

КОМПЛЕКТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 35-220 КВ

*Марина Ермошина, к.ф.-м.н.
Руководитель направления
альтернативного проектирования*

2021

СОЕДИНЕНИЕ ВЛ И КЛ

- при подключении ВИЭ
- при строительстве кабельных отпаяк от существующих ВЛ
- на подходах ВЛ к распределительным устройствам подстанций при необходимости захода на них кабелем
- при организации кабельных вставок при выносе ВЛ из пятна промышленной застройки
- при строительстве переходов через автомобильные и железные дороги или другие инженерно-технические сооружения
- кабельные линии легче подвести к подстанциям глубоких вводов, располагаемых на стеснённой производственной территории

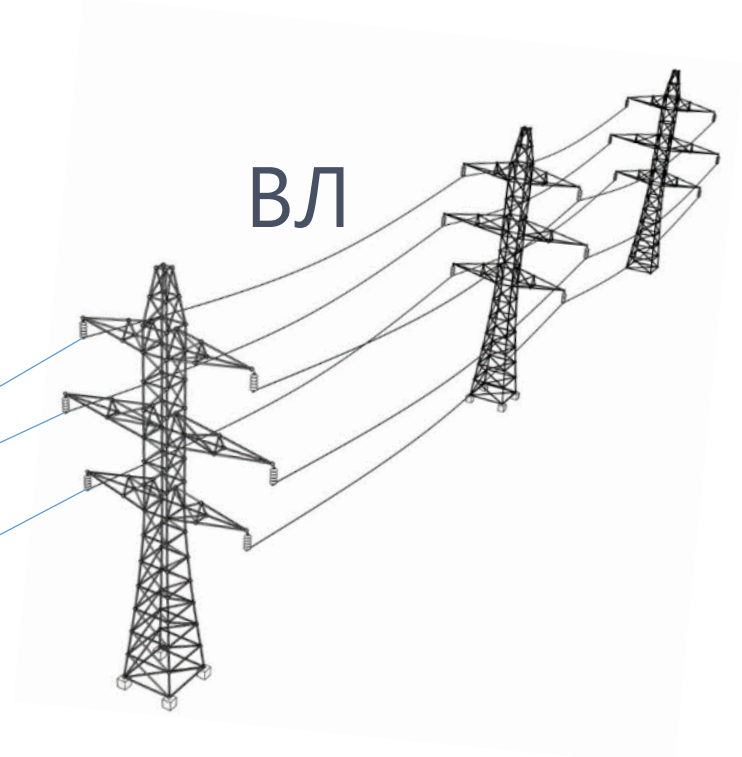


Кабельные заходы на подстанции

ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ

- это техническое сооружение для соединения участка ЛЭП, выполненного воздушным проводом (ВЛ), с участком ЛЭП, выполненным подземным силовым кабелем (КЛ)

Является неотъемлемой частью КВЛ



КЛ + ВЛ = КВЛ

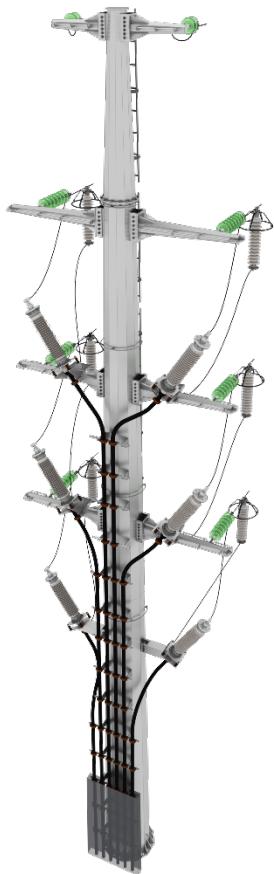
ВЛ – воздушная линия

КЛ – кабельная линия

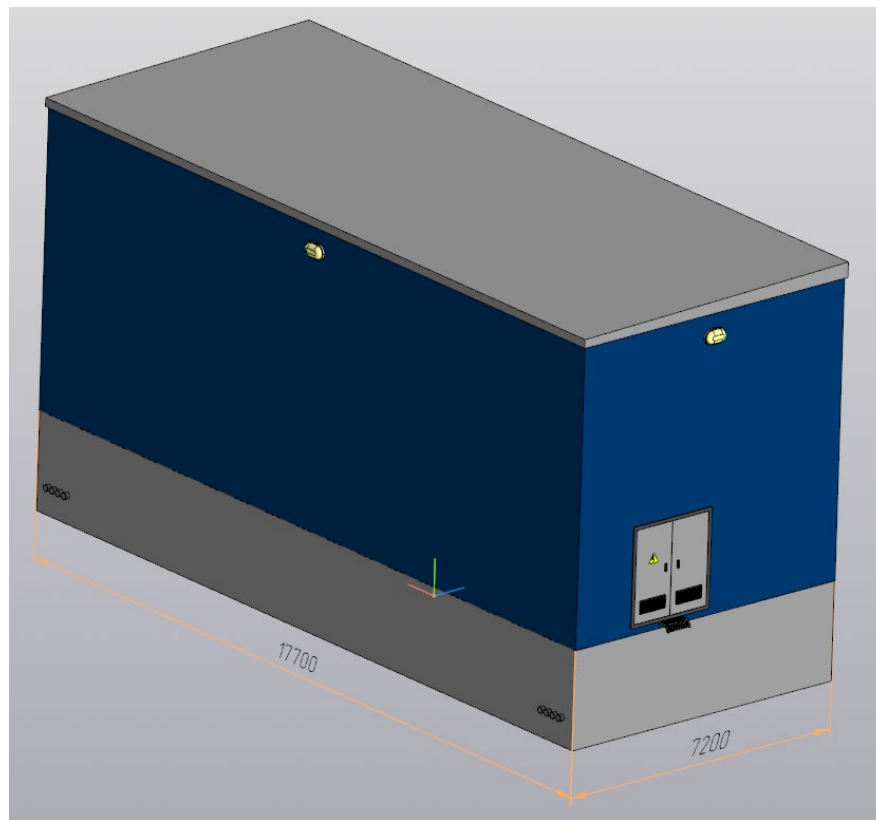
КВЛ – кабельно-воздушная линия

КОМПЛЕКТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ

■ открытые



■ закрытые



■ цифровые



Открытые переходные пункты

ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ на многогранных опорах

Линейка унифицированных решений ПКПО-КВ 35-110 кВ

Эскиз					
	ПКПО-КВ для ВЛ 35 кВ			ПКПО-КВ для 110 кВ	
Напряжение	ПКПО-КВ для ВЛ 35 кВ			ПКПО-КВ для 110 кВ	
Цепность	Одноцепный	Двухцепный	Одноцепный с разъединителем	Одноцепный	Двухцепный
Виды	Без грозотроса, с одним грозотросом	Без грозотроса, с одним грозотросом	Без грозотроса	Без грозотроса, с одним или двумя грозотросами	Без грозотроса, с одним или двумя грозотросами

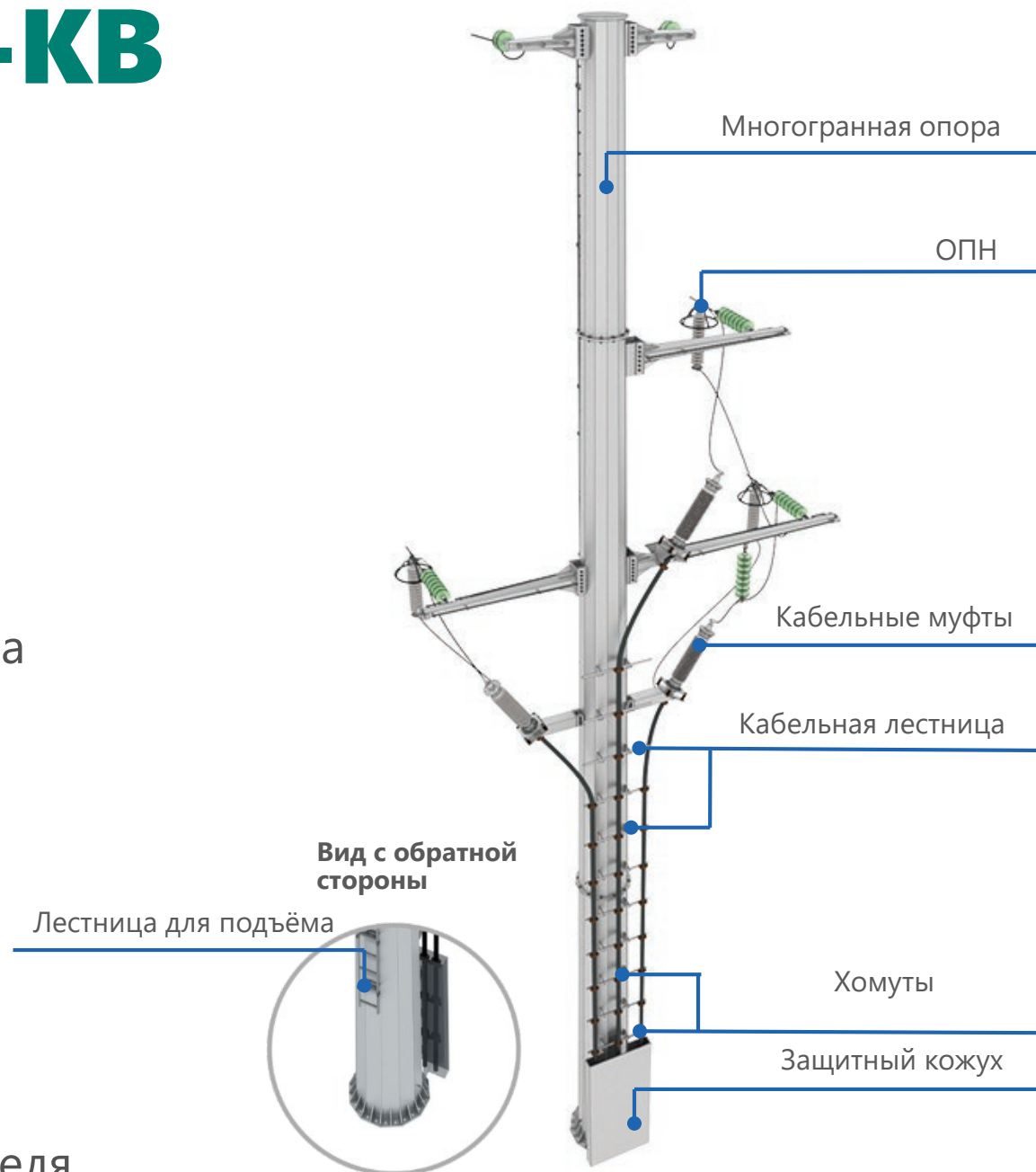
В СОСТАВ ПКПО-КВ ВХОДЯТ

Конструктивные элементы:

- металлическая опора
- кабельная лестница
- стационарные лестницы и страховочные поручни
- площадки для обслуживания
- защитный кожух из листового металла
- узлы крепления всех элементов
- ЖАЛ из Т-образного профиля

Электротехническое оборудование:

- концевые кабельные муфты
- концевые коробки
- ОПН
- провода для заземления экранов кабеля

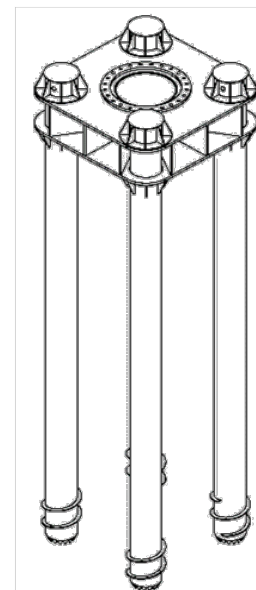
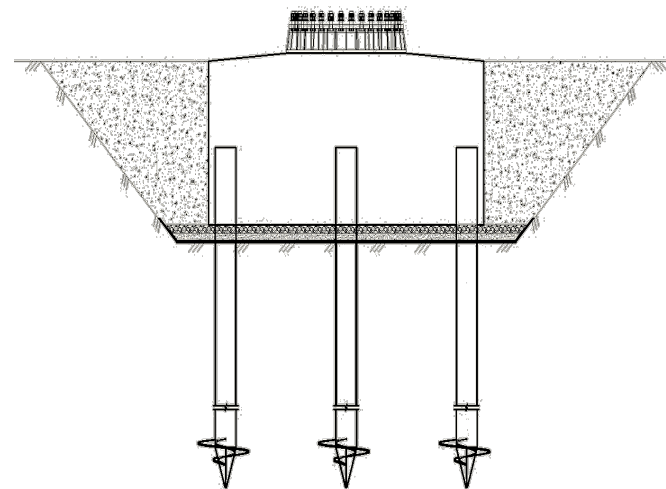
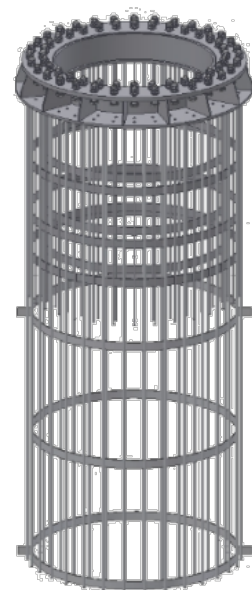
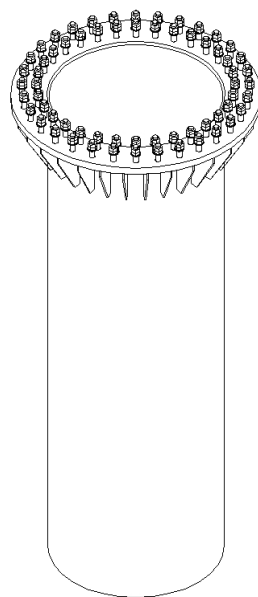


ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ПКПО-КВ

Конструкция зависит от инженерно-геологических и климатических условий места установки

Примеры фундаментных конструкций:

- стальная свая-оболочка с железобетонным ригелем и без
- винтовые сваи со стальным или монолитным ростверком
- буронабивная свая (в состав поставки входят закладные детали)



ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Безопасность и удобство обслуживания

- площадки для размещения и перемещения персонала на опоре
- лестницы и поручни
- ЖАЛ из Т-образного профиля



Площадки для обслуживания муфт

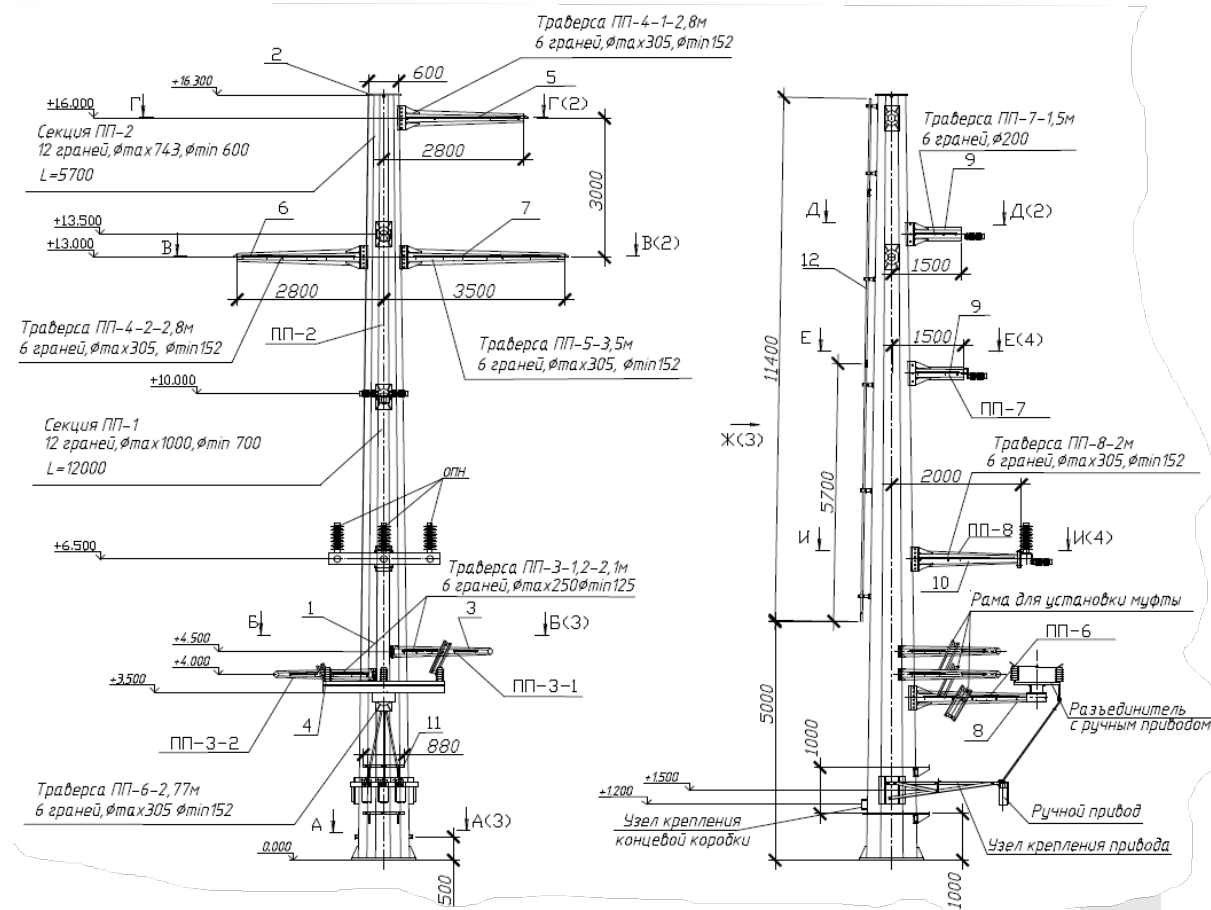
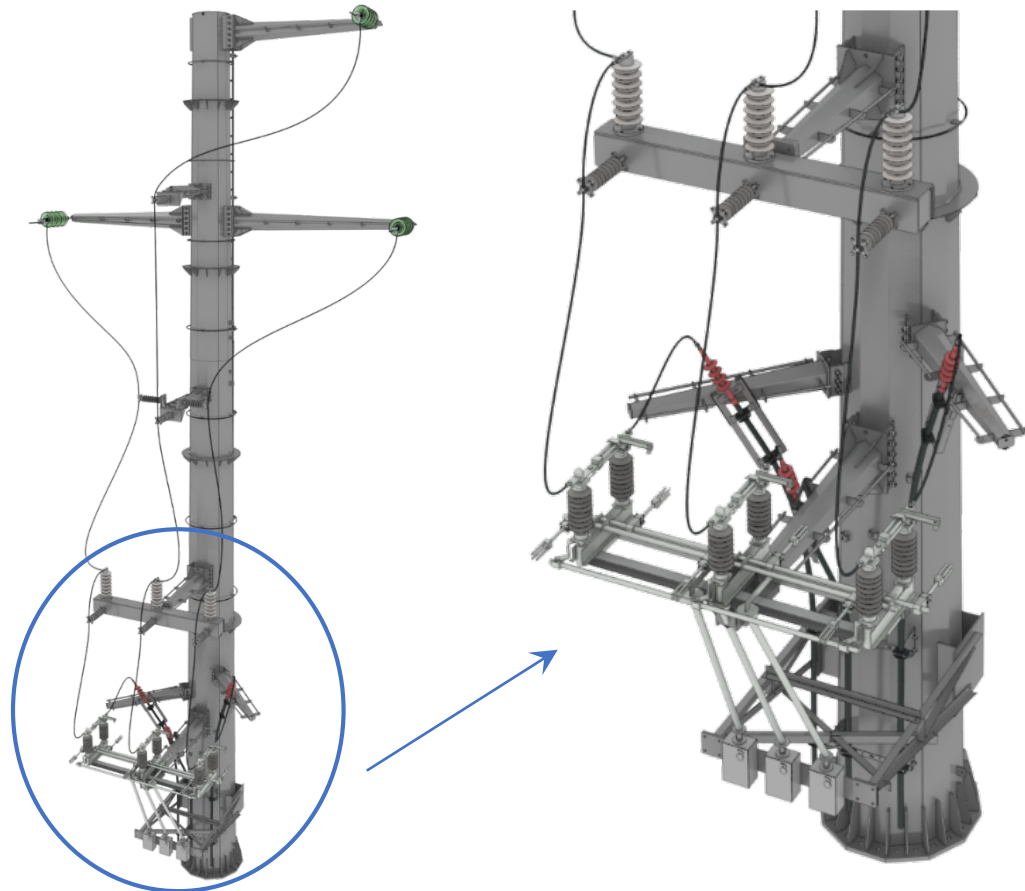


Лестница и стационарные анкерные линии (поручни)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

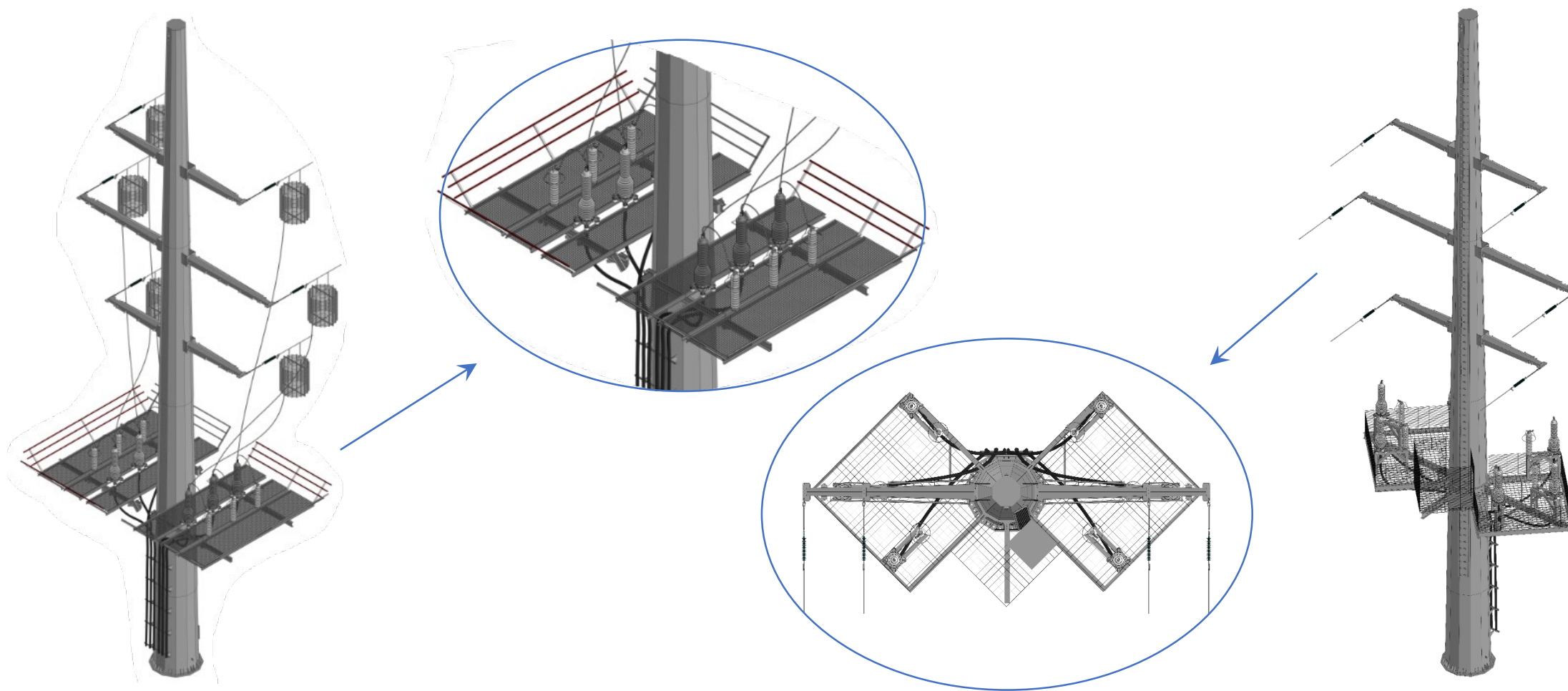
Безопасность и удобство обслуживания оборудования

- консоли для размещения муфт, ОПН и разъединителя 35 кВ



ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ на многогранных опорах

Варианты решений ПКПО-КВ с площадками для обслуживания



ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ на многогранных опорах

Преимущества

- компактность
- высокая скорость монтажа
- адаптируемость конструкции к требованиям заказчика и условиям эксплуатации
- возможность размещения дополнительного оборудования
- высокая вандалоустойчивость

Недостатки

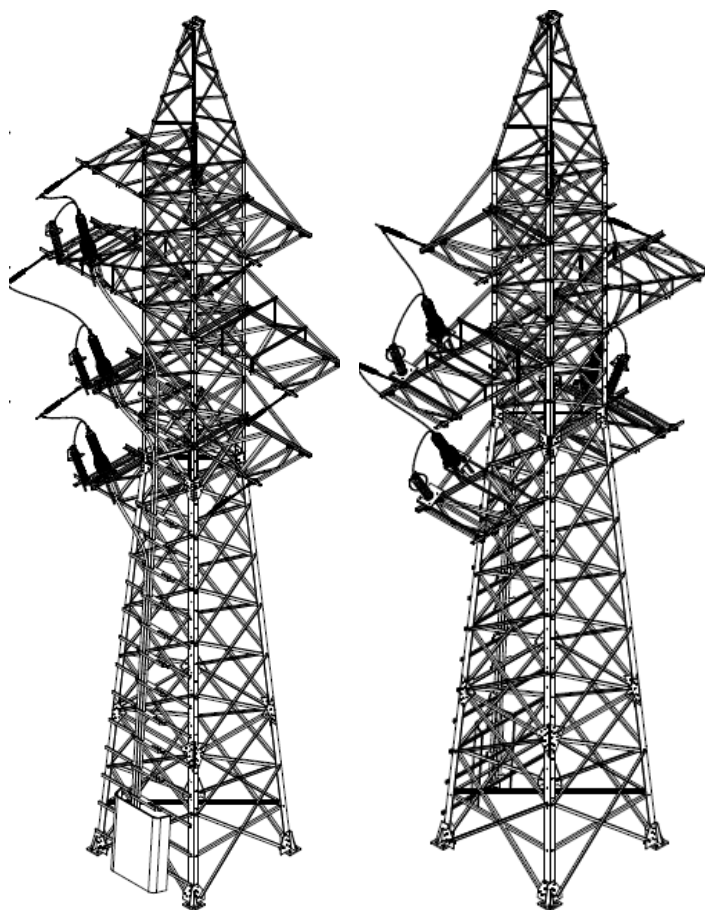
- относительно высокая стоимость самих конструкций



ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ на решётчатых опорах

Варианты решений ПКПО-КВ на решётчатых опорах

- **одноцепные**
в соответствии с требованиями
п.8.12.3.4
СТО 34.01-21.1-001-2017
«Распределительные
электрические сети
напряжением 0,4-110 кВ.
Требования к
технологическому
проектированию»



- **двухцепные**

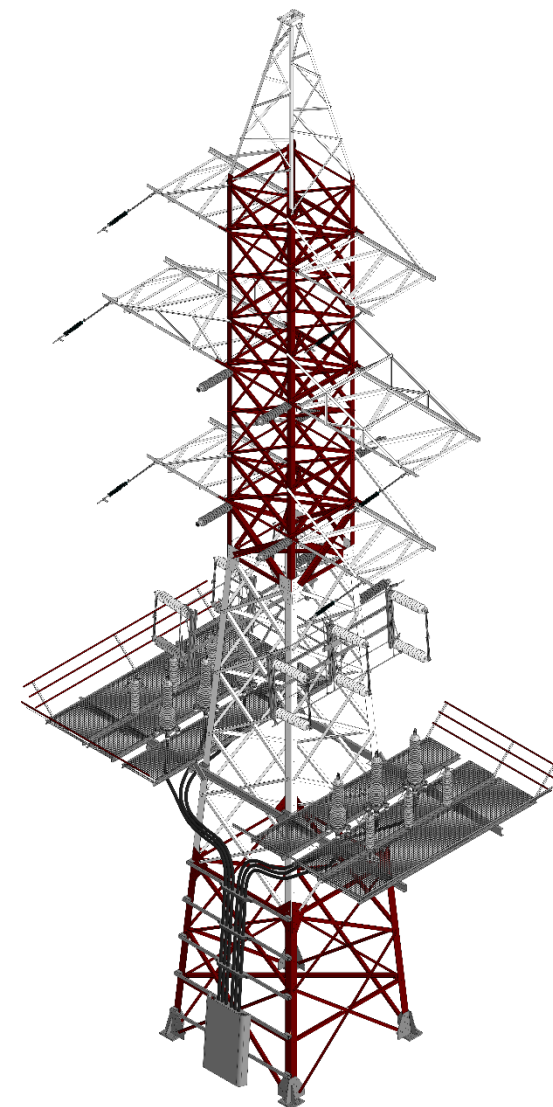


ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ на решётчатых опорах

Варианты решений ПКПО-КВ на решётчатых опорах

Комплексная электротехническая площадка АКЭП

- универсальность применения для разных типов опор
- безопасность обслуживания (есть настил и ограждение)
- ускоренный монтаж и демонтаж
- возможность применения в качестве временного «ремонтного» решения
- возможность установки на существующих опорах (после обследования и выполнения проверочных расчётов на прочность конструкций опоры и фундамента)



ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



Оборудование ВОЛС:

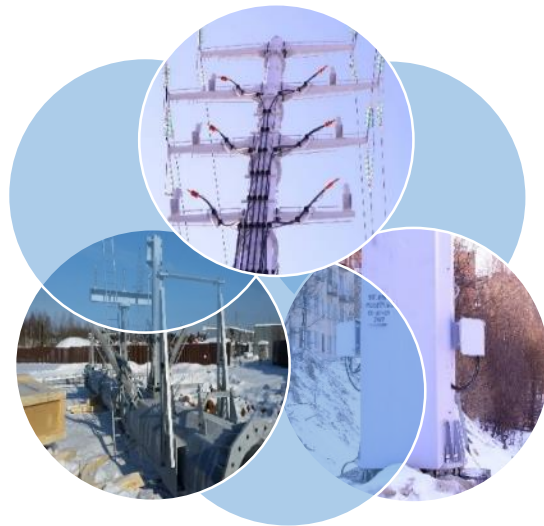
- спуски ОК
- барабаны запаса ОК
- оптические муфты



Система собственных нужд для питания оборудования

Средства РЗА:

- аппаратура для организации селективного АПВ
- панели релейной защиты и автоматики

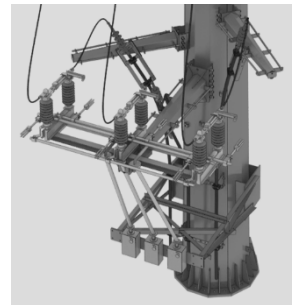


Системы мониторинга силового кабеля и концевых муфт

- температура
- частичные разряды

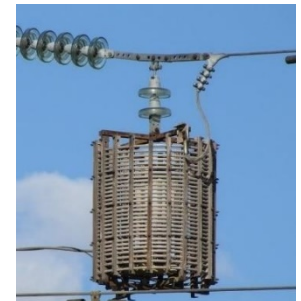
Средства коммутации:

- разъединители и выключатели



Оборудование ВЧ-связи:

- конденсаторы связи и высокочастотные заградители



СЕЛЕКТИВНОЕ АПВ

Требование ПУЭ 7 изд.:

- 3.3.2 ...Должно предусматриваться автоматическое повторное включение: воздушных и смешанных (кабельно-воздушных) линий всех типов напряжением выше 1кВ. Отказ от применения АПВ должен быть в каждом отдельном случае обоснован

Авария воздушной линии

Большинство аварий на ВЛ являются самоустраняемыми и временными

Авария кабельной линии

Большинство аварий на КЛ являются постоянными

Результат АПВ

Успешное АПВ
с восстановлением работы ВЛ

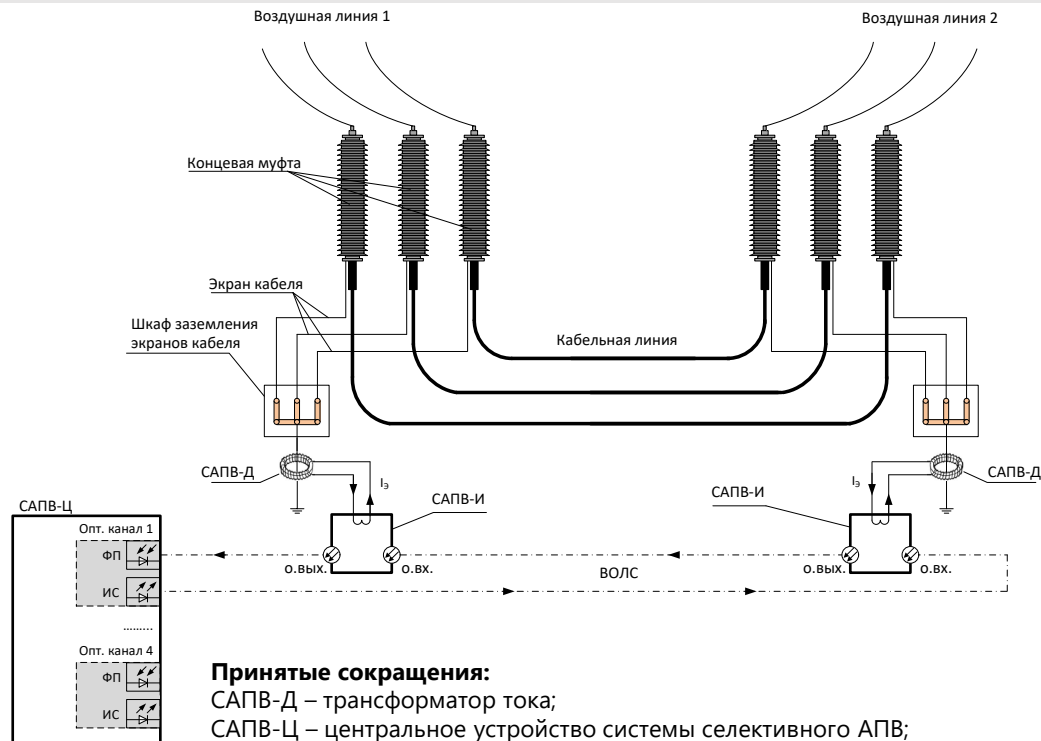
Неуспешное АПВ:
усугубление аварии и состояния кабеля

При организации совмещённой кабельно-воздушной линии необходимо организовать селективную защиту:

- Точное определение места повреждения (ВЛ или КЛ)
- Мгновенное автоматическое принятие решения о допустимости или запрете АПВ

СЕЛЕКТИВНОЕ АПВ

Реализация на оборудовании «АБС Электро»



Принятые сокращения:

САПВ-Д – трансформатор тока;
САПВ-Ц – центральное устройство системы селективного АПВ;
САПВ-И – устройство измерительное системы селективного АПВ;
о.вх. – оптический вход устройства САПВ-И;
о.вых. – оптический выход устройства САПВ-И;
ИС – источник света;
ФП – фотоприемник;
Опт. канал – оптический канал устройства САПВ-Ц;
ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи.



Оптические датчики в паре с индуктивным ТТ.
Работают с заземлением экрана силового кабеля

Реализация на оборудовании «Профотек»



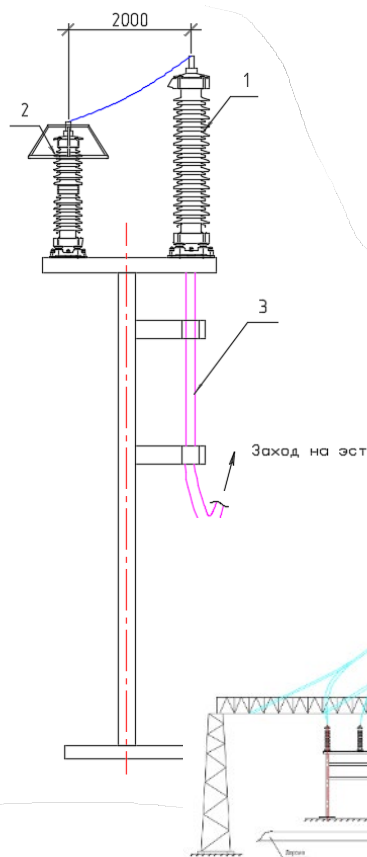
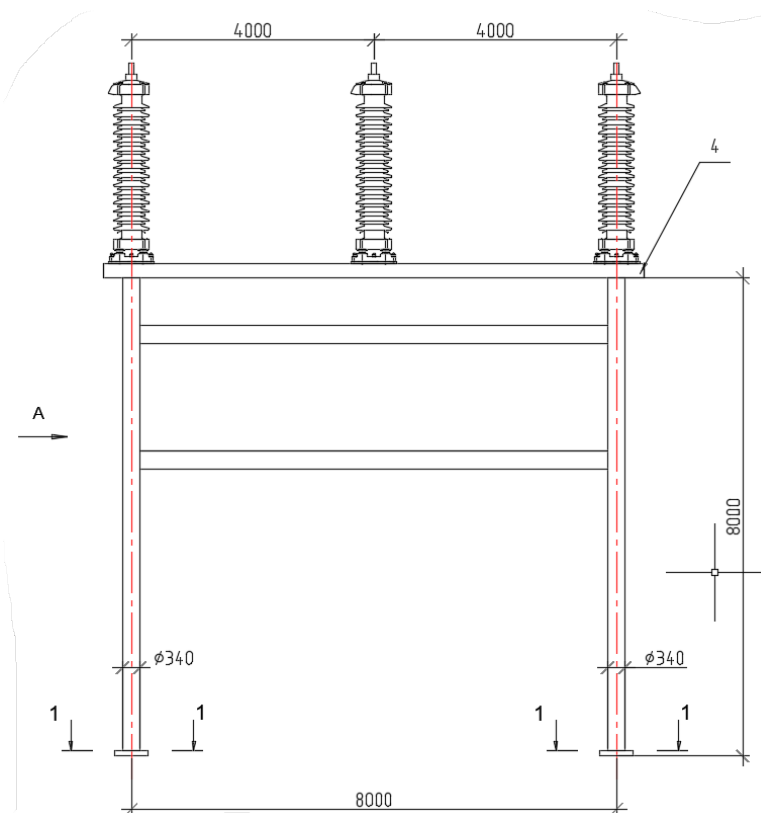
Оптические трансформаторы тока (ОТТ).

Работают с токоведущей шиной
на выходе из КЛ за пределами КЛ

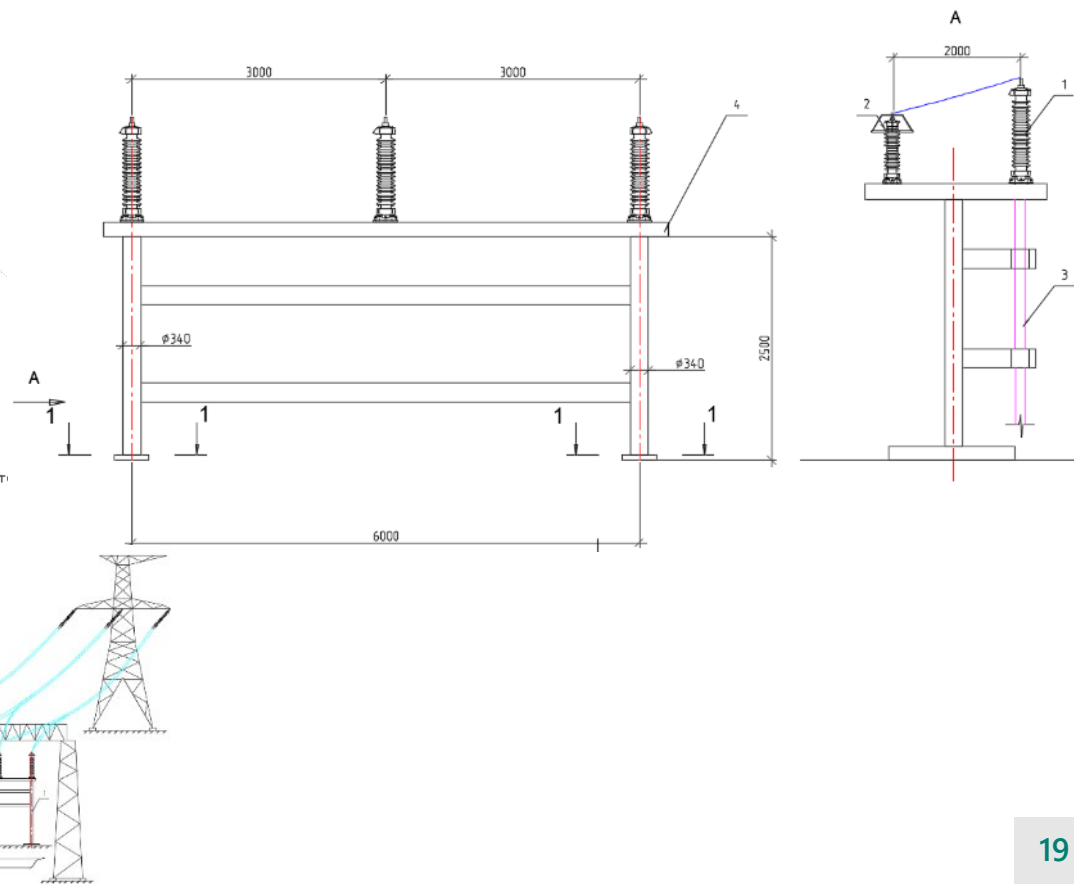
Переходные пункты для размещения на ОРУ

ОТКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ для размещения на ОРУ подстанций

220 кВ, кабельный заход на эстакаду



110 кВ, заход в подземную КЛ

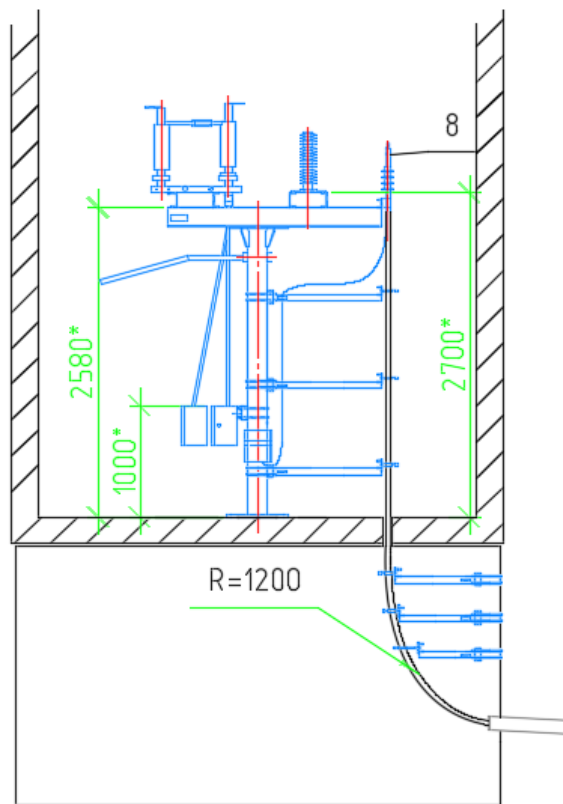


Закрытые переходные пункты

ЗАКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ: блочные закрытые переходные пункты

Блочный ПКПЗ-КВ 35-110 кВ

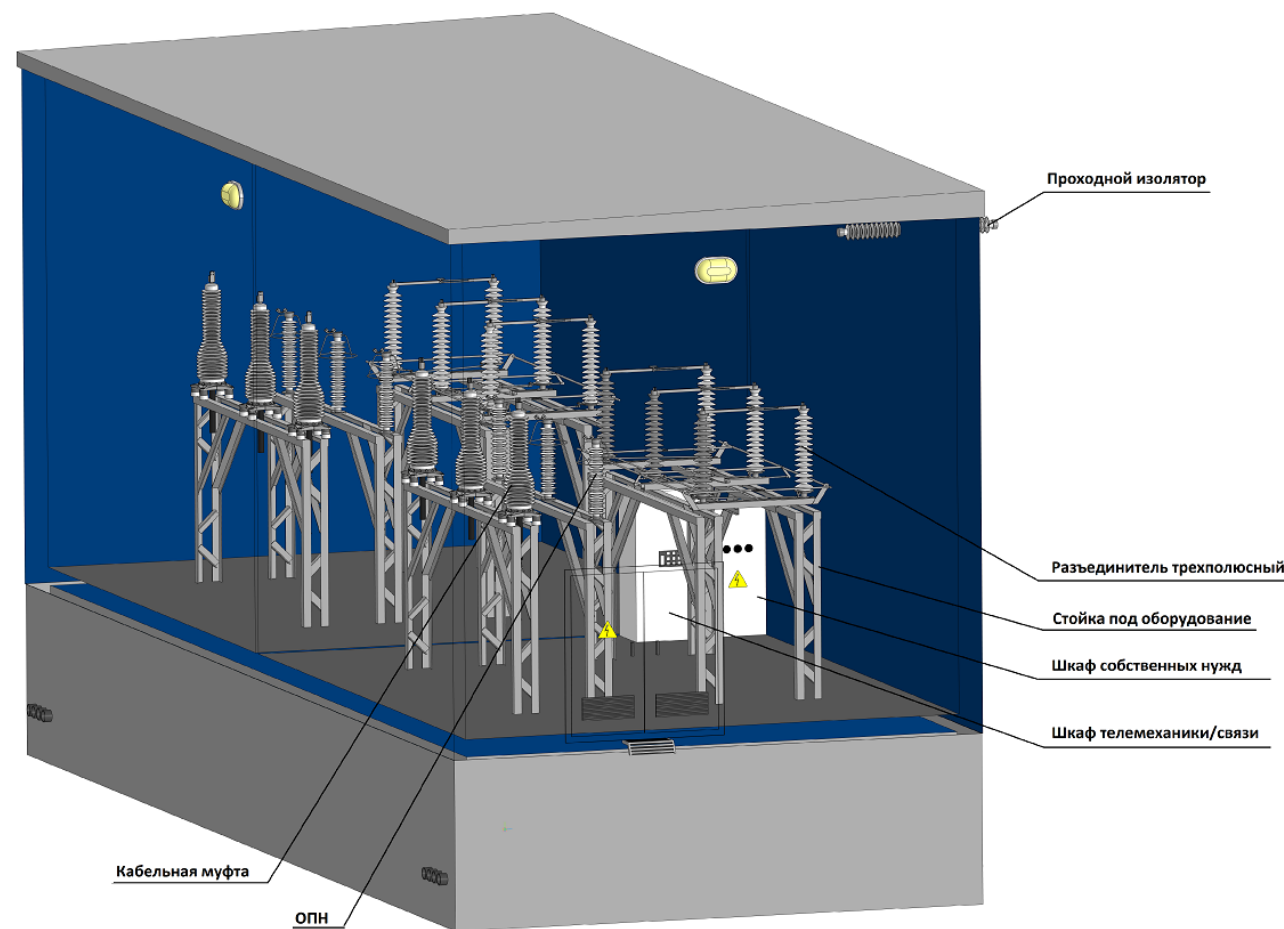
- позволяет полностью реализовать потенциал компактизации решения и снижения стоимости
- линейный размер
на 1 цепь 110 кВ – 7,0 м х 9,0 м
на 1 цепь 35 кВ – 2,5 м х 7,0 м
- сохранение полного состава оборудования и функционала обычного ЗПП в здании



ЗАКРЫТЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ: блочные закрытые переходные пункты

Блочный ПКПЗ-КВ 35-110 кВ

- все преимущества «традиционного ЗПП»
- ниже стоимость в сравнении с «традиционным ЗПП»
- расходы на обслуживание и владение ниже, чем у «традиционного ЗПП»
- высокая скорость монтажа
- возможность организации ЗПП блочного типа с КРУ

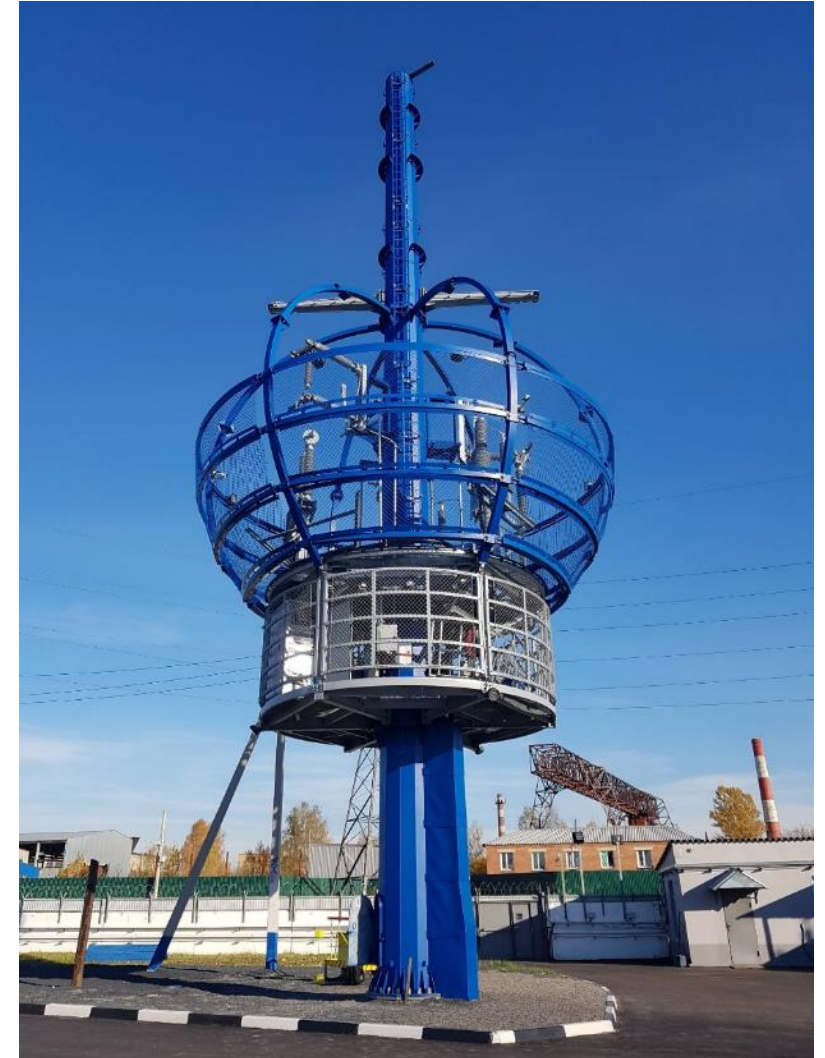


Цифровой переходной пункт

ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ

- расположен на многогранной опоре с двумя защищёнными площадками для размещения оборудования и обслуживания
- компактный (занимает площадь, сопоставимую с У110-1+5)
- эстетичное решение для городской среды
- включает в состав коммутационное (разъединители), измерительное, коммуникационное и защитное оборудование
- оборудуется питанием СН и рабочим освещением
- гибкий состав оборудования

Опытный образец установлен на ПС 110 кВ Горенки



ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ: оборудование

- система АСУ ТП позволяет дистанционно контролировать параметры состояния переходного пункта и его оборудования, управлять приводами разъединителей
- предусмотрена селективная защита КВЛ (селективное АПВ, как готовое решение)
- универсальная платформа для размещения дополнительного цифрового оборудования (связь, измерения, мониторинг, управление)
- реализация полного функционала закрытого ПП на открытом ПП на опоре

Полностью российская разработка



РОССЕТИ
МОСКОВСКИЙ РЕГИОН

ПАО «МОЭСК»

ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ: безопасность и удобство обслуживания

- подъём и работа персонала без специальных средств и обучения
- внутренняя лестница с площадками безопасности — работа персонала на отметке +0,0 м
- свободное перемещение между отметками + 0,0 м, + 5,0 м и +7,5 м по лестнице внутри тела опоры
- подъём на высоту от + 15,85 м по лестницам с ЖАЛ снаружи опоры
- оборудование размещается на безопасных площадках для обслуживания
- система охранного и технологического видеонаблюдения



ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ: сравнение с закрытым

Сравнение на основании укрупнённых нормативов цен (УНЦ) Минэнерго России

При технико-экономическом сравнении следует учитывать:

- общие и неотъемлемые элементы ПП (разъединители, ОПН, конструкции)
- неизбежные решения, следующие из выбранного типа ПП - дополнительные концевые опоры и/или порталы. Для данного расчёта принята опора У110-1+5 с фундаментом, заземлением, изоляцией, арматурой, креплениями

Элементы КЛ, РЗиА и иных частей КВЛ должны учитываться при сравнении стоимостей вариантов соответствующих частей КВЛ:

- | | |
|--|--------------------|
| ■ концевые кабельные муфты | – относятся к КЛ |
| ■ система термомониторинга КЛ | – относится к КЛ |
| ■ система мониторинга частичных разрядов | – относится к КЛ |
| ■ оборудование Селективного АПВ | – относится к РЗиА |

ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ

ЦПП 110 кВ (на 1 цепь)				Закрытый ПП 110 кВ (на 1 цепь)			
Оборудование, работы	Кол-во	Стоимость УНЦ, тыс.р.		Оборудование, работы	Кол-во	Стоимость УНЦ, тыс.р.	
		Москва	Мос.Обл.			Москва	Мос.Обл.
Первичное оборудование							
Однополюсный разъединитель	3	3679.2	3679.2	Разъединители	3 фазы	учтено	учтено
ОПН на 3 фазы	1			ОПН	3 фазы		
Вторичное оборудование							
Питание СН и СОПТ, прибор учёта 0.4 кВ	1	3742.2	3777.84	Вторичное оборудование		учтено	учтено
Охрана и безопасность							
Система охранного освещения	1	279.1	281.8	Комплекс систем безопасности здания, наружное охранное освещение		учтено	учтено
Многогранная Опора 110 кВ				Здание ПС			
Многогранная Опора 110 кВ 1ц, фундамент, заземление, изоляция, арматура, крепления	1	7729.4	8017.1	Здание, фундаменты, ошиновка, кабельное хозяйство		учтено	учтено
Общая часть							
СМР (включая демонтажные работы), ПНР, настройка		учтено	учтено	СМР (включая демонтажные работы), ПНР, настройка		учтено	учтено
Используемые материалы		учтено	учтено	Используемые материалы		учтено	учтено
Сопутствующие затраты		учтено	учтено	Сопутствующие затраты		учтено	учтено
Полные стоимости Переходных Пунктов							
Полная стоимость ППМ-110		15430	15755.9	Полная стоимость ЗПП		21483.4	22080.1
Дополнительные стоимости, которые требуется учесть при сравнении Проектов							
Установка анкерной концевой опоры или приёмного портала 110 кВ для завода проводов ВЛ с трассы на переходной пункт							
Как правило, не требуется. Необходимость уточняется проекте				Как правило, требуется. Возможность исключения уточняется в проекте			
Опора 110-1+5, фундамент, заземление, изоляция, арматура, крепления		0	0	Опора 110-1+5, фундамент, заземление, изоляция, арматура, крепления		1417.2	1469.6
Соотношение стоимостей проектов с учётом вероятности установки концевой опоры для ЗПП							
Полная стоимость проекта ППМ-110		15430	15755.9	Полная стоимость проекта ЗПП		22900.5	23549.7

ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ: сравнение с закрытым

ЦПП 110 кВ (на 1 цепь)				Закрытый ПП 110 кВ (на 1 цепь)		
Оборудование, работы	Стоимость УНЦ, тыс.р.			Оборудование, работы	Стоимость УНЦ, тыс.р.	
	Москва	Мос.Обл.			Москва	Мос.Обл.
ЦПП 110 кВ	15430	15756		Закрытый ПП 110 кВ	21483	22080
Установка анкерной концевой опоры или приёмного портала 110 кВ для завода проводов ВЛ с трассы на переходной пункт						
Опора У110-1+5		0	0	Опора У110-1+5	1417	1470
Соотношение стоимостей проектов с учётом вероятности установки концевой опоры для ЗПП						
ППМ-110		15430	15756	Закрытый ПП	22900	23550

Установка цифрового переходного пункта взамен закрытого экономически и технически обоснована

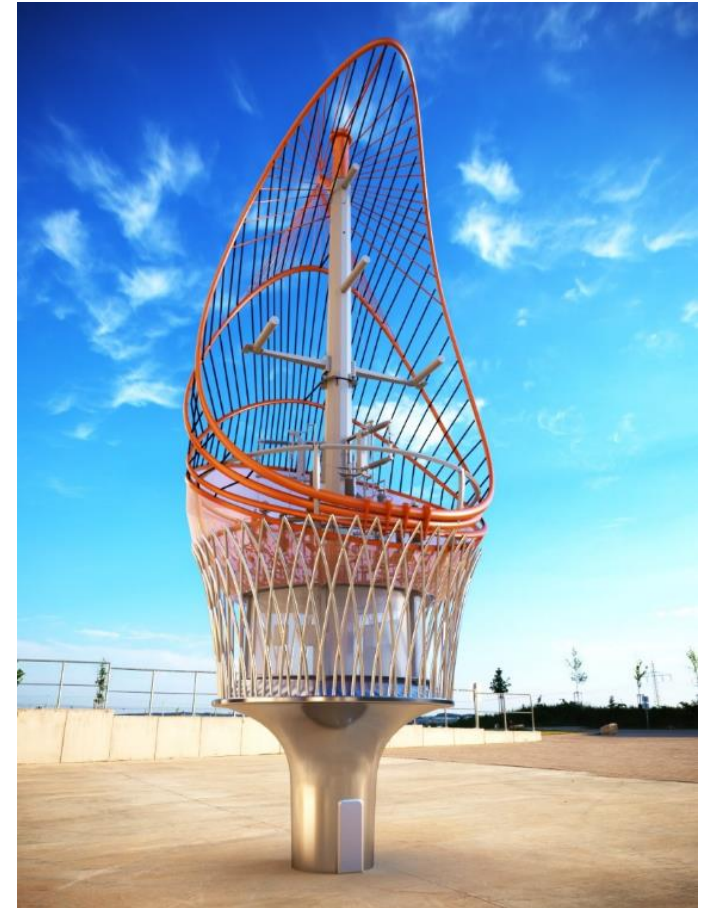
ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ: преимущества

- сокращение площади землеотвода до значений, сопоставимых с обычной решётчатой опорой 110 кВ, одновременно с обеспечением функционала и потенциала его расширения, ранее доступного только при наземном размещении
- организация дифференциальной защиты ЛЭП с селективной работой АПВ
- дистанционное управление выводом в ремонт участков кабельно-воздушной линии 110 кВ (при сохранении в работе других участков) и последующим включением
- организация универсальной площадки для размещения систем мониторинга, измерений, связи и интеграции их в умные сети
- отсутствие аналогов в мире



ЦИФРОВОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПУНКТ

Дизайнерские решения



Опыт применения

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПКПО-КВ

Россети Урал



Монтаж ПКПО-КВ-110.1-1.1,
Томино,
Челябинская область

ГК Металлоинвест



ПКПО-КВ-110.1-2.1,
Губкин,
Белгородская область

Россети Северо-Запад



ПКПО-КВ-35.1-2.2,
Петрозаводск,
Республика Карелия

Россети Кубань



ПКПО-КВ-35.1-1.1-Р,
п. Энем,
Республика Адыгея

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПКПО-КВ

Россети
Московский регион



ПКПО-КВ-110.1-2.1,
Мытищи,
Московская область

АПХ Мираторг



ПКПО-КВ-110.1-1.1,
п. Магнитный,
Курская область

Россети Волга



ПКПО-КВ-35.1-2.1,
п. Ясный,
Оренбургская область

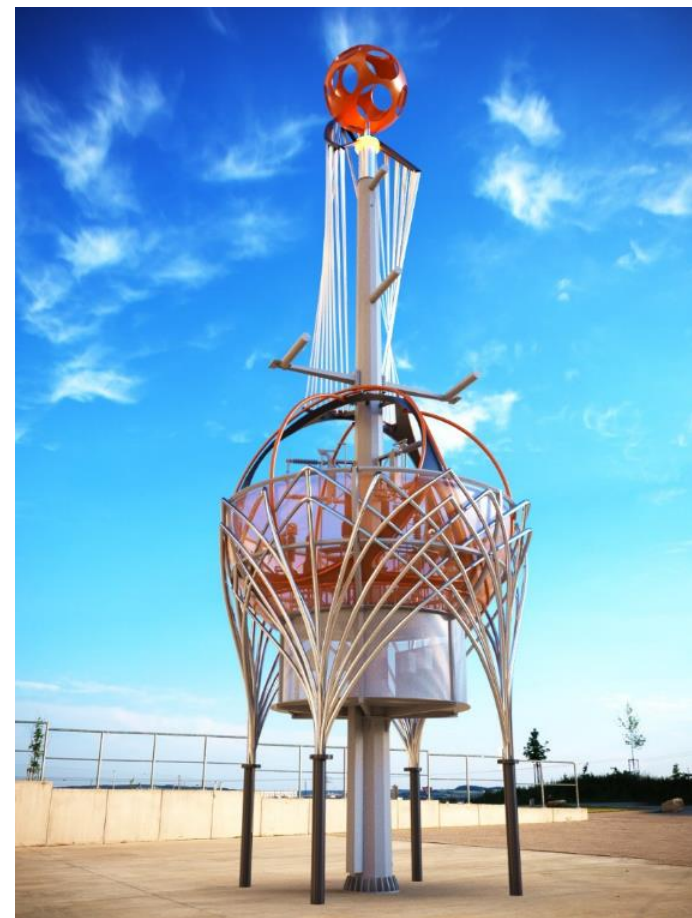
Россети
Московский регион



ПКПО-КВ-35.1-1.1-Р,
Руза,
Московская область

КОМПЛЕКТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ ОТ СТРИМЕРА

- линейка готовых компактных решений
- комплектная поставка «из одних рук»
- экономическая эффективность
- высокая скорость монтажа
- безопасность и удобство обслуживания
- долговечность конструкций и надёжное оборудование
- аттестация в ПАО «Россети»
- гарантия на поставляемые конструкции и оборудование
- высокая вандалоустойчивость
- быстрая адаптация к требованиям заказчика и условиям эксплуатации
- цифровизация и мониторинг, как опция



КОМПЛЕКТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ ОТ СТРИМЕРА

- разработка и поставка — от простых до умных и красивых

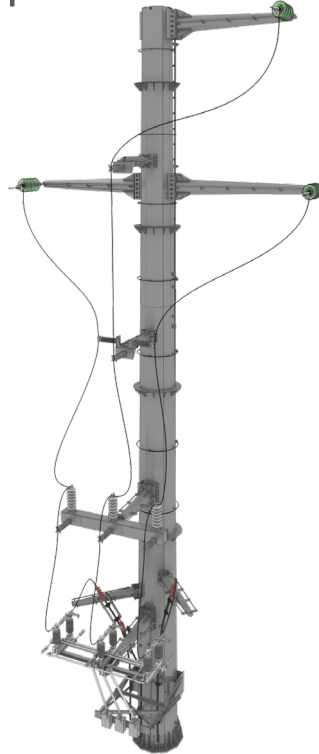
ПКПО-КВ

- ОПН
- КKM



ПКПО-КВ-Р

- ОПН
- КKM
- Р



ППМ-110

- ОПН
- КKM
- Р
- ТТЭО
- вторичка



ППМЭ-110

- ОПН
- КKM
- Р
- ТТЭО
- вторичка
- дизайн



Выполнение НИОКР

НАПРАВЛЕНИЕ НИОКР

- Разработка специальных конструкций опор и фундаментов ВЛ35-110

Задача: сокращение металлоёмкости на каждый км ВЛ за счёт оптимизации конструкций опор ВЛ

- Создание линейки опор из композитных материалов для ВЛ 35-110 кВ и фундаментов к ним

Задача: разработка конструкций композитных опор, устойчивых к экстремальным климатическим и коррозионным воздействиям, сокращение затрат на эксплуатацию

- Разработка опор с повышенными эстетическими свойствами для ВЛ 35 и 110 кВ

Разработка переходного пункта для соединения ВЛ и КЛ с повышенными эстетическими свойствами

Задача: повышение лояльности населения за счёт применения архитектурных решений при разработке конструкций опор



НАПРАВЛЕНИЕ НИОКР

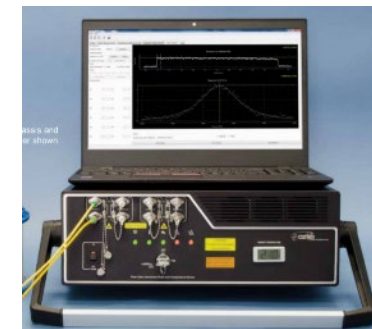
- Создание линейки опор из кортеновской стали для ВЛ 35-110 кВ и фундаментов к ним

Задача: сокращение затрат на эксплуатацию за счёт отсутствия необходимости регулярного обновления антикоррозионного покрытия



- Создание цифровой ВЛ напряжением 110 кВ на основе распределённых волоконно-оптических датчиков

Задача: повышение наблюдаемости и управляемости ВЛ.



- Создание системы предиктивной диагностики технического состояния цифровой ВЛ

Задача: предотвращение аварийных ситуаций на ВЛ.



Обсуждение актуальных вопросов КВЛ

II ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИЯ

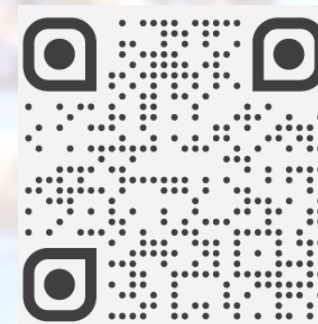
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ:

актуальные вопросы
и тенденции

ДАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ

ЯНВАРЬ 2022

ВСЯ ИНФОРМАЦИЯ НА САЙТЕ:



<https://cable-overhead-lines.online/>

ОРГАНИЗАТОРЫ



ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЁР



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КОНФЕРЕНЦИИ:

1. Актуализация используемых методов и технологий проектирования, производства, строительства и эксплуатации ВЛ и КЛ
2. Расширение открытой информационной онлайн-базы знаний по ВЛ и КЛ
3. Публичное обсуждение проблем ВЛ и КЛ, включая технику, технологию, НТД
4. Обмен опытом и мнениями о практике и тенденциях развития ВЛ и КЛ
5. Возобновление потерянных и создание новых коммуникаций сообщества профессионалов электроэнергетики

Спасибо за внимание!



*Марина Ермошина,
к.ф.-м.н.
Руководитель направления
альтернативного
проектирования*