том числе аварийный запас ОКГТ, км	
<b>Требования по аттестации:</b>		
14	–наличие свидетельства ГПО «Белэнерго» на возможность применения в Белорусской энергосистеме	
	–наличие протоколов испытаний независимых аккредитованных лабораторий, подтверждающих основные технические характеристики	
Примечание: * – срок эксплуатации должен быть подтвержден расчетами изготовителя		

Претендент на поставку кабеля должен предоставить расчет стрел провеса и напряжений в кабеле, получившем вытяжку, для следующих режимов по климатическим условиям с вероятностью повторения один раз в 10 лет:

- минимальной температуры ( $t = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- среднегодовой температуры ( $t = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- условий защиты от грозových перенапряжений ( $t = +15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $W=0$ )
- максимального гололеда с ветром ( $C=C\text{ макс}$ ;  $t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $W=0,25\text{ W макс}$ ).

Необходимо так же предоставить расчет напряжения в кабеле при возникновении климатических условий с вероятностью повторения один раз в 25 лет

$$C = C\text{ макс}; t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}; W = 0,25\text{ W макс}$$

и подтвердить последующую работоспособность без потери оптических свойств волокна и механических свойств кабеля, а так же указать допустимое напряжение в кабеле для таких условий его работы.

Поставляемые строительные длины ОКГТ не должны содержать сращенные оптические волокна.

Материалы, используемые в конструкциях рассматриваемых кабелей, должны быть совместимы по физическим параметрам с оптическими волокнами и служить для их защиты от внешних воздействующих факторов.

Поставщик должен представить в технико-коммерческом предложении рекомендации по проектированию, инструкции по монтажу кабеля, арматуры и муфт. В технико-коммерческом предложении на поставку ОКГТ должны быть приложены чертежи поперечного разреза ОКГТ, муфт и арматуры.

Поставщик кабеля в технико-коммерческом предложении должен представить сводную таблицу технических данных по ОКГТ (см. таблицу Г.2).

**Таблица Г.2 – Сводная таблица данных по ОКГТ**

Позиция	Наименование параметра	ОКГТ
1	Общее количество оптических волокон в кабеле, шт. – согласно рекомендации МСЭ-Т G.652.d, шт. – согласно рекомендации МСЭ-Т G.655, шт.	
2	Коэффициент затухания оптического волокна: – на длине волны, в соответствии с рек. G.652d МСЭ-Т: а) 1310 нм, дБ/км, не более б) 1550 нм, дБ/км, не более	
3	Наружный диаметр кабеля, мм	
4	Вес кабеля, кг/км	
5	Механическая прочность на разрыв (МПР), кг	
6	Максимально допустимая растягивающая нагрузка, кг	
7	Среднеэксплуатационная растягивающая нагрузка, кг	
8	Максимально допустимая монтажная нагрузка, % от МПР	
9	Допустимая раздавливающая нагрузка, кН/см	
10	Сечение стальных элементов, мм <sup>2</sup>	
11	Сечение алюминиевых элементов, мм <sup>2</sup>	
12	Общее сечение металлических элементов, мм <sup>2</sup>	
13	Сопротивление постоянному току при температуре 20 °С, Ом/км	
14	Допустимый ток короткого замыкания (КЗ) в 1 сек (диапазон температур) или допустимая термическая стойкость к току КЗ (диапазон температур), кА <sup>2</sup> с	
15	Коэффициент линейного термического расширения, 1/°С	
16	Модуль упругости, кг/мм <sup>2</sup>	
17	Модуль начального растяжения, кг/мм <sup>2</sup>	
18	Модуль предельного растяжения, кг/мм <sup>2</sup>	
19	Данные по вытяжке ОКГТ и рекомендации по методу ее учета	
20	Рабочий диапазон температур, °С	
21	Минимальная допустимая температура монтажа, °С	
22	Срок эксплуатации, лет	

**Приложение Д**  
(рекомендуемое)

**Применение глубинных вертикальных заземлителей при сооружении  
заземляющих устройств опор ВЛ**

**Д.1** Выполнение ЗУ опор ВЛ наиболее рационально, когда искусственный заземлитель выполняется непосредственно возле опоры.

**Д.2** Во многих случаях необходимость выполнения заземлителя состоящего из большого количества вертикальных заземлителей (электродов) длиной 5 м (в соответствии с [19]) обуславливается тем, что стандартные электроды длиной 5 м не всегда эффективно работают по отводу тока в землю.

Анализ результатов геоэлектрического разреза верхних слоев земли на электроэнергетических объектах Республики Беларусь показывает, что грунты с повышенной проводимостью часто располагаются на глубине 5 м и более. При таких условиях в случае верхних слоев земли с низкой проводимостью, эффективность работы стандартных электродов весьма низкая.

**Д.3** Глубинные составные вертикальные заземлители состоят из отдельных секций, которые соединяются между собой следующими способами:

- 1) вбивание секции в секцию;
- 2) вкручивание секции в секцию;
- 3) соединение секций с помощью соединительных муфт.

При применении глубинных составных вертикальных заземлителей соединенных с помощью соединительных муфт, вследствие того, что диаметр муфты больше диаметра заземлителя необходимо создать условие для обеспечения необходимого контакта заземлителя с землей по всей его длине с целью эффективной работы заземлителя по отводу в землю токов.

Одним из способов обеспечения необходимого контакта составных глубинных заземлителей с землей по всей его длине является заливка глинистым или другим проводящим раствором в процессе погружения электрода не подлежащим вымыванию в процессе эксплуатации.

**Д.4** Глубинные составные вертикальные заземлители погружаются в землю на глубину до 30 м, в пределах которой электрическая структура земли в большинстве случаев в вертикальном и горизонтальном направлениях характеризуется неоднородностью.

Сезонный коэффициент глубинных заземлителей при их длине 10 м и более приблизительно равен 1.

Эффективность применения составных заземлителей при максимальной их длине обеспечивается, когда электрическая структура земли однородна или характеризуется тенденцией увеличения электрической проводимости слоев земли по глубине. В этих случаях составной заземлитель должен сооружаться при его максимальной длине.

**Д.5** Если электрическая структура земли не характеризуется тенденцией увеличения электрической проводимости слоев земли по глубине, то тогда принципиальной становится задача определения эффективной длины таких заземлителей при их погружении в землю.

Задача упрощается, когда на площадке сооружения составных заземлителей имеется информация о геоэлектрическом разрезе земли с указанием мощности слоев и их удельного сопротивления. В таких случаях эффективная длина составных заземлителей определяется на основе данных по геоэлектрическому разрезу земли.

В случаях, когда информация о геоэлектрическом разрезе земли отсутствует, определить эффективную длину составных заземлителей можно только в процессе их погружения в землю по величине измеренного сопротивления заземлителей. При этом основным критерием для определения эффективной длины составных заземлителей является коэффициент эффективности работы таких заземлителей, который определяется условием

$$K_{эф} = \frac{n}{n_{эб}} \cdot \frac{R}{R_{эx}} \geq 0,9 \quad (Д.1)$$

где  $n_{эб}$  – число секций базового заземлителя, длина которого порядка длины стандартного заземлителя 5 м ( $n_{эб} \approx 3$  шт.);

$n_{эx}$  – общее число секций погруженного в землю заземлителя, шт.;

$R_{эб}$  – сопротивление базового заземлителя, Ом;

$R_{эx}$  – сопротивление погруженного в землю заземлителя, Ом.

Эффективная длина составных заземлителей определяется по количеству секций  $n_{эx}$ , при которых соблюдается указанное выше условие для коэффициента  $K_{эф}$ .

**Приложение Е**

(обязательное)

**Нормы отвода земель для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше****Е.1** Площадь земельных

**Е.1** Площадь земельных участков  $F$ , м<sup>2</sup>, отводимую под опоры (включая оттяжки) ВЛ в постоянное (бессрочное) пользование, определяется по формуле:

$$F = n(F_0 + f), \quad (E.1)$$

где:  $F_0$  – площадь земли, занимаемая одной опорой в границах ее внешнего контура (включая оттяжки), м<sup>2</sup>/шт;

$n$  – количество опор, шт.;

$f$  – площадь полосы земли вокруг внешнего контура опоры (включая оттяжки) шириной 1 м, на землях сельскохозяйственного назначения при установке ригелей с глубиной заложения до 0,8 м ширина полосы должна приниматься равной 1,5 м; м<sup>2</sup>/шт.

Для трехстоечных и порталных (двухстоечных) свободно стоящих опор линий электропередачи напряжением 330 и 750 кВ:

$F_0$  – площадь земли, занимаемая одной стойкой в границах ее внешнего контура, м<sup>2</sup>/шт;

$n$  – количество стоек, шт.

Для трехстоечных и порталных опор с оттяжками линий электропередачи напряжением 330 и 750 кВ допускается определение площади земель  $F$ , предоставляемых под опоры в постоянное (бессрочное) пользование, по формуле:

$$F = n \cdot \pi \cdot R^2, \quad (E.2)$$

где  $R = 1,5$  м – радиус круга с центром в месте закрепления стоек и оттяжек в земле;

$n$  – количество стоек и мест закрепления оттяжек в земле.

**Е.2** Ширина полос земель для линий электропередачи, сооружаемых на землях, покрытых лесом, должна приниматься с учетом норм актов законодательства Республики Беларусь, требований ТКП 339 в части ширины просек для линий электропередачи и площадок для обслуживания опор ЛЭП.

**Е.3** Ширина полос земель, предоставляемых на период строительства ВЛ, сооружаемых на унифицированных и типовых опорах, должна быть не более величин, приведенных в таблице Е.1.

С учетом условий и методов строительства ширина полос может быть определена проектом, утвержденным заказчиком в установленном порядке, как расстояние между проводами крайних фаз (или фаз, наиболее удаленных от ствола опоры) плюс два метра в каждую сторону.

Для ВЛ напряжением 330 и 750 кВ предоставление земли на период строительства проводится тремя отдельными полосами шириной по 5 м под каждую фазу.

Таблица Е.1 – Ширина полос предоставляемых земель, м

Тип опор ВЛ	Класс напряжения ВЛ, кВ				
	35	110	220	330	750
<b>1 Железобетонные</b>					
1.1 Одноцепные	9 (11)	10 (12)	12 (16)	(21)	15
1.2 Двухцепные	10	12	24 (32)	28	
<b>2 Стальные</b>					
2.1 Одноцепные	11	12	15	18 (21)	15
2.2 Двухцепные	11	14	18	22	–
<b>3 Деревянные</b>					
3.1 Одноцепные	10	12	15	–	–
3.2 Двухцепные	–	–	–	–	–
Примечания					
1 В скобках указана ширина полос земель для опор с горизонтальным расположением проводов.					
2 Для ВЛ 330 и 750 кВ ширина полосы 15 м является суммарной шириной трех отдельных полос по 5 м.					

**Е.4** Ширина полос земель для линий электропередачи, строящихся на землях населенных пунктов, территориях предприятий, в труднодоступной местности (в болотах, затапливаемых поймах рек и т.п.) и на унифицированных или нетиповых опорах, а также для строительства переходов через естественные и искусственные препятствия и временных дорог, необходимых на период строительства, определяется проектом, утвержденным заказчиком в установленном порядке.

**Е.5** Площадки земельных участков, предоставляемых во временное пользование для монтажа унифицированных и типовых опор (нормальной высоты) ВЛ в местах их размещения (дополнительно к полосе предоставляемых земель, указанных в таблице Е.1), должны быть не более приведенных в таблице Е.2.

С учетом условий и методов строительства эти площади допустимо определять проектом, утвержденным заказчиком в установленном порядке.

Проектом, утвержденным заказчиком в установленном порядке, также определяются вышеназванные площади для унифицированных и нетиповых опор.

**Е.6** Ширина полос земель и площади земельных участков, предоставляемых во временное пользование для капитального ремонта линий электропередачи, определяются документацией на проведение соответствующих работ, утвержденной заказчиком в установленном порядке.

**Таблица Е.2 – Площади земельных участков, м<sup>2</sup>, предоставляемые для монтажа опор**

Опоры воздушных линий электропередачи	Класс напряжения линии, кВ				
	35	110	220	330	750
<b>1 Железобетонные</b>					
1.1 Свободностоящие с вертикальным расположением проводов	200	250	400	–	–
1.2 Свободностоящие с горизонтальным расположением проводов	–	400	600	800	–
1.3 Свободностоящие многостоечные	–	–	400	800	–
1.4 На оттяжках (с 1 оттяжкой)	500	550	300	–	–
1.5 На оттяжках (с 5 оттяжками)	–	1400	2100	–	–
<b>2 Стальные</b>					
2.1 Свободностоящие промежуточные	300	560	560	500	2400
2.2 Свободностоящие анкерные	400	800	700	630	3800
2.3 На оттяжках промежуточные	–	2000	1900	2300	3000
2.4 На оттяжках анкерные	–	–	–	–	–
<b>3 Деревянные</b>	450	450	450	–	–

**Библиография**

- [1] Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. N 425-3
- [2] Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. N 149-3
- [3] Лесной кодекс Республики Беларусь от 24 декабря 2015 г. N 332-3
- [4] Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 26 ноября 1992 г. N 1982-XII
- [5] Кодекс Республики Беларусь о недрах от 14 июля 2008 г. N 406-3
- [6] Правила определения размеров земельных участков для размещения воздушных линий электропередачи и опор линий связи, обслуживающих электрические сети  
*Утверждены постановлением Правительства Рос. Федерации, 11 авг. 2003 г., N 486*
- [7] Нормы отвода земель для электрических сетей напряжением 0,38–750 кВ, № 14278тм-т1
- [11] Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» от 18 июля 2016 г. N 399-3
- [12] РД 34.20.173-86 Указания по составлению карт уровней изоляции ВЛ и распределительных устройств в районах с загрязненной атмосферой
- [13] Положение о порядке изъятия и предоставления земельных участков  
*Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь 13.01.2023 N 32*
- [14] Закон Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» от 5 июля 2004 г. N 300-3
- [17] РД 34.20.184-91 Методические указания по районированию территорий энергосистем и трасс ВЛ по частоте повторяемости и интенсивности пляски проводов
- [20] Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986 г
- [24] СП 1.04.02-2022 Общие положения по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
- [25] СН 1.04.01-2020 Техническое состояние зданий и сооружений
- [26] ГОСТ Р 9.316-2006 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля.
- [27] Санитарные нормы и правила "Требования к обеспечению безопасности и безвредности воздействия на население электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц"  
*Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 июня 2012 г. N 67*
- [28] СанПиН 2.1.8.12-17-2005 Санитарные правила и нормы «Защита населения от воздействия электромагнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты»  
*Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 23 августа 2005 г. N 122.*
- [xx] СН 1.03.04-2020 Организация строительного производства
- [xx] СН 2.01.07-2020 Защита строительных конструкций от коррозии
- [xx] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- [xx] СП 5.04.01-2021 Стальные конструкции