

# 50 лет НИЛКЭС – история инноваций

XI международная научно-практическая конференция  
**«ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ВЛ:  
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**  
26 – 28 июня 2024 года, Санкт-Петербург

**Качановская Любовь Игоревна,**  
к.т.н., заведующая НИЛКЭС  
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»  
[l.i.kachanovskaya@nilkes.ru](mailto:l.i.kachanovskaya@nilkes.ru)

## Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства 1974 -2024

К 1974 году:

### Темпы строительства и опыт проектирования:

- темпы строительства ВЛ 35-500 кВ – 35 тыс. км в год
- накоплен опыт разработки опор и фундаментов для конкретных ВЛ

### Стратегическая задача Минэнерго СССР, поставленная перед «Энергосетьпроект»

- обеспечить объекты строительства типовыми решениями опор и фундаментов для увеличения скорости проектирования и гарантировании надежности новых ВЛ 35-750 кВ

Организация НИЛКЭС в рамках СЗО «Энергосетьпроект»

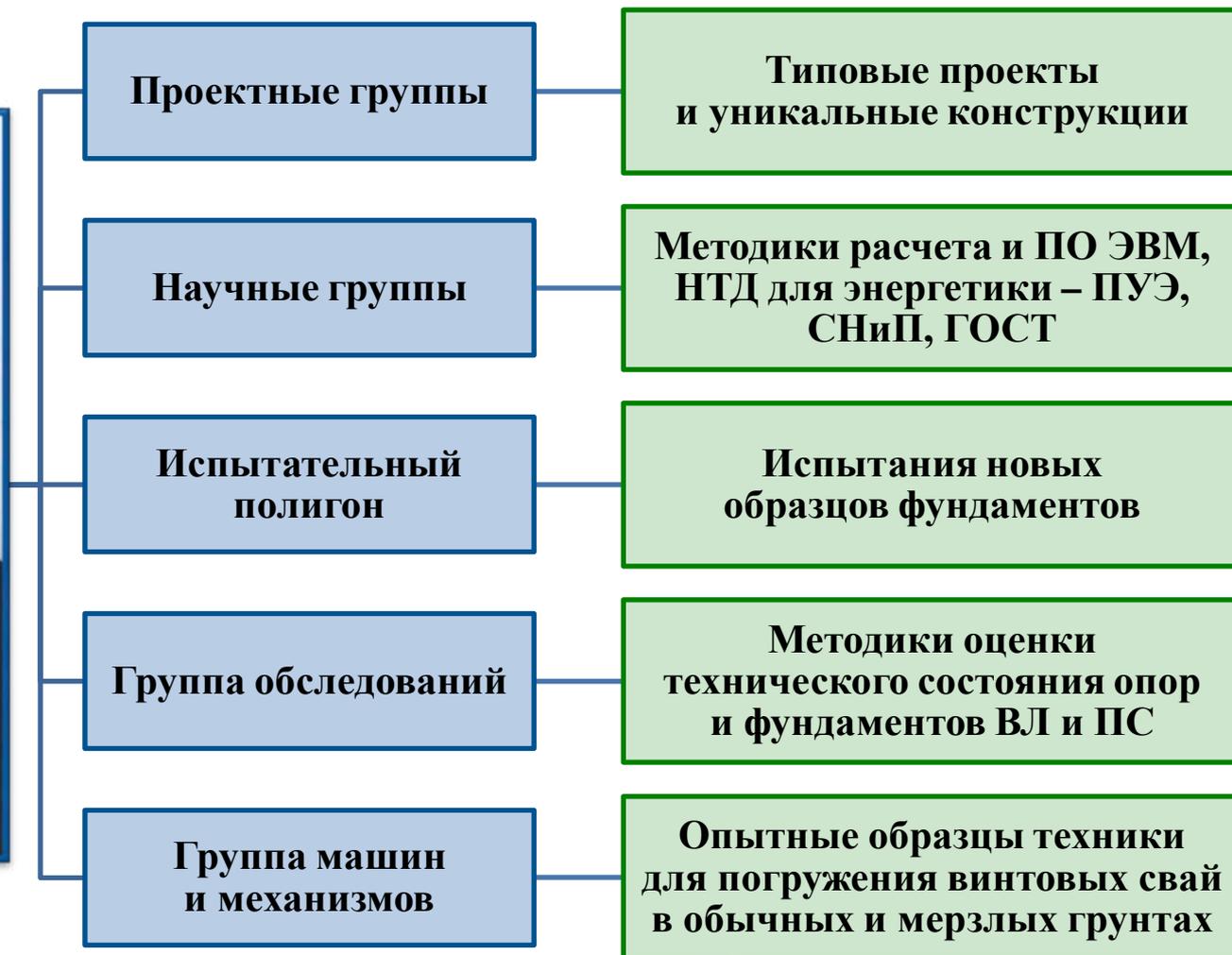
### Задачи НИЛКЭС:

- анализ и систематизация имеющихся конструктивных решений для использования лучших образцов при разработке серий новых **типовых унифицированных конструкций**
- разработка **методик расчета опор, фундаментов, проводов, больших переходов, и программного обеспечения** для использования первых ЭВМ

## Структура НИЛКЭС СЗО «Энергосетьпроект» 1974 - 2014



Первый руководитель,  
к.т.н. Курносов  
Алексей Иванович



## Проектные группы

Решетчатых опор	Новгородцев Борис Павлович, Штин Станислав	Серии унифицированных опор ВЛ 35-330 кВ, опоры для ВЛ 750 кВ
Многогранных опор	Цейтлин Мирон Аронович	Серия многогранных опор 1980 г. из стоек с параллельными гранями
Железобетонных опор	Пинчук Борис Михайлович	Серии унифицированных железобетонных опор ВЛ 35 -750 кВ
Железобетонных фундаментов	Соколов Александр Сергеевич	Серии унифицированных фундаментов, специальные фундаменты
Фундаментов из винтовых свай	д.т.н. Железков Виктор Николаевич	Типовые проекты 1980-х и 2006-х годов
Опор больших переходов	Андреева Александра Николаевна	Переходы ВЛ 220-500 кВ длиной пролета до 1900 м и высотой опор до 200 м

# Научная группа

*д.т.н. Зевин Анатолий Аронович*

## Методики и программы расчета для ЭВМ

- **проводов и тросов** (современный аналог – ЛЭП)
- **металлических опор** (МКЭ, современный аналог – SCAD, Лира)
  - Пособие по проектированию стальных опор ВЛ и ПС к **СНиП II-23-81\*** «Стальные конструкции»

*Колбанев Евгений Николаевич*

- **железобетонных центрифугированных стоек**
  - **ГОСТ 22687.1-85** «Стойки железобетонные центрифугированные для ВЛ»

*Горелов Анатолий Васильевич*

- **закрепления опор в грунте**
  - Пособие по проектированию оснований к **СНиП 2.02.01-83** «Основания зданий и сооружений»,
  - Раздел 12 в **СНиП 2.02.03-85** «Особенности проектирования свайных фундаментов опор ВЛ»

*Швецова Нинель Ивановна*

*По тематике работ НИЛКЭС защищена докторская и кандидатская диссертации*

## Группа обследований

*к.т.н. Романов Петр Игоревич*

- **Обследование ВЛ 35-500 кВ во всех районах страны**
- **Организация полигонов для изучения коррозии бетона и металла в Туркмении и на Баренцевом море**
- **Разработка Методики создания коррозионостойких конструкций (ВСН, Рекомендации Минэнерго, защита двух кандидатских диссертаций)**
- **Разработка «Методики оценки технического состояния опор и фундаментов ВЛ и ПС» на основании расчетов остаточной прочности (данный подход заложен в ГОСТ)**
- **Разработка проектов ремонта опор ВЛ в случае аварийных ситуаций и в плановом порядке**
  - Восстановление нижней секции переходной опоры ВЛ 500 кВ через Волгу высотой 132 м
  - Усиление опоры перехода ВЛ 220 кВ через р. Великая (деформация пояса)
  - Перестановка опор на фундаменты из винтовых свай
  - Перестановка опор на поверхностные фундаменты (ВЛ 220 кВ Тарко-Сале – Новый Уренгой)
  - Рекомендации по увеличению надежности ВЛ в Тюменской области



**ВЛ 220 кВ Тарко-Сале –  
Новый Уренгой, декабрь 2004**

## Популяризация знаний в области проектирования ВЛ

- Курсы лекций по расчету проводов и опор в Политехническом институте, Метеорологическом институте, ЛИСИ (ГАСУ), ПЭИПК (д.т.н. Зевин А.А., к.т.н. Качановская Л.И., Колбанёв Е.Н., д.т.н. Железков В.Н., к.т.н. Романов П.И.)
- Книги по проектированию опор и фундаментов ВЛ (Крюков К.П., Новгородцев Б.П., Курносов А.И., Железков В.Н.)
- Статьи в научных сборниках и журналах
- Изобретательская деятельность, патенты на изобретения
- Разработка положений ПУЭ-6, поддержка и корректировка до 1997 г.
- Ежегодные конференции молодых специалистов НИЛКЭС



## Разработки НИЛКЭС 1999 – 2014

### Типовые решения

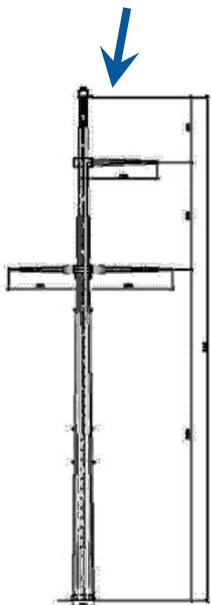
- **Многогранные опоры ВЛ 330-500 кВ**
- **Фундаменты для многогранных опор ВЛ 35-500 кВ**  
(буронабивных, буроопускных, вибропогружаемых, на забивных и винтовых сваях)
- **Фундаменты из винтовых свай для опор ВЛ 35-500 кВ**

### Индивидуальные проекты

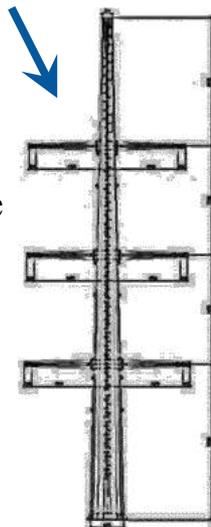
- **Опоры для конкретных проектов ВЛ 110-500 кВ:**  
Решетчатые и многогранные опоры с односторонним расположением проводов, опора для перехода ВЛ в КЛ на ВЛ 330 кВ «Зеленый Угол» на Дальнем Востоке, лавиноустойчивая опора ВЛ 220 кВ на Камчатке
- **Фундаменты для нестандартных условий:**  
Сваи оболочки с винтовой лопастью, высокие свайные ростверки из винтовых свай на ВЛ «Ангара – Камала», проект перестановки опор ВЛ 500 кВ, со свайных фундаментов на поверхностные и др.

## Многогранные опоры ВЛ 330-500 кВ

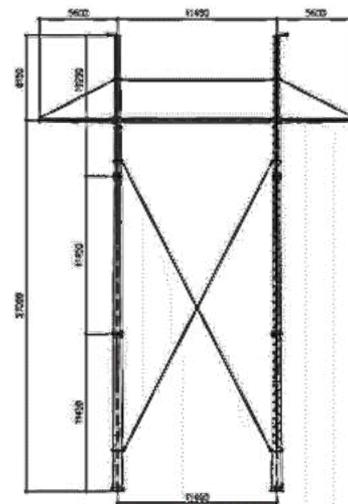
одноцепная и двухцепная  
одностоечные  
промежуточные опоры  
МП330-1 и МП330-2



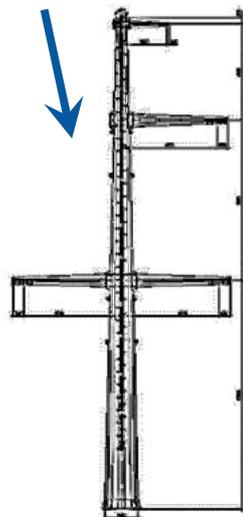
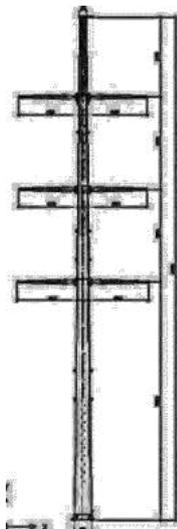
двухцепные одностоечные  
анкерно-угловые опоры  
МУ330-2, МУ330-4, МУ330-6



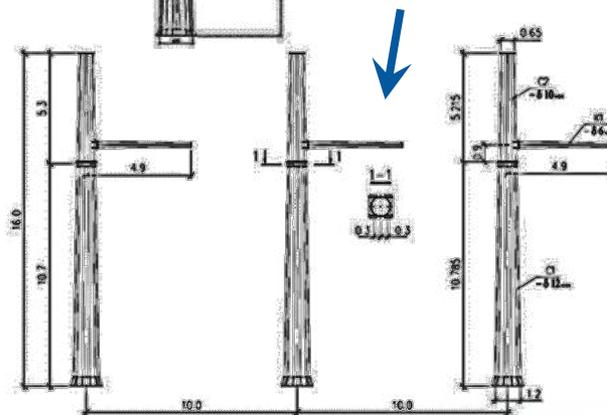
одноцепная двухстоечная  
промежуточная опора  
с внутренними связями  
2МП330-1В, 2МП500-1В



одноцепные одностоечные  
анкерно-угловые опоры  
МУ330-1, МУ330-3,  
МУ330-5

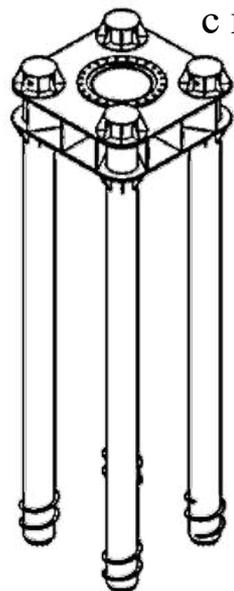


одноцепные  
трёхстоечные  
анкерно-угловые  
опоры  
3МУ330-1,  
3МУ330-1+5,  
3МУ500-1,  
3МУ500-1+5

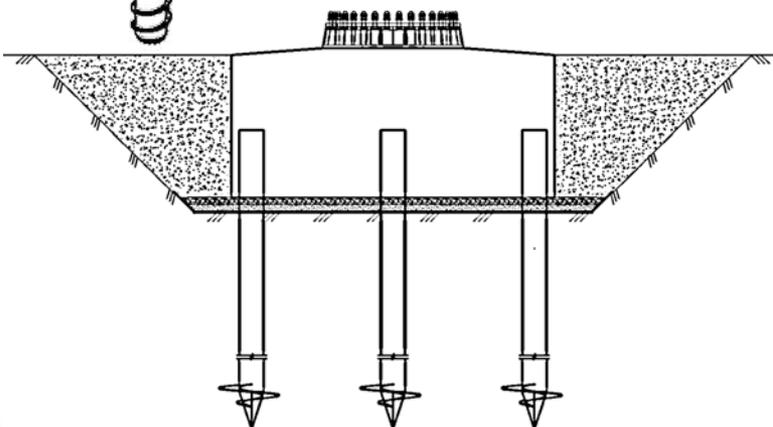


# Фундаменты для многогранных опор ВЛ 110-500 кВ

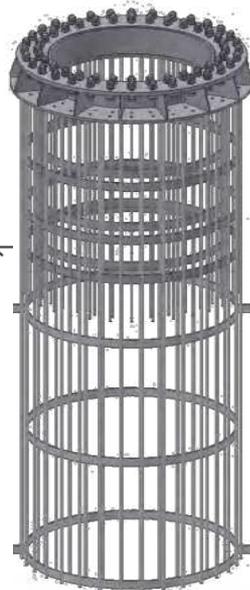
фундаменты  
из винтовых свай  
с металлическим  
ростверком



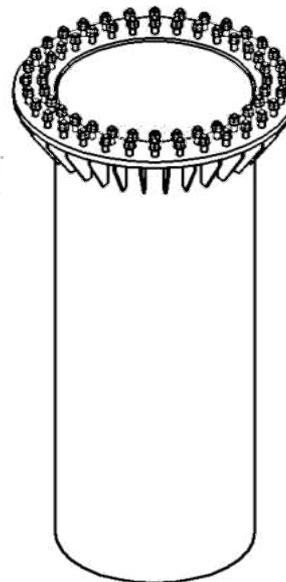
фундаменты  
из винтовых свай  
с железобетонным  
ростверком



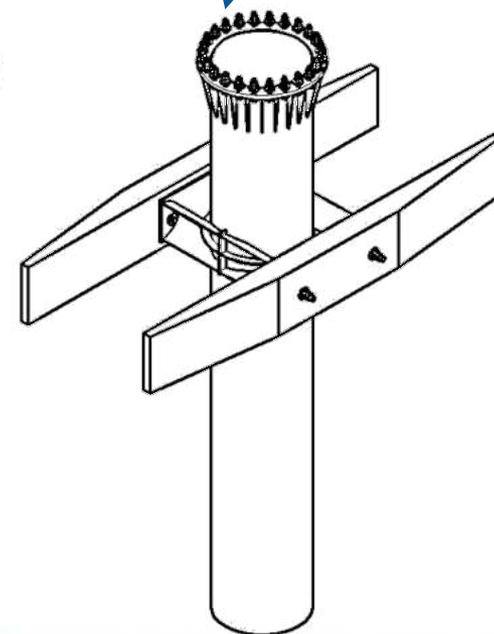
фундаменты  
из буронабивных свай



фундаменты  
из вибропогружаемых  
свай-оболочек

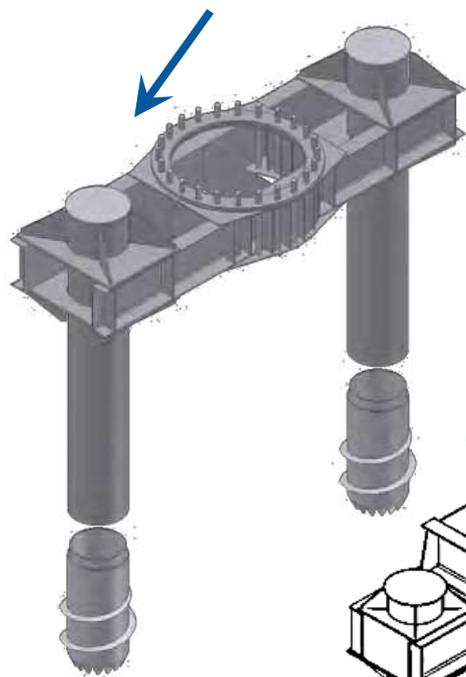


фундаменты  
из свай-оболочек,  
погружаемых  
в пробуренный  
КОТЛОВАН

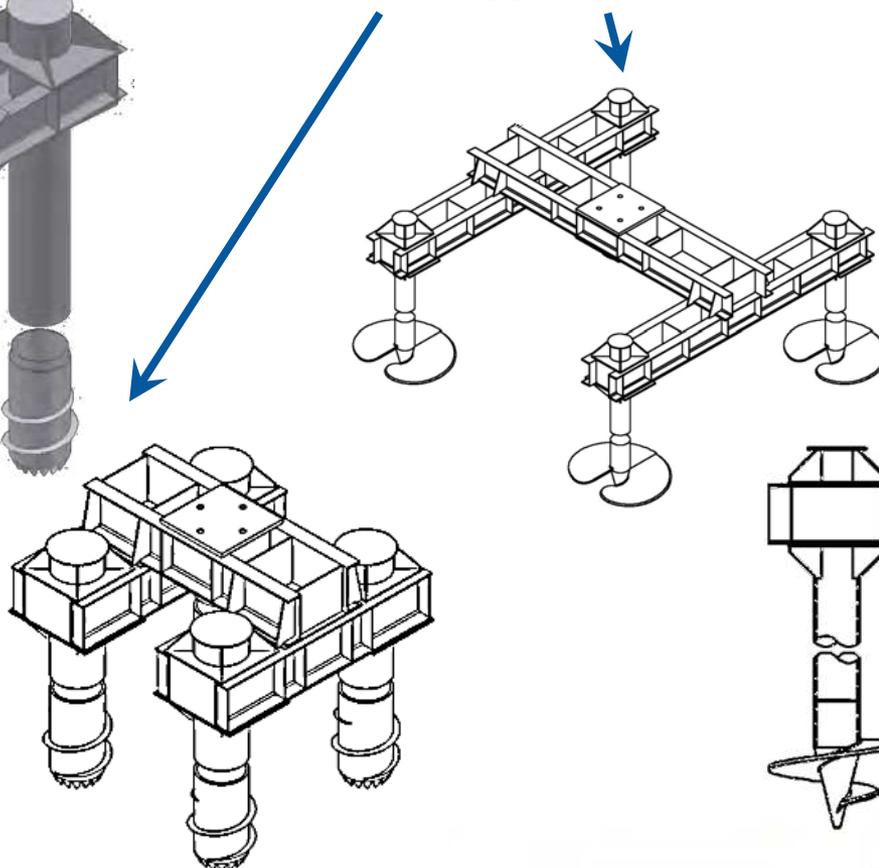


## Фундаменты из винтовых свай для унифицированных опор

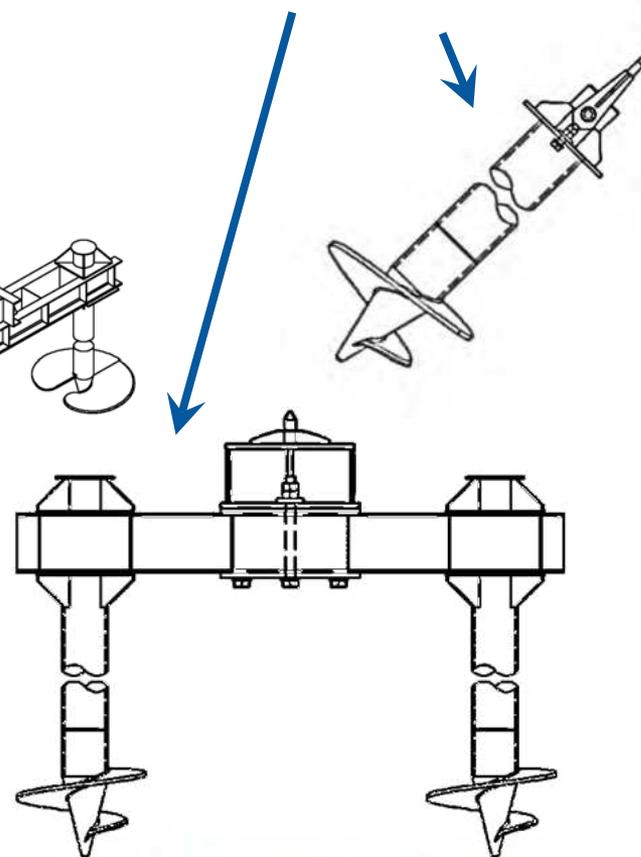
для многогранных опор  
ВЛ 110 кВ



для промежуточных  
и анкерно-угловых опор башенного  
типа ВЛ 35-500 кВ



для промежуточных опор  
на оттяжках ВЛ 35-500 кВ



## Индивидуальные проекты многогранных опор



Конструкции порталов  
для ПС «Западная»



Опора для перехода  
ВЛ 220 кВ в КЛ



Лавиностойчивые  
опоры ВЛ 220 кВ  
на Камчатке



ВЛ 110 кВ на берегу  
озера Имандра

## Индивидуальные проекты фундаментов



Сваи-оболочки с винтовой лопастью  
на ВЛ 500 кВ Восход-Витязь, 2011



Фундамент из винтовых свай  
на ВЛ 500 кВ ПС Ангара – ПС Камала-I

2014 – 2024

## Инновационные предложения НИЛКЭС «ЭЖБИ»

- В 2014 г. Предложение НИЛКЭС об использовании секционированных центрифугированных стоек взамен стоек по ГОСТ
- В 2014 г. «Россети Ленэнерго» Приняли решение о разработке серии железобетонных опор из секционированных стоек для ВЛ 110 кВ
- В 2018 и 2019 г.г. НТС Россети согласовал предложения НИЛКЭС о необходимости разработки серии металлических и железобетонных опор и фундаментов для ВЛ 220-500 кВ нового поколения (ПУЭ-7)
- Эскизные проекты решетчатых опор ВЛ 110, 220 кВ из атмосферостойкой стали и новых типов сортамента, выпускаемых ЕВРАЗ и Северсталь, показали целесообразность изменения геометрической схем опор
- Вопросы пересмотра Нормативной документации в части опор и фундаментов (ПУЭ, Своды Правил...)

## Секционирование железобетонных стоек



Закладные детали внутреннего соединительного узла



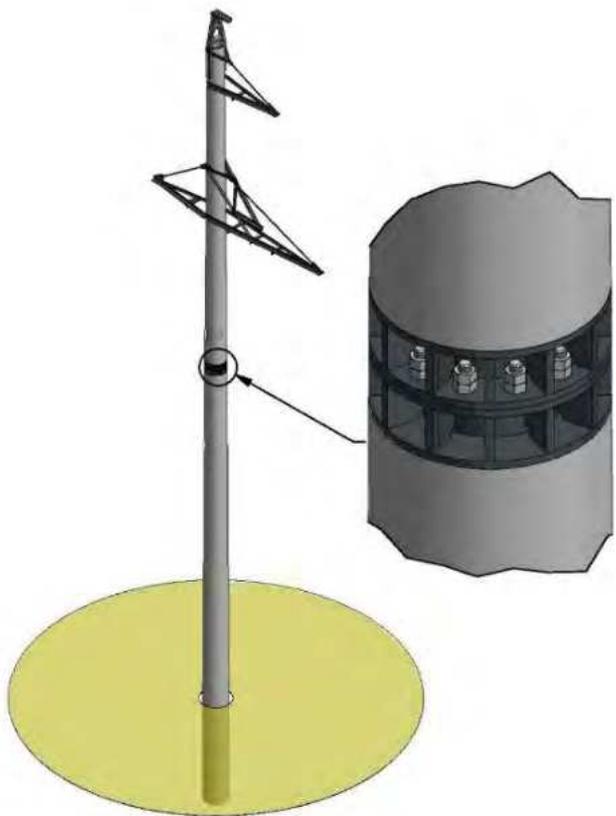
Соединительный узел

## Складирование и транспортировка железобетонных стоек



Отдельные секции опоры  
весом 5, 4 и 3 тонны, доставляются на  
трассу обычным транспортом без проблем,  
которые обычно сопутствуют перевозке  
длинномерных стоек

## Преимущества секционированных стоек



- **Повышенная долговечность**
- **Применение бетона класса прочности В60 (вместо В30 и В40 по ГОСТ)**
- **Морозостойкость более F<sub>1</sub>400**
- **Водонепроницаемость более W14**
- **Увеличение жесткости отдельных секций – снижение повреждаемости при транспортировке**
- **Простота и пониженная стоимость транспортировки обычным транспортом**

Секционированные стойки  
аттестованы в ПАО «Россети»

## Опыт замены старых опор на новые секционированные

### Плановая замена опор ВЛ с 2015 года



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

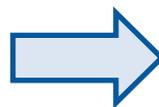
Существующая опора			Современная опора	
Марка опоры	Стойка	Кол-во стоек	Марка опоры	Стойка
<b>ПБ 110-5</b>	СК2, СК2п, СК2пр	1	<b>ПБ 110-5 (с)</b>	СК22.1-2.1-СБ.К.Д
<b>ПБ 220-1</b>	СК5, СК4а, СК5п, СК5пр	1	<b>ПБ 220-1 (с)</b>	СК26.1-6.1-СБ.К.Д
<b>ПБ 330-1</b>	СК5, СК4а, СК5п, СК5пр	2	<b>ПБ 330-1 (с)</b>	СК26.1-2.0-СБ.К.Д
<b>ПБ 500-5н</b>	СК15	2	<b>ПБ 500-5н (с)</b>	СК26.2-1.1-СБ.К.Д

В рамках работ по замене старых конструкций создан  
**«Альбом железобетонных опор ВЛ 35-500 кВ.  
 Модификации унифицированных опор на базе  
 секционированных стоек» (16.003)**  
**Доступен на сайте: [НИЛКЭС.РФ](http://nikkes.ru)**

**Примеры замены старых опор  
на аналогичные из секционированных стоек  
(конструкция опоры не меняется)**



**ПБД220-1**



**ПБД220-2К(с)**

**ВЛ 220 кВ «Костромская ГРЭС – Кострома»**

## Современное состояние разработки новых опор

- **Базовая серия «Железобетонные опоры воздушных линий 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» (2018)**

(Каталог опор доступен на сайте НИЛКЭС.РФ)

- включен в Реестр инновационных решений ПАО «Россети» (№18-027-0067/1)
- лауреат конкурса «Сделано в России»
- лауреат премии Международного конкурса ТЭК-2019

- **Стандарт ПАО «Россети»**

**«Руководство по проектированию и применению железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек»:**

- часть 1. Руководство по проектированию СТО 34.01-2.2-038.1-2022
- часть 2. Технологические карты на сборку и установку опор и ф-тов СТО 34.01-2.2-038.2-2022
- часть 3. Инструкция по эксплуатации СТО 34.01-2.2-038.3-2022



## Примеры применения опор базовой серии ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода ООО «Цемикс» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан



## Опоры базовой серии на ВЛ 110 кВ для ООО «Цемикс»

### 1- цепные

СПБ110-1

СПБ110-3

СПБ110-7Ф

СУБ110-1

### 2-х цепные

СПБ110-2

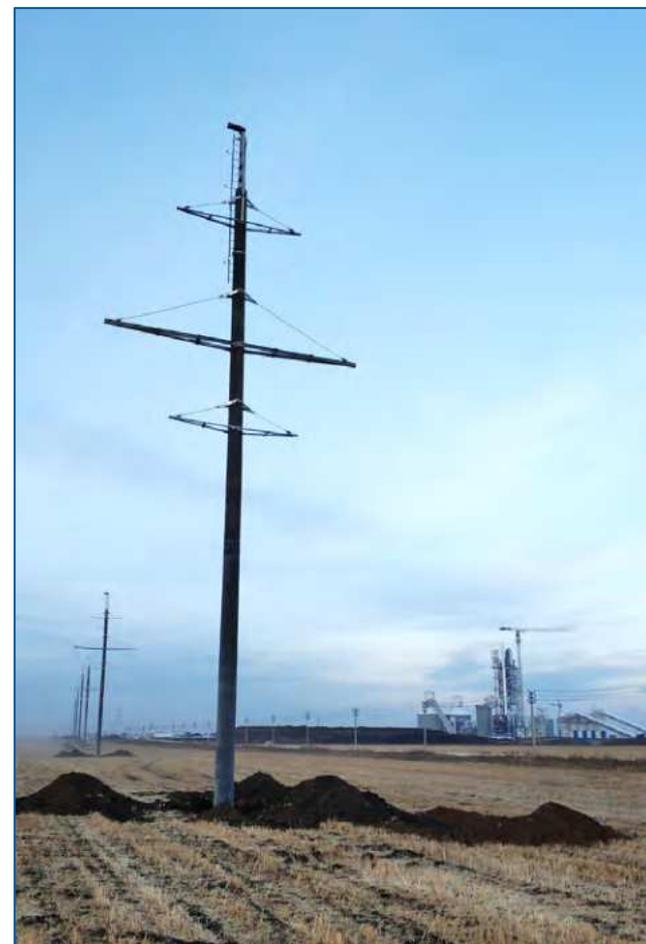
СПБ110-6Ф



СПБ110-7Ф



СПБ110-6Ф



СПБ110-2

## Примеры применения опор базовой серии ВЛ 110 кВ заходы ВЛ 110 кВ на ПС 110 кВ «Ясень» (Ленэнерго)



**СПБ110-4 и СПБ110-8Ф** Для технологического присоединения энергопринимающих устройств ПАО «Газпром»

## Индивидуальный подход к разработке модифицированных опор ВЛ 35-500 кВ

К настоящему времени **разработано более 50 модификаций новых опор**  
(дополнительно к 23-м типам базовой серии для ВЛ110 кВ)

### Что получаем при индивидуальном подходе:

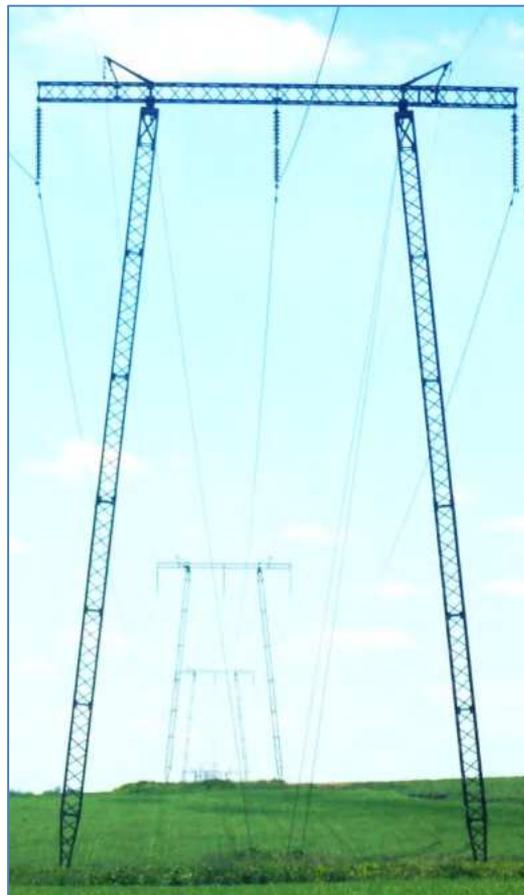
- Разработку **оптимальных опор** для **конкретных условий** в кратчайшие сроки (на стадии принятия решений и разработки проекта)
- Подготовку полного комплекта **документации к прохождению государственной экспертизы**
- Подготовку **рабочей документации**, рекомендаций по сборке и монтажу конструкций.
- Конструкции модифицированных опор на базе решений, прошедших **проверку испытаниями и опытом эксплуатации**
- **Авторскую поддержку** при проектировании, строительстве и эксплуатации

# Новые опоры для замены старых конструкций

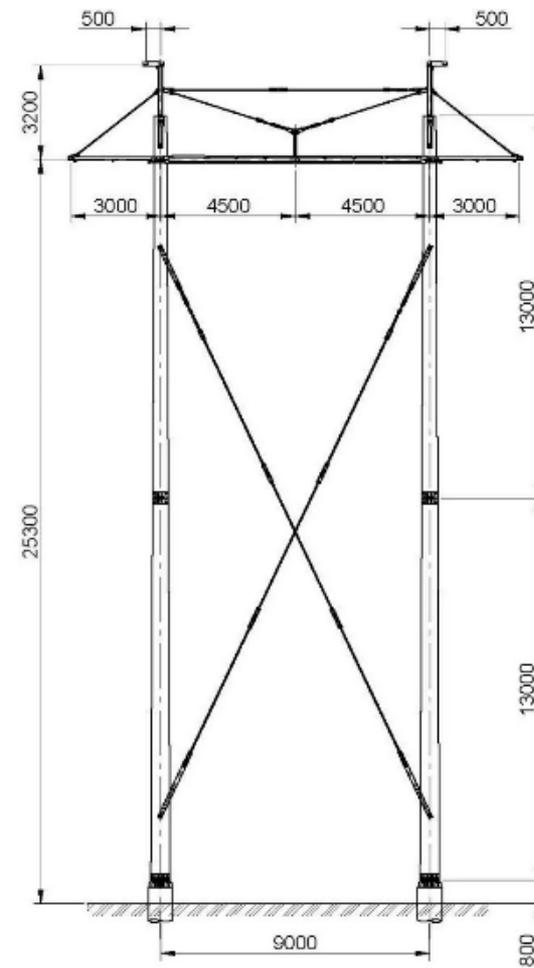
## Железобетонная опора 2СПБ220-1В – для замены металлических опор



Металлические опоры  
«Рюмка»: ПВ-1, ПШ-1, ПШ-2



Металлические опоры  
на оттяжках ПМО-1



Железобетонная опора  
2СПБ220-1В

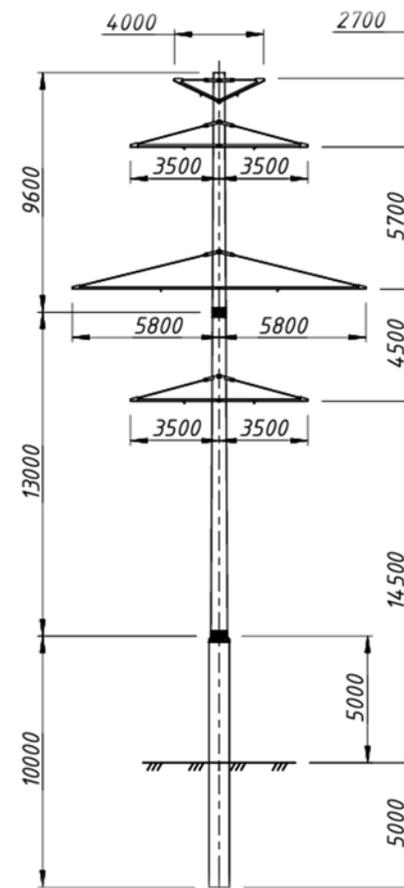
## Опоры для новых ВЛ

ВЛ 220 кВ «Славянская — Ударная» и «Ударная — Тамань»

Требования к опорам:

- **Жесткие климатические условия.**  
Ветер 650 Па, гололед 20, 25, 30 мм
- **Сложные грунтовые условия.**  
Трасса ВЛ проходит по рисовым чекам
- **Компактность опор, простота доставки и монтажа, вандалоустойчивость**
- **Провода АС300/29, 2 троса, ВОЛС**
- **Вывод:** Унифицированных решений двухцепных ж/б опор на такие условия не существует

Впервые разработана  
Двухцепная ж/б опора СПБ220-4ФТ



СПБ220-4ФТ

Монтаж опоры  
СПБ220-4ФТ, декабрь 2021

## Монтаж опоры СРБ220-4ФТ



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



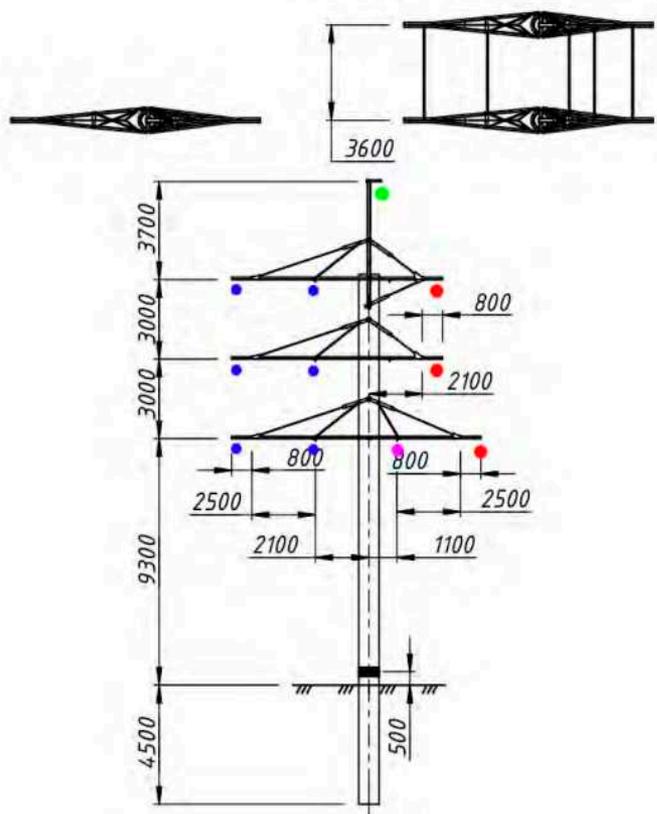
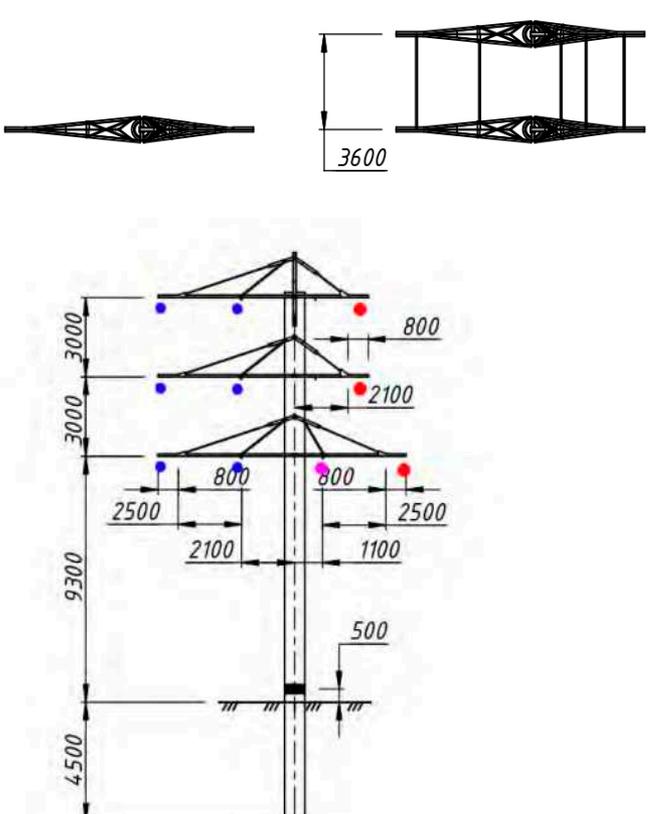
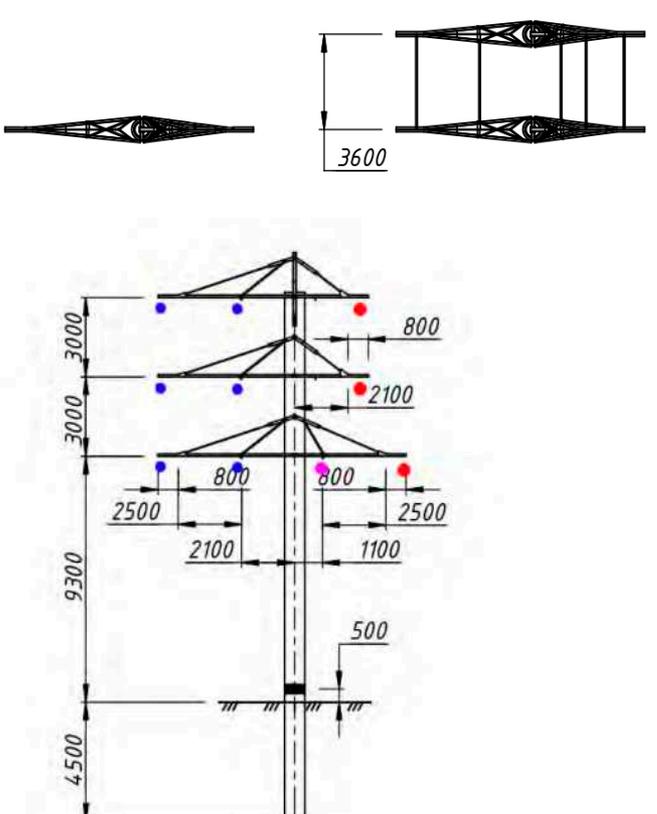
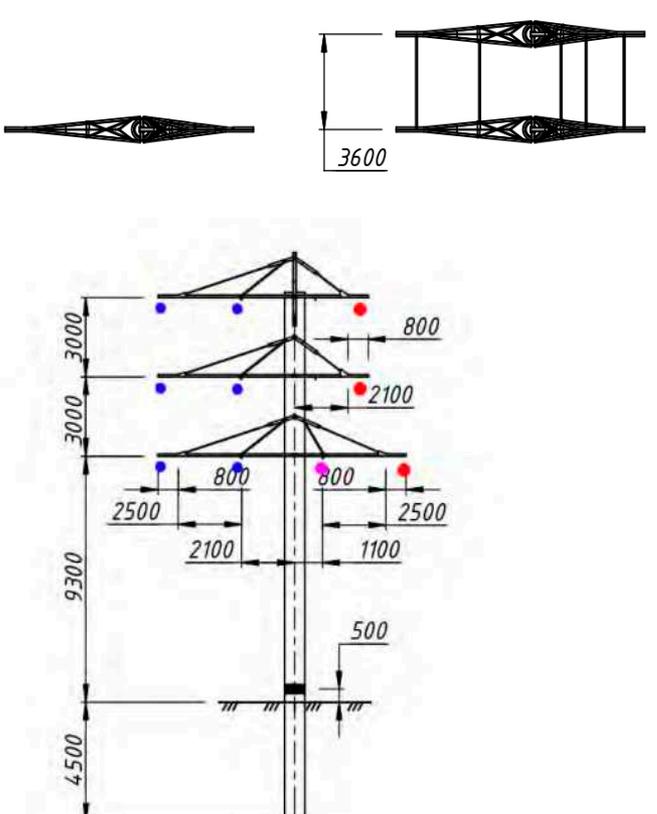
**Монтаж средней секции  
опоры**



**Монтаж верхней секции опоры**

# Опоры для совместной подвески проводов 35кВ + 2x10кВ + ВОЛС

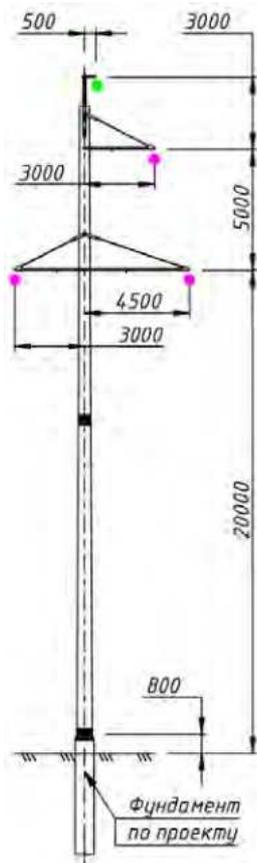
ВЛ 35/10 кВ «Дорожная-Придорожная»

СУБ35/10-1Ф	2СУБ35/10-1Ф	СУБ35/10-1ФБТ	2СУБ35/10-1ФБТ
			
<p>Ветровой район - III (650 Па), гололедный район - III (20 мм)</p>			
<p>Задача: 3 цепи АС120/19 + ВОЛС, мин. землеотвод (трасса ВЛ по рисовым чекам), вариативность глубины заделки</p>			
20°	50°	20°	60°
<p>● АС120/19 (ВЛ 35кВ) ● АС120/19 (двухцепная ВЛ 10кВ) ● Грозотрос 8,0-МЗ-В-ОЖ-Н-Р ● ВОЛС ДС-9,5-6Z-6/48 или ОКЛЖ-Т-20</p>			

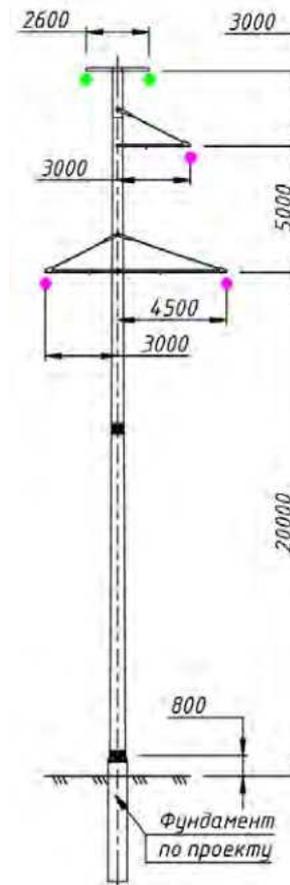
## Опоры СПБ220-5Ф и СПБ220-5ФТ

МЭС Юга, ВЛ 220 кВ «Яблоновская – Новая»

СПБ220-5Ф



СПБ220-5ФТ



Ветровой район – II (500 Па), гололедный район – II-III (15-20 мм)

Задача: увеличить пролеты, сократить количество опор - повышенные опоры на фундаменте

● АС300/39

● грозотрос ОКГТ-Ц-А-11,5

## Опора 2СПБ500-3В

для ВЛ 500 кВ «Донская АЭС – Старый Оскол 2»



**Монтаж  
металлоконструкций**



**Подъем опоры методом  
падающей стрелы**



**Опора на линии, январь 2019**



## Современная документация для проектирования, строительства и эксплуатации железобетонных опор

- **Нормативная:**

- «Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» рекомендуют использование железобетонных опор из секционированных стоек для ВЛ 110-750 кВ
- **СТО 56947007-29.29.120.90.247-2017 ПАО «Россети» «Железобетонные опоры ВЛ 35-750 кВ на базе центрифугированных секционированных стоек. Технические требования»**
- **СТО 34.01-2.2-038.1-2022 ПАО «Россети» «Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек»**
- **ТУ 5863-003-88398430-2014 (для замены стоек по ГОСТ 22687.0-85)**
- **ТУ 5863-005-88398430-2016 (новые стойки под опоры по ПУЭ-7)**
- **Рекомендации по сборке и монтажу всех типов новых опор**

- **Конструкторская:**

- **Секционированные стойки для замены старых опор по ГОСТ и типовым сериям (16.003)**
- **23 типа новых опор «Базовой серии» для ВЛ 110 кВ (Каталог 17.010 и СТО ПАО Россети)**
- **Более 50 опор ВЛ 35 – 500 кВ для условий конкретных ВЛ – (Каталог 17.010)**

# Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

[www.нилкэс.рф/каталог](http://www.нилкэс.рф/каталог)

**НИЛКЭС ЭЖБИ** Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства

ГЛАВНАЯ НОВОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЯ ПУБЛИКАЦИИ **КАТАЛОГ** О НАС КОНТАКТЫ

Сайт в стадии разработки. Старая версия сайта находится здесь.

## КАТАЛОГ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ ОПОР ВЛ 35-500 кВ

[Пояснительная записка](#)

[Опоры ВЛ 35 \(35/10\) кВ](#)

[Опоры ВЛ 110 \(110/10\) кВ](#)

[Опоры ВЛ 220 кВ](#)

[Опоры ВЛ 330 кВ](#)

[Опоры ВЛ 500 кВ](#)

[Фундаменты](#)

Скачать (PDF):

[Каталог железобетонных опор 35-500 кВ на базе секционированных центрифугированных стоек \(17.010\)](#)

[Модификации унифицированных опор 110-500 кВ на базе секционированных центрифугированных стоек \(16.003\)](#)

191036, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 111/3, оф. 321

+7 (812) 309-39-61

[info@nilkes.ru](mailto:info@nilkes.ru)

Copyright © 2023

**НИЛКЭС ЭЖБИ** Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства

ГЛАВНАЯ НОВОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЯ ПУБЛИКАЦИИ **КАТАЛОГ** О НАС КОНТАКТЫ

## Одноопные промежуточные опоры 110 кВ

**СПБ110-1**

Ветер 2-3 (500-650 Па)  
Гольфиз 2-3 (15-20 мм)  
Провода АС 180/24, АС 185/26, АС 240/32  
Тросе 9,2-МД-8-ОСБ-48-Р  
Масса стойки 7 т  
Масса металла 302 кг

**СПБ110-3**

Ветер 2-3 (500-650 Па)  
Гольфиз 2-3 (15-20 мм)  
Провода АС 180/24, АС 185/26, АС 240/32  
Тросе 9,2-МД-8-ОСБ-48-Р  
Масса стойки 7 т  
Масса металла 282 кг

**СПБ110-3М**

Ветер 5 (1000 Па)  
Гольфиз 4 (25 мм)  
Провода АС 180/24  
Тросе Г Дв20-0 95-0,1 94  
и Оси/Сп ДИТ-3-40У (040)-25х11  
Масса стойки 7 т  
Масса металла 556 кг

Получить дополнительную информацию можно, направив запрос на почту [info@nilkes.ru](mailto:info@nilkes.ru).

191036, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 111/3, оф. 321

+7 (812) 309-39-61

[info@nilkes.ru](mailto:info@nilkes.ru)

Copyright © 2023

# Перспективные направления работы НИЛКЭС (темы докладов об инновациях)

- 1. Серия решетчатых опор из атмосферостойкой стали ВЛ 110 кВ**  
*Поверенный Юрий Сергеевич*
- 2. Составные электротехнические железобетонные сваи (до 24 м)**  
*Касаткин Сергей Петрович*
- 3. Актуальные вопросы нормативной документации**  
*Романов Константин Петрович*

**Больше информации о разработках,  
мероприятиях и публикациях на нашем сайте**

**[www.НИЛКЭС.РФ](http://www.НИЛКЭС.РФ)**

**Качановская Любовь Игоревна,**

к.т.н., заведующая НИЛКЭС

ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Сайт [www.нилкэс.рф](http://www.нилкэс.рф)



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

8 (812) 309-39-61  
[www.нилкэс.рф](http://www.нилкэс.рф)

Канал на Дзен

