

# От идеи до строительства ВЛ 35-500 кВ на железобетонных опорах из секционированных стоек

Вторая онлайн-конференция

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

26-28 января 2021 года

**Бондарева Елизавета Олеговна,**  
инженер НИЛКЭС  
ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»  
[e.o.bondareva@nilkes.ru](mailto:e.o.bondareva@nilkes.ru)  
[www.nilkes.ru](http://www.nilkes.ru)

## Актуальность разработки новых железобетонных опор

### Замена старых опор на новые железобетонные опоры с секционированными стойками

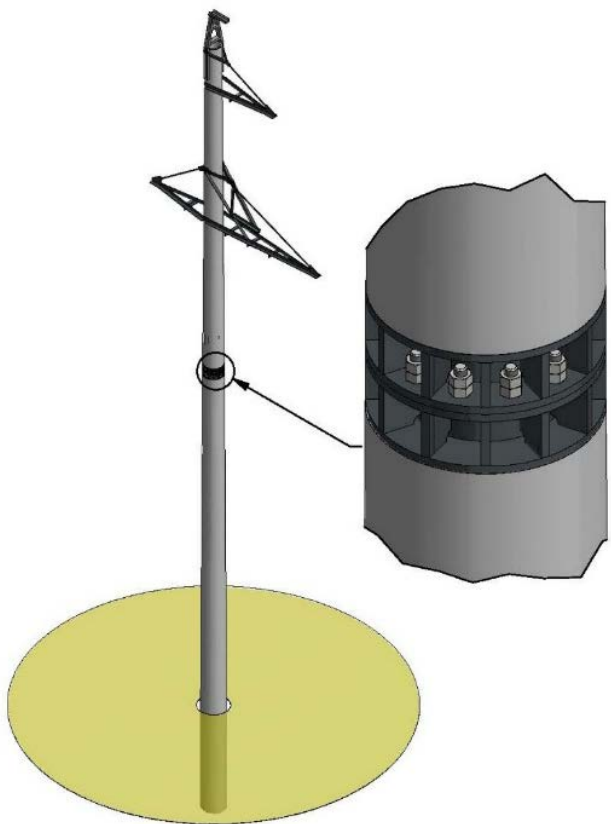
- Около 50% ВЛ 35-500 кВ построены на железобетонных опорах, которые требуют замены
- Секционированные опоры позволят облегчить транспортировку
- В рамках работ по замене старых конструкций создан «Альбом железобетонных опор ВЛ 35-500 кВ. Модификации унифицированных опор на базе секционированных стоек»

### Разработка новых железобетонных опор из секционированных стоек

- Повышенная долговечность опор: не менее 70 лет
- Соответствие требованиям современных нормативных документов
- Новые секционированные опоры посчитаны на современные марки проводов
- Снижение стоимости строительства линии ВЛ (по сравнению со строительством линий ВЛ на металлических опорах)

## Преимущества секционированных стоек

ПБ 110-5 (с)



- **Повышенная долговечность: не менее 70 лет**
- **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**

Секционированные стойки  
аттестованы в ПАО «Россети»

## Портальная железобетонная опора ПБ750 на ВЛ 750 кВ «Запорожская АЭС – ПС Запорожская» (1985 г.)





## Секционирование железобетонных стоек



Внешний фланец, 2013 г.



Внутренний фланец, 2016 г.



## Формооснастка для изготовления секционированных центрифугированных железобетонных стоек

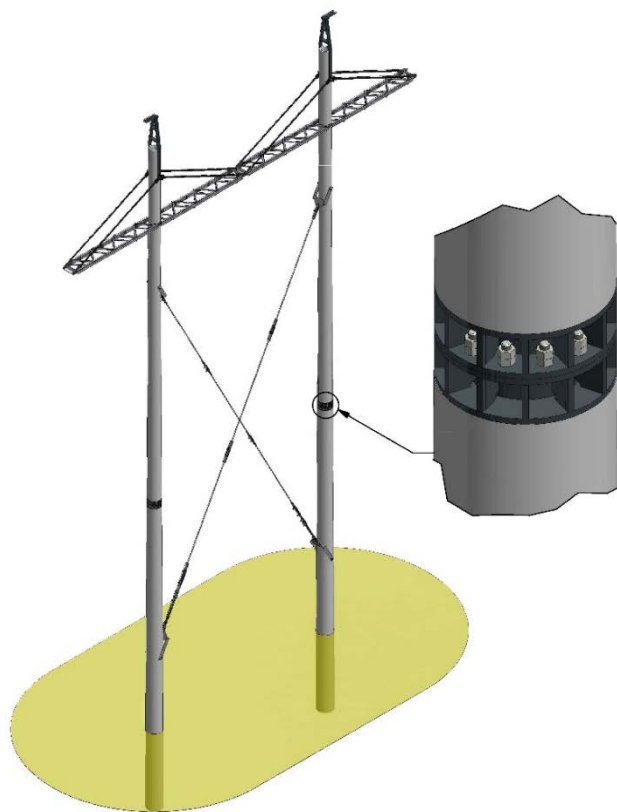


Разъёмная металлоформа для изготовления стоек

Арматурный каркас в металлоформе

## Организация замены старых опор Создание аварийного резерва

ПБ 330-1 (с)



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



## Современное состояние вопроса по разработке опор ВЛ по ПУЭ-7

К настоящему времени разработаны:

- Типовой проект «Железобетонные опоры воздушных линий 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» (по заказу ПАО «Ленэнерго»):
  - включен в Реестр инновационных решений ПАО «Россети» (№18-027-0067/1)
  - лауреат национального этапа конкурса «Сделано в России»
  - лауреат второй премии Международного конкурса ТЭК-2019
- Стандарт ПАО «Россети Ленэнерго» «Руководство по проектированию и применению железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек» в трех частях:
  - часть 1. Руководство по проектированию
  - часть 2. Технологические карты по сборке и установке опор и фундаментов
  - часть 3. Инструкция по эксплуатации





## Испытания опор на базе ОРГРЭС



**Одноцепная промежуточная  
повышенная опора, ноябрь 2016**



**Узел крепления к силовому полу**



**Двухцепная промежуточная  
повышенная опора, октябрь 2016**

## Испытания опор на базе ОРГРЭС



**Одноцепная анкерно-угловая  
опора, декабрь 2016**



**Узел крепления к силовому полу**



**Двухцепная анкерно-угловая  
опора, июль 2017**



Строительство ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода  
ООО «Цемикс» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан  
(строительство 2020 год)





**Строительство ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода  
ООО «Цемикс» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан  
(строительство 2020 год)**



**Строительство ПС 110 кВ Ясень с заходами 110 кВ, для технологического присоединения энергопринимающих устройств ПАО «Газпром» (ориентировочная протяженность заходов ВЛ 110 кВ 2х8,5 км, строительство 2020год)**





## Накоплен опыт индивидуальной разработки опор (более 20 типов) для конкретных объектов напряжением 220-500 кВ



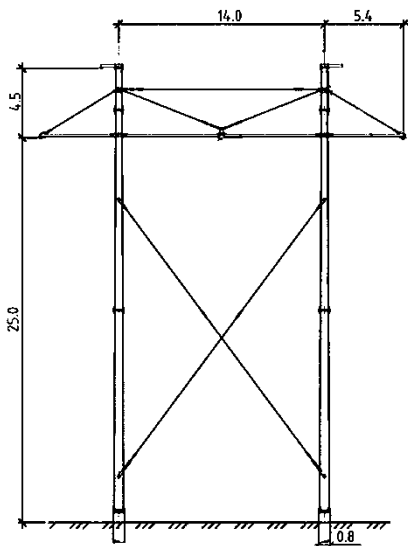
**2СПБ500-3В на ВЛ «Донская АЭС –  
Старый Оскол 2», январь 2019**



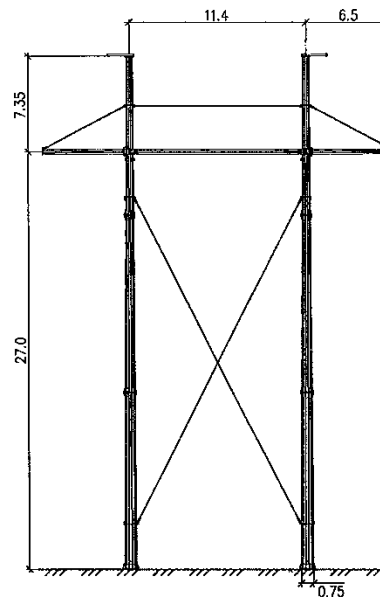
**Испытания опоры 2СПБ500-3В  
на полигоне ОРГРЭС, май 2015**



## Сравнение стоимости опор и фундаментов ВЛ 500кВ «Донская АЭС – Старый Оскол-2»



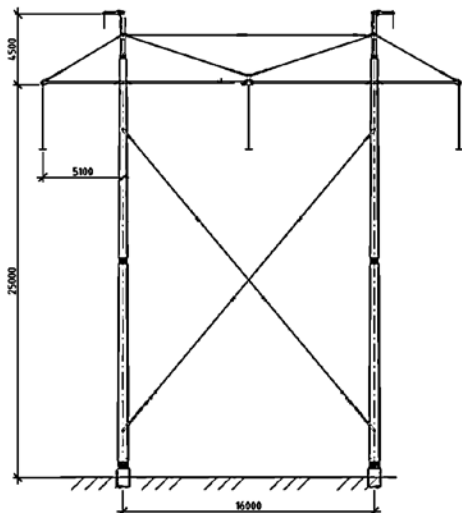
**Железобетонная секционированная  
опора 2СПБ500-3В**



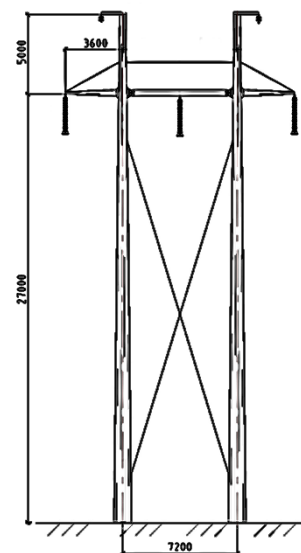
**Стальная многогранная  
опора 2МП500-3В**

- **стоимость** железобетонной **опоры** в **1,5** **раза** **меньше** стоимости многогранной 2МП500-3В
- **разница** в стоимости **на 1 км** ВЛ 500 кВ составляет **1,9** **млн руб.**

## Сравнение стоимости опор и фундаментов ВЛ 330 кВ «ГЭС-2 – Машук»



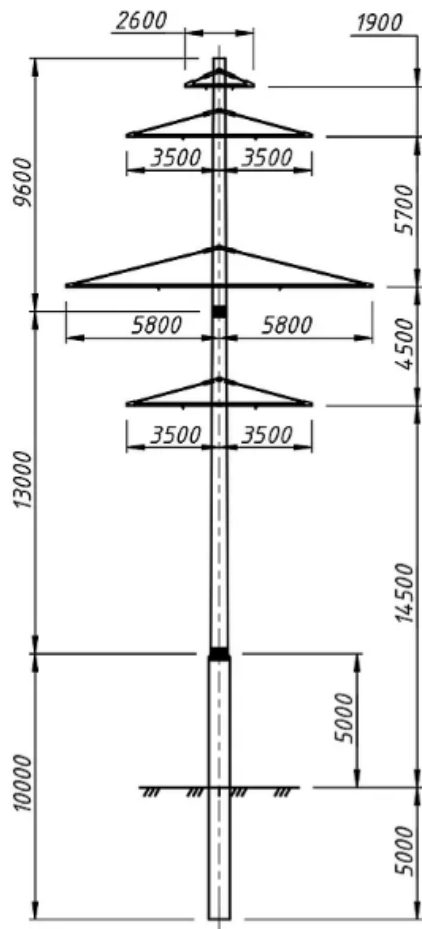
Железобетонная секционированная  
опора 2СПБ330-5ВФ



Стальная многогранная  
опора 2ПМ330-1/27

- **стоимость** железобетонной **опоры** в **2,5** **раза** **меньше** стоимости многогранной 2ПМ330-1/27
- **разница** в стоимости **на 1 км** ВЛ 330 кВ составляет **9 млн руб.**
- **Летом 2020** прошла экспертизу.

## Двухцепная промежуточная опора для ВЛ 220 кВ «Тамань-Славянская»

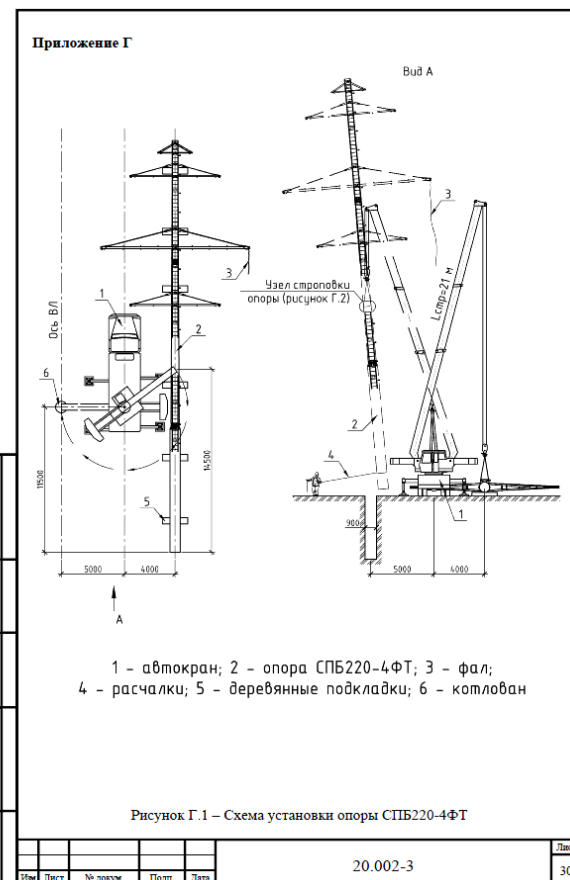


### Область применения опоры

Нормативы		Глава 2.5 ПУЭ-7 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ»		
Расчетные климатические условия	Район по ветру	III ( $b_2=20$ мм)		
	Район по гололеду	IV ( $b_2=25$ мм)	V ( $b_2=30$ мм)	
Провод	Марка	АС 300/39		
	$\delta_r$ МПа	126		
Трос	$\delta_a$ МПа	84		
	Марка	ОКГТ 13.3/88		
Пролет, м	$\delta_{max}$ МПа	350		
	габаритный	205	185	165
	ветровой	205	185	165
	весовой	256	231	206

Проект 20.002ТМ  
 Марка стойки СКС226.65-3,  
 СЦФ100.80.2-5  
 Масса стойки (без фундамента), т - 12.4  
 Масса металла (без лестниц), кг - 1370

### Разработана технологическая карта



Опора СПБ220-4ФТ



## Предлагаем сотрудничество с проектными и строительными организациями!

### Для проектных организаций

- **Предлагается:** опора для конкретных условий строительства (климат, провода, тросы, особенности эксплуатации)
- **Выдаются:**
  - монтажная схема опоры, область ее применения (с указанием расчетных пролетов),
  - расчеты элементов опоры для экспертизы,
  - стоимостные показатели опор, стоимость транспортировки

### Для строительных организаций при поставке опор

- **Выдаются:**
  - сборочные чертежи опор,
  - схемы маркировки и сборки секционированных стоек,
  - технологические карты на сборку и монтаж опор

**Консультативная помощь при проектировании и строительстве оказывается бесплатно!**

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

**Бондарева Елизавета Олеговна,**  
инженер НИЛКЭС  
[e.o.bondareva@nilkes.ru](mailto:e.o.bondareva@nilkes.ru)



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

**8 (812) 309-39-61**

**[www.nilkes.ru](http://www.nilkes.ru)**