

# Интерактивные вспомогательные материалы для проектирования ВЛ 110 кВ и выше на секционированных железобетонных опорах

VIII Международная научно-практическая конференция  
**ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ УМНЫХ СЕТЕЙ:  
ИННОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

6-8 июля 2021

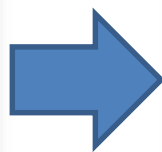
**Сбойчакова Татьяна Игоревна,**  
ведущий инженер НИЛКЭС  
[t.i.sboychakova@nilkes.ru](mailto:t.i.sboychakova@nilkes.ru)

## Общие сведения о современных секционированных железобетонных опорах

- **Меньшая стоимость изготовления и монтажа опор;**
- **Высокая долговечность (срок службы более 50 лет);**
- **Конструкция внутреннего фланцевого соединения повышает качество, сокращая при этом затраты на изготовление секций стоек;**



Внешний фланец, 2013 г.



Внутренний фланец, 2016 г.

## 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)



Сборка секций стойки



Установка опоры на фундамент

## Основные результаты НИОКР

Разработано 23 типа опор ВЛ 110 кВ разного направления и габаритов (8 промежуточных и 15 анкерно-угловых), а также серия фундаментных секций:

- ✓ комплект рабочих чертежей на одноцепные и двухцепные промежуточные и анкерно-угловые опоры и фундаменты;
- ✓ изготовлены и испытаны опытные образцы опор

Разработана нормативно-техническая документация:

- ✓ технические требования к опорам;
- ✓ инструкции по монтажу;
- ✓ технологические карты на сборку и установку опор;
- ✓ инструкции по эксплуатации

Получены патенты на элементы опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек

Экономический эффект от применения на объектах ПАО «Россети» опор, разработанных в рамках НИОКР – 0,8 млн. руб. на каждый километр одноцепной ВЛ 110 кВ

Дата начала работ: 13.10.2016

Дата окончания работ: 21.05.2018



- Проект входит в Реестр инновационных решений (18-027-0067/1)
  - Лауреат национального этапа конкурса «Сделано в России» (22 марта 2019)
  - Лауреат Международного конкурса ТЭК-2019

## Испытания опор на базе ОРГРЭС



Одноцепная промежуточная  
опора, ноябрь 2016



Узел крепления к силовому полу



Двухцепная промежуточная  
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

# Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

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

**АНКЕРНО-УГЛОВЫЕ ОПОРЫ 110 КВ**

Марка	<a href="#">СУБ110-1</a>	<a href="#">2СУБ110-1</a>
Схема		
Ветер	2-3 (500-650 Па)	2-3 (500-650 Па)
Гололед	2-3 (15-20 мм)	2-3 (15-20 мм)
Провод	АС95/16, АС120/19, АС150/24, АС185/29, АС240/32	АС95/16, АС120/19, АС150/24, АС185/29, АС240/32

Адрес: 191036, Россия, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 111/3  
 Телефон: +7 (812) 309 39 61  
 @mailto: info@nilkes.ru

**СУБ110-1**  
Железобетонная опора на базе секционированных центрифугированных стоек  
Одноцепная анкерно-угловая опора 110 кВ

Область применения опоры

Сечение	Гололед 15 мм															
	сечение стоек секционированных стоек						сечение стоек секционированных стоек									
Сечение	АС95/16	АС120/19	АС150/24	АС185/29	АС240/32	АС95/16	АС120/19	АС150/24	АС185/29	АС240/32	АС95/16	АС120/19	АС150/24	АС185/29	АС240/32	
Масса	1.9	2.7	3.6	4.5	5.4	1.9	2.7	3.6	4.5	5.4	1.9	2.7	3.6	4.5	5.4	
Толщина	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Проект: 16.006/м.т.11  
 Марка стойки: СЦС200.60-1  
 Масса стойки (без фундамента), т - 10.5  
 Масса металла (без лестниц), кг - 846

Узлы опоры

Получить дополнительную информацию по опоре можно, нажав запрос на почту NILKES: @mailto: info@nilkes.ru

# Электронный стандарт ПАО «Россети Ленэнерго»

## Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек

### Руководство по проектированию ВЛ

- ✓ основные конструктивные решения для железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек и фундаментов, разработанных в рамках НИОКР;
- ✓ указания по проектированию ВЛ 110 кВ с применением железобетонных опор новой унификации;
- ✓ указания по закреплению опор с применением графиков их несущей способности в 56 типах грунтов

### Технологические карты на сборку и установку опор и фундаментов

- ✓ составлены в соответствии с Руководством по разработке и утверждению технологических карт в строительстве и СТО «Методические указания по разработке технологических карт и проектов производства работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ»;
- ✓ предназначены для подготовки ППР, разрабатываемого для выполнения строительномонтажных работ на конкретном объекте и учитывающего все условия их выполнения

### Типовая инструкция по эксплуатации опор

- ✓ является дополнением к Типовой инструкции по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ (РД 34.20.504-94 ) только в части строительства, эксплуатации и реконструкции ВЛ 110 кВ на железобетонных опорах из центрифугированных секционированных стоек
- ✓ предназначена для работников, занятых техническим обслуживанием и ремонтом ВЛ



# Структура руководства по проектированию ВЛ

## Основной текст указаний по проектированию ВЛ

Обзорные листы опор

Область применения опор

Электрические габариты

Нагрузки на опоры от проводов и тросов

Ветровые нагрузки на опоры

Эпюры несущей способности (НС) стоек

Расчетные листы металлоконструкций

Нагрузки на фундаменты опор

Обзорный лист фундаментов

НС стоек и фундаментов по грунту

НС фундаментов по материалу

9.3.23 Нагрузки для закрепления опор рассчитаны для всех марок проводов с шагом угла поворота 10 градусов. Максимальное значение угла поворота ВЛ указано в области применения опор, см. [таблицу Б.10 приложения Б](#).

### 10 Указания по закреплению опор

#### 10.1 Общие сведения

10.1.1 Обычные промежуточные опоры закрепляются в грунте путем погружения нижней части стойки в пробуренный котлован диаметром 900 мм. Глубина погружаемой части стойки составляет 4 метра. Схемы закрепления обычных промежуточных опор в грунте приведены на [рисунке Л.2 приложения Л](#). Это решение позволяет обеспечить надежное закрепление стойки в грунте с учетом возможных нагрузок на опоры, связанных с увеличением расчетных пролетов. В большинстве случаев такая глубина заделки не потребует усиления закрепления опоры за счет применения ригелей. В необходимых случаях, когда несущей способности грунта основания недостаточно, для восприятия действующих нагрузок на закрепление (см. [приложение К](#)), помогают увеличить несущую способность закрепления, например, путем установки ригелей АР6 по серии 3.407-115 выпуск 5 [1]. Схемы закрепления промежуточных опор с одним и двумя ригелями АР6 приведены на [рисунке Л.3 приложения Л](#).

10.1.2 Повышенные промежуточные опоры закрепляются в грунте использованием специальной фундаментной секции (см. [рисунок Л.1 приложения Л](#)) или фундамента по индивидуальному проекту. При помощи фланца опора крепится к фундаменту на отметке 800 мм относительно поверхности земли. Фундаментная секция имеет собственный ответный фланец, позволяющий закрепить опору при помощи болтов. Для закрепления повышенных опор на фундаментах используются болты М36×160 10.9 ХЛ из стали 40Х ГОСТ 7798-70.

10.1.3 Обычные анкерно-угловые опоры закрепляются в грунте путем погружения нижней части стойки в пробуренный котлован диаметром 900 мм на глубину 4,5 м. Обычные анкерно-угловые опоры, устанавливаемые в грунт, закрепляются в соответствии со схемами установки фундамента СЦФ 50.80.1-1 (см. [рисунок Л.6 приложения Л](#)), поскольку диаметр стойки и фундаментной секции, а также глубина заделки совпадают. Для ограничения развития изгибающего момента по стойке в грунте, а также для увеличения несущей способности по грунту, стойки длиной 20 м рекомендуется устанавливать совместно с ригелем. Рекомендуемые размеры ригельных стоек АР6-1 по серии 3.407-115 выпуск 5 [1] с размерами 3500×500 мм. В зависимости от грунтовых условий может быть установлено несколько ригелей или ригель большого размера, например, АР-8 из серии 3.407-115 выпуск 5 с размерами 6000×600 мм (см. [рисунок Л.7 приложения Л](#)). Это решение позволяет обеспечить надежное закрепление стойки в грунте в различных инженерно-геологических условиях.

25

10.1.2 Повышенные промежуточные опоры закрепляются в грунте с использованием специальной фундаментной секции (см. [рисунок Л.1 приложения Л](#)) или фундамента по индивидуальному проекту. При помощи фланца опора крепится к фундаменту на отметке 800 мм относительно поверхности земли. Фундаментная секция имеет собственный ответный фланец, позволяющий закрепить опору при помощи болтов. Для закрепления повышенных опор на фундаментах используются болты М36×160 10.9 ХЛ из стали 40Х ГОСТ 7798-70.

10.1.3 Обычные анкерно-угловые опоры закрепляются в грунте путем погружения нижней части стойки в пробуренный котлован диаметром 900 мм на глубину 4,5 м. Обычные анкерно-угловые опоры, устанавливаемые в грунт, закрепляются в соответствии со схемами установки фундамента СЦФ 50.80.1-1 (см. [рисунок Л.6 приложения Л](#)), поскольку диаметр стойки и фундаментной секции, а также глубина заделки совпадают. Для ограничения развития изгибающего момента по стойке в грунте, а также для увеличения несущей способности по грунту, стойки длиной 20 м рекомендуется

# Железобетонные центрифугированные фундаментные секции

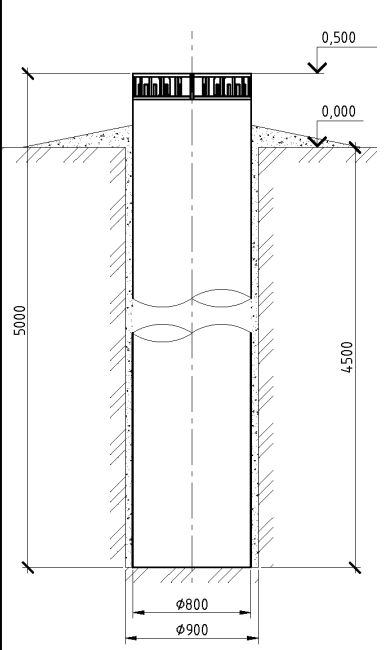
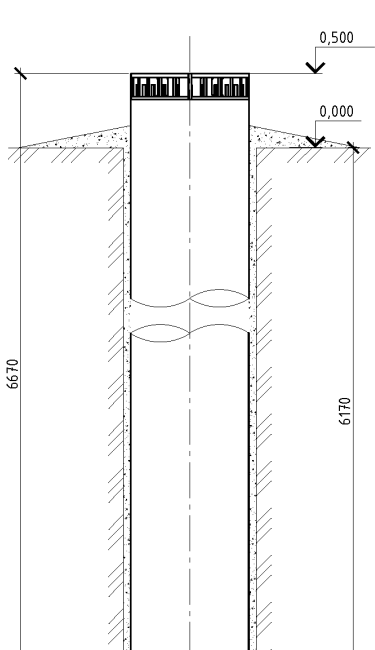
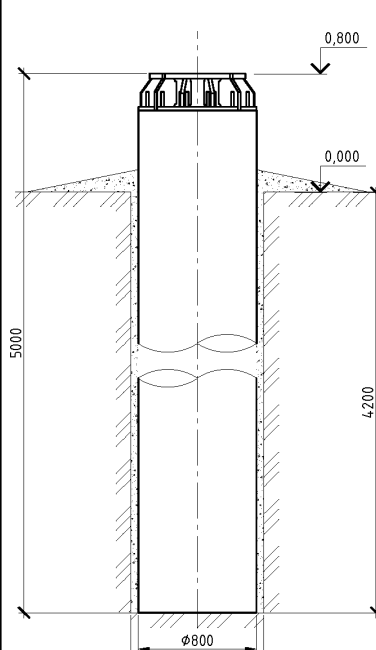
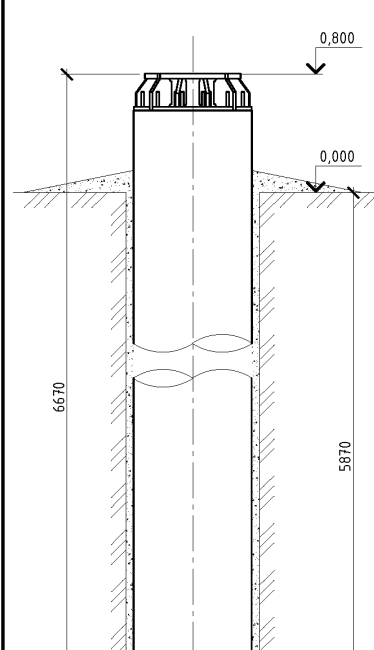
Назначение	Анкерно-угловые опоры		Промежуточные опоры	
Эскиз фундамента				
Марка фундамента	СЦФ50.80.1-1	СЦФ67.80.1-1	СЦФ50.80.2-1	СЦФ67.80.2-1
Масса фундамента, т	2,87	3,73	2,75	3,57

Рисунок Л.1 – Обзорный лист фундаментов

# Несущая способность конических стоек и фундаментных секций по грунту

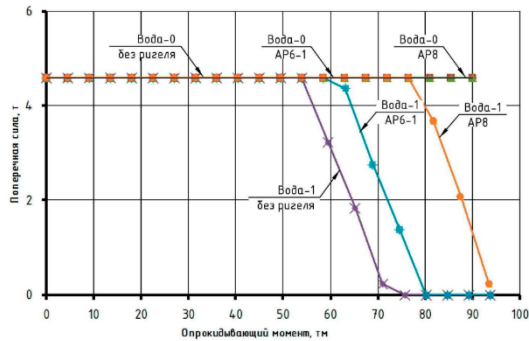


Рисунок Н.75 – График несущей способности СЦФ50.80.2 по грунту №5

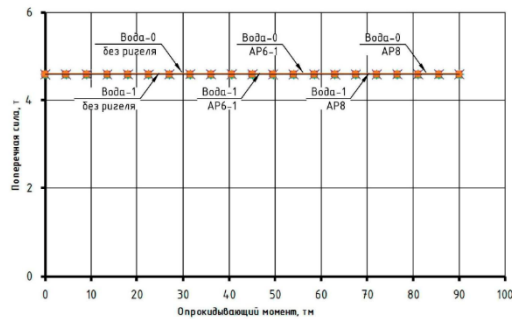


Рисунок Н.76 – График несущей способности СЦФ67.80.2 по грунту №5

Условные обозначения:  
 Вода-0 – необводненный грунт;  
 Вода-1 – обводненный грунт;  
 АР6-1, АР8 – ригель по серии 3.407-115.

268

Таблица Н.2 – Перечень графиков несущей способности фундаментных секций по грунту

Грунт	Номер грунта	$f_1$	$C$	$e$	$E$	СЦФ50.80.1-1	СЦФ67.80.1-1	СЦФ50.80.2-1	СЦФ67.80.2-1
Пески крупные и гравелистые	1	43	2	0,45	50	<a href="#">рисунок Н.57</a>	<a href="#">рисунок Н.58</a>	<a href="#">рисунок Н.59</a>	<a href="#">рисунок Н.60</a>
	2	40	1	0,55	40	<a href="#">рисунок Н.61</a>	<a href="#">рисунок Н.62</a>	<a href="#">рисунок Н.63</a>	<a href="#">рисунок Н.64</a>
	3	38	0	0,65	38	<a href="#">рисунок Н.65</a>	<a href="#">рисунок Н.66</a>	<a href="#">рисунок Н.67</a>	<a href="#">рисунок Н.68</a>
Пески средней крупности	4	40	3	0,45	50	<a href="#">рисунок Н.69</a>	<a href="#">рисунок Н.70</a>	<a href="#">рисунок Н.71</a>	<a href="#">рисунок Н.72</a>
	5	38	2	0,55	40	<a href="#">рисунок Н.73</a>	<a href="#">рисунок Н.74</a>	<a href="#">рисунок Н.75</a>	<a href="#">рисунок Н.76</a>
	6	35	1	0,65	30	<a href="#">рисунок Н.77</a>	<a href="#">рисунок Н.78</a>	<a href="#">рисунок Н.79</a>	<a href="#">рисунок Н.80</a>
Пески мелкие	7	38	6	0,45	48	<a href="#">рисунок Н.81</a>	<a href="#">рисунок Н.82</a>	<a href="#">рисунок Н.83</a>	<a href="#">рисунок Н.84</a>
	8	36	4	0,55	38	<a href="#">рисунок Н.85</a>	<a href="#">рисунок Н.86</a>	<a href="#">рисунок Н.87</a>	<a href="#">рисунок Н.88</a>
	9	32	2	0,65	28	<a href="#">рисунок Н.89</a>	<a href="#">рисунок Н.90</a>	<a href="#">рисунок Н.91</a>	<a href="#">рисунок Н.92</a>
	10	28	0	0,75	18	<a href="#">рисунок Н.93</a>	<a href="#">рисунок Н.94</a>	<a href="#">рисунок Н.95</a>	<a href="#">рисунок Н.96</a>
Пески пылеватые	11	36	8	0,45	39	<a href="#">рисунок Н.97</a>	<a href="#">рисунок Н.98</a>	<a href="#">рисунок Н.99</a>	<a href="#">рисунок Н.100</a>
	12	34	6	0,55	28	<a href="#">рисунок Н.101</a>	<a href="#">рисунок Н.102</a>	<a href="#">рисунок Н.103</a>	<a href="#">рисунок Н.104</a>
	13	30	4	0,65	18	<a href="#">рисунок Н.105</a>	<a href="#">рисунок Н.106</a>	<a href="#">рисунок Н.107</a>	<a href="#">рисунок Н.108</a>
	14	26	2	0,75	11	<a href="#">рисунок Н.109</a>	<a href="#">рисунок Н.110</a>	<a href="#">рисунок Н.111</a>	<a href="#">рисунок Н.112</a>
Супеси пластичные $0 \leq t_c \leq 0,25$	15	30	21	0,45	32	<a href="#">рисунок Н.113</a>	<a href="#">рисунок Н.114</a>	<a href="#">рисунок Н.115</a>	<a href="#">рисунок Н.116</a>
	16	29	17	0,55	24	<a href="#">рисунок Н.117</a>	<a href="#">рисунок Н.118</a>	<a href="#">рисунок Н.119</a>	<a href="#">рисунок Н.120</a>
	17	27	15	0,65	16	<a href="#">рисунок Н.121</a>	<a href="#">рисунок Н.122</a>	<a href="#">рисунок Н.123</a>	<a href="#">рисунок Н.124</a>
	18	24	13	0,75	10	<a href="#">рисунок Н.125</a>	<a href="#">рисунок Н.126</a>	<a href="#">рисунок Н.127</a>	<a href="#">рисунок Н.128</a>

200

**Расчеты выполнены в соответствии с «Пособием по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)» для 56 типов грунтов, представленных в СП 22.13330.2016**

## Структура технологических карт на сборку и установку опор и фундаментов

- Потребность в материально-технических ресурсах
- Организация работ с основными схемами сборки и монтажа конструкций всех типов
- Калькуляция трудовых затрат
- Операционный контроль
- Требования охраны труда и пожарной безопасности

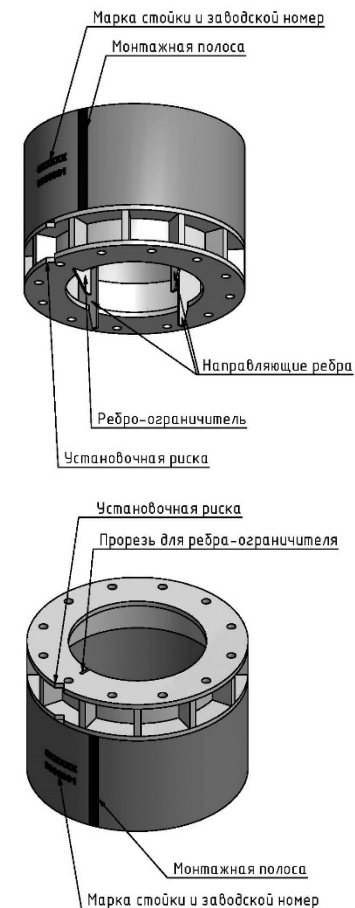
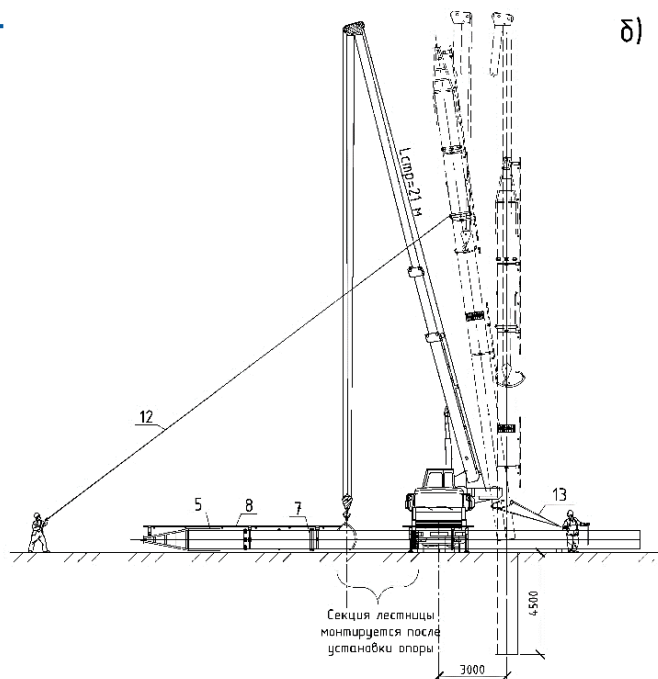
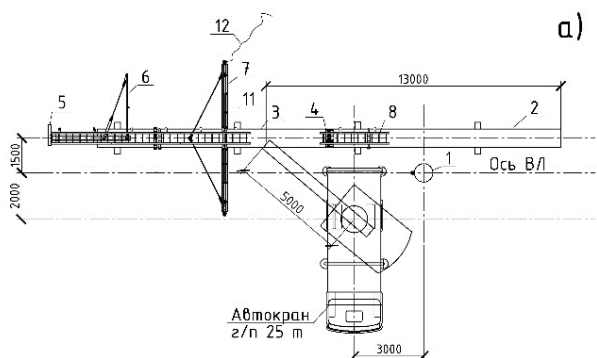


Схема сборки и монтажа опоры СУБ110-1

Закладные детали секций

## Структура инструкции по эксплуатации



Промежуточная опора СПБ110-2  
на ВЛ 110 кВ в Республике Башкортостан

- Контроль и приемка в эксплуатацию
- Техническое обслуживание ВЛ
- Технические требования и допуски к элементам ВЛ
- Оценка технического состояния ВЛ и ее элементов



Лестница  
с открытыми  
анкерными петлями

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 ВЛ 110 кВ для энергоснабжения завода ООО «Цемикс» в Республике Башкортостан



## **Введение в действие стандарта ПАО «Россети Ленэнерго» «Руководство по проектированию и применению железобетонных опор ВЛ 110 кВ из центрифугированных секционированных стоек» обеспечивает:**

при проектировании:

- **Сокращение времени и трудозатрат на разработку строительной части проекта ВЛ, ПОС и сметной документации**

при строительстве:

- **Сокращение времени на разработку ППР на основе ТК на сборку и установку опор и фундаментов, повышение качества монтажа**

при эксплуатации:

- **Упрощение работы служб эксплуатации благодаря наличию информации по обслуживанию опор из секционированных стоек**



## Сотрудничество НИЛКЭС с другими организациями

### Для проектных организаций при обращении

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

### Для строительных организаций при поставке опор

- **Предоставляются:**
  - 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!**

**Татьяна Игоревна Сбойчакова,**  
ведущий инженер  
[t.i.sboychakova@nilkes.ru](mailto:t.i.sboychakova@nilkes.ru)



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

8 (812) 309-39-61  
[www.nilkes.ru](http://www.nilkes.ru)