



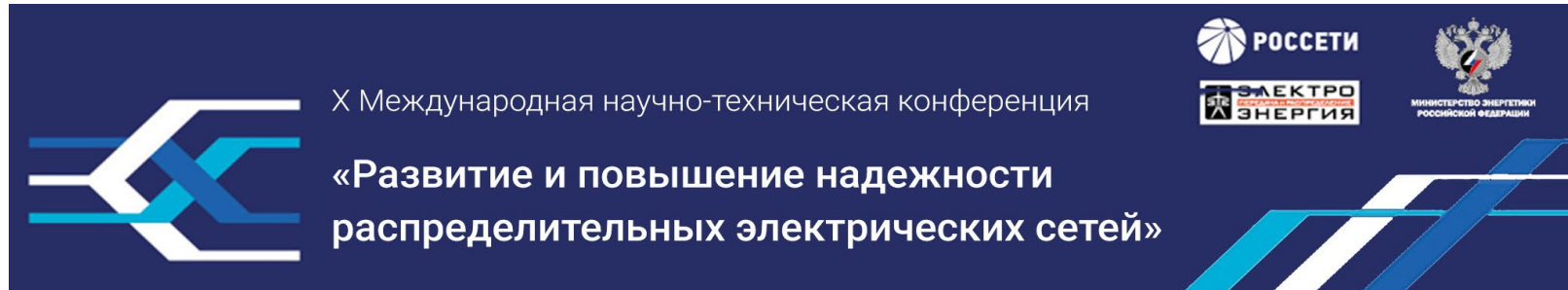
XII Международная научно-практическая конференция «Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства»

**Организаторы конференции:
Международная Ассоциация Фундаментостроителей и
НИЛКЭС ООО «ПО Энергожелезобетонинвест»**

**Тема доклада:
Типовые проектные решения компактных ВЛ 35 кВ
и подстанций 35/10(6) кВ («Точки трансформации 35 кВ»)**

**Докладчик:
Оруджова Марина Вадимовна,
Заместитель генерального директора по проектной
деятельности ООО «ФОРЭНЕРГО-ИНЖИНИРИНГ»**

г. Санкт-Петербург, 2026 г.



ПОРУЧЕНИЯ в рамках итогов X Международной научно-технической конференции «Развитие и повышение надежности распределительных электрических сетей»

ИТОГИ

X Международной научно-технической конференции

«Развитие и повышение надежности распределительных электрических сетей»

19. ПО «Форэнерго» совместно с Группой компаний «Таврида Электрик», в связи с актуальностью задачи обеспечения техприсоединения новых потребителей в стесненных условиях пригородов мегаполисов, а также в целях решения задачи снижения стоимости техприсоединения новых потребителей, разработать типовые проектные решения компактных «Точек трансформации 35/10 кВ» и ВЛ 35 кВ (в габаритах ВЛ 10 кВ), а также предложения по изменению охранных зон компактных ВЛ 35 кВ. **Итоги разработки с соответствующими предложениями по уточнению единой технической политики в электросетевом комплексе представить на обсуждение на XI конференции.**

Заместитель Министра
энергетики РФ

Е.П. Грабчак

Заместитель Генерального директора-
Главный инженер ПАО «Россети»

Е.В. Ляпунов

Генеральный директор
Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ.
Передача и распределение»

Е.Н. Гусева

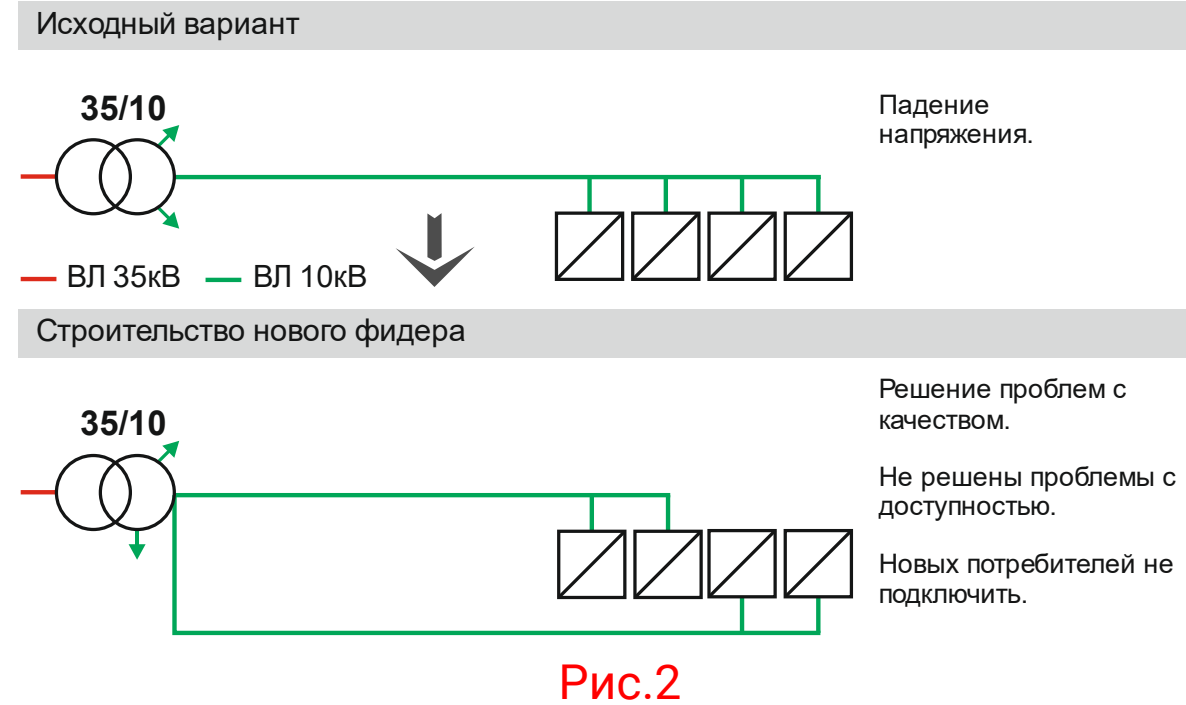
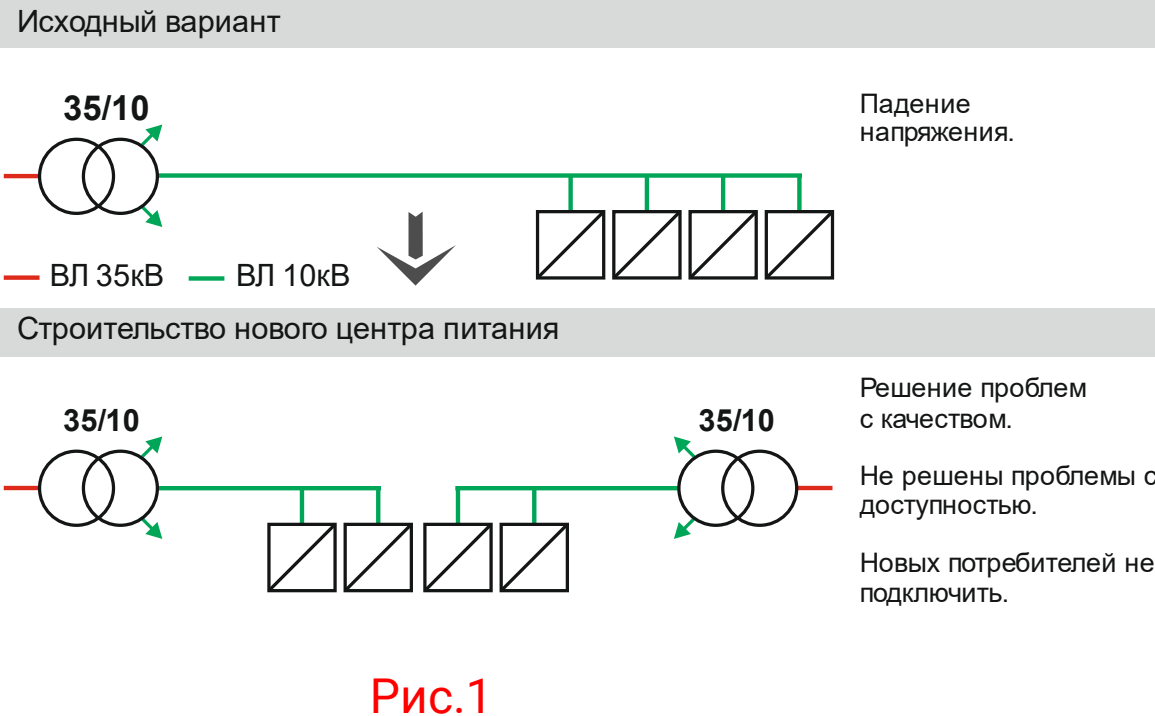
Предпосылки к созданию типовых проектных решений компактных ВЛ 35 кВ и подстанций 35/10(6) кВ

1. **Значительные ограничения в расстоянии**, на которое можно передать электроэнергию **с требуемым качеством электроснабжения**. Как правило, сегодня для большинства ВЛ 10 это ~4 км. Чем ниже класс напряжения, тем меньше это расстояние.
2. **Значительный рост нагрузки в пригородах крупных городов**, связанный с подключением новых потребителей и неподготовленностью энергетической инфраструктуры для реализации технологических присоединений. Ситуация осложняется в зимний период из-за значительного увеличения энергопотребления.
3. **Ограниченность** или полное отсутствие **сетевого резервирования**.

Все обозначенные особенности приводят к значительным проблемам с **качеством, надёжностью и доступностью электроснабжения**.

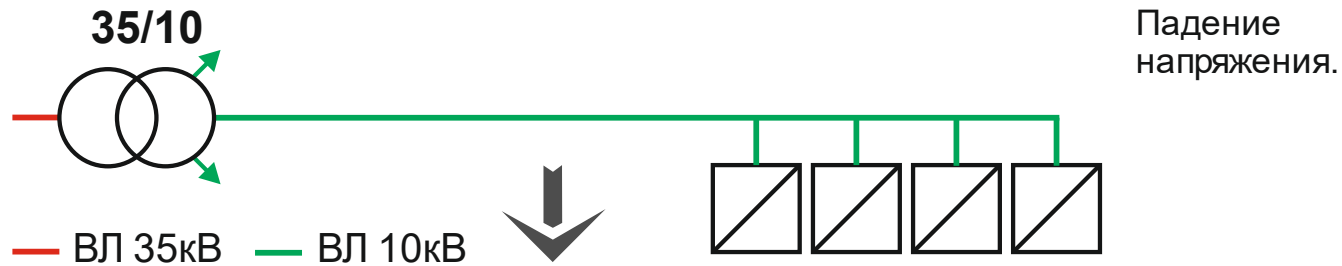
Сегодня основные способы решения возникающих проблем при развитии сети это:

1. Строительство новых центров питания (Рис.1).
2. Строительство параллельных фидеров для разгрузки существующих потребителей (Рис.2).



Частичный перевод сети на напряжение 35 кВ

Исходный вариант



Частичный перевод сети 10кВ на 35кВ

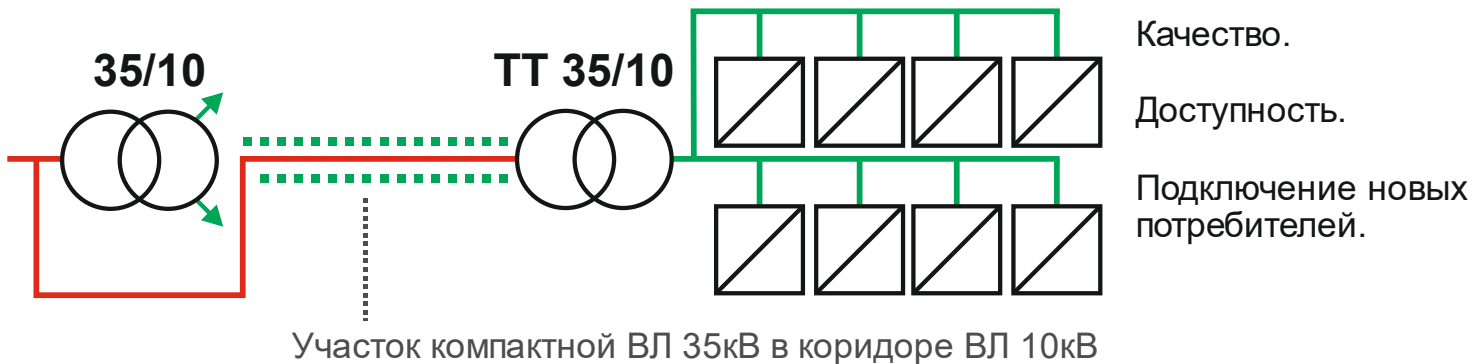


Рис.3

Решение позволяет обеспечить **«глубокий ввод» центров питания в виде компактной ПС 35 кВ** в центр энергодефицитных районов путём переустройства существующих ВЛ 6-10 кВ на 35 кВ **без осуществления новых землеотводов.**

Для реализации такого подхода:

- традиционные центры питания (ПС 35/10 кВ) заменяются **компактными «точками трансформации»;**
- для питания «точек трансформации» применяются **компактные ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ.**

Технологии

Точка трансформации 35/10(6)

Компактная быстровозводимая подстанция
35 кВ, до 6,3 МВА



Компактная ВЛ 35 кВ

Быстровозводимая ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ
на железобетонных стойках типа СВ-110



Технические решения подходят для широкого применения:

1. Технологическое присоединение крупных потребителей в кратчайшие сроки (строительство ТТ 35/10 кВ 1х4000 кВА – за 1 мес. под ключ, строительство компактной ВЛ 35 кВ – в сроки равные строительству ВЛ 10 кВ).
2. Повысить надежность и качество электроснабжения существующих потребителей значительно удаленных от центров питания 35, 110, 220 кВ.

Готовые кейсы. №1 «Технологическое присоединение вблизи существующей ЛЭП 35 кВ»

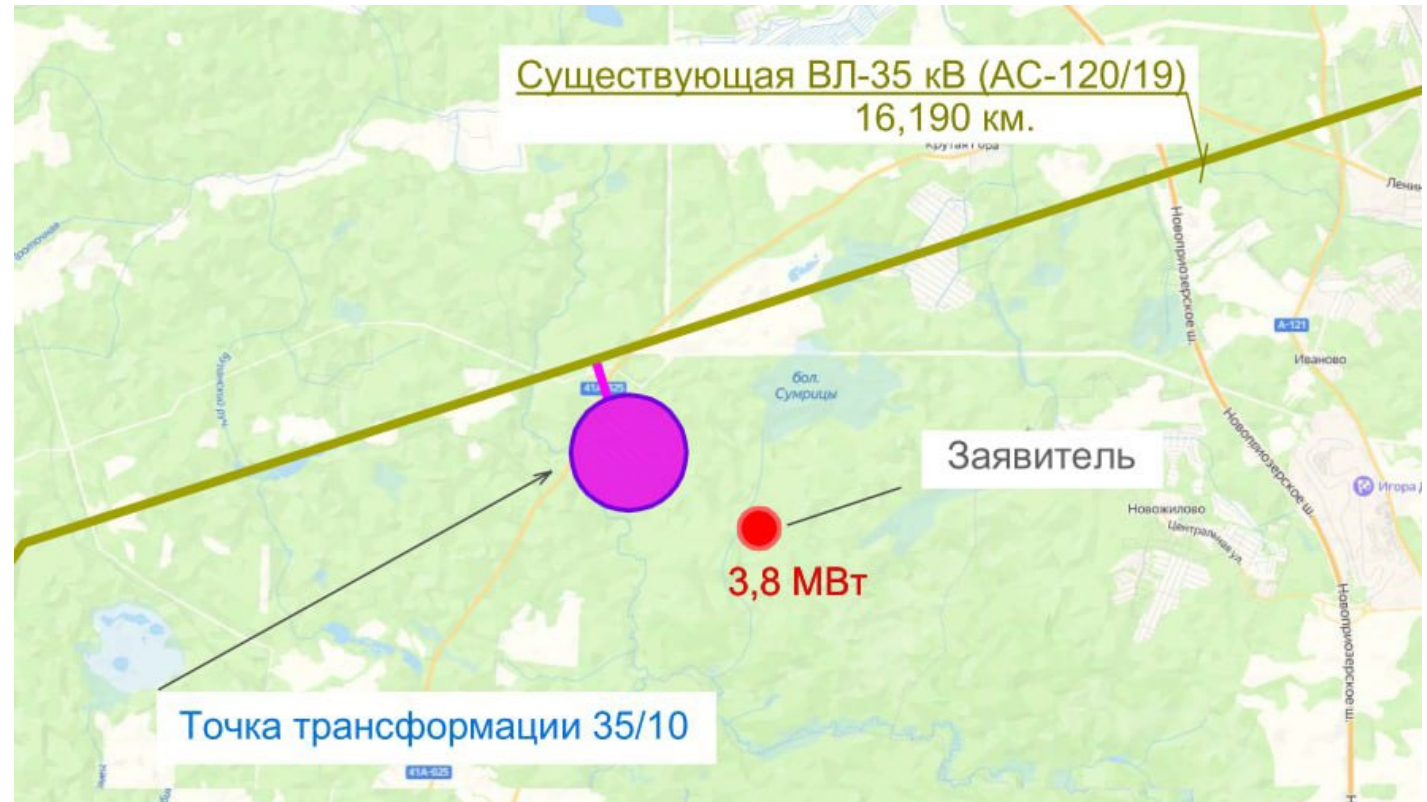
Условия

- Отсутствие эл. сетей 6(10) кВ поблизости
- Недостаточная пропускная способность эл. сетей 6(10) кВ
- Закрытые Центры питания 35-110 кВ
- Высокая стоимость платы за тех. присоединение по сети 6(10) кВ



Технологии:
-Точка трансформации

Пример



Готовые кейсы. №2 «Технологическое присоединение на удаленности от сетей 6(10), 35 кВ»

Условия



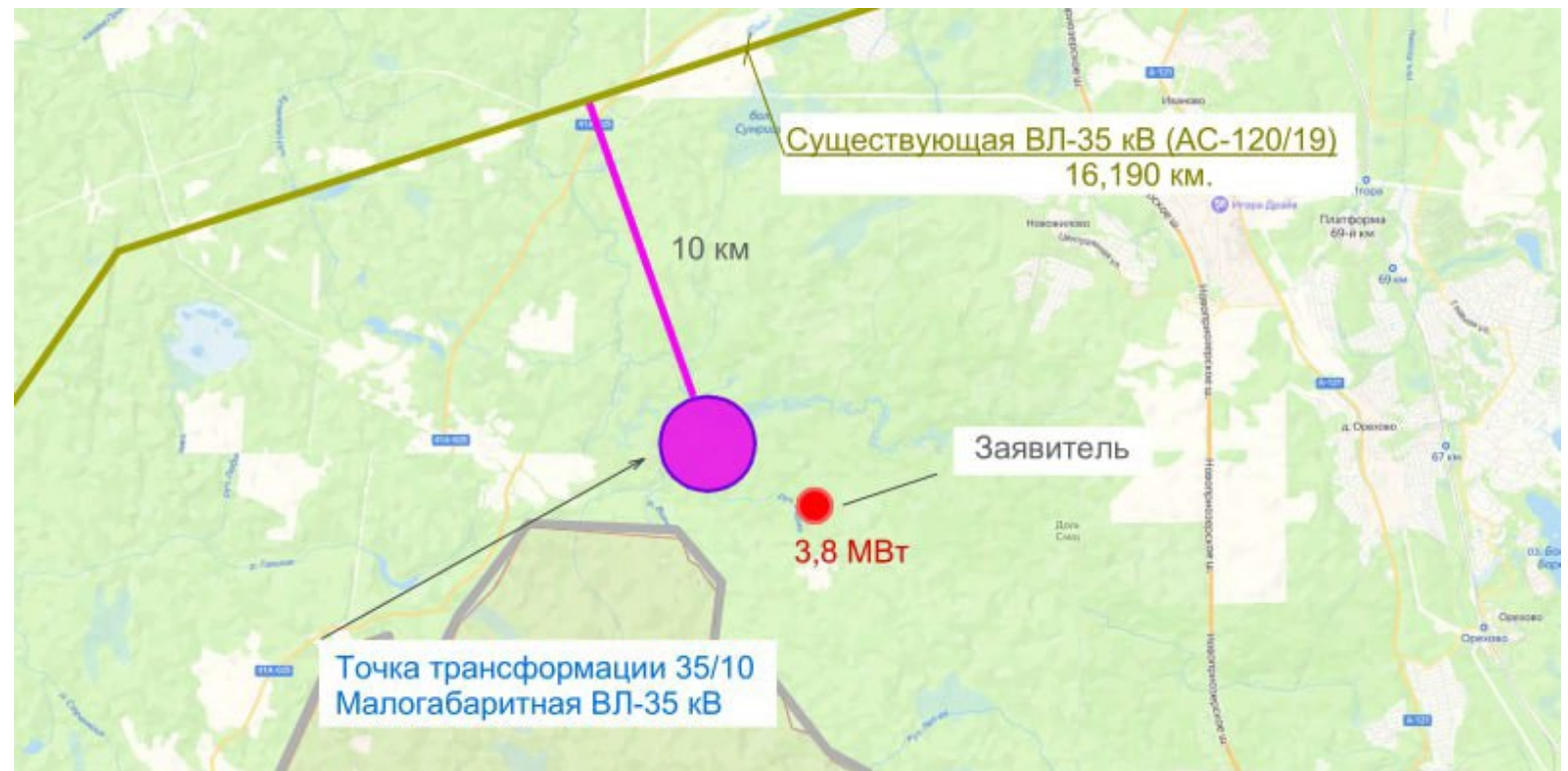
- Отсутствие эл. сетей 6(10) кВ
- Удаленность от эл. сетей 35 кВ
- Высокая стоимость технических решений со строительством нового Центра питания 35(110) кВ



Технологии:

- Точка трансформации
- Компактная ВЛ 35кВ

Пример



Готовые кейсы. №3 «Качество ЭЭ не соответствует требованиям ГОСТ 32144-2013»

Условия



- Закрытые Центры питания 35 (110) кВ
- Большая протяженность эл. сетей 6(10) кВ
- Высокая нагрузка ЛЭП 6(10) кВ
- Отсутствие местного резервирования на ЦП

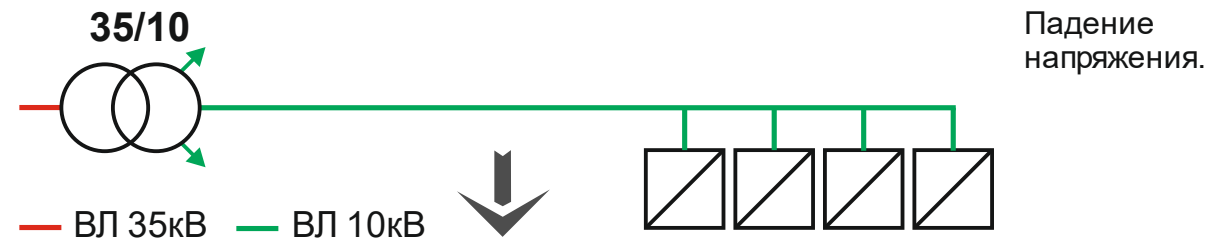


Технологии:

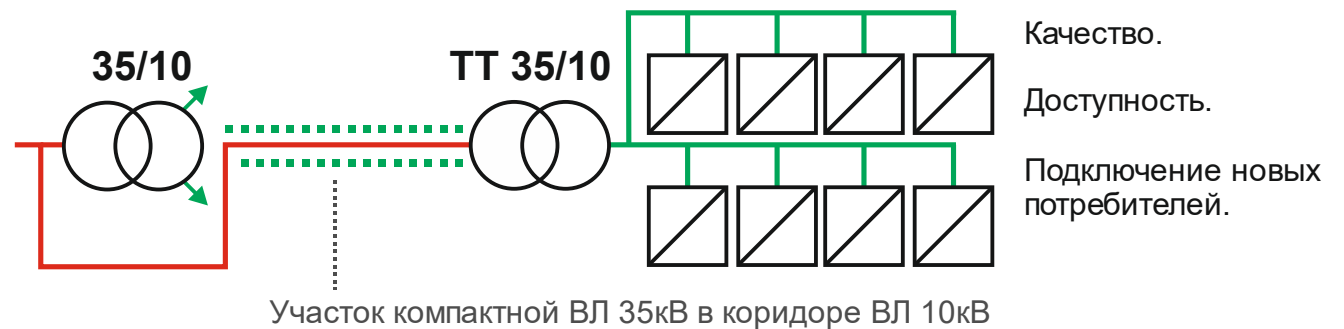
- Точка трансформации
- Компактная ВЛ-35 кВ

Пример

Исходный вариант



Частичный перевод сети 10кВ на 35кВ



Точка трансформации 35/6(10) кВ

Компактная быстровозводимая точка трансформации 35 кВ «Sub35_SmartTP»

Точка трансформации 35 кВ — это новая концепция подстанции 35 кВ. Технологическими предпосылками такого решения стало внедрение компактного высокоавтоматизированного оборудования, практически не нуждающегося в обслуживании и имеющего большой эксплуатационный ресурс.



Точка трансформации 35/6(10) кВ

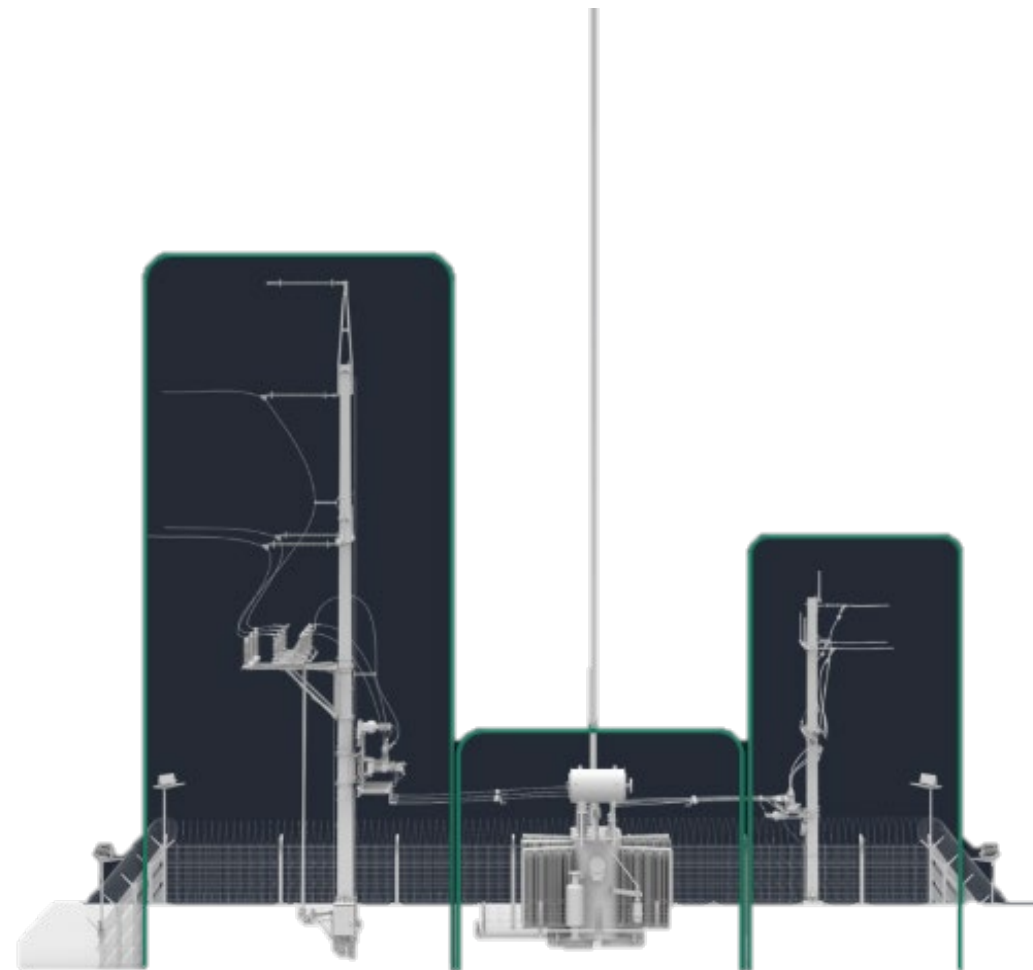
Компактная быстровозводимая точка трансформации 35 кВ «Sub35_SmartTP»

представляет собой упрощенную однитрансформаторную подстанцию, состоящую из трех основных блоков:

- ОРУ35 с реклоузером [Smart35](#)
- Силового трансформатора 35 кВ
- ОРУ10(6) с реклоузером [Smart15](#)

Все коммутационное оборудование размещается на двух опорах, что делает объект очень компактным (площадь землеотвода сокращается в 3 раза), быстровозводимым и безопасным с точки зрения эксплуатации.

Название «Точка трансформации» характеризует структуру: один вход на 35 кВ и один выход на 10(6) кВ, без распределительного устройства. Это делает решение эффективным для задач, где требуется прямое и простое преобразование электрической энергии одного класса напряжения в другой.



Реализация: Точка трансформации 35/10, 4000 кВА



Компактная ВЛ 35 кВ

Быстровозводимая компактная ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ на железобетонных стойках типа СВ-110-5

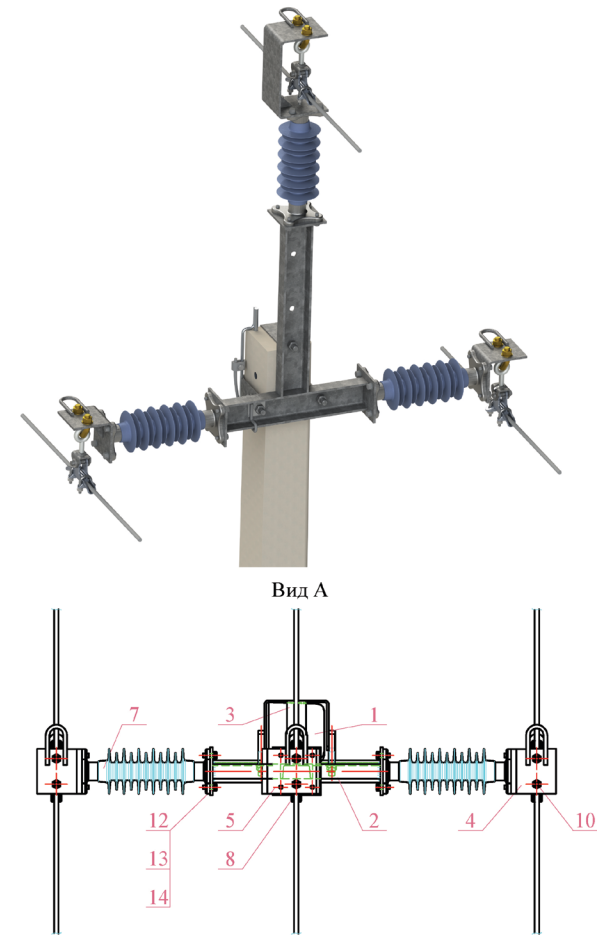
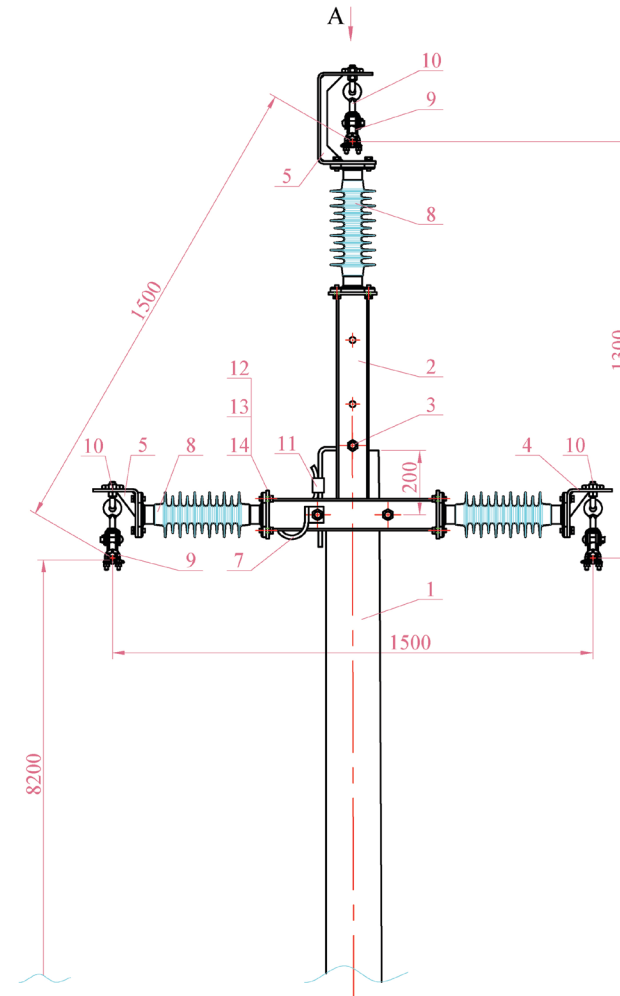
Компактная ВЛ 35 кВ — это новая концепция в строительстве ЛЭП 35 кВ.

Основной задачей при разработке технических решений по строительству компактной ВЛ-35 кВ является обеспечение необходимой механической и электрической прочности ВЛ в габаритах традиционной ВЛ 10 кВ

Два типа компактных ВЛ 35 кВ на стойках СВ110-5:

1. Применение голого провода типа АС
2. Применение изолированного провода типа СИП-3

Габариты ВЛ 35 кВ сокращены более чем на 50%



Реализация: Компактная ВЛ 35 кВ



Типовой проект: Точка трансформации 35/10, 4000 кВА

Компактная быстровозводимая точка трансформации 35 кВ «Sub35_SmartTP».

представляет собой упрощенную однотрансформаторную подстанцию, состоящую из трех основных блоков:

- ОРУ35 с реклоузером [Smart35](#)
- Силового трансформатора 35 кВ
- ОРУ10(6) с реклоузером [Smart15](#)

Все коммутационное оборудование размещается на двух опорах, что делает объект очень компактным (площадь землеотвода сокращается в 3 раза), быстровозводимым и безопасным с точки зрения эксплуатации.

Название «Точка трансформации» характеризует структуру: один вход на 35 кВ и один выход на 10(6) кВ, без распределительного устройства. Это делает решение эффективным для задач, где требуется прямое и простое преобразование электрической энергии одного класса напряжения в другой.



Совершенство технических решений

АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.
КОМПАКТНЫЕ ВЛ 35кВ И БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ
ОДНОТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ -
ТОЧКИ ТРАНСФОРМАЦИИ

АЛЬБОМ 2.

Подстанция комплектная трансформаторная
(Точка трансформации)

серии Sub35_SmartTP на номинальное
напряжение 35 кВ

(типовые схемы, компоновки, узлы и детали)

ШИФР TER_Sub35-TP1

2026 год

Типовой проект компактной ВЛ 35 кВ

Быстровозводимая компактная ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ на железобетонных стойках типа СВ-110-5

В составе данного проекта разработаны одноцепные промежуточные, угловые промежуточные, анкерные, концевые, угловые анкерные, ответвительные анкерные опоры ВЛ 35 кВ на базе железобетонных стоек типа СВ110-5 для подвески неизолированных сталеалюминиевых проводов типа АС 95/16 и АС 70/11.

Требования по подвеске проводов АС 95/16 и АС 70/11 приняты в соответствии с указаниями, предъявляемыми ПУЭ 7-го издания к ВЛ 35 кВ.

В данном проекте приводятся расчетные пролеты, монтажные таблицы, а также таблицы механического расчета проводов после вытяжки, которые рассчитаны в соответствии с указаниями ПУЭ 7-го издания. Нормативные ветровые и гололедные нагрузки принимаются в соответствии с требованиями ПУЭ 7-го издания.

Опоры разработаны для I - IV районов по гололеду и I - IV районов по ветру в ненаселенной и населенной местности для их закрепления в песчаных и глинистых грунтах, согласно СП 22.13330.2016 и «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений».

В проекте предусмотрены решения по установке птицепроградных устройств антиприсадочного, изолирующего и маркерного типа.



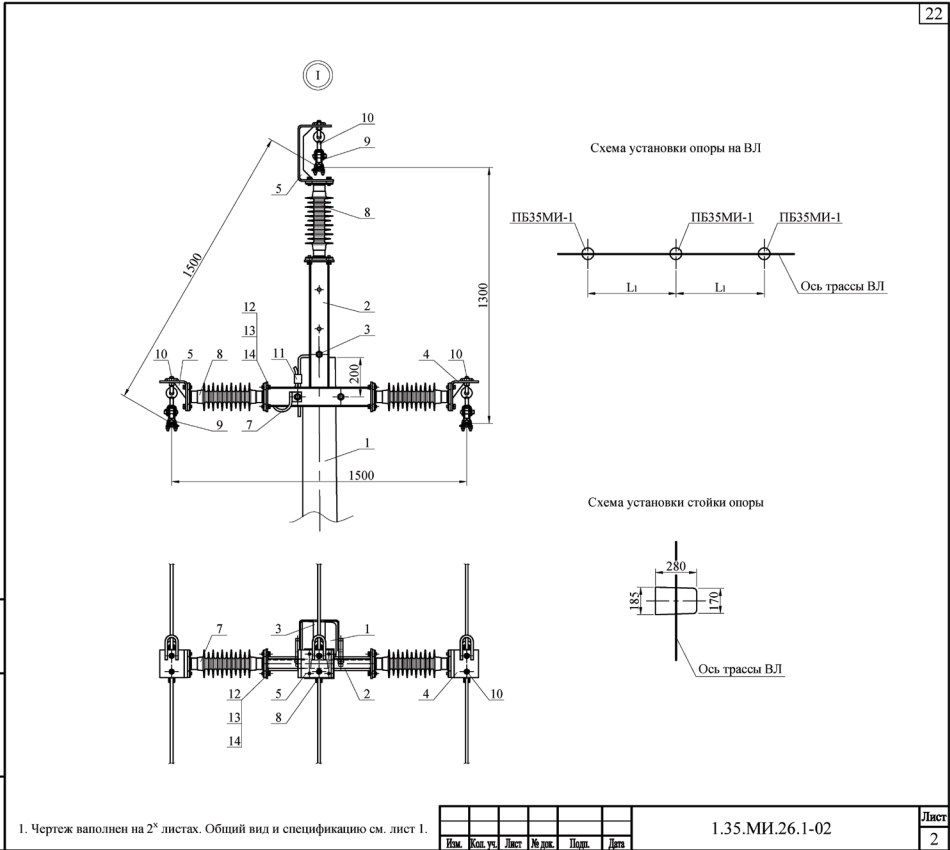
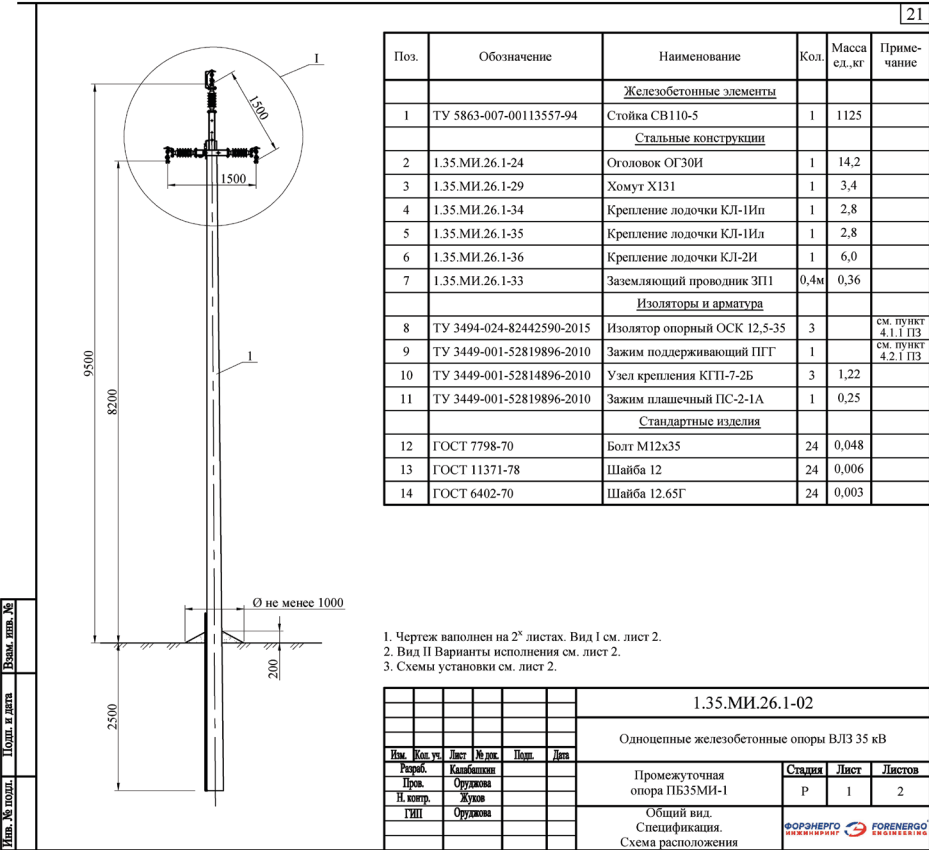
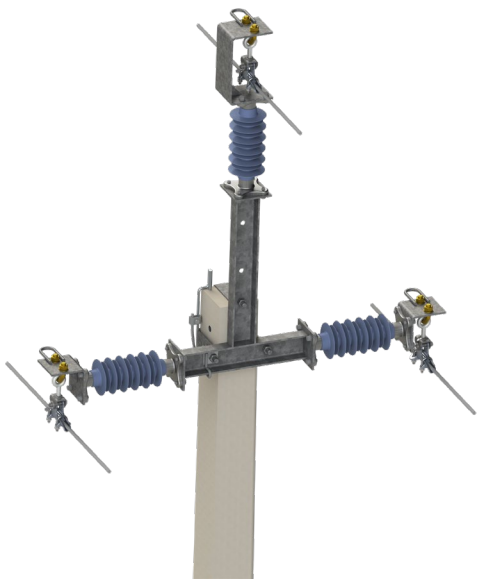
АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.
КОМПАКТНЫЕ ВЛ 35кВ И БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ
ОДНОТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ -
ТОЧКИ ТРАНСФОРМАЦИИ

АЛЬБОМ 1.
КОМПАКТНАЯ ВЛ 35 кВ.
ТОМ 1.
ОДНОЦЕПНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ
С НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ
И ПОЛИМЕРНЫМИ ИЗОЛЯТОРАМИ

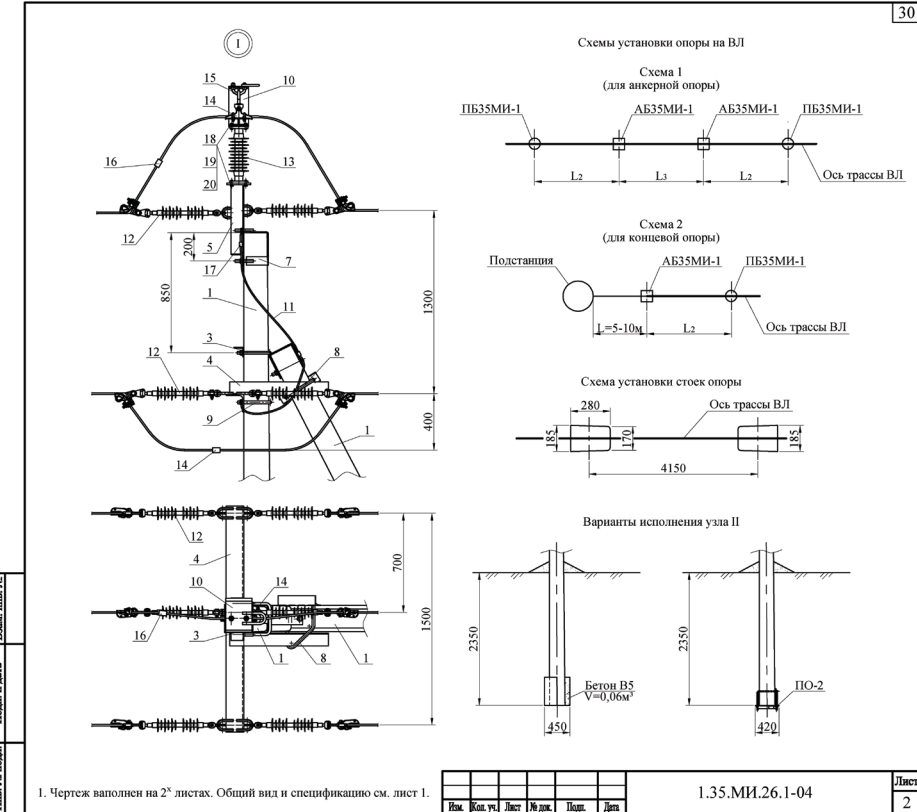
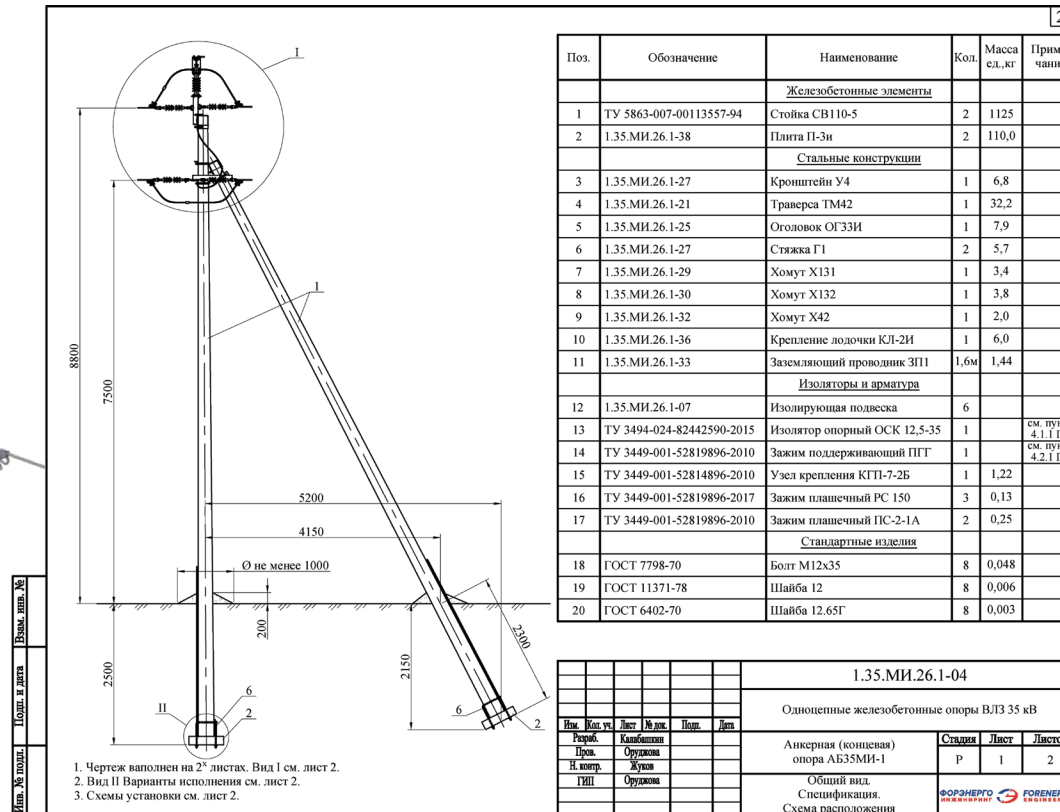
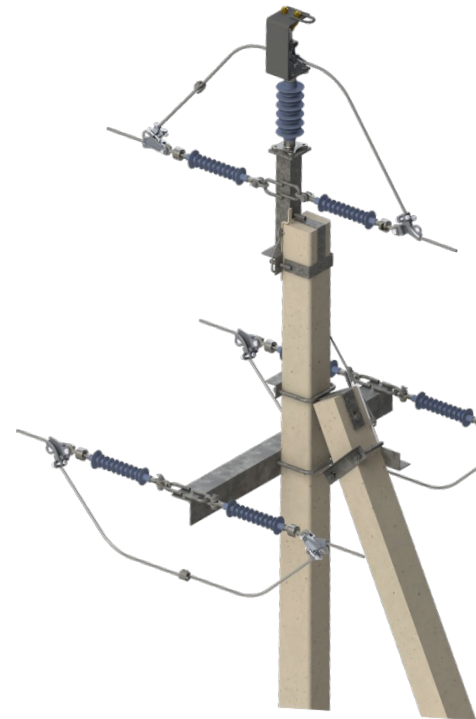
Шифр 1.35.МИ.26.1

2026

Конструктивное решение промежуточной опоры компактной ВЛ 35 кВ с проводами АС



Конструктивное решение анкерной опоры компактной ВЛ 35 кВ с проводами АС



Обоснование оптимальной ширины охранной зоны для компактных воздушных линий напряжением 35 кВ

Основные факторы, учитываемые при формировании охранных зон компактных ВЛ

1. Ограничения, связанные с соблюдением санитарно-защитных норм, обеспечивающих защиту человека от воздействия электромагнитных полей, создаваемых ВЛ, находящейся под напряжением;
2. Требования нормативных документов, регламентирующих установление минимально допустимых разрывов при проектировании и эксплуатации ВЛ;
3. Иные факторы, оказывающие влияние на границы/размеры охранных зон ВЛ

Основные факторы, учитываемые при формировании охранных зон компактных ВЛ

1. Ограничения, связанные с соблюдением санитарно-защитных норм, обеспечивающих защиту человека от воздействия электромагнитных полей, создаваемых ВЛ, находящейся под напряжением.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» расчеты показали, что минимальное допустимое безопасное для человека расстояние от оси опоры ВЛ 35 кВ при соблюдении допустимой нормы напряженности магнитного поля составляет **1,72 м.** при наибольшем расчетном токе в линии 35 кВ равном 450 А на высоте опоры 1,8 м.

Таким образом, фактор безопасного для человека воздействия магнитных полей будет гарантированно обеспечен на расстоянии **2,0 м.** от оси опоры ВЛ 35 кВ, находящейся под напряжением.

Одновременно с этим, в соответствии с пунктом 6.3 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», для вновь проектируемых **ВЛ 35 кВ**, границы санитарных разрывов вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее **не регламентируются.** Регламентирование границ таких санитарно-защитных зон предусмотрена только для ВЛ напряжением выше 330 кВ.

2. Требования нормативных документов, регламентирующих установление минимально допустимых разрывов при проектировании и эксплуатации ВЛ.

Основным документом, определяющим требования к проектированию ВЛ, являются Правила устройства электроустановок, 7 издание (ПУЭ-7).

Требования к ширине просек

Исходя из требований пункта 2.3.207 и данных таблицы 2.5.21 ПУЭ-7, в лесах с перспективной высотой пород деревьев более 4,0 м, ширина просеки должна составлять для ВЛ 35 кВ не менее 8,0 м, плюс расстояние между крайними проводами, закрепленными на траверсах опоры.

Конструкция компактной ВЛ 35 кВ, выполненной на железобетонных стойках опор типа СВ-110-5 высотой 11,0 м, предусматривает применение траверсы имеющей расстояние между крайними проводами 1,5 м, а следовательно, ширина просеки для компактной ВЛ 35 кВ должна быть не менее 9,5 м ($8 + 1,5 = 9,5$ м), что не превышает расстояния охранной зоны, для ВЛ 10 кВ с неизолированными проводами в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 24.02.2009 №160, составляющего 10,0 м.

Требования к минимально допустимым расстояниям

В соответствии с главой 2.5. ПУЭ-7 минимально допустимые расстояния сближения ВЛ 35 кВ, в том числе выполненной в компактном исполнении с неизолированными проводами не превышает 7,5 м при её прохождении по различным территориям, а также пересечениям и сближениям с землей и сооружениями.

Минимально допустимые расстояния до упомянутых сооружений не превышают ширину границ охранной зоны размером в 10,0 м, соответствующую ВЛ 10 кВ с неизолированными проводами, согласно Постановлению Правительства РФ от 24.02.2009 №160, а следовательно, и для компактной ВЛ 35 кВ, выполненной в габаритах ВЛ 10 кВ, может быть обоснованно уменьшена граница охранной зоны до 10,0 м.

3. Иные факторы, оказывающие влияние на границы/размеры охранных зон ВЛ

Даже при возникновении аварийной ситуации на компактной ВЛ 35 кВ, связанной с падением опоры, выполненной на базе стойки СВ-110, максимальная длина сломанной части опоры не будет превышать 9,7 м., то есть часть упавшей опоры будет находиться в пределах 10,0 м., которые определены, как расстояние охранной зоны для ВЛ 10 кВ, в которой обеспечивается выполнении требований пункта 8 Постановления Правительства РФ от 24.02.2009 №160.

Следует также учитывать, что железобетонные стойки опор типа СВ-110 очень широко применяются при проектировании и строительстве ВЛ 6-20 кВ, на основе многочисленно разработанных альбомов типовых проектных решений.

Данное обстоятельство позволяет инициировать необходимость внесения изменений в таблицу пункта «а» Приложения к Постановлению Правительства РФ от 24.02.2009 №160 «Требования к границам установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства» в части сокращения расстояния границ охранной зоны для компактных ВЛ 35 кВ до 10,0 м.

Основные факторы, учитываемые при формировании охранных зон компактных ВЛ

Рекомендации

На основании вышеизложенного, считаем возможным рекомендовать внесение изменений в пункт «а» таблицы Приложения к Постановлению Правительства РФ от 24.02.2009 №160 «Требования к границам установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства» в следующей редакции:

Проектный номинальный класс напряжения, кВ	Расстояние, м
до 1	2 (для линий с самонесущими или изолированными проводами, проложенных по стенам зданий, конструкциям и т.д., охрannая зона определяется в соответствии с установленными нормативными правовыми актами минимальными допустимыми расстояниями от таких линий)
1 - 20	10 (5 - для линий с самонесущими или изолированными проводами, размещенных в границах населенных пунктов)
35	15 (10 – для компактных ВЛ в габаритах 6-20 кВ с неизолированными проводами, 5 - для компактных ВЛ в габаритах 6-20 кВ с изолированными проводами, размещенных в границах населенных пунктов)
110	20
150, 220	25
300, 500, +/-400	30
750, +/-750	40
1150	55

Примечание: изменения выделены желтым цветом

Предложения для внесения дополнений в Действующую редакцию Положения ПАО «Россети» «О единой технической политике»

Раздел 8.3.6 Строительные технологии и проектные решения

Пункт 8.3.6.2 При проектировании, строительстве, реконструкции, модернизации и техническом перевооружении ВЛ рекомендуется рассматривать следующие технические решения:

Дополнить буллитом:

- применение компактных ВЛ 35 кВ для решения задач обеспечения техприсоединения новых потребителей в условиях роста нагрузки и плотной застройки в пригородах крупных городов, а также небольшой удалённости подключаемых промышленных предприятий от магистральных ВЛ 35 кВ.

Раздел 8.3.1 Опоры

Пункт 8.3.1.6 Анкерные и анкерно-угловые опоры ВЛ должны быть стальными, свободностоящими, жесткой конструкции. Применение железобетонных анкерно-угловых опор на оттяжках, в том числе из секционированных стоек, допускается при условии подтверждения эффективности применения таких опор расчетами конструктивных элементов ВЛ.

Изложить в редакции:

Анкерные и анкерно-угловые опоры ВЛ должны быть стальными, свободностоящими, жесткой конструкции **за исключением компактных ВЛ 35 кВ**. Применение железобетонных анкерно-угловых опор на оттяжках, в том числе из секционированных стоек, допускается при условии подтверждения эффективности применения таких опор расчетами конструктивных элементов ВЛ.

Пункт 8.3.1.13 На ВЛ 0,4-20 кВ применяются вибрированные железобетонные опоры на базе вибрированных стоек, многогранные опоры, стальные опоры из гнутого профиля, композитные опоры, а также деревянные антисептированные опоры. Выбор вида опор должен осуществляться с учетом технико-экономического обоснования, а при прохождении ВЛ в населённых пунктах – с учетом соблюдения эстетических требований.

Изложить в редакции:

На ВЛ 0,4-20 кВ, **а также компактных ВЛ 35 кВ (в габаритах ВЛ 6-20 кВ)** применяются вибрированные железобетонные опоры на базе вибрированных стоек, многогранные опоры, стальные опоры из гнутого профиля, композитные опоры, а также деревянные антисептированные опоры. Выбор вида опор должен осуществляться с учетом технико-экономического обоснования, а при прохождении ВЛ в населённых пунктах – с учетом соблюдения эстетических требований.

Типовые проектные решения компактных ВЛ 35 кВ и подстанций 35/10(6) кВ («Точки трансформации 35 кВ»)

Все элементы Точки трансформации 35/10(6) кВ, линейная арматура
и изоляторы компактной ВЛ 35 кВ **аттестованы**
на соответствие требованиям ПАО «Россети».

Разработанные типовые
проектные решения Точки
трансформации 35/10(6) кВ
и компактной ВЛ 35 кВ
**позволяют начать их
массовое внедрение.**



АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.
КОМПАКТНЫЕ ВЛ 35кВ И БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ
ОДНОТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ -
ТОЧКИ ТРАНСФОРМАЦИИ

АЛЬБОМ 1.
КОМПАКТНАЯ ВЛ 35 кВ.
ТОМ 1.
ОДНОЦЕПНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ
С НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ
И ПОЛИМЕРНЫМИ ИЗОЛЯТОРАМИ

Шифр 1.35.МИ.26.1

2026



Совершенство технических решений

АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.
КОМПАКТНЫЕ ВЛ 35кВ И БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ
ОДНОТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ -
ТОЧКИ ТРАНСФОРМАЦИИ

АЛЬБОМ 2.

Подстанция комплектная трансформаторная
(Точка трансформации)

серии Sub35_SmartTP на номинальное
напряжение 35 кВ

(типовые схемы, компоновки, узлы и детали)

ШИФР TER_Sub35-TP1

2026 год

Альбом 1. Компактная ВЛ 35 кВ



Альбом 2. Подстанция комплектная трансформаторная (Точка трансформации)



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

**ООО ПО «Форэнерго»
Москва, ул. Лазо, д. 9
<https://forenergo.ru/>
info@forenergo.ru**