



X 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:
Изолирующие траверсы на ВЛ 35-220 кВ.
Перспективные возможности снижения материалоемкости ВЛ.
Восстановление габаритов до земли и пересекаемых объектов.**

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

г. Санкт-Петербург, 2023 г.

ПЕРЕДОВЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ И ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА

ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЛ
В РОССИИ



ИННОВАЦИИ
И ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО
ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ С 1998 ГОДА

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Координация научно-технической и производственной деятельности ведущих предприятий арматурно-изоляционной отрасли России, таких как: «МЗВА-ЧЭМЗ», «ИНСТА», «ЮМЭК», «ФОРЭНЕРГО-ИНЖИНИРИНГ» и др.

Объединение специализируется на разработке и производстве оборудования и материалов для строительства линий электропередачи и подстанций – изоляторов, линейной арматуры и ОПН для всех классов напряжения.

>15 предприятий

10,3 млрд руб.*

4 региона присутствия**

~1400 сотрудников



Вся серийно выпускаемая продукция аттестована в ПАО «Россети»

* выручка по итогам 2021 года

** Челябинская и Нижегородская области, Пермский край

КОМПАКТНЫЕ ВЛ

Целесообразность строительства компактных ВЛ:

1. Стесненные условия строительства ВЛ.

Прохождение трассы ВЛ по особо охраняемым природным территориям, в условиях городской застройки, по территории лесов первой группы, в зеленых зонах и т.д.

2. Реконструкция ВЛ с переводом на более высокий класс напряжения, а также реконструкция для устранения негабарита.

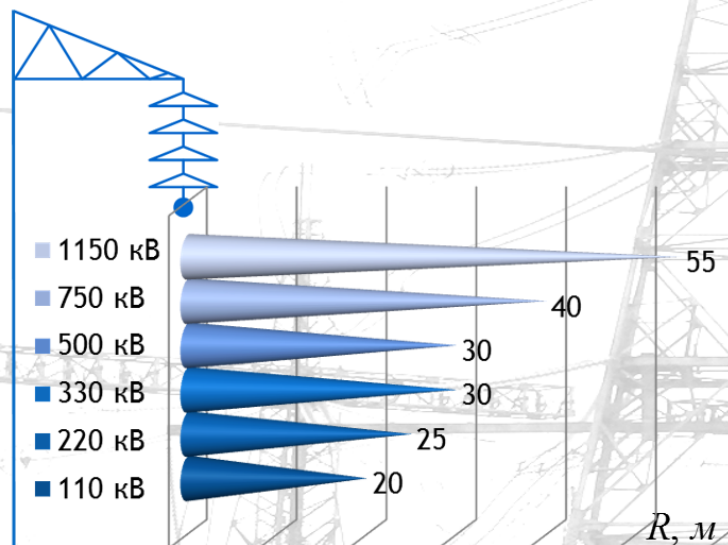
3. Достижимый экономический эффект.

В классе напряжений 35-220 кВ строительство компактных ВЛ дешевле, чем строительство ВЛ в традиционных габаритах.

Особенно это проявляется при строительстве ВЛ на земле с высокой стоимостью, где значительно возрастает плата за площадь отчуждаемой и охранной территории.

Площадь отчуждаемых земельных угодий

Охранные зоны ВЛ (L_{O3}) – территории вдоль трасс ВЛ, в которых напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м (ПП РФ от 24 февраля 2009 г. №160)



Расстояние от проекции крайнего фазного провода на землю

Коэффициент эффективности использования отчуждаемых земель

$$K_3 = \frac{P_{нат}}{L_{II}} \quad (МВт/м)$$

где:

$P_{нат}$ - величина натуральной мощности линии (МВт);

L_{II} - ширина полосы отчуждаемых земель (м)

$$K_3 = \max \text{ при условии } D \rightarrow \min \text{ и } L_{II} = L_{O3}$$

D - расстояние между крайними фазами (м)

L_{O3} - ширина охранной зоны ВЛ (м)

$$L_{O3} = 2 \cdot R + D$$

$R = const$ для заданного класса напряжения

КОМПАКТНЫЕ ВЛ

4. Повышение пропускной способности ВЛ.

Конструкция компактных ВЛ позволяет повысить пропускную способность ВЛ.



КОМПАКТНЫЕ ВЛ

Основные параметры ВЛ

Пропускная способность линии (МВт)

$$P = \frac{|U_1||U_2|}{Z_e \sin \alpha_0 l} \sin \delta$$

- U_1, U_2 - напряжение в начале и в конце ВЛ соответственно (кВ);
- Z_e - волновое сопротивление ВЛ (Ом);
- α_0 - коэффициент изменения фазы (угол поворота вектора напряжения при распространении волны напряжения вдоль линии, эл. град/км);
- l - длина линии (км);
- $\alpha_0 l$ - волновая длина линии (электрических градусов);
- δ - угол сдвига напряжений начала и конца линии электропередачи (градусов).

Волновое сопротивление (Ом)

$$Z_e = \sqrt{\frac{r_0 + jx_0}{g_0 + jb_0}}$$

- r_0 - удельное активное сопротивление проводов (Ом/км)
- g_0 - удельная активная поперечная проводимость (См/км)
- $x_0 = \omega L_0$ - удельное продольное индуктивное сопротивление фаз линии (Ом/км)
- $b_0 = \omega C_0$ - удельная емкостная проводимость (См/км)

Натуральная мощность (МВт) – пропускная способность линии при $\sin \alpha_0 l = 1$ и $\sin \delta = 1$

$$P_{nat} = \frac{|U_1||U_2|}{Z_e} = \frac{U^2}{Z_e}$$

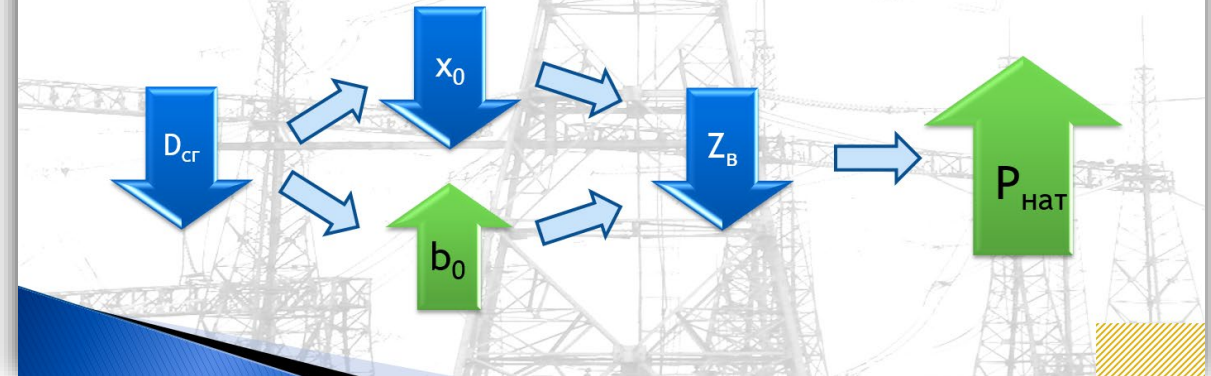
Изменение параметров одноцепной ВЛ

Одноцепная трехфазная ВЛ

$$x_0 = 0,14451 \lg \frac{D_{сз}}{r_{эк}} + \frac{0,0157}{n}$$

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{сз}}{r_{эк}}}$$

- n - число проводов в фазе;
 - $D_{сз}$ - среднегеометрическое расстояние между осями соседних фаз (м);
 - $r_{эк}$ - радиус эквивалентного провода (м);
 - d_{np} - диаметр провода (м);
 - R_p - радиус расщепления (м);
- $$r_{эк} = \sqrt[n]{\frac{d_{np}}{2} \cdot R_p^{n-1}}$$



КОМПАКТНЫЕ ВЛ

Конструкция компактной ВЛ:

- компактные стойки;
- новые узлы крепления и изоляции;
- новые провода;
- новые решения по молниезащите ВЛ на основе линейных ОПН.

Стойки - стальные многогранные, железобетонные, композитные.

Провода - защищенные изоляцией.

Узлы крепления и изоляции проводов - **изолирующие траверсы.**



КОМПАКТНЫЕ ВЛ 35 кВ

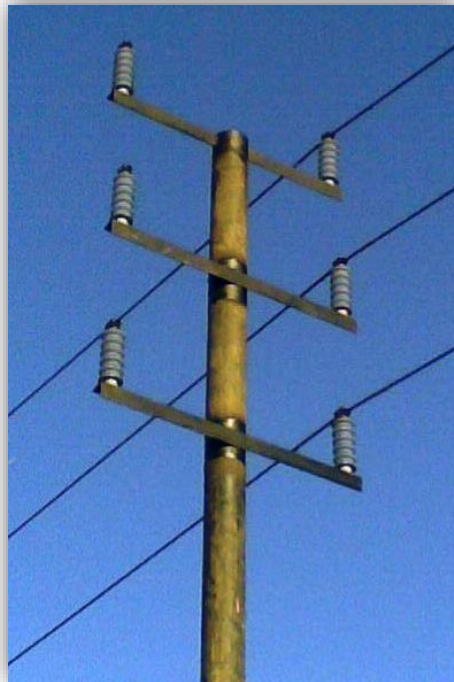
Конструкция компактных ВЛ 35 кВ

Для ВЛ 35 кВ применение защищенных изоляцией проводов, изолирующих траверс или опорных линейных изоляторов типа ОЛСК уже сегодня обеспечивает возможность строительства ВЛ 35 кВ в габаритах, близких к габаритам ВЛ 10 кВ.

ВЛ 10 кВ с изоляторами
ПС 70Е



ВЛЗ 35 кВ
с полимерными
изоляторами ОЛСК-35



Веерные изолирующие траверсы



Консольные изолирующие
траверсы



Дорогие опоры

Дешёвый
провод

Большая масса
устанавливаемых
опор

Сложные
фундаменты

Большой объём
общестроительных
работ

Не дорогие опоры

Не дорогой
провод

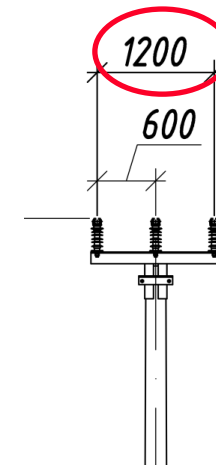
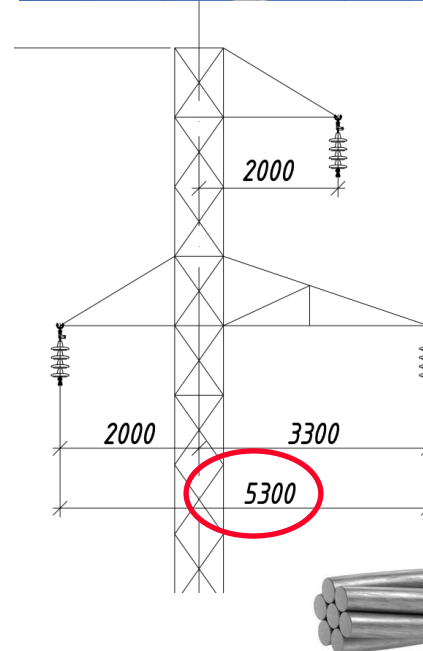
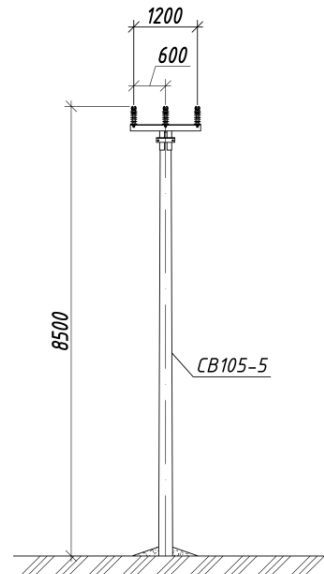
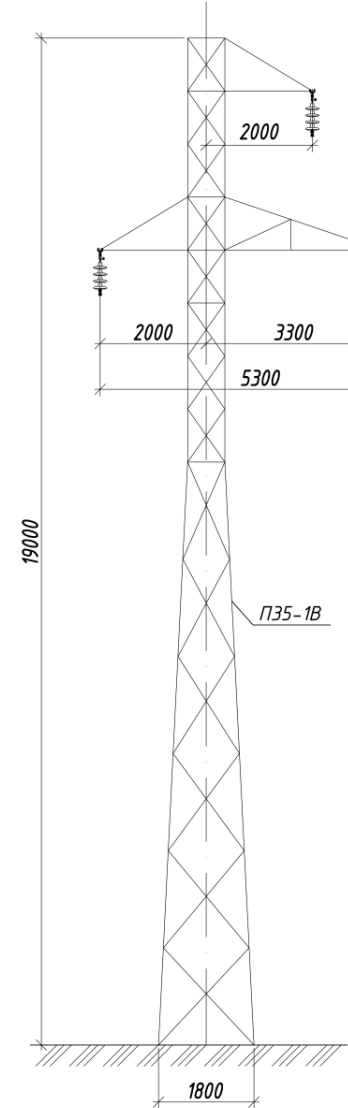
Малая масса
устанавливаемых
опор

Простые
фундаменты

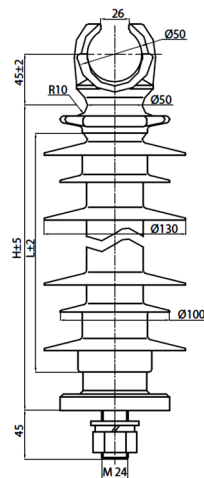
Малый объём
общестроительных
работ

ВЛ с «голым» проводом (АС) – есть риск сжлётывания проводов и короткого замыкания

ВЛ с проводом защищённым изоляцией (СИП-3)- риска короткого замыкания при сжлётывании проводов **НЕТ**



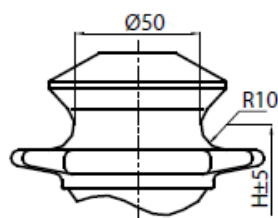
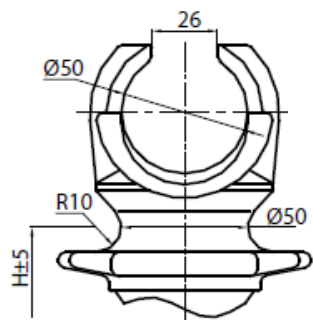
ИЗОЛЯТОРЫ ОПОРНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ 35 кВ ТИПА ОЛСК



Варианты модификаций изоляторов по типу присоединения провода

Модификация А

Модификация Б



Предназначены для крепления и изоляции неизолированных и защищенных изоляцией проводов типа СИП-3, ПЗВ и ПЗВГ на воздушных линиях электропередачи и РУ электростанций и подстанций переменного тока напряжением 35 кВ частотой до 100 Гц при температуре окружающего воздуха от -60 °С до +50 °С.

Климатическое исполнение и категория размещения УХЛ 1 по ГОСТ 15150.

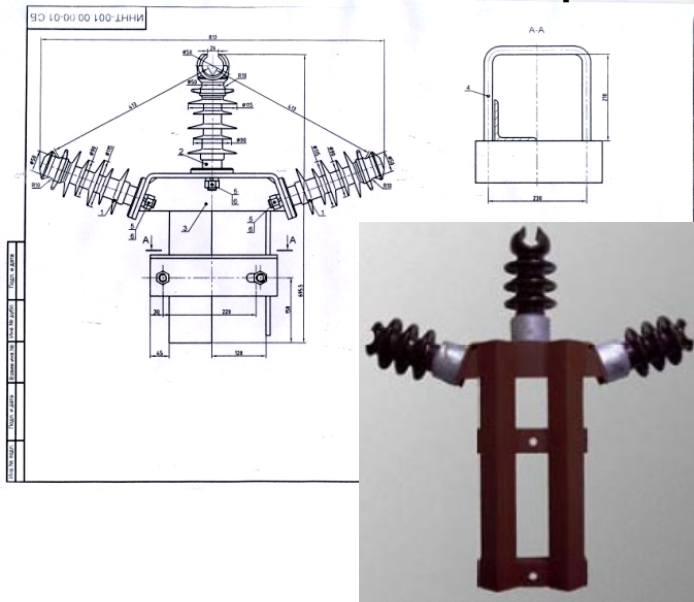
Наименование	Номинальное напряжение, кВ	Нормированная разрушающая сила на изгиб, кН	Нормированная механическая разрушающая сила при растяжении, кН,	Строительная высота Н, мм, не более	Изоляционная высота L, мм, не менее	Длина пути утечки, мм, не менее	Выдерживаемое напряжение, кВ			Нормированная удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения, мкСм	Допустимая степень загрязнения (СЗ) по ГОСТ 9920	
							полного грозового импульса	50 Гц в сухом состоянии	50 Гц под дождем			
ОЛСК 12,5-35-А(Б)-2	35	12,5	10,0	400	340	960	210	165	120	42	10	II
ОЛСК 12,5-35-В-2				425								
ОЛСК 12,5-35-А(Б)-4				465	425	1150	240	180	140	30	IV	
ОЛСК 12,5-35-В-4				490								

Главным преимуществом изоляторов типа ОЛСК перед изоляторами типа ШФ и ШС является их «непробиваемость» при всех видах электрических воздействий.

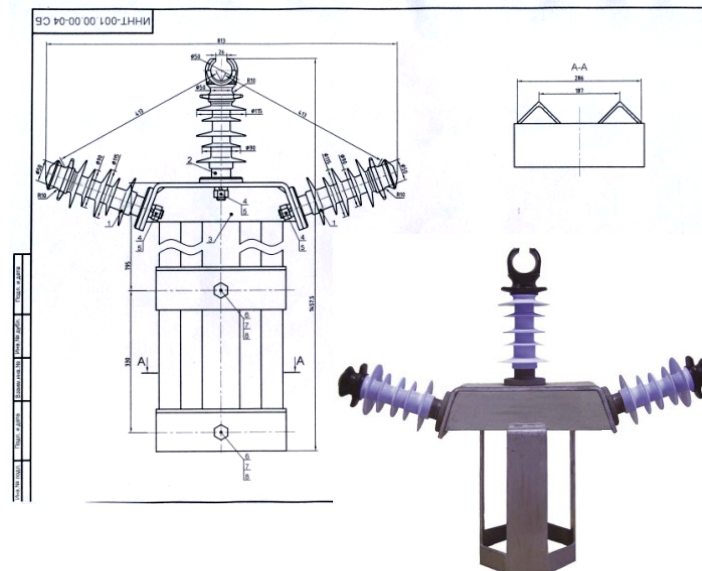
ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТРАВЕРСЫ ВЛ 35 кВ

Изолирующие траверсы производства ООО «ИНСТА» (в том числе с элементами грозозащиты) **ВЫСОКОЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ** для ВЛЗ 10-35 кВ применяются с 2007 г. на вдольтрассовых линиях электроснабжения ПАО «Газпром» и других ВЛ.

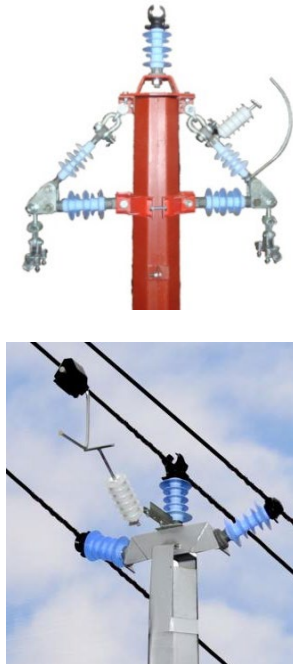
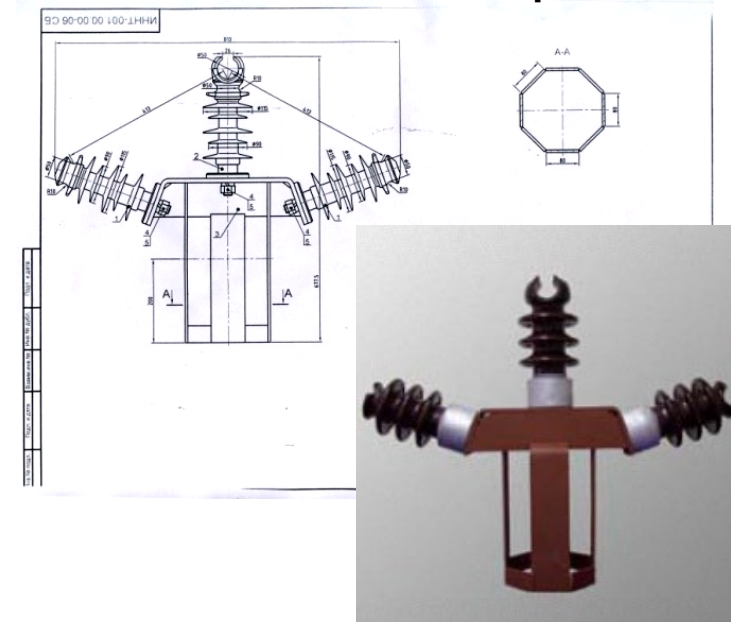
Траверсы для
железобетонных опор



Траверсы для
деревянных опор



Траверсы для многогранных
стальных опор



ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОЛИРУЮЩИХ ТРАВЕРС ТИПА ТВИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЛЗ 35 КВ:



- «непробиваемость» изоляторов в составе ТВИ при всех видах электрических воздействий;
- высокая механическая прочность узла крепления и изоляции проводов на опоре за счет исключения из его конструкции наиболее слабых элементов: штырей и колпачков;
- компактность изделия, удобство транспортировки;
- снижение трудоемкости монтажа ВЛ.



Подробная техническая информация по изолирующим траверсам указана на интернет – сайте ООО «ИНСТА» (www.zaoinsta.ru), раздел «Каталог продукции», подраздел «Изолирующие траверсы», а также предоставляется по запросам.

КОМПАКТНЫЕ ВЛ 110-220 кВ

Конструкция компактных ВЛ 110-220 кВ

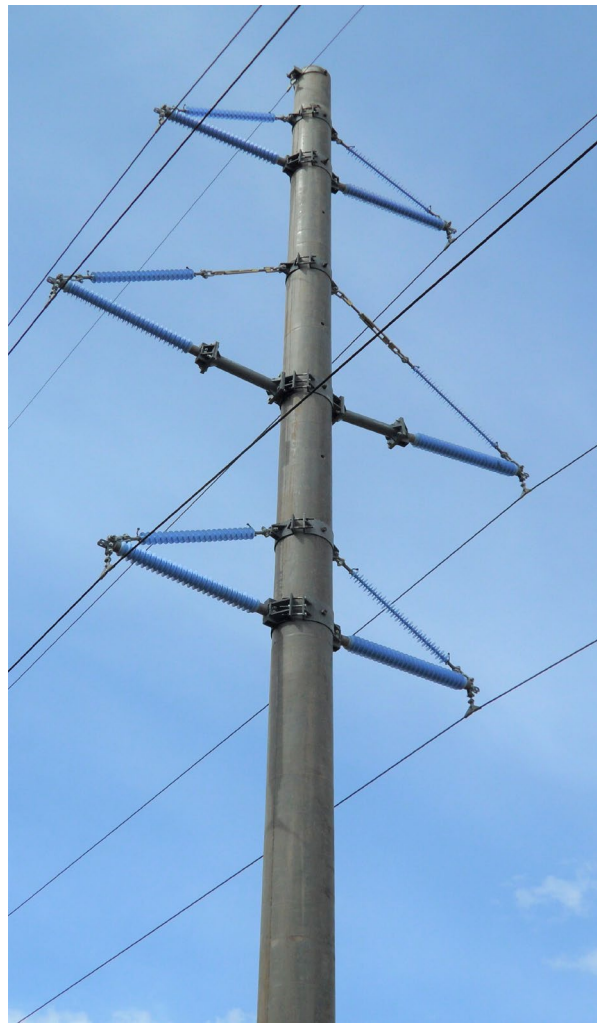
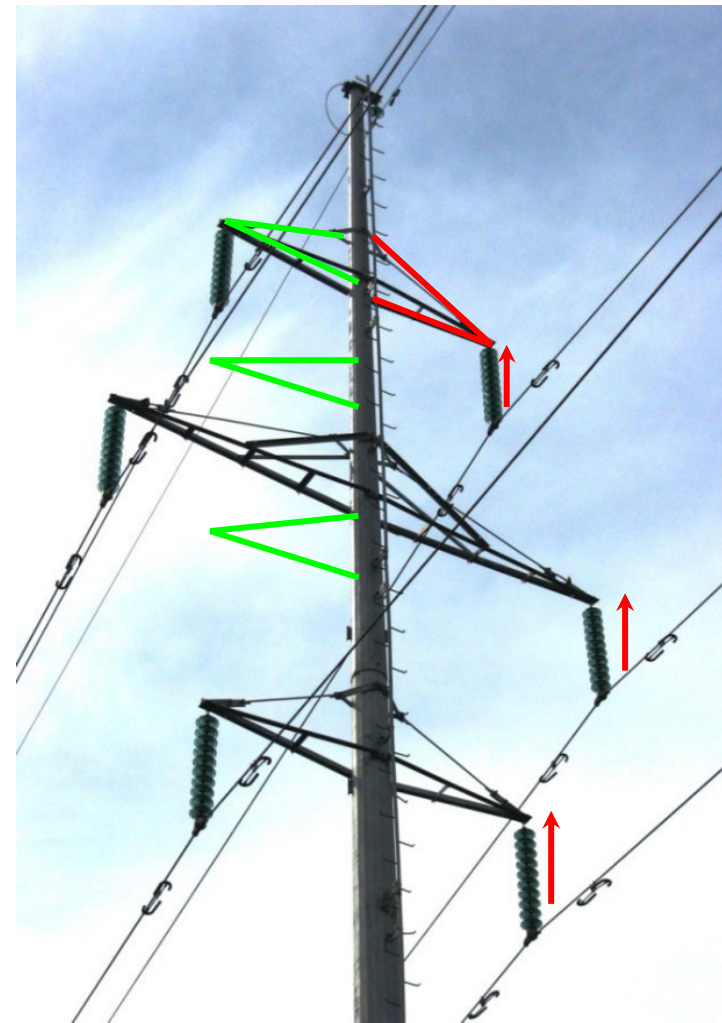
Для ВЛ 110 кВ и 220 кВ – это компактные стойки, изолирующие траверсы и межфазные изолирующие распорки.

Для ВЛ 110 кВ возможно применение защищенных изоляцией проводов – СИП-7.

Для ВЛ 220 кВ возможно применение защищенных изоляцией проводов – СИП-8.



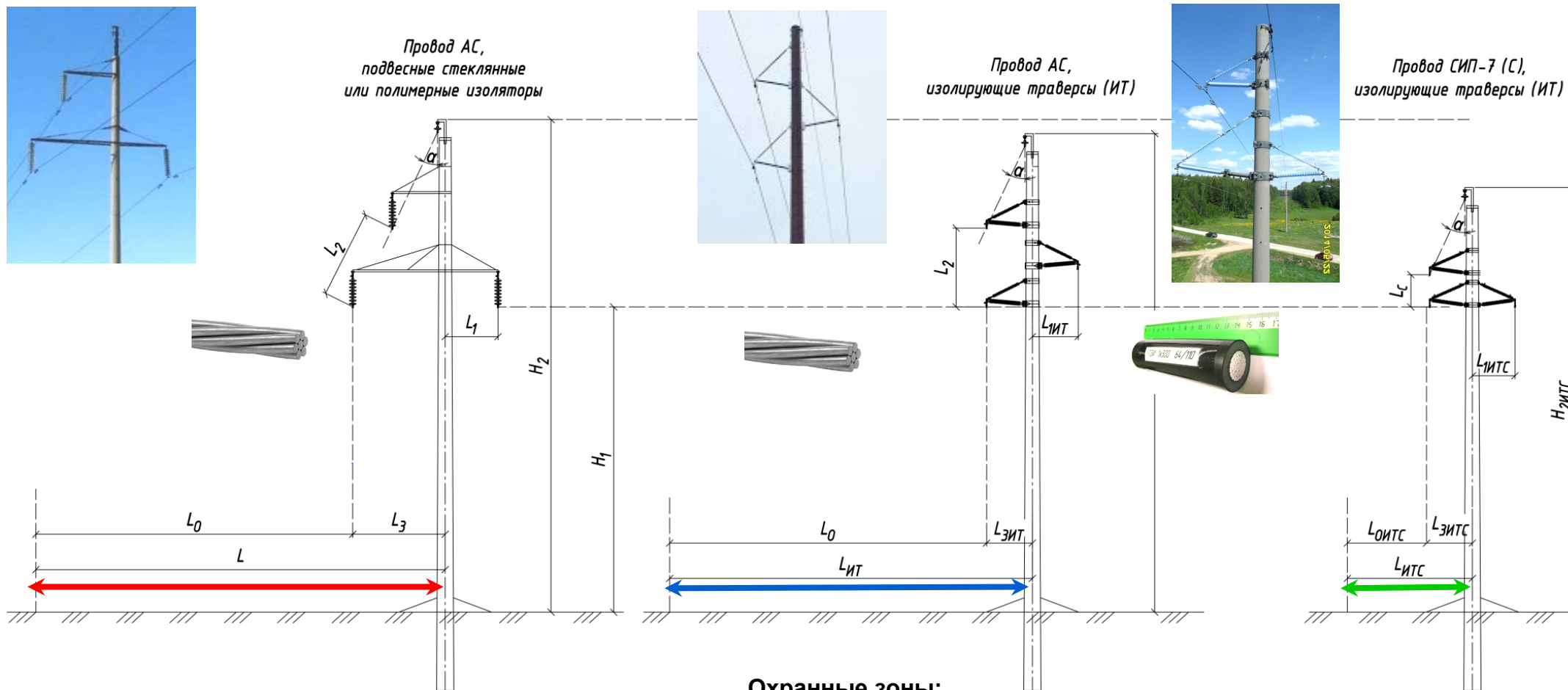
ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТРАВЕРСЫ ВЛ 110 и 220 кВ



Эффективность изолирующих траверс

Конструктивные преимущества применения изолирующих траверс	Достижимый эффект
Увеличение высоты подвеса проводов на длину гирлянды	Увеличение длины габаритного пролета и сокращение количества опор ВЛ и как следствие снижение материалоемкости и трудоемкости строительства ВЛ
Уменьшение высоты расположения траверс на опоре	Уменьшение высоты стойки при неизменном габаритном пролете и как следствие снижение материалоемкости ВЛ
Уменьшение межфазных расстояний	Повышение пропускной способности ВЛ и уменьшение полосы отчуждения земли
Применение полимерных изоляторов	Повышение надежности в условиях загрязнения и уменьшение массы опоры

Применение изолирующих траверс и провода СИП-7 для сокращения охранной зоны ВЛ 110 кВ



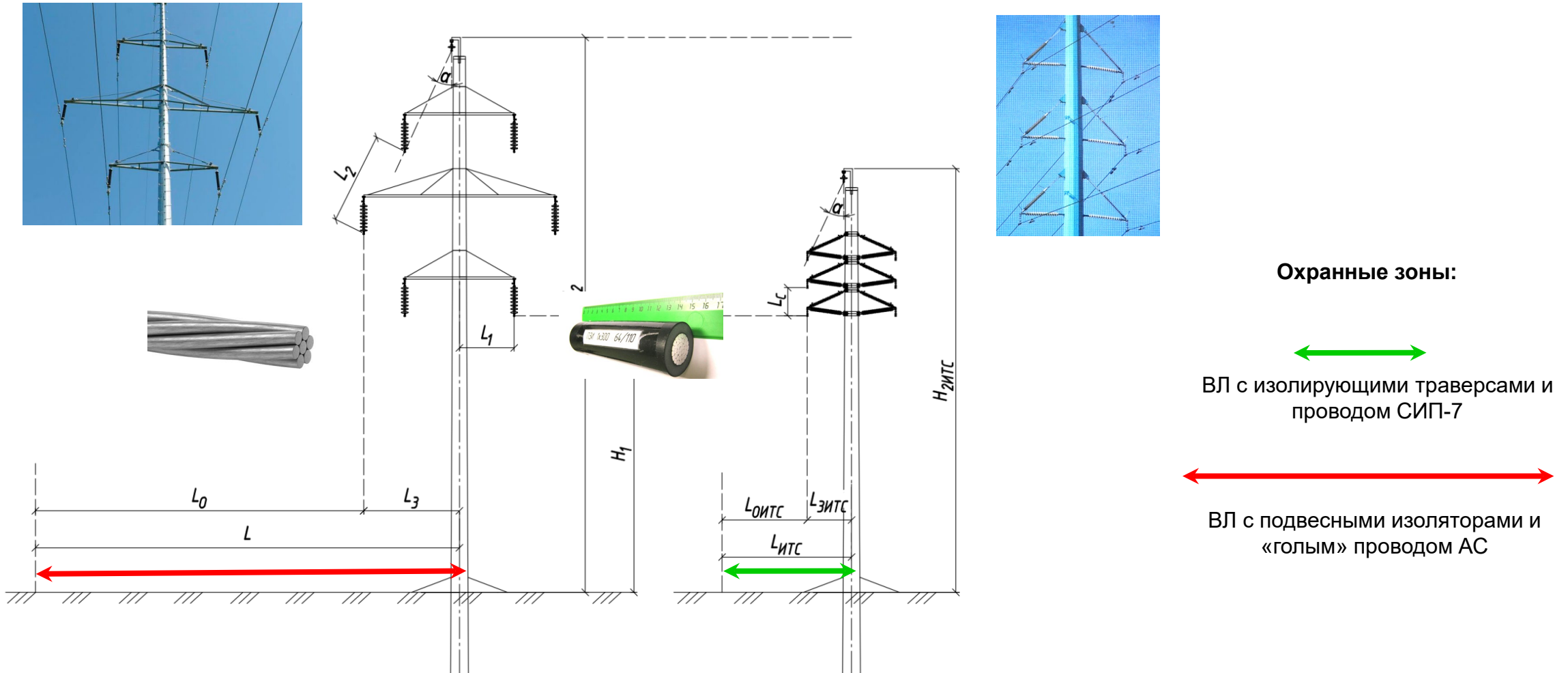
- ВЛ с изолирующими траверсами и проводом СИП-7
- ВЛ с изолирующими траверсами и «голым» проводом АС
- ВЛ с подвесными изоляторами и «голым» проводом АС



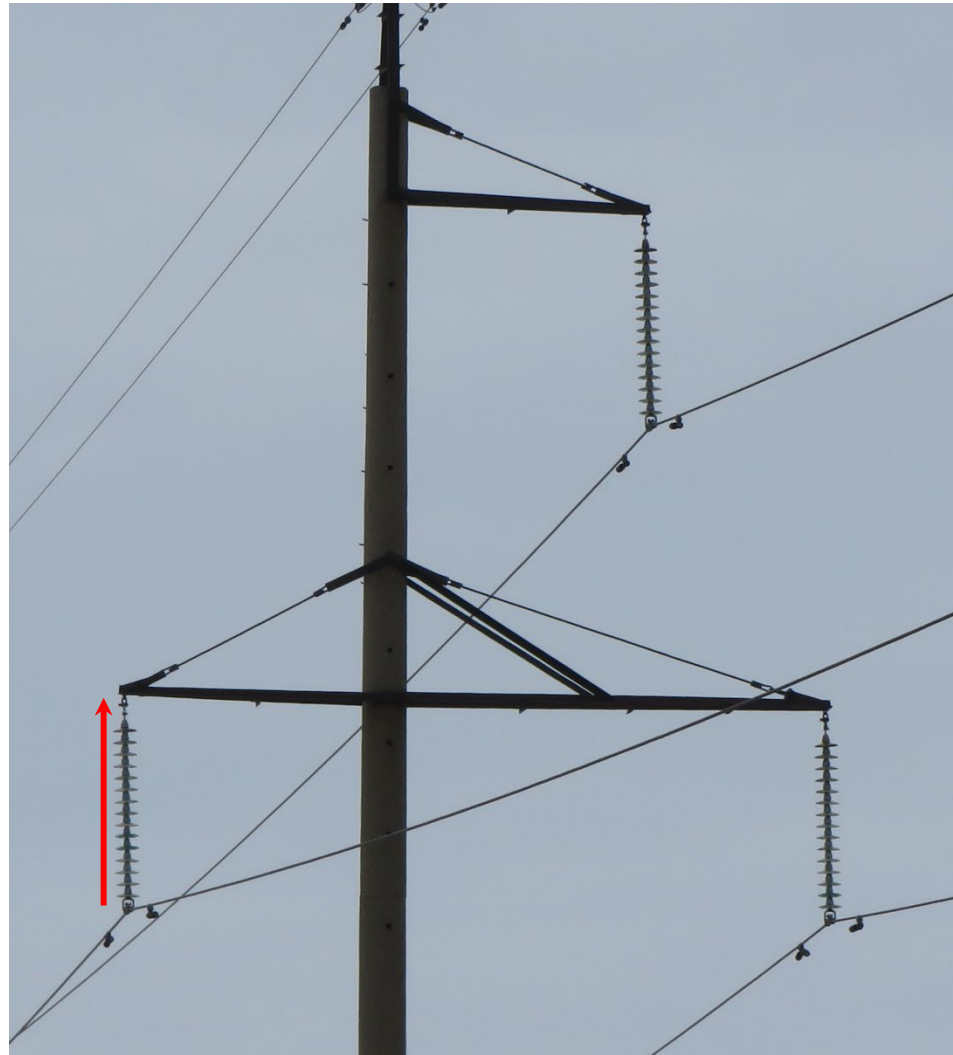
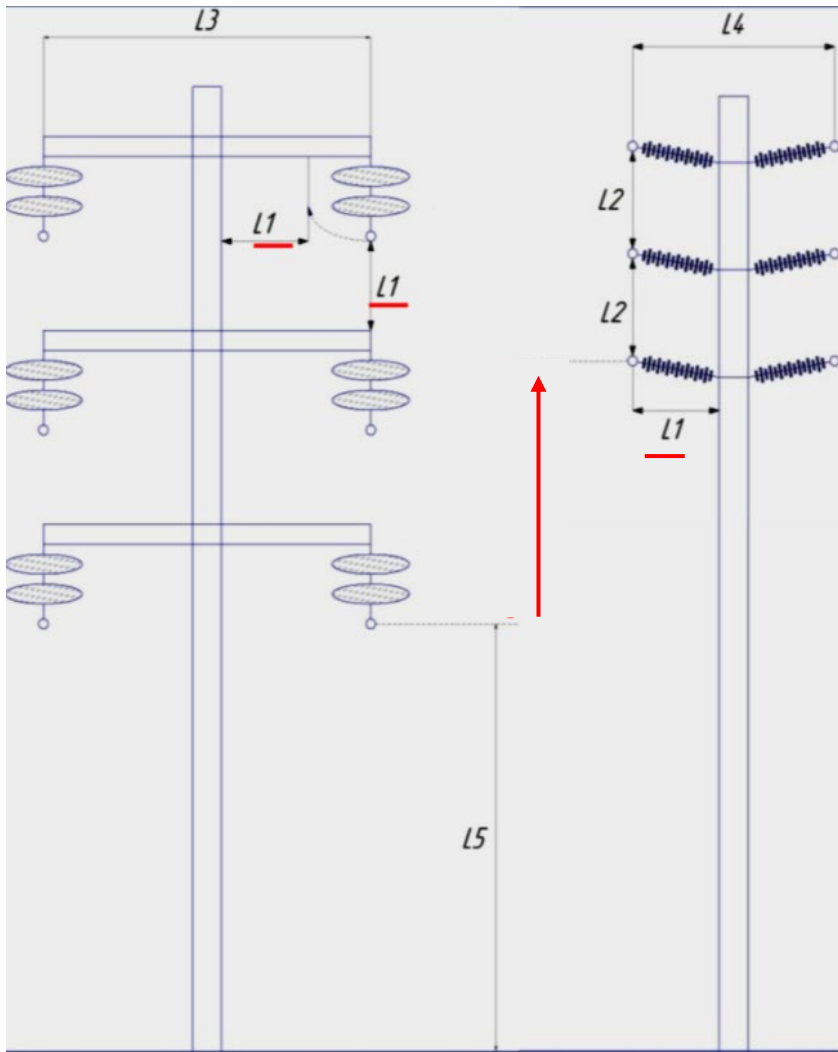
Применение изолирующих траверс и провода СИП-7 для сокращения охранной зоны двухцепных ВЛ 110 кВ

Провод АС,
подвесные стеклянные
или полимерные изоляторы


Провод СИП-7 (С),
изолирующие траверсы (ИТ)



ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГАБАРИТОВ ДО ЗЕМЛИ И ПЕРЕСЕКАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ



Примеры разработанных рекомендаций по установке **изолирующих траверс**




ООО «ФОРЭНЕРГО-ИНЖИНИРИНГ» ИНН 7709926274 КПП /770901001 ОГРН 1137746296412
 Саморегулируемая организация Ассоциация Проектировщиков
 «Альянс Проектировщиков Профессионалов»
 № СРО-П-145-04032010

Технические решения

на выполнение мероприятий по устранению негабаритов в пролетах опор

Л220-001-ТР

Главный инженер проекта  **М.В. Хайрутдинова**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2019

109004, г. Москва, Тетеринский пер., дом № 16, эт. 1 пом. IV комн. 4, оф. 1
 Тел. +7(495) 305-58-73 www.forenergo-engineering.ru e-mail: info@forenergo-engineering.ru

3

1 Общие положения

Право на выполнение проектных работ ООО «ФОРЭНЕРГО-ИНЖИНИРИНГ» подтверждается выпиской из реестра членов саморегулируемой организации (Приложение А).

Основание для разработки технических решений:
 Письмо заместителя главного инженера по эксплуатации основного оборудования №М2/08/430 от 28.05.2018 г. (Приложение Б).

Цель работы:
 Разработка технических решений на выполнение мероприятий по устранению негабаритов в пролетах опор №№64-65, 90-91 ВЛ 220 кВ путем установки изолирующих траверс производства ООО «ИНСТА».

Для определения расположения изолирующих траверс и необходимости выполнения дополнительных мероприятий в данной работе выполнены следующие расчеты:

- механический расчет провода;
- проверка обеспечения нормируемого угла защиты грозозащитного троса;
- расчет габаритов до земли, определение возможности установки изолирующих траверс на опоре с одной стороны пролета;
- проверка необходимости использования балластов на смежных опорах, выявление подтягивания поддерживающих гирлянд вверх;
- определение минимального расстояния между проводами в пролете, проверка на схлестывание, по допустимым изоляционным расстояниям, по условиям защиты от грозовых перенапряжений, по условиям короны и допустимых уровней радиопомех.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Гладков				08.20
Проверил	Белов				08.20
Нач. отд.	Хайрутдинова				08.20
Н.контр.	Хайрутдинова				08.20

Л220-001-ТР.ПЗ

Пояснительная записка

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

12

5.2 Схема установки изолирующих траверс, проверка угла защиты грозотроса

Схема установки изолирующих траверс представлена на рисунке 5.2.1. На схеме указано, что при установке изолирующих траверс нормируемый угол защиты грозотроса 30° обеспечивается. Также на схеме показаны расстояния между проводами для проведения расчетов по схлестыванию, представленных в п.9 данной работы.

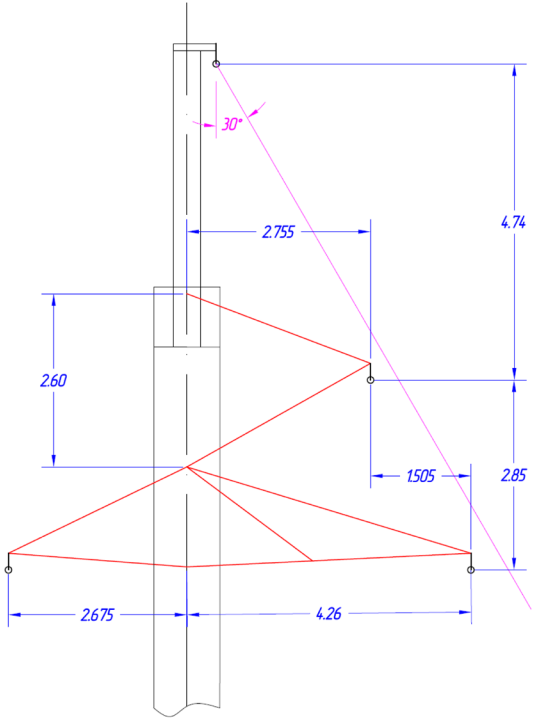


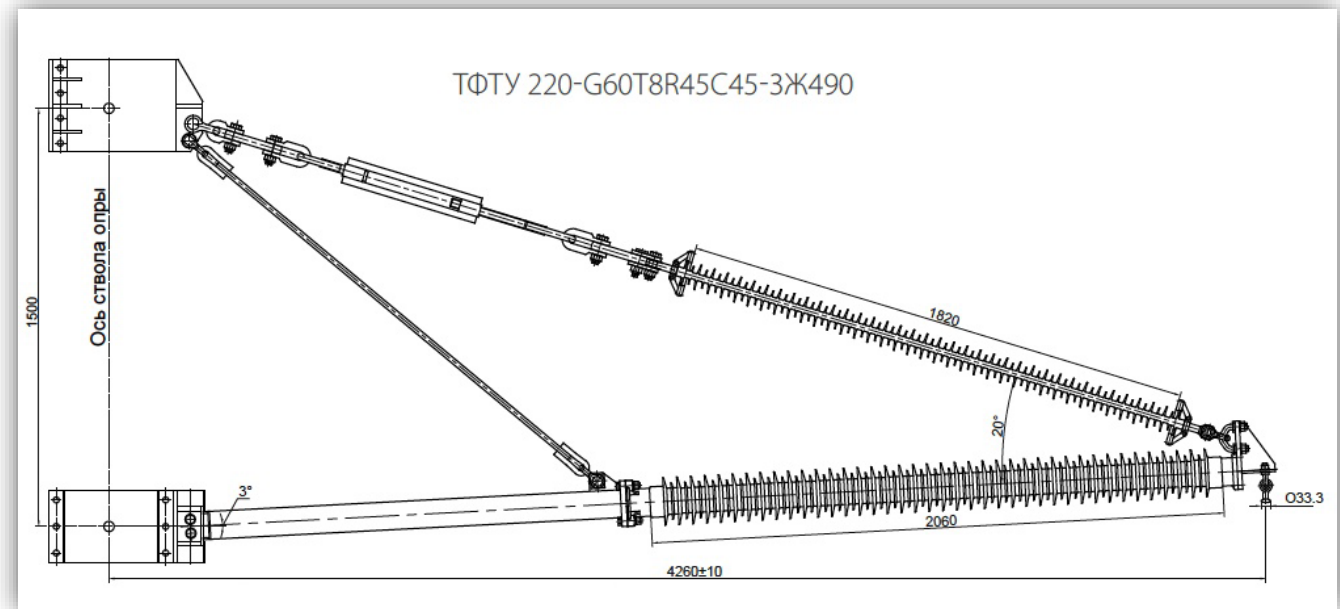
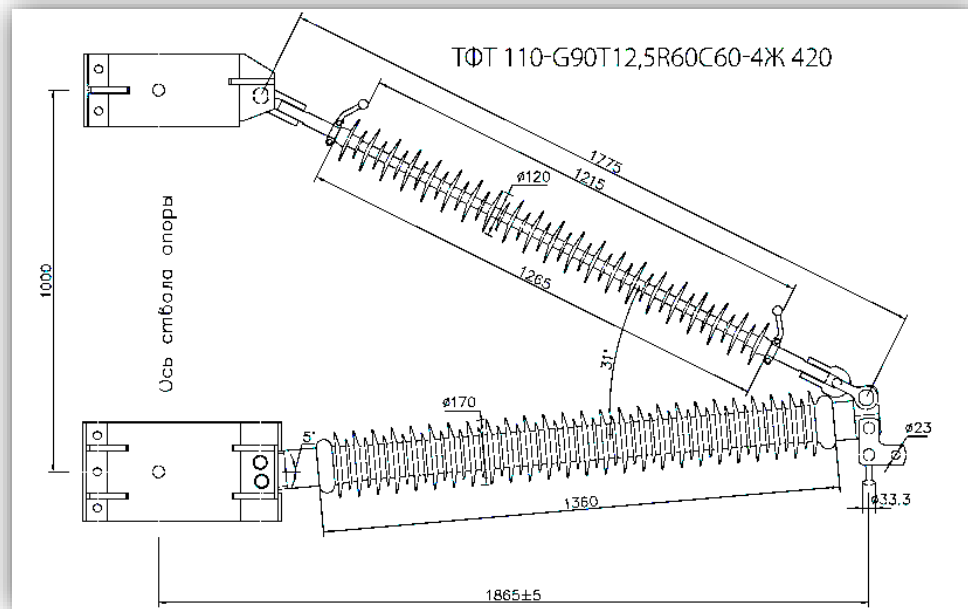
Рисунок 5.2.1 - Схема установки изолирующих траверс

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТРАВЕРСЫ ВЛ 110 и 220 кВ

Некоторые варианты изолирующих траверс производства ООО «ИНСТА» для ВЛ 110-220 кВ



Подробная техническая информация по изолирующим траверсам указана на интернет – сайте ООО «ИНСТА» (www.zaoinsta.ru), раздел «Каталог продукции», подраздел «Изолирующие траверсы», а также предоставляется по запросам.

НАДЕЖНОСТЬ ИЗОЛИРУЮЩИХ ТРАВЕРС

Чем обеспечивается надежность современных изолирующих траверс в классах напряжений до 220 кВ?

ООО «ИНСТА» – современное предприятие, специализирующееся на разработке и серийном производстве полимерных высоковольтных изоляторов 3 поколения (повышенной надежности) и изолирующих конструкций для воздушных линий электропередачи и подстанций.

Изоляторы производства ООО «ИНСТА» отличаются:

- наиболее высоким уровнем испытательных и разрядных напряжений;
- заходом цельнолитой кремнийорганической оболочки на оконцеватели, что обеспечивает 100%-ную герметизацию и долговечность изоляторов;
- уникальной технологией изготовления, гарантирующей отсутствие скрытых повреждений стержня после опрессования оконцевателей;
- наилучшей антикоррозийной защитой оконцевателей с использованием технологии термодиффузионного цинкования.

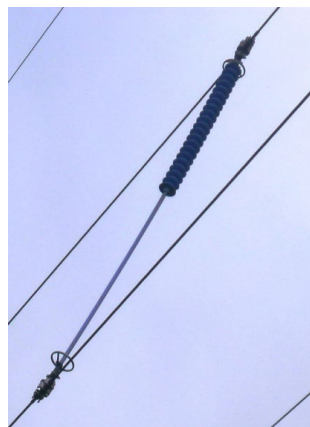
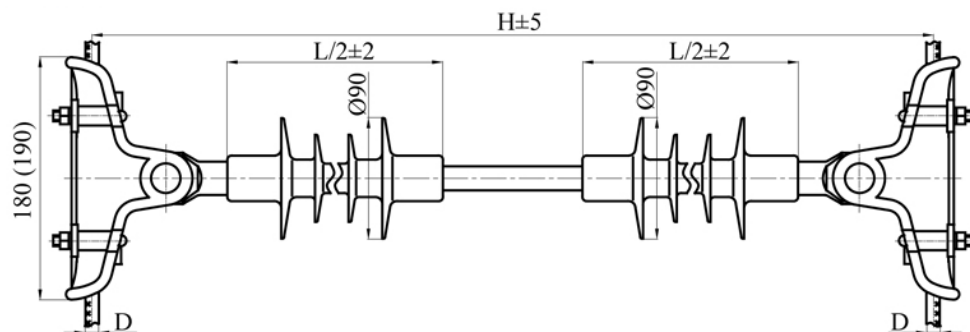


ООО «ИНСТА» – ведущий отечественный производитель полимерных изоляторов самой современной и надежной конструкции.

Предприятием произведено и отгружено потребителям более 10 млн изоляторов на различные классы напряжения и механических нагрузок. Многие изделия были освоены в серийном производстве впервые в России.

РАСПОРКИ МЕЖФАЗНЫЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТИПА РМИД

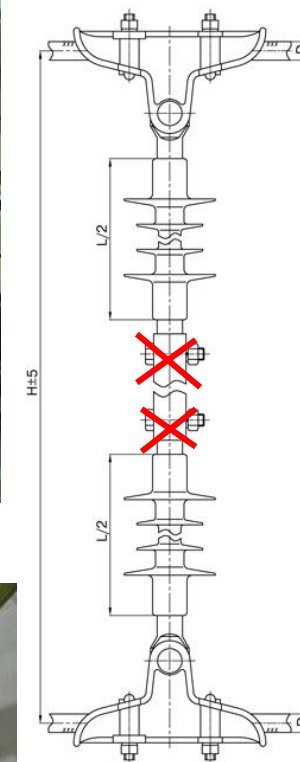
Предназначены для изолированной фиксации проводов воздушных линий электропередачи. Значительно ограничивают амплитуду колебаний и обеспечивают сохранение необходимых изоляционных расстояний между фазами в критических точках.



Распорка типа РМИ



Распорка типа РМИД



Межфазные изолирующие распорки производства ООО «ИНСТА» отличаются:

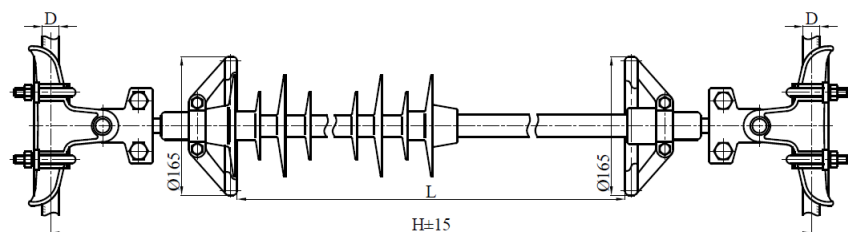
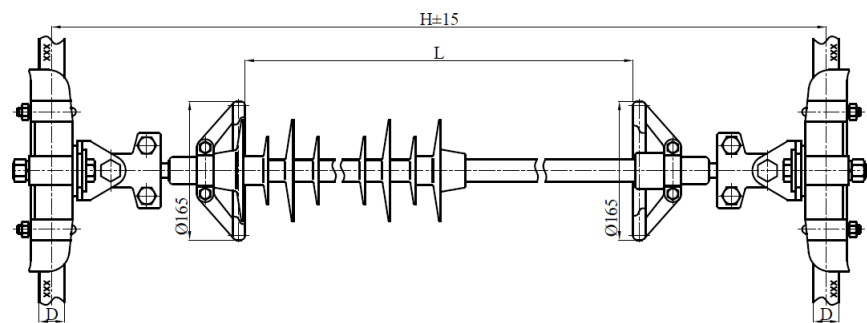
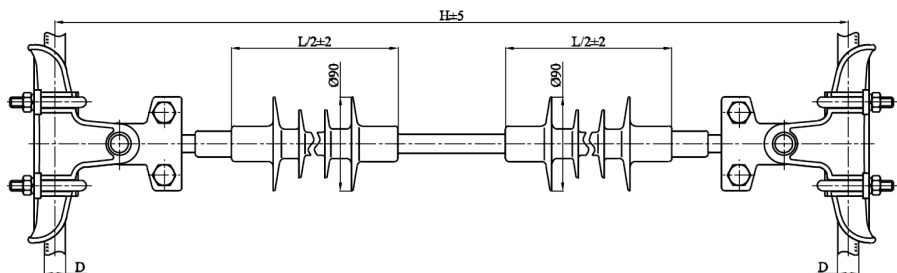
- **одномодульной** конструкцией (т.е. не имеют металлических вставок), что многократно увеличивает ресурс работы распорок;
- выполнены по технологии изготовления полимерных изоляторов III поколения.

Сравнительные ресурсные испытания распорок РМИ (с жесткой вставкой) и РМИД (цельный стеклопластиковый стержень) на механическую прочность в испытательном центре ООО «ИНСТА».

РМИ выдержала 3 000 циклов

РМИД выдержала **20 000** циклов !!!

РАСПОРКИ МЕЖФАЗНЫЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНСТА» ДЛЯ ВЛ 35-220 КВ

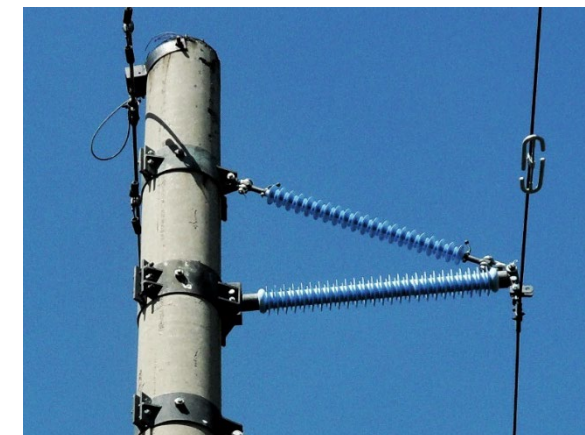
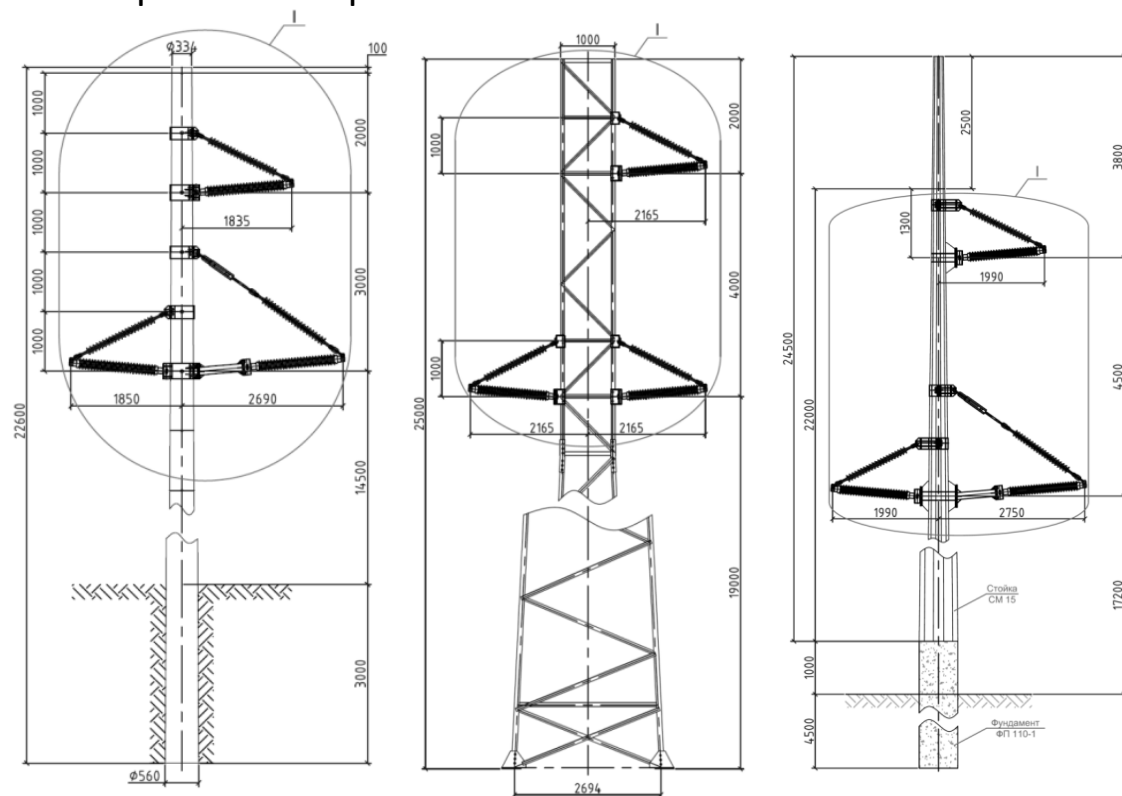


Наименование	Строительная длина, Н, мм**	Изоляционная длина, L, мм	Длина пути тока утечки, мм
РМИД 25/10-Н-П1-4	950-2500	-	730
РМИД 25/20-Н-П1-4	1270-2500	370	1400
РМИД 25/35-Н-П1-2	1270-3000	370	1400
РМИД 25/35-Н-П1-4	1450-3000	770	2340
РМИД 30/10-Н-П2(ПЗ)-4	950-2500	-	730
РМИД 30/20-Н-П2(ПЗ)-4	1270-2500	370	1400
РМИД 30/35-Н-П2(ПЗ)-2	1270-3000	370	1400
РМИД 30/35-Н-П2(ПЗ)-4	1450-3000	770	2340

Наименование	Рис.	Минимальная строительная длина, Н**, мм	Минимальная изоляционная длина, L, мм	Длина пути утечки, Lu, мм
РМИД 60/110-Н-4	1	3200÷6800	2750	5550
РМИД 60/110-Н-П4-4				
РМИД 100/110-Н-П4-4				
РМИД 30/110-Н-П2-4	2			
РМИД 30/110-Н-П3-4				
РМИД 60/220-Н-4	1	5300÷6800	4850	11130
РМИД 60/220-Н-П4-4				
РМИД 100/220-Н-П4-4				
РМИД 30/220-Н-П2-4	2			
РМИД 30/220-Н-П3-4				

РЕАЛИЗАЦИЯ НИОКР: «ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТРАВЕРСЫ ВЛ 110 кВ»

В ходе данной работы были разработаны и успешно прошли испытания изолирующие траверсы для железобетонных, решётчатых и стальных многогранных опор ВЛ 110 кВ.



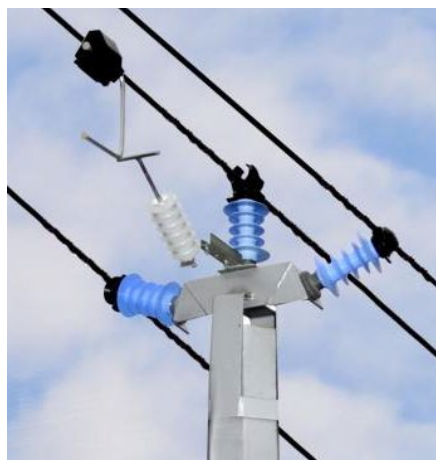
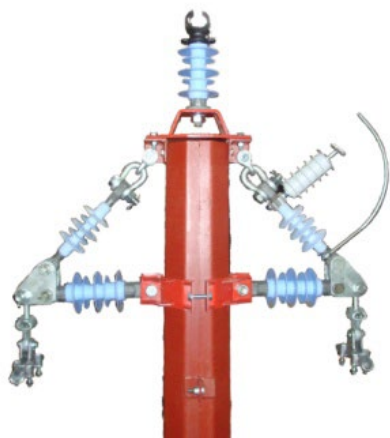
В настоящий момент изолирующие траверсы для ВЛ 110 кВ производства ООО «ИНСТА» успешно прошли опытную эксплуатацию в: ПАО «МОЭСК», «Нижновэнерго», «Ивэнерго», «Калугаэнерго», «Тулэнерго», МЭС Центра, МЭС Западной Сибири.

ИЗОЛИРУЮЩИЕ ТРАВЕРСЫ. ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Освоены в серийном производстве изолирующие траверсы веерного типа на напряжение 10-35 кВ и консольного типа на напряжение 10-110 кВ.

Разработаны изолирующие траверсы на напряжение 220 кВ. Проведены механические испытания в различных режимах. Организуется опытная эксплуатация траверс. Произведена подготовка производства для серийного выпуска.

Находятся в стадии разработки изолирующие траверсы на напряжение 330 кВ.



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

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