

Индивидуальный подход к проектированию железобетонных секционированных опор ВЛ 35-500 кВ

Четвертая международная онлайн-конференция

**«ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ:
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ»**

31 января - 2 февраля 2023 года

Бондарева Елизавета Олеговна,
ведущий инженер НИЛКЭС
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»
e.o.bondareva@nilkes.ru
www.nilkes.ru

Особенности индивидуального подхода к проектированию ВЛ

- Разработка новых схем опор с характеристиками, отвечающими конкретным климатическим, эксплуатационным условиям и задачам заказчика. Конструкции опор изготавливаются на базе решений, прошедших проверку испытаниями и опытом эксплуатации
- Подготовка полного комплекта документации к прохождению государственной экспертизы
- Подготовка рабочей документации, рекомендаций по сборке и монтажу конструкций
- Контроль качества на всех этапах производства заводов ЭЖБИ
- Авторская поддержка при проектировании, строительстве и эксплуатации

Путь секционирования



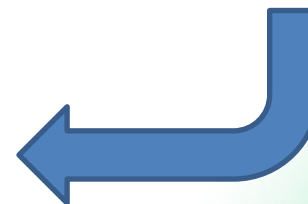
Внешний фланец, 2013 г



Внутренний фланец, 2014 г



Первая версия ТУ секционированных стоек для замены стоек по ГОСТ и типовым сериям, 2014 г



Выигран конкурс на разработку типового проекта «**Железобетонные опоры воздушных линий 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек**» (по заказу ПАО «Ленэнерго»), 2016-2018



СТО 34.01-2.2-038.1-2022 по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ утвержден и введен в действие распоряжением ПАО "Россети" от 18.04.2022 №91р

Общие сведения о современных секционированных железобетонных опорах

- Секционирование стоек позволяет отказаться от применения спецтранспорта, сокращает сроки и стоимость доставки опор;
- Возможность установки опор на фундамент расширяет их область применения (при необходимости поднять высоту подвески проводов, увеличить пролеты, установить опоры в сложных грунтовых условиях)
- Высокие показатели прочности из-за использования тяжёлого бетона класса В60



Сборка секций стойки



Установка опоры на фундамент

Проекты с опорами ВЛ 110 кВ (по заказу Ленэнерго) уже успешно реализуются



Строительство **ПС 110 кВ «Ясень»** с заходами **ВЛ110 кВ** для технологического присоединения энергопринимающих устройств ПАО «Газпром»

Строительство ПС 110 кВ «Ясень» с заходами 110 кВ для технологического присоединения энергопринимающих устройств ПАО «Газпром»

Проблема:

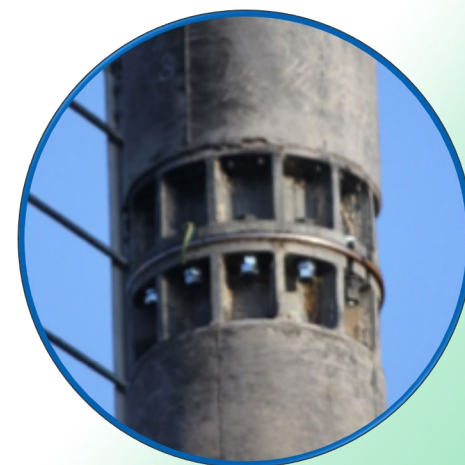
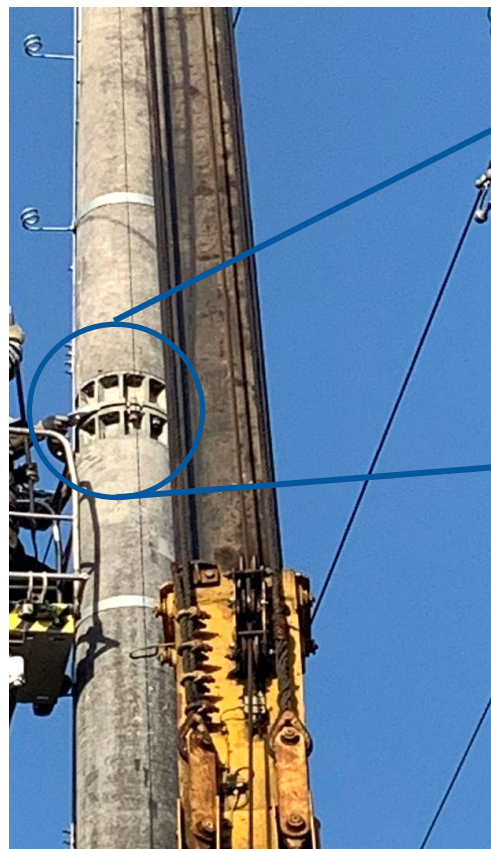
- После установки опор оказалось, что пять опор имеют отклонения от вертикали больше допустимого значения.

Причина:

- При монтаже стоек строители соединили верхние и нижние секции с разным номером.

Решение:

- Установка специальных подкладок между фланцами для выравнивания.
- Выпуск дополнительных документов по сборке.



Отклонение верха стоек: 20 – 30 мм
Металлическая прокладка переменной толщины ($a = 4 - 9$ мм)

Строительство ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода ООО «Цемикс» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан

Особенности:

- Необходимо было произвести подбор закреплений стоек с учётом грунтовых условий для опор 110кВ из НИОКР **СПБ110-1,**
СПБ110-2,
СПБ110-6Ф



Для установки опор были подобраны ригели АР-6 и АР-6-1. Линия успешно построена и введена в эксплуатацию в 2020 году





Строительство ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода ООО «Цемикс» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан



СПБ110-6Ф



СПБ110-2



ВЛ 220 кВ Костромская ГРЭС — Кострома

Особенности:

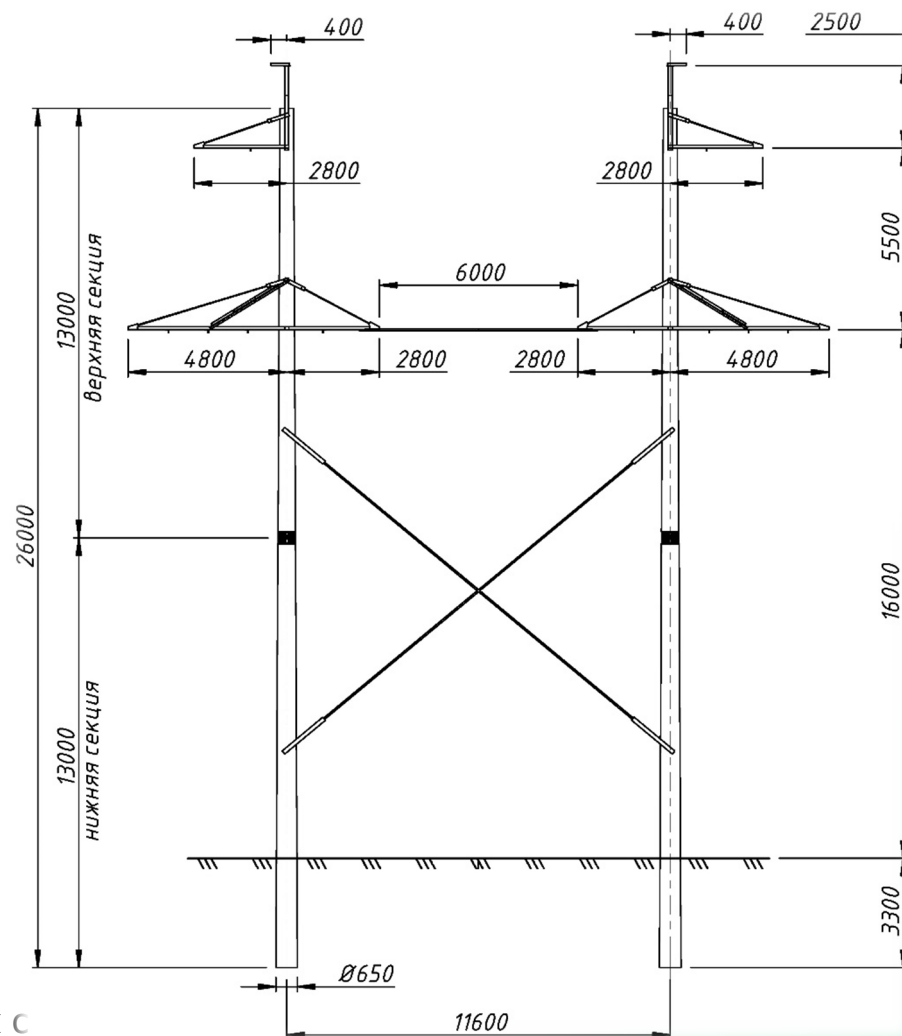
- **Отсутствие чертежей двухцепной опоры ПБД220-1 для замены опор, находящихся в эксплуатации.**
Потребовалась съёмка уровня подвески гирлянд изоляторов.
- **Выполнен сбор и анализ информации** о типах проводов, тросов и разновидностях климатических районов установки конструкций
- **Климатические условия.** Расчетные характеристики давления ветра и толщины стенки гололеда соответствуют III ветровому и I, II гололедным районам.
- **Провода.** АС300/39 и АС400/51



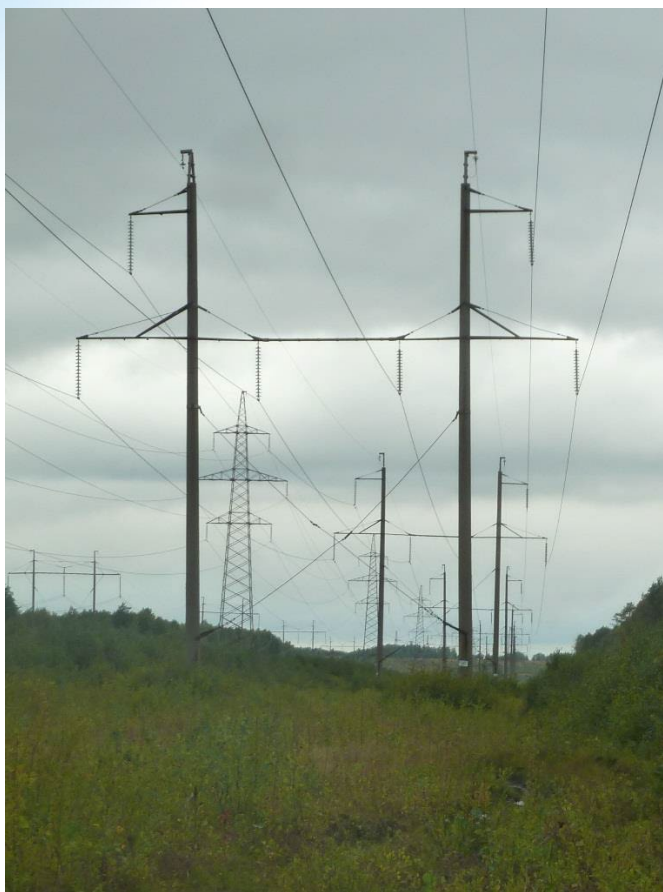
Новая опора ПБД220-2К(с)

Рассчитана на все возможные варианты условий эксплуатации опоры прототипа.

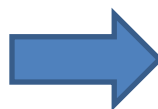
Данную опору можно применять и на других объектах с аналогичными расчетными данными.



ВЛ 220 кВ Костромская ГРЭС — Кострома



ПБД220-1



ПБД220-2К(с)

ВЛ 220 кВ «Каширская ГРЭС – Ока»

Особенности:

- **Отсутствие чертежей опоры для замены опор, находящихся в эксплуатации.**
- **Выполнен сбор и анализ информации** о типах проводов, тросов и разновидностях климатических районов установки конструкций
- **Климатические условия.** Расчетные характеристики давления ветра и толщины стенки гололеда соответствуют II ветровому и II гололедному районам.
- **Провода.** AC500/64

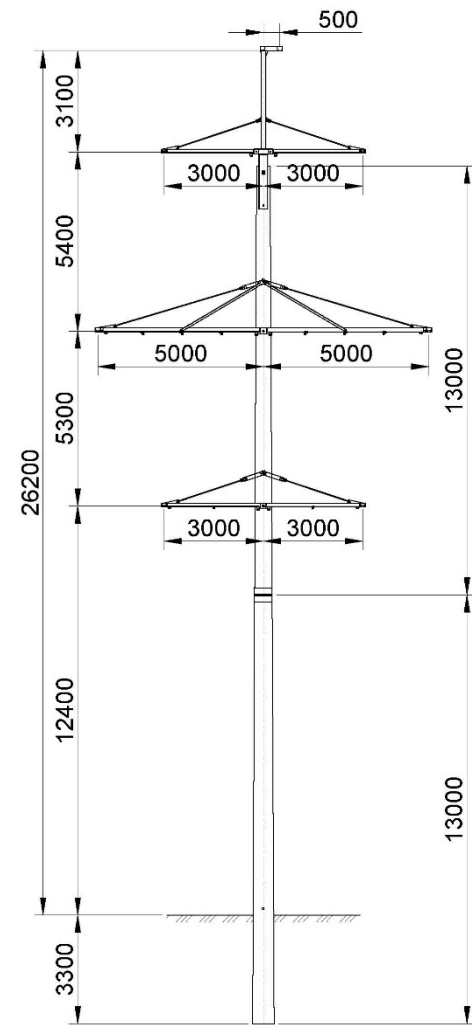


Схема опоры **СПБ220-4КО**



Примеры замены опор, находящихся в эксплуатации на их секционированные аналоги



ПБ220-1(с)
на ВЛ 220 кВ Тамбовская –
Иловайская



ПБ330-7(с)
на ВЛ 330 кВ
Южная – Садовая



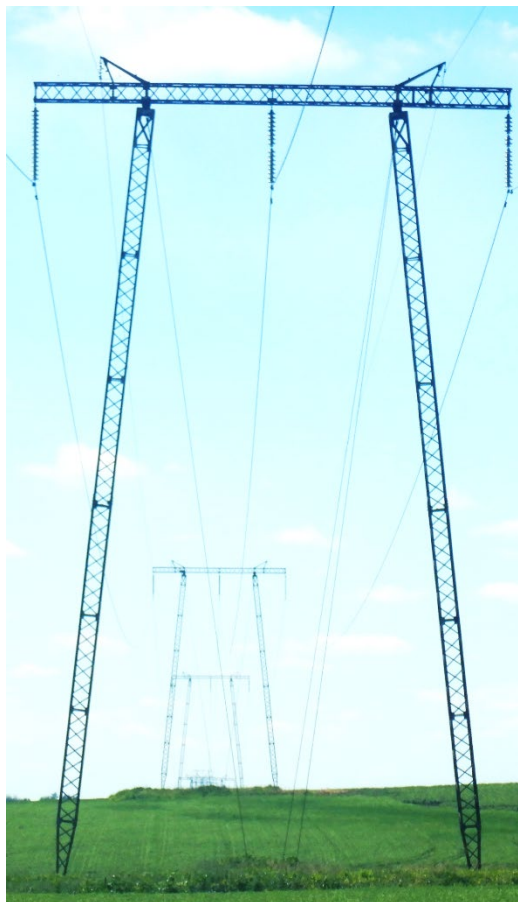
ПБ500-5н(с)
на ВЛ 500 кВ Тамбов – Пенза-2



Опора 2СПБ220-1В для замены металлических «Рюмок» ПВ-1, ПШ-1, ПШ-2 и порталных опор на оттяжках ПМО-1



ПВ-1, ПШ-1, ПШ-2



ПМО-1

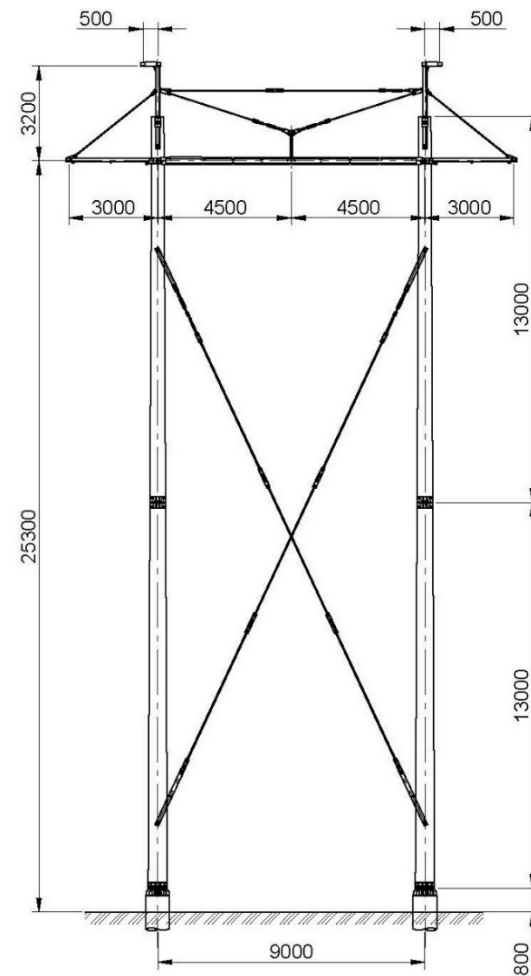


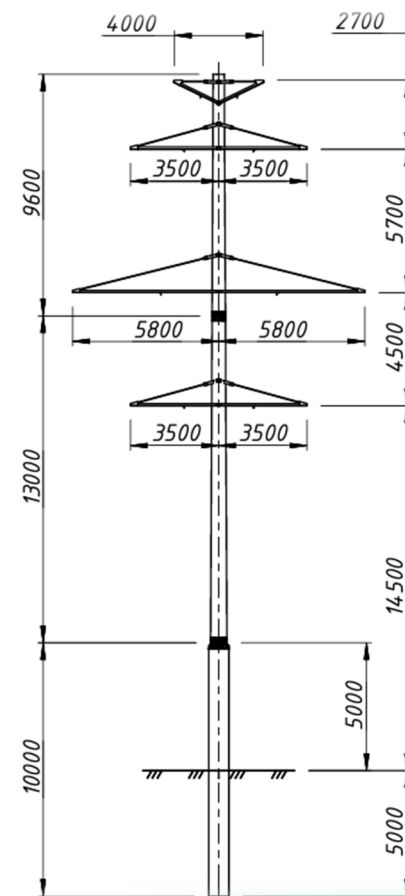
Схема опоры **2СПБ220-1В**

ВЛ 220 кВ Славянская — Ударная и Ударная — Тамань

Требования к опорам:

- **Жесткие климатические условия.** Расчетные характеристики давления ветра и толщины стенки гололеда соответствуют III ветровому (650 Па) и III, IV, V гололедным (20, 25, 30 мм) районам по ПУЭ-7.
- **Сложные грунтовые условия.** С точки зрения особенностей закрепления опор необходимо было учесть, что трасса линии проходит по рисовым чекам вдоль системы мелиоративных каналов.
- **Компактность опор, мобильность и простота монтажа.** Опоры должны занимать минимальную площадь, используемую под сельскохозяйственные культуры, легко доставляться к месту строительства, быстро монтироваться, быть простыми в эксплуатации, в том числе обладать свойством вандалоустойчивости.
- **Высокие нагрузки на опоры.** Подвеска проводов марки АС 300/39 и защита от ударов молнии при помощи двух грозозащитных тросов со встроенным волоконно-оптическим кабелем на всей длине проектируемого участка.

Вывод: Унифицированных решений опор, полностью удовлетворяющих жестким требованиям района строительства, не существует.



Предложена схема двухцепной опоры СПБ220-4ФТ

СПБ220-4ФТ



Монтаж опоры СРБ220-4ФТ



Нижняя (фундаментная) секция, установленная до монтажа конической части опоры



Монтаж средней секции опоры



Монтаж верхней секции опоры



ВЛ 500 кВ «Донская АЭС – Старый Оскол 2»

Особенности:

- **Опора для замены многогранных опор в анкерном пролёте.**
- **Климатические условия.** Расчетные характеристики давления ветра и толщины стенки гололеда соответствуют II ветровому и III гололедному районам.
- **Провода.** АС300/66
- **Разработаны фундаментные секции** со специальными «ушками» для подъёма опоры методом падающей стрелы



Новая опора 2СПБ500-3В

взамен многогранных опор 2МП500-3В. Построен анкерный участок из пяти таких порталных опор. Стоимость железобетонной опоры в 1,5 раза меньше стоимости многогранной опоры.

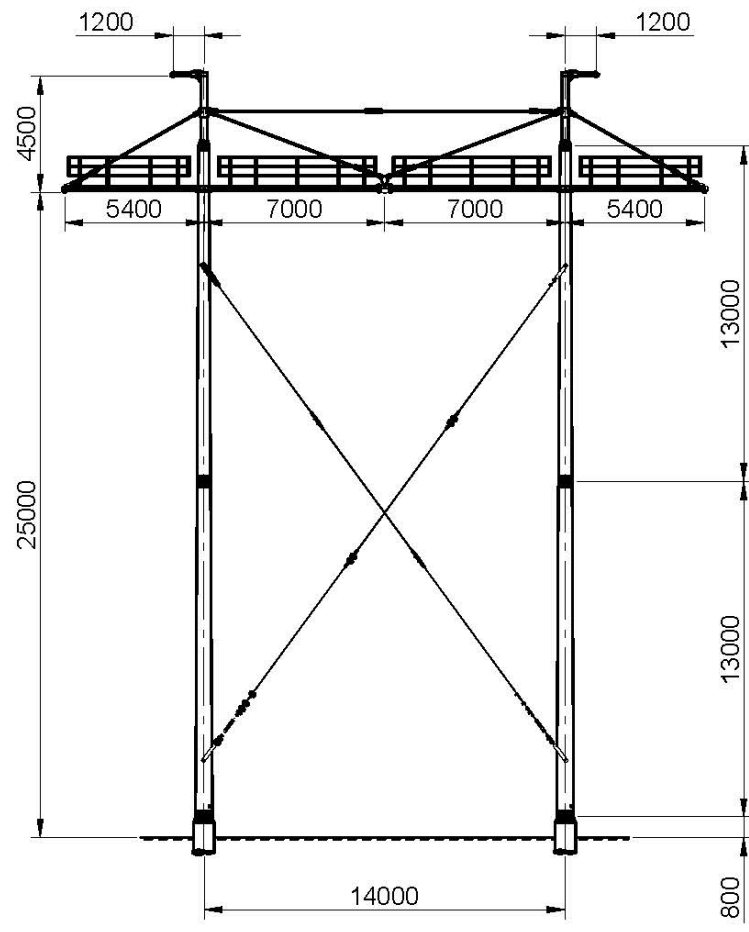


Схема порталной опоры **2СПБ500-3В**

Монтаж опоры 2СПБ500-3В



На данной фотографии происходит монтаж металлоконструкций



Подъём опоры методом падающей стрелы

ВЛ 330 кВ «ГЭС-2 - Машук»

Особенности:

- **Климатические условия.** Расчетные характеристики давления ветра и толщины стенки гололеда соответствуют IV ветровому и VI (35 мм), VII (40мм), особый (45 мм) гололедным районам.
- **Провод.** АТЗП/С 300/67
- **Рассматриваемые варианты:**
2ПМ330-1, стальная многогранная
П330-9, стальная решетчатая
2СПБ330-5ВФ, железобетонная
секционированная
(в 2,5 раза дешевле многогранных)



**Новая опора
2СПБ330-5ВФ**

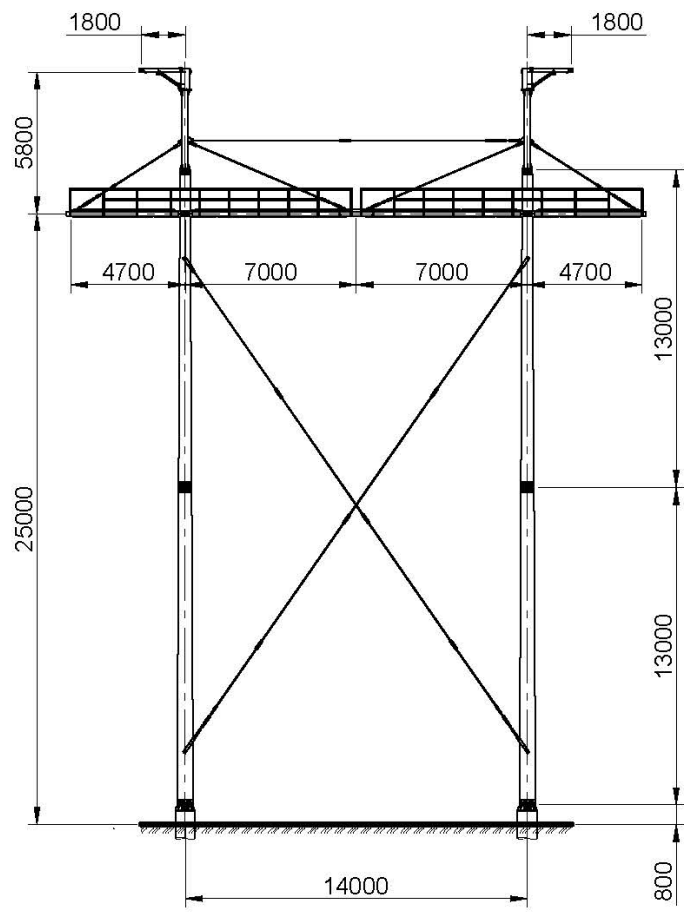
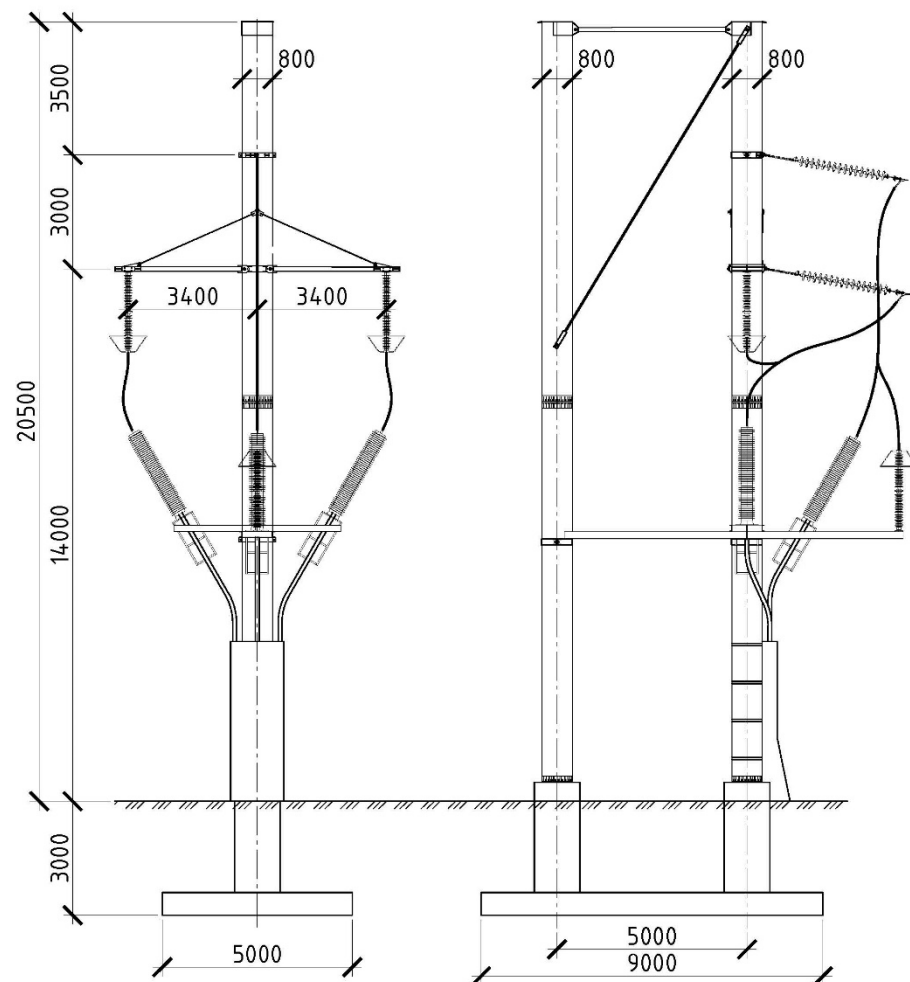


Схема железобетонной
опоры **2СПБ330-5ВФ**

Железобетонные опоры для перехода ВЛ 220 кВ в КЛ

Особенности:

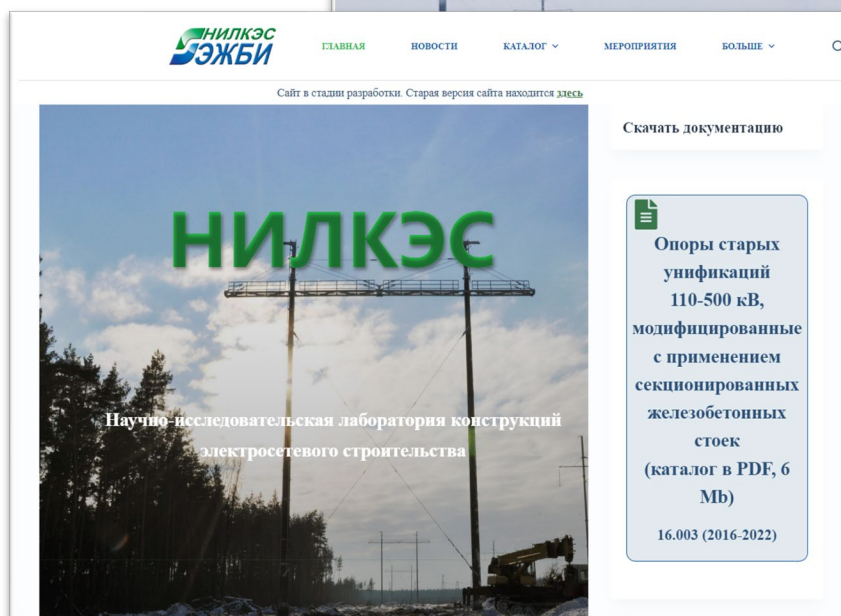
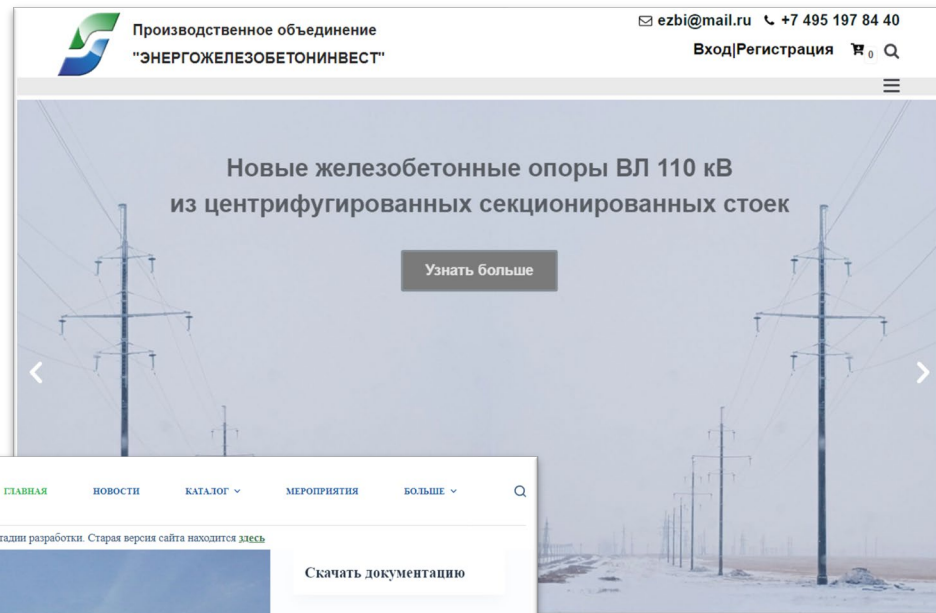
- **Впервые** предложена **конструкция двухстоечной опоры рамного типа**, которая может воспринимать нагрузки конечного режима
- Две секционированные стойки длиной по 20 м диаметром 800 мм объединены снизу жестким монолитным фундаментом, а сверху - металлической балкой трубчатого сечения.
- **Возможность использования конструкции для:**
 - анкерных опор в конечном режиме;
 - переходного пункта воздушной линии в кабельную для напряжения 220 кВ
- **Стоимость** такой опоры **вдвое ниже** стоимости применяемых сейчас **решетчатых или многогранных конструкций.**



Выводы

- Секционированные опоры подходят как для замены опор, так и для строительства новых линий.
- На сегодняшний момент наработана большая база:
 - стойки для замены опор по ГОСТ и типовым сериям;
 - 23 типа опор в рамках НИОКР «Железобетонные опоры воздушных линий 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек»;
 - более 20 опор в рамках индивидуального проектирования.
- Разработано СТО 34.01-2.2-038.1-2022 ПАО «Россети» по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ, которое содержит:
 - руководство по проектированию;
 - технологические карты по сборке и установке опор и фундаментов;
 - инструкцию по эксплуатации опор.
- Разработаны рекомендации по сборке и монтажу всех типов опор
- Индивидуальный подход к проектированию позволяет получить оптимальные по стоимости строительства и эксплуатации ВЛ решения, учитывая условия конкретного объекта:
 - разработка оптимальной конструкции в кратчайшие сроки на стадии принятия решений со всеми материалами для прохождения Экспертизы.
 - благодаря возможности установки опор на фундаменты можно сократить количество опор на ВЛ, увеличив высоту подвески; устанавливать опоры в любые грунтовые условия;
 - за счет использования современных арматурных канатов и бетонов повышенного класса прочности позволяет опорам воспринимать нагрузки от больших пролетов даже в районах с жесткими климатическими условиями;
 - авторская поддержка позволяет оперативно решать вопросы, возникающие в процессе разработки проекта, строительства и эксплуатации.

Наши контакты



<http://эжби.рф>

<http://нилкэс.рф>



**По всем интересующим Вас вопросам,
ОБРАЩАЙТЕСЬ К НАШИМ СПЕЦИАЛИСТАМ!**

Бондарева Елизавета Олеговна,

Ведущий инженер НИЛКЭС

e.o.bondareva@nilkes.ru

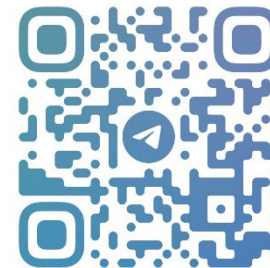
Группа в **ВКонтакте**



Научно-исследовательская лаборатория
конструкций электросетевого строительства
(НИЛКЭС) Санкт-Петербург

8 (812) 309-39-61
www.nilkes.ru

Группа в **Telegram**



@NILKESRU