

# Опыт разработки и внедрения серии композитных опор ВЛ 0,4 и 6-10 кВ в ДРСК

VII Международная научно-практическая конференция  
«ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ УМНЫХ СЕТЕЙ:  
ИНОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ»  
6-8 июля 2021 г., Санкт-Петербург

**Трухина Татьяна Алексеевна,**  
инженер НИЛКЭС  
[t.a.trukhina@nilkes.ru](mailto:t.a.trukhina@nilkes.ru)

**Мельденберг Александр Николаевич,**  
Нанотехнологический Центр Композитов

## Актуальность разработки опор из композитных материалов

Композит – новый материал, который требует создания новых конструкций промежуточных, анкерных и анкерно-угловых опор.

**Преимущества композитных опор:** малый вес опоры, простота и скорость сборки, высокая удельная прочность опор, стойкость к воздействию климатических факторов, долговечность, экологичность и эстетичность.



## Ожидаемый эффект


от внедрения серии промежуточных, анкерных и анкерно-угловых опор  
из композитных материалов

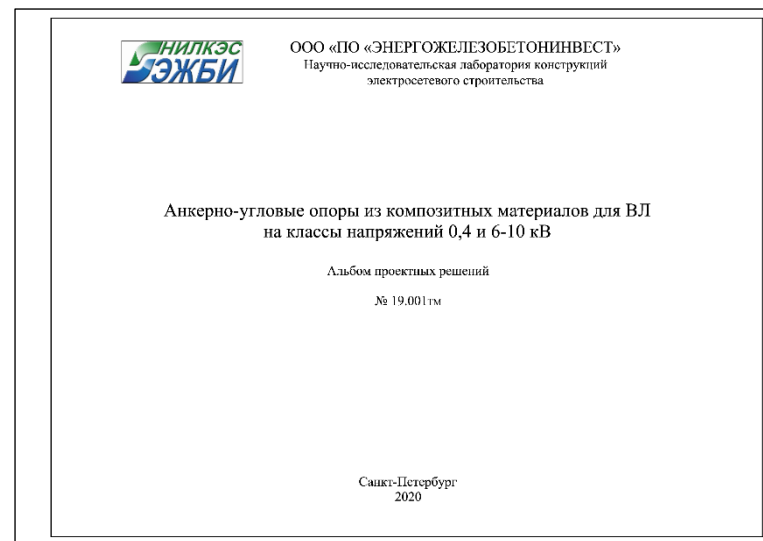
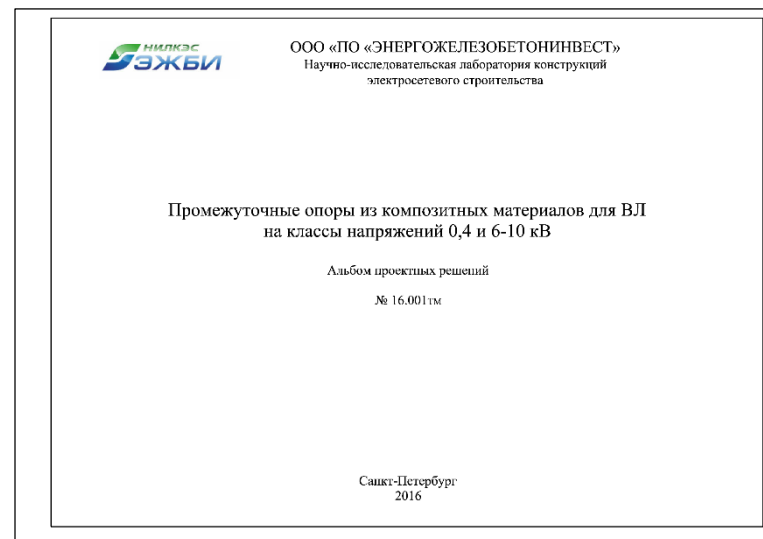
Снижение издержек энергетических компаний за счет малого транспортного веса опор

Простота и быстрота сборки (разборки) на месте установки

Обеспечение надежной работы опор в составе ВЛЭП

Возможность организации ВЛЭП полностью на базе композитных опор

- ✓ Работа выполнена совместно с Нанотехнологическим Центром Композитов ( НЦК). НЦК является производителем композитных опор.
  
- ✓ В 2016 году выпущен альбом «Промежуточные опоры из композитных материалов для ВЛ на классы напряжений 0,4 и 6-10 кВ»
  
- ✓ В 2020 году выпущен альбом «Анкерно-угловые опоры из композитных материалов для ВЛ на классы напряжений 0,4 и 6-10 кВ»



## Условия эксплуатации композитных опор

### Условия эксплуатации

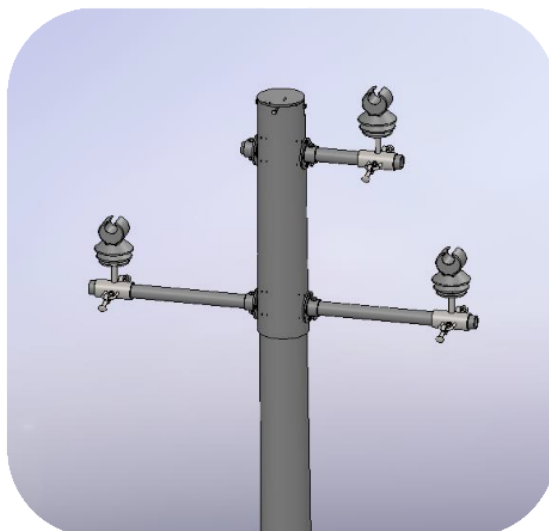
- район по ветровому давлению до V
- район по гололёду до IV
- диапазон температур:  $-60^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$
- тип атмосферы: промышленная
- устойчивость к УФ - 68 Вт/м<sup>2</sup>

### Провода

- для ВЛЭП напряжением 0,4 кВ СИП-2, СИП-4 сечением до 95 мм<sup>2</sup>
- для ВЛЭП напряжением 6÷10 кВ СИП-3 сечением до 95 мм<sup>2</sup>
- АС по ГОСТ 839-80 сечением до 95 мм<sup>2</sup>

### Конструктив

- одноцепные
- модульные
- установка в котлован

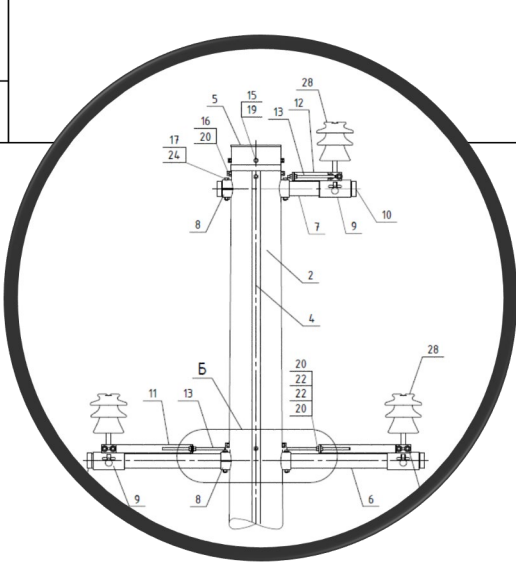


## Промежуточные опоры

	ПК10-2 ПК10-2Н ПК10-2МТ ПК10-2МТН	ПК10-3 ПК10-3МТ ПК10-3Н	ПК10-3МТН	ПК10-2И	ПК10-3И	ПК0,4-ИИ
Район по ветру	I-V					
Район по гололеду	I-IV					
Высота подвески провода	8,1 м	10,7 м	11,38 м	8,55 м	11,1 м	7,35 м
Марка провода	АС50/8,	АС50/8,	АС50/8,	СИП-3 1x50,	СИП-3 1x50,	СИП-2 3x35+54,6+25,
	АС70/11,	АС70/11,	АС70/11,	СИП-3 1x70,	СИП-3 1x70,	СИП-2 3x50+54,6+25,
	АС95/16	АС95/16	АС95/16	СИП-3 1x95	СИП-3 1x95	СИП-2 3x70+54,6+25,
						СИП-2 3x70+70+16,
						СИП-2 3x70+70+25,
						СИП-2 3x95+70+25,
						СИП-2 3x95+95+16,
					СИП-2 3x95+95+25,	

# Промежуточные опоры 0,4 и 6-10 кВ

Эскиз								
	Марка опоры	ПК10-2	ПК10-2Н	ПК10-3	ПК10-3Н	ПК10-2И	ПК10-2ИИ	ПК0,4-1И
	Монтажная схема	16.001тн.004	16.001тн.005	16.001тн.006	16.001тн.007	16.001тн.008	16.001тн.009	16.001тн.010
	Назначение опоры	Опора для населённой местности	Опора для населённой местности	Переходная опора для населённой местности	Переходная опора для населённой местности	Опора для изолированного провода СИП-3	Переходная опора для изолированного провода СИП-3	Опора для изолированного провода СИП-2



Эскиз					
	Марка опоры	ПК10-2МТ	ПК10-2МТН	ПК10-3МТ	ПК10-3МТН
	Монтажная схема	16.001тн.011	16.001тн.012	16.001тн.013	16.001тн.014
	Условия применения	Опора для населённой местности с металлической провешью	Опора для населённой местности с металлической провешью	Переходная опора для населённой местности с металлической провешью	Переходная опора для населённой местности с металлической провешью

№ док.	Изд.	Дата	16.001тн.003	Лист
			Формат	А3

## Анкерно-угловые опоры для ВЛ 0,4 кВ

	ПКу-0,4	АК-0,4	АКп-0,4	АКу-0,4	АКуп-0,4	АКо-0,4	АКоп-0,4
Район по ветру	I-V						
Район по гололеду	I-IV						
Высота подвески провода	6,95 м	6,95 м	8,2 м	6,95 м	8,2 м	6,95 м	8,2 м
Марка провода	СИП-2 3x35+54,6+25,						
	СИП-2 3x50+54,6+25,						
	СИП-2 3x70+54,6+25,						
	СИП-2 3x70+70+16,						
	СИП-2 3x70+70+25,						
	СИП-2 3x95+70+25,						
	СИП-2 3x95+95+16,						
	СИП-2 3x95+95+25,						

## Анкерно-угловые опоры для ВЛ 6-10 кВ с изолированным проводом

	ПКу-10И	АК-10И	АКп-10И	АКу-10И	АКуп-10И	АКо-10И	АКоп-10И
Район по ветру	I-V						
Район по гололеду	I-IV						
Высота подвески провода	8,55 м	8,05 м	8,85	8,05 м	8,85 м	7,75 м	8,55 м
Марка провода	СИП-3 1x50,						
	СИП-3 1x70,						
	СИП-3 1x95						



## Анкерно-угловые опоры для ВЛ 6-10 кВ с неизолированным проводом

	ПКу-10	ПКун-10	АК-10	АКп-10	АКу-10	АКуп-10	АКо-10	АКон-10
Район по ветру	I-V							
Район по гололеду	I-IV							
Высота подвески провода	8,25 м	8,25 м	7,05 м	7,75 м	7,05 м	7,75 м	7,75 м	7,75 м
Марка провода	АС50/8,							
	АС70/11							
	АС95/16							

## Анкерно-угловые опоры с совместной подвеской проводов для ВЛ 0,4 и 6-10 кВ

	ПКу- 10/0,4И	АК- 10/0,4И	АКп- 10/0,4И	АКу- 10/0,4И	АКуп- 10/0,4И	АКо- 10/0,4И	АКоп- 10/0,4И
Район по ветру	I-V						
Район по гололеду	I-IV						
Высота подвески провода	8,05 м	7,5 м	8,3 м	7,5 м	8,3 м	7,5 м	8,3 м
Марка провода	СИП-3 1x50, СИП-3 1x70, СИП-3 1x95			СИП-2 3x35+54,6+25, СИП-2 3x50+54,6+25, СИП-2 3x70+54,6+25, СИП-2 3x70+70+16, СИП-2 3x70+70+25, СИП-2 3x95+70+25, СИП-2 3x95+95+16, СИП-2 3x95+95+25,			

## Анкерно-угловые опоры с совместной подвеской проводов для ВЛ 0,4 и 6-10 кВ

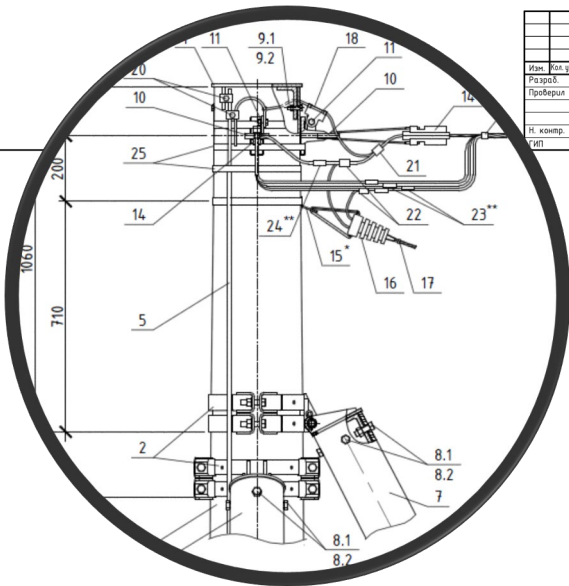
	ПКу- 10/0,4	ПКун- 10/0,4	АК- 10/0,4	АКп- 10/0,4	АКу- 10/0,4	АКуп- 10/0,4	АКо- 10/0,4	АКон- 10/0,4
Район по ветру	I-V							
Район по гололеду	I-IV							
Высота подвески провода	7,25 м	7,25 м	6,05 м	6,9 м	6,05 м	6,9 м	7,25 м	7,25 м
Марка провода	АС50/8, АС70/11 АС95/16				СИП-2 3x35+54,6+25, СИП-2 3x50+54,6+25, СИП-2 3x70+54,6+25, СИП-2 3x70+70+16, СИП-2 3x70+70+25, СИП-2 3x95+70+25, СИП-2 3x95+95+16, СИП-2 3x95+95+25,			

# Анкерные и анкерно-угловые опоры 0,4 кВ

Эскиз				
	Марка опоры	PKy-0,4	AK-0,4	AKp-0,4
	Монтажная схема	19.001тм.004	19.001тм.005	19.001тм.006
	Назначение опоры	Опора промежуточно-угловая	Опора анкерная	Опора анкерная повышенная

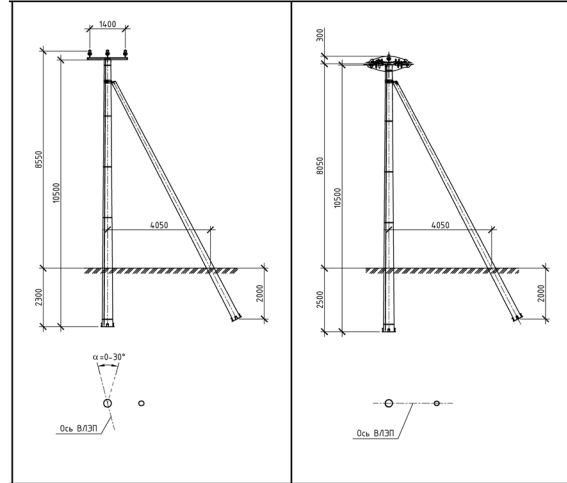
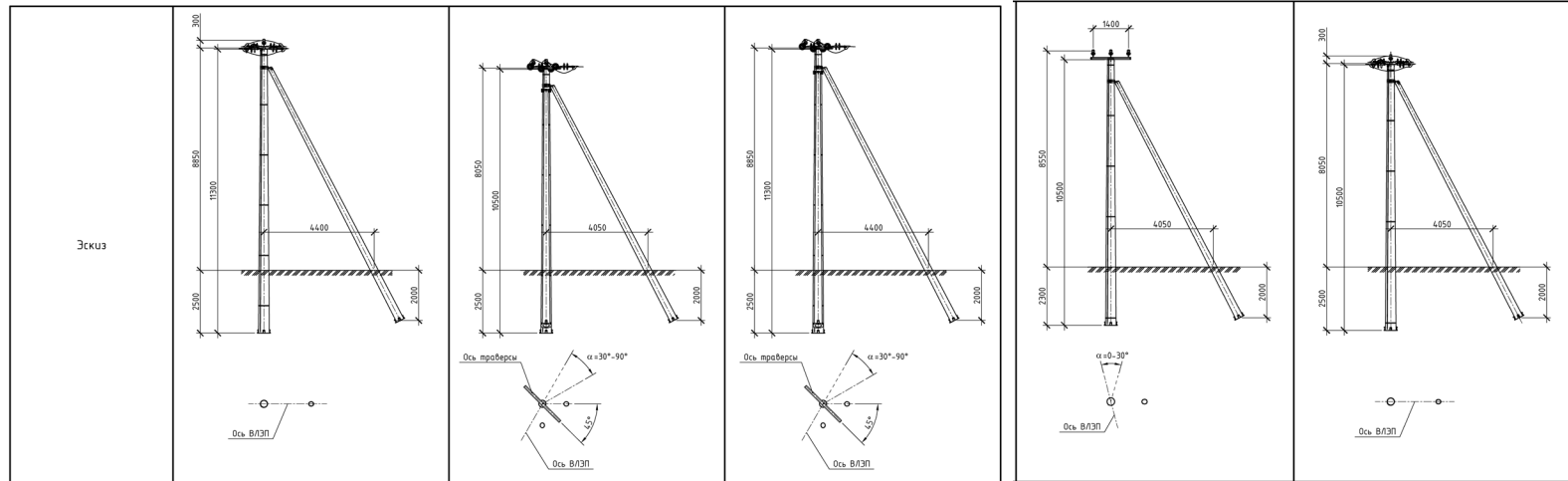
Эскиз				
	Марка опоры	AKy-0,4	AKup-0,4	AKo-0,4
	Монтажная схема	19.001тм.007	19.001тм.008	19.001тм.009
	Назначение опоры	Опора анкерно-угловая	Опора анкерно-угловая повышенная	Опора анкерная ответвительная

19.001тм.003					
Анкерно-угловые опоры из композитных материалов для ВЛ на классы напряжений 0,4 и 6-10 кВ					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработ.	Ташкова	4	03.20		
Проверил	Бондарева	2	03.20		
Н. контр. ГИП			Трукина	03.20	
			Касаткин	03.20	
			Обзорный лист		



19.001тм.003					
Анкерно-угловые опоры из композитных материалов для ВЛ на классы напряжений 0,4 и 6-10 кВ					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Н. контр. ГИП			Трукина	03.20	
			Касаткин	03.20	
			Обзорный лист		
Формат А3					
Марка опоры	AKy-0,4	AKup-0,4	AKo-0,4		
Монтажная схема	19.001тм.007	19.001тм.008	19.001тм.009		
Назначение опоры	Опора анкерно-угловая	Опора анкерно-угловая повышенная	Опора анкерная ответвительная		
Формат А3					
19.001тм.003					Лист
					2

# Анкерные и анкерно-угловые опоры 10 кВ для изолированного провода



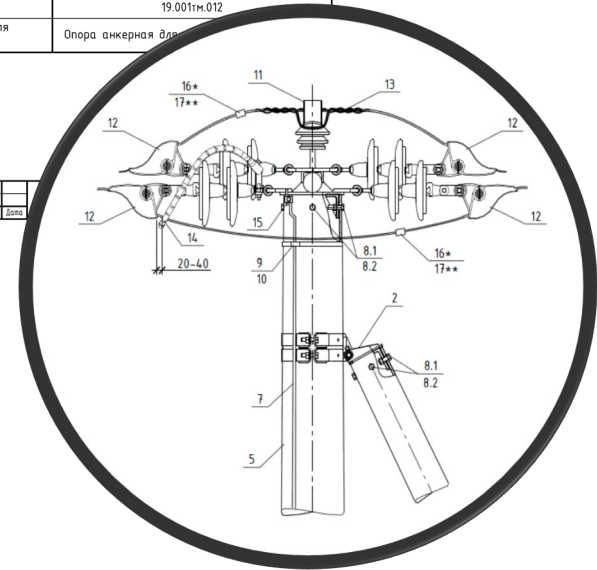
Марка опоры	АКп-10И	АКу-10И	АКуп-10И
Монтажная схема	19.001тм.013	19.001тм.014	19.001тм.015
Назначение опоры	Опора анкерная повышенная для изолированного провода	Опора анкерно-угловая для изолированного провода	Опора анкерно-угловая повышенная для изолированного провода

Марка опоры	ПКу-10И	АК-10И
Монтажная схема	19.001тм.011	19.001тм.012
Назначение опоры	Опора промежуточно-угловая для изолированного провода	Опора анкерная для изолированного провода

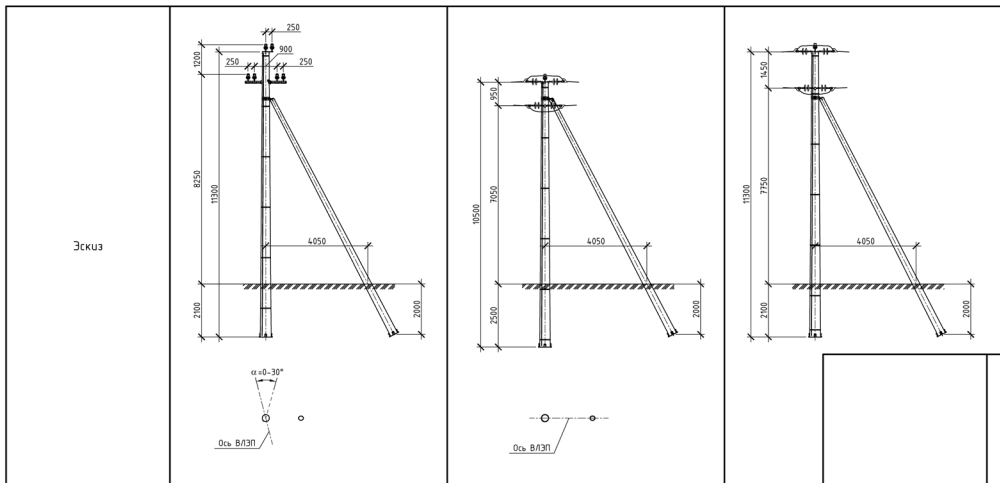
Лист 4 из 4  
Взам. инв. №  
Изм. Кол. уч. Листов № док. Подп. Дата

19.001тм.003					Лист
					4

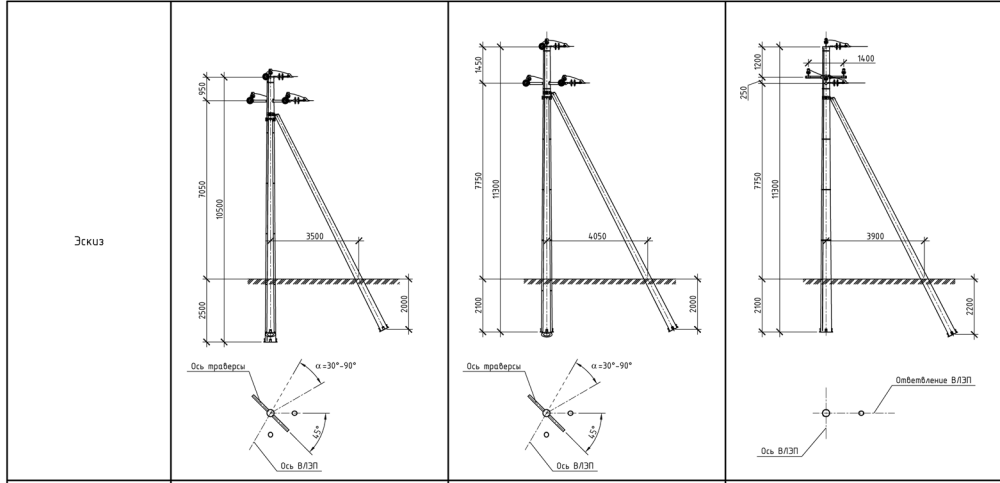
Формат А3



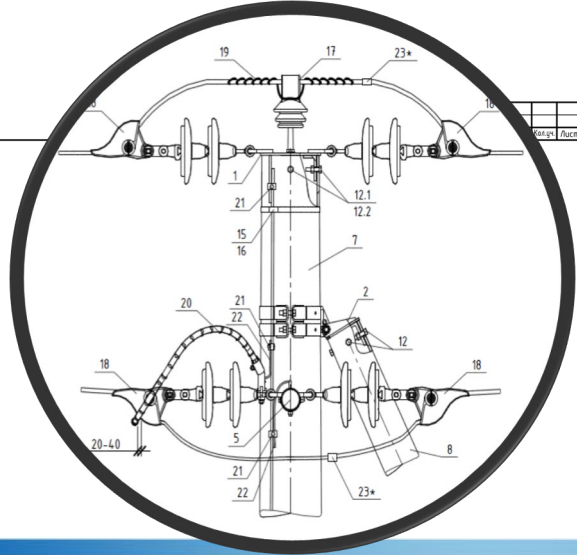
# Анкерные и анкерно-угловые опоры 10 кВ для неизолированного провода



Марка опоры	ПКун-10	АК-10
Монтажная схема	19.001тм.019	19.001тм.020
Назначение опоры	Опора промежуточно-угловая для населённой местности для неизолированного провода	Опора анкерная для неизолированного провода



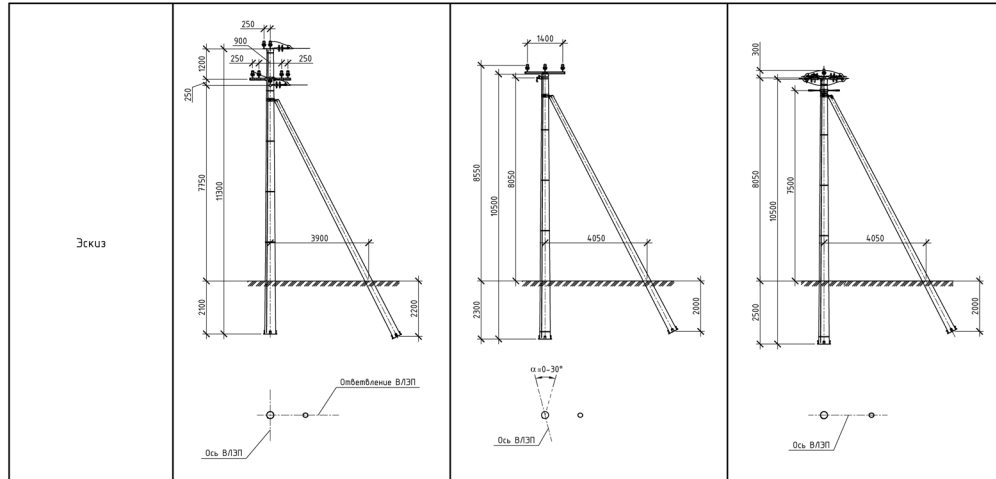
Марка опоры	АКУ-10	АКУ-10	АК-10
Монтажная схема	19.001тм.022	19.001тм.023	19.001тм.024
Назначение опоры	Опора анкерно-угловая для неизолированного провода	Опора анкерно-угловая повышенная для неизолированного провода	Опора анкерная ответвительная для неизолированного провода



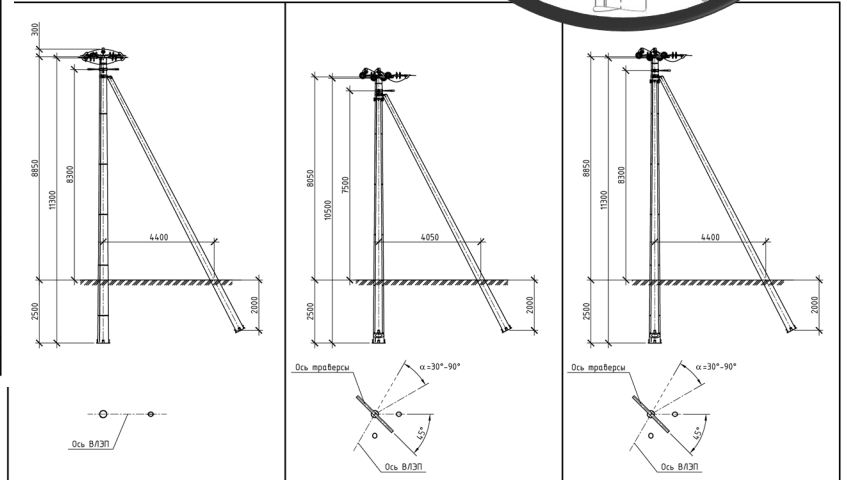
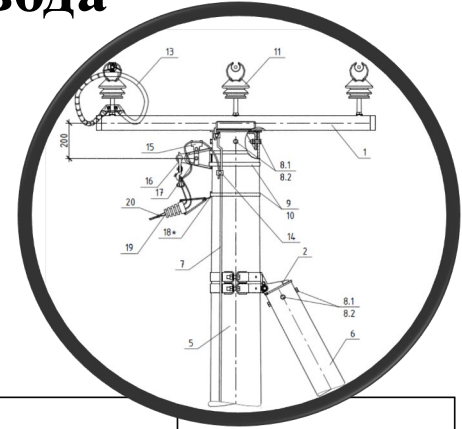
Лист № 7  
Изм. № 001  
Лист № 001  
Лист № 001  
Лист № 001  
Лист № 001

Изм.	Контр.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	19.001тм.003	Лист
							7

# Анкерные и анкерно-угловые опоры совмещенные 0,4 и 10 кВ для изолированного провода



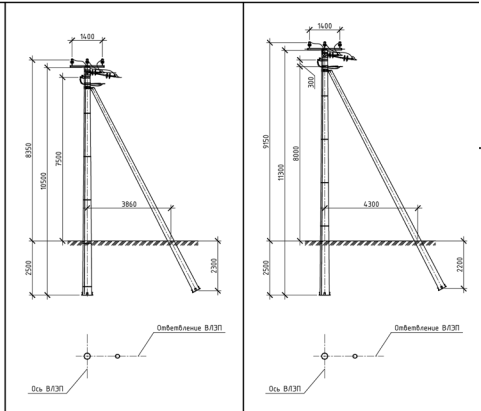
Марка опоры	АКон-10	ПКу-10/0,4И	АК-10/0,4И
Монтажная схема	19.001тм.025	19.001тм.026	19.001тм.027
Назначение опоры	Опора анкерная отвешенная для населенной местности для неизолированного провода	Опора промежуточно-угловая совмещенная для изолированного провода	Опора анкерная совмещенная для изолированного провода



Марка опоры	АКп-10/0,4И	АКу-10/0,4И	АКуп-10/0,4И
Монтажная схема	19.001тм.028	19.001тм.029	19.001тм.030
Назначение опоры	Опора анкерная совмещенная повышенная для изолированного провода	Опора анкерно-угловая совмещенная для изолированного провода	Опора анкерно-угловая совмещенная повышенная для изолированного провода

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	9
						19.001тм.003	

19.001тм.003						Лист	8
Изм.						Формат А3	

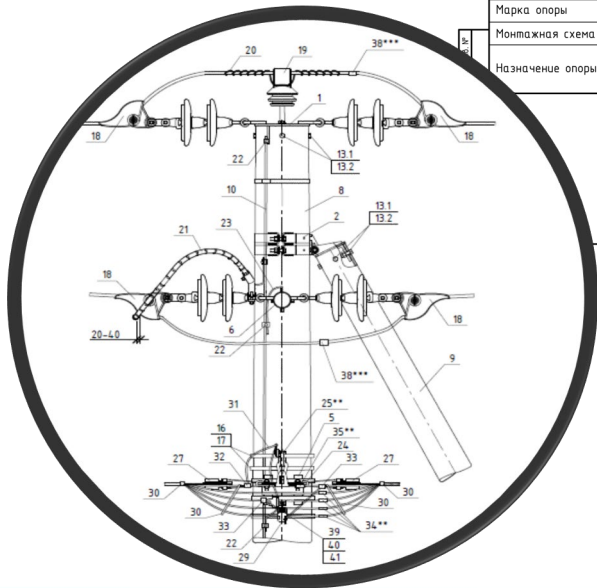


АК-10/0,4И	АКп-10/0,4И
19.001тм.031	19.001тм.032
Опора анкерная отвешенная совмещенная для изолированного провода	Опора анкерная отвешенная совмещенная повышенная для изолированного провода

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	9
						19.001тм.003	

# Анкерные и анкерно-угловые опоры совмещенные 0,4 и 10 кВ для неизолированного провода

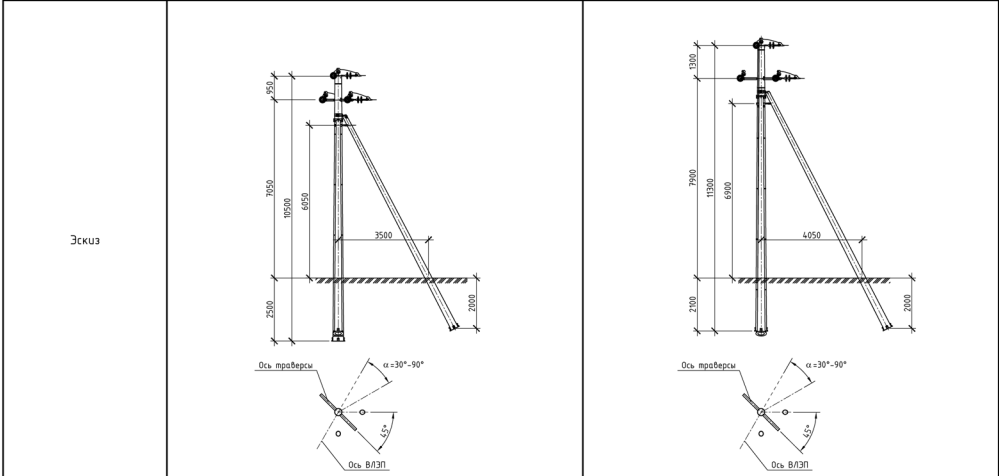
Эскиз					
	Марка опоры	PKun-10/0,4	AK-10/0,4	AKn-10/0,4	PKy-10/0,4
	Монтажная схема	19.001тм.034	19.001тм.035	19.001тм.036	19.001тм.033
	Назначение опоры	Опора промежуточно-угловая совмещённая для неизолированной местности для неизолированного провода	Опора анкерная совмещённая для неизолированного провода	Опора анкерная совмещённая повышенная для неизолированного провода	Опора промежуточно-угловая совмещённая для не населённой местности для неизолированного провода



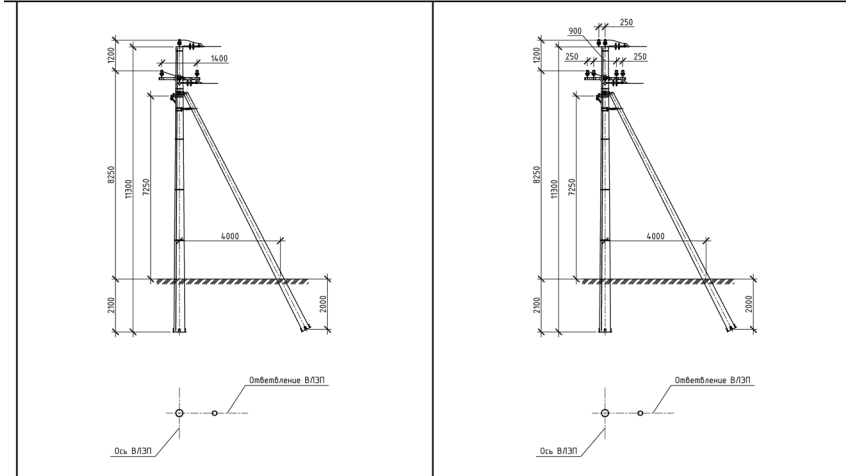
Изм.	Кол-во	Лист	Ф. И. О.	Подп.	Дата	19.001тм.003	Лист 11	19.001тм.003	Лист 10
						Формат А3		Формат А3	



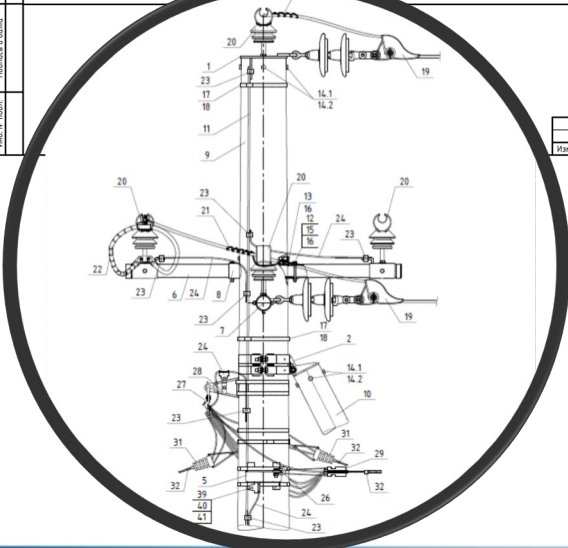
# Анкерные и анкерно-угловые опоры совмещенные 0,4 и 10 кВ для неизолированного провода



Марка опоры	АКу-10/0,4	АКул-10/0,4
Монтажная схема	19.001тм.037	19.001тм.038
Назначение опоры	Опора анкерно-угловая совмещённая для неизолированного провода	Опора анкерно-угловая совмещённая повышенной для неизолированного провода



Марка опоры	АК0-10/0,4	АК0н-10/0,4
Монтажная схема	19.001тм.039	19.001тм.040
Назначение опоры	Опора анкерная ответвленная совмещённая для не населённой местности для неизолированного провода	Опора анкерная ответвленная совмещённая для населённой местности для неизолированного провода



Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата	19.001тм.003	Лист	12
------	--------	------	--------	-------	------	--------------	------	----

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата	19.001тм.003	Лист	13
------	--------	------	--------	-------	------	--------------	------	----

## Испытания опор

- В 2016 году промежуточные опоры прошли испытания
- В 2020 году анкерно-угловые опоры прошли испытания
- Опоры успешно прошли серию испытаний на базе ОРГРЭС



Испытания анкерно-угловых опор на базе ОРГРЭС



## Внедрение разработанных опор

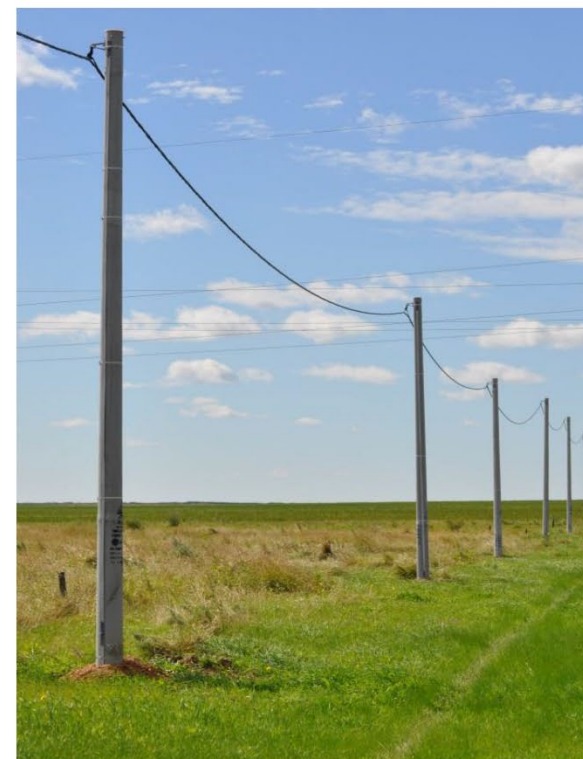
- В июле 2016 года в селе Волково Благовещенского района Амурской области были установлены двадцать **композитных опор** на классы напряжений 0,4 кВ и 6-10 кВ.



Сборка опоры на пикете



ВЛ 10 кВ с применением  
композитных опор НЦК



ВЛ 0,4 кВ с применением  
композитных опор НЦК

## Внедрение разработанных опор



ВЛ 6 кВ с применением композитных опор НЦК,  
Южно-Сахалинск

- В 2017 году при проведении работ по реконструкции ВЛ 6 кВ была установлена партия композитных опор.
- В 2021 году 60 анкерных опор планируется внедрить в Амурской области:  
ПС «Надежденская»;  
ПС «Соловей ключ»;  
ПС «Шмидтовка»;  
ПС «Де-Фриз».

## Направления работы НИЛКЭС

- **Разработка конструкций** любых опор и фундаментов для **конкретных условий строительства** (климат, провода, тросы, особенности эксплуатации) с предоставлением расчетов
- **Разработка технологических карт** на монтаж опор и фундаментов
- **Технико-экономические расчеты** для конкретных объектов ВЛ
- **Консультативная помощь** при проектировании, строительстве и эксплуатации



# **ПОЯВИЛИСЬ ВОПРОСЫ ПО ОПОРАМ И ФУНДАМЕНТАМ ВЛ?**

**ОБРАЩАЙТЕСЬ К НАШИМ СПЕЦИАЛИСТАМ!**



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

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

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