

Обзор современных концепций в разработке железобетонных и стальных опор с учетом опыта строительства ВЛ 35-750 кВ

VII международная научно-практическая конференция
«ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ВЛ: ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
25 декабря 2020

Качановская Любовь Игоревна,
Заведующая НИЛКЭС
l.i.kachanovskaya@nilkes.ru

Актуальность разработки новых опор

Основная задача – использовать на трассе конструкции опор, которые обеспечивают требуемую надежность, при этом позволяют сократить затраты на строительство и эксплуатацию ВЛ

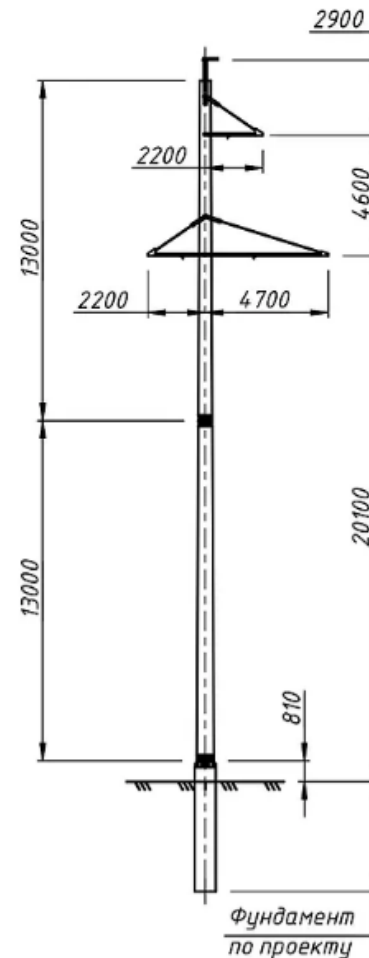
Необходимость разработки новых конструкций опор обусловлена:

- изменениями нормативных документов;
- уточнениями данных по климату в районе строительства ВЛ;
- освоением Северных регионов с особыми требованиями к условиям строительства и эксплуатации;
- появлением современных марок проводов;
- появлением технологий производства высокопрочных бетонов;
- доступностью сталей повышенной прочности, в том числе атмосферостойких (уголкового и прямоугольного сечения);
- повышенными требованиями к условиям транспортировки и сборке опор на трассе

Концепция разработки современных железобетонных опор



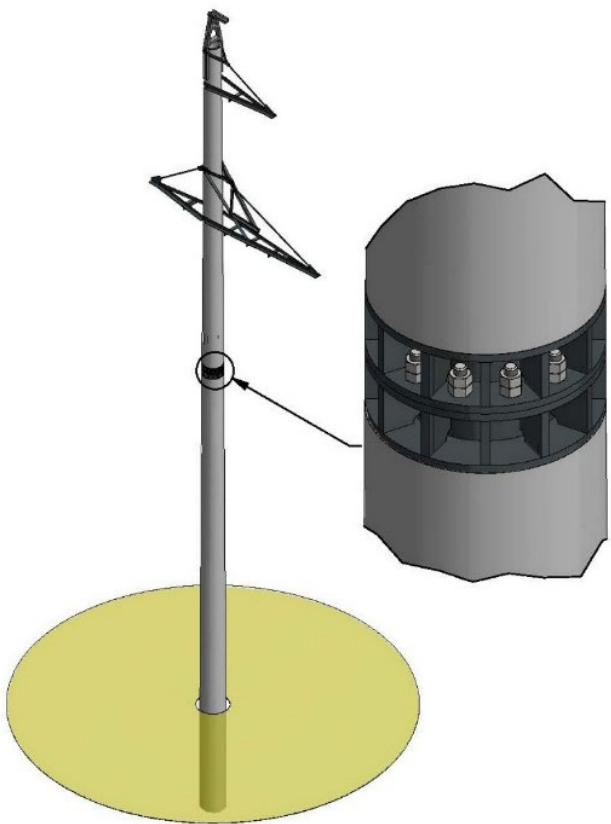
- Соответствие требованиям современных норм;
- Облегчение транспортировки (секционирование);
- Расширение области применения:
 - увеличение высоты подвески проводов за счет фундаментов сокращает кол-во опор на 1 км ВЛ;
 - возможность подвески современных (в том числе высокопрочных) проводов;
 - увеличение прочностных характеристик стоек;
 - упрощение закрепления повышенных опор в слабых грунтах



Промежуточная опора СПБ110-7Ф

Преимущества секционированных стоек

ПБ 110-5 (с)



- Повышенная долговечность
- Применение бетона класса прочности В60 (вместо В30 и В40 по ГОСТ)
- Морозостойкость более F₁400
- Водонепроницаемость более W14
- Увеличение жесткости отдельных секций – снижение повреждаемости при транспортировке
- Простота и пониженная стоимость транспортировки обычным транспортом
- Вес секций не превышает 4 тонн

Секционированные стойки
аттестованы в ПАО «Россети»

Опыт использования опор из секционированных стоек

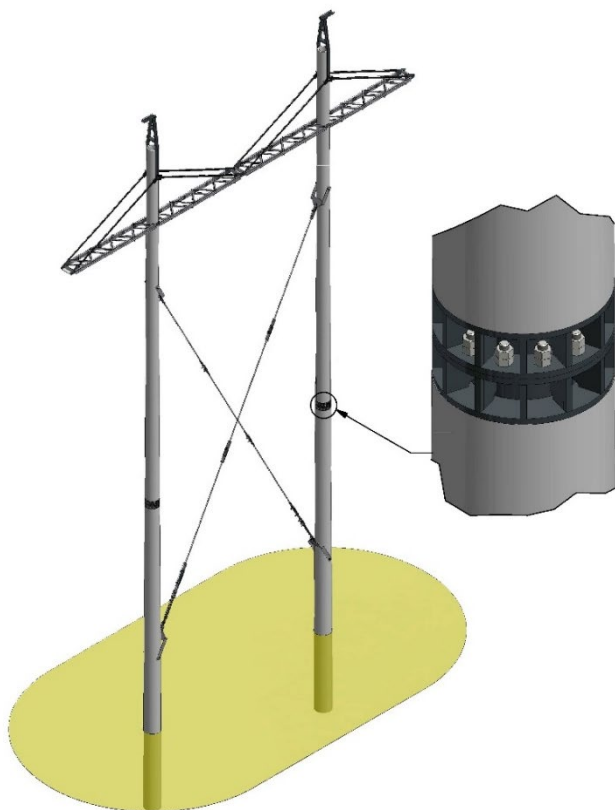


- «НТП ВЛ 35-750 кВ»
(СТО 56947007-29.240.55.192-2014)
предписывают применение
на ВЛ 35-500 кВ железобетонных опор
из секционированных стоек
- Секционированные стойки
аттестованы в ПАО «Россети»
- С 2015 г. накоплен опыт замены старых
опор на новые из секционированных стоек
- Введен в действие
СТО 56947007-29.29.120.90.247-2017
«Железобетонные опоры ВЛ 35-750 кВ
на базе центрифугированных
секционированных стоек.
Технические требования»

Замена опоры на ВЛ 500 кВ Тамбов – Пенза 2

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



Альбом секционированных железобетонных опор ВЛ 110 кВ

Альбом

Обзорные листы опор

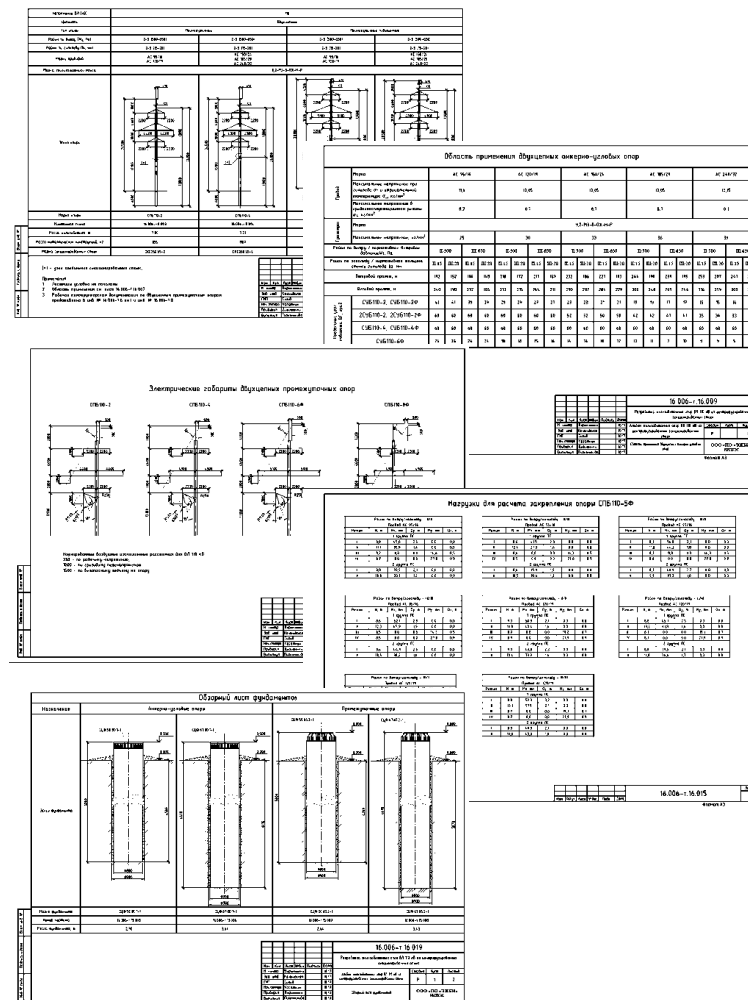
Область применения опор

Электрические габариты

Нагрузки на опоры от проводов и тросов

Нагрузки для расчета закреплений

Обзорный лист фундаментов



Серия нормативных документов, включенных в состав СТО

Позволит:

- Снизить затраты на проведение проектных работ, в т.ч. смет и ПОС;
- Упростить разработку ППР при строительстве;
- Обеспечить правильность монтажа опор;
- Рационально использовать рабочую силу и машины;
- Обеспечить надлежащий уровень безопасности;
- Обеспечить правильную эксплуатацию опор

Технологические карты

15 ТК
для 23 типов опор
и 4 типов
фундаментов

Технические инструкции по монтажу

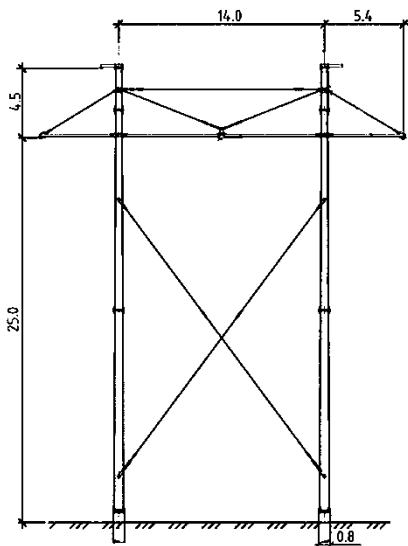
Типовая инструкция по эксплуатации

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

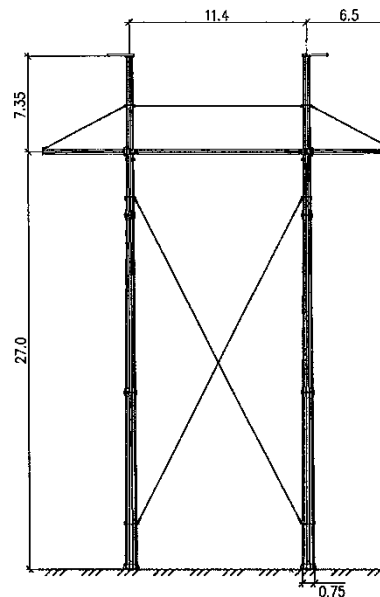


**2СПБ500-3В на ВЛ «Донская АЭС –
Старый Оскол 2», январь 2019**

Сравнение стоимости опор и фундаментов ВЛ 500 кВ «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.**

Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

www.nilkes.ru/katalog



 ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

[Главная](#) [Новости](#) [Наши разработки](#) **[Каталог опор](#)** [Публикации](#) [Конференции](#) [Контакты](#)

КАТАЛОГ

новых железобетонных опор ВЛ 110-500 кВ
на базе секционированных центрифугированных стоек

[Пояснительная записка](#)

[Список всех опор](#)

[Обзорный лист промежуточных опор 110 кВ](#)

[Обзорный лист анкерно-угловых опор 110 кВ](#)

[Обзорный лист опор 220 кВ](#)

[Обзорный лист опор 330 - 500 кВ](#)

[Скачать полный каталог \(PDF\)](#)




 Адрес: 191036, Россия, Санкт-Петербург,
Невский проспект, д. 111/3

Телефон: +7 (812) 309 39 61
@mailto: info@nilkes.ru



Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

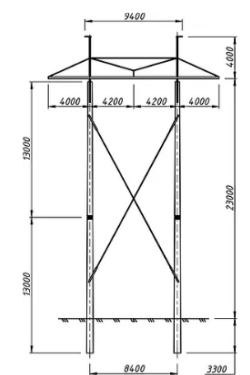
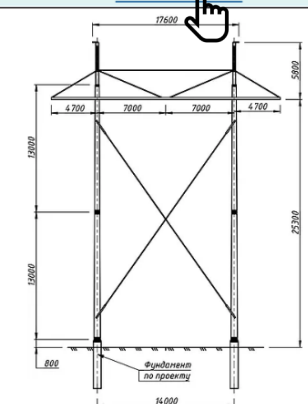
www.nilkes.ru/katalog




ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

[Главная](#)
[Новости](#)
[Наши разработки](#)
[Каталог опор](#)
[Публикации](#)
[Конференции](#)
[Контакты](#)



Промежуточные опоры 330 кВ

| Марка | 2СПБ330-3В | 2СПБ330-6ВФ |
|---------|--|--|
| Схема |  |  |
| Ветер | 2 (500 Па) | 4 (800 Па) |
| Голопод | 2-3 (15-20 мм) | 6-8 (35-45 мм) |
| Провод | 2 x AC300/39 | 2 x AT3П/С 300/67 |



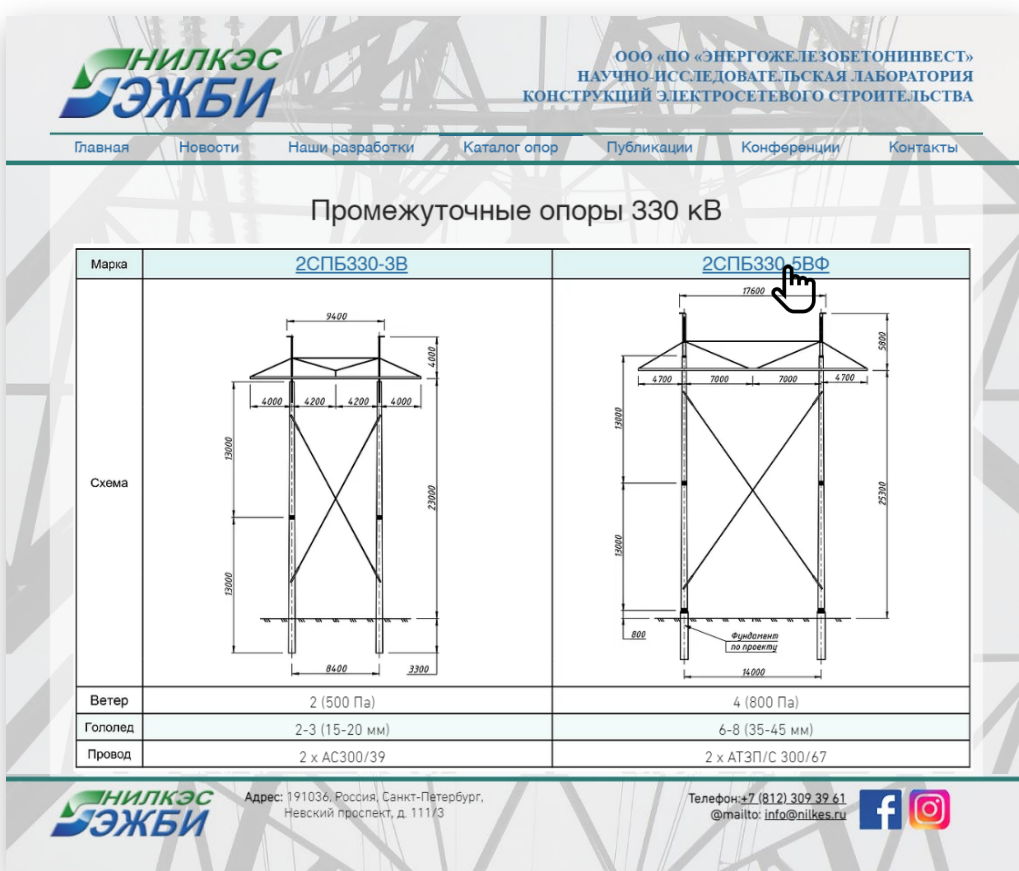
Адрес: 191036, Россия, Санкт-Петербург,
Невский проспект, д. 111/3

Телефон: 7 (812) 309 39 61
@mailto: info@nilkes.ru

Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

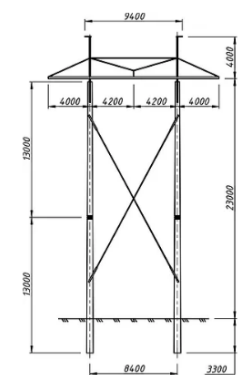
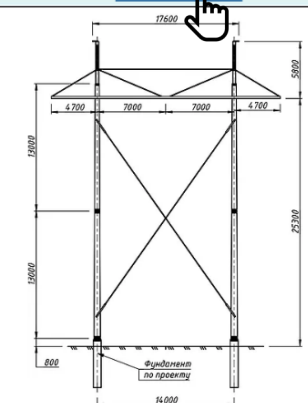
www.nilkes.ru/katalog





НИЛКЭС ЭЖБИ
ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

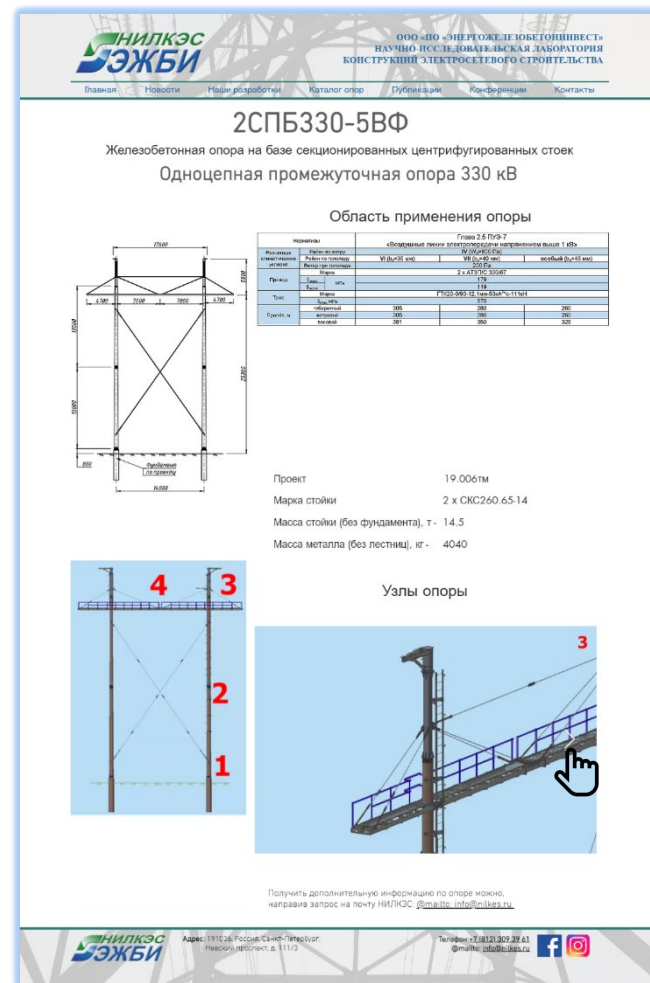
Главная Новости Наши разработки Каталог опор Публикации Конференции Контакты

Промежуточные опоры 330 кВ

| Марка | 2СПБ330-3В | 2СПБ330-5ВФ |
|---------|--|--|
| Схема |  |  |
| Ветер | 2 (500 Па) | 4 (800 Па) |
| Гололед | 2-3 (15-20 мм) | 6-8 (35-45 мм) |
| Провод | 2 x АС300/39 | 2 x АТЗП/С 300/67 |

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



НИЛКЭС ЭЖБИ
ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Главная Новости Наши разработки Каталог опор Публикации Конференции Контакты

2СПБ330-5ВФ


Железобетонная опора на базе секционированных центрифугированных стоек
Одноцепная промежуточная опора 330 кВ

Область применения опоры

| Марка | Голова 3-В ГФФ-Э | «Современные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ» | |
|--------|------------------|---|-----------------|
| | | В (до 25 км) | В (свыше 25 км) |
| Рис. 1 | В | В | В |
| Рис. 2 | В | В | В |
| Рис. 3 | В | В | В |
| Рис. 4 | В | В | В |



Проект: 19.0067м
Марка стойки: 2 x СКС260 65.14
Масса стойки (без фундамента), т: 14.5
Масса металла (без лестниц), кг: 4040

Узлы опоры



Получить дополнительную информацию по опоре можно, направив запрос на почту info@nilkes.ru

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

Электронный каталог железобетонных опор из секционированных центрифугированных стоек

www.nilkes.ru/katalog

НИЛКЭС ЭЖБИ
ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Главная Новости Наши разработки Каталог опор Публикации Конференции Контакты

Промежуточные опоры 330 кВ

| Марка | 2СПБ330-3В | 2СПБ330-5ВФ |
|---------|----------------|-------------------|
| Схема | | |
| Ветер | 2 (500 Па) | 4 (800 Па) |
| Гололед | 2-3 (15-20 мм) | 6-8 (35-45 мм) |
| Провод | 2 x АС300/39 | 2 x АТЗП/С 300/67 |

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

НИЛКЭС ЭЖБИ
ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Главная Новости Наши разработки Каталог опор Публикации Конференции Контакты

2СПБ330-5ВФ

Железобетонная опора на базе секционированных центрифугированных стоек
Одноцепная промежуточная опора 330 кВ

Область применения опоры

| Наименование | | Группа 4.8 ПУЭ-2 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ» | |
|----------------------------|-----------------|--|------------------------------|
| Эксплуатационная категория | Воздушные линии | В (до 330 кВ) | В (до 330 кВ) |
| Эксплуатационная категория | Воздушные линии | В (до 330 кВ) | В (до 330 кВ) |
| Положение | Среднее | 3 (АТЗП/С 300/67) | 3 (АТЗП/С 300/67) |
| Тип | Среднее | ПР02-330-19 (2x330kV/С111)ст | ПР02-330-19 (2x330kV/С111)ст |
| Длина | 300 | 300 | 300 |
| Ширина | 300 | 300 | 300 |
| Высота | 300 | 300 | 300 |
| Вес | 300 | 300 | 300 |

Проект 19.006гм
Марка стойки 2 x СКС260.65-14
Масса стойки (без фундамента), т - 14.5
Масса металла (без лестниц), кг - 4040

Узлы опоры

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

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

Работа 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

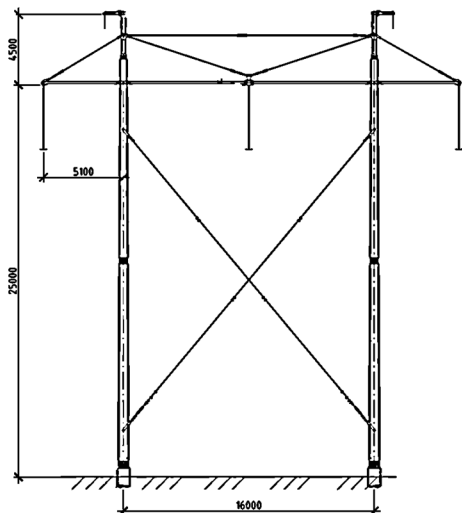
○ Для строительных организаций при поставке опор

Выдаются:

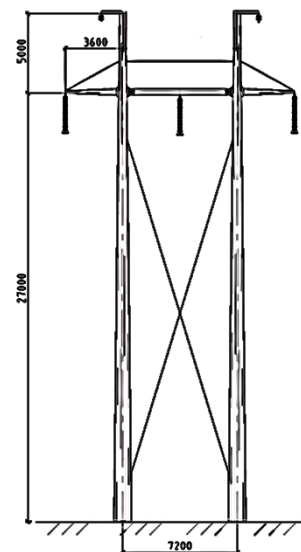
- сборочные чертежи опор,
- схемы маркировки и сборки секционированных стоек,
- технологические карты на сборку и монтаж опор

○ Консультативная помощь при проектировании и строительстве оказывается бесплатно

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



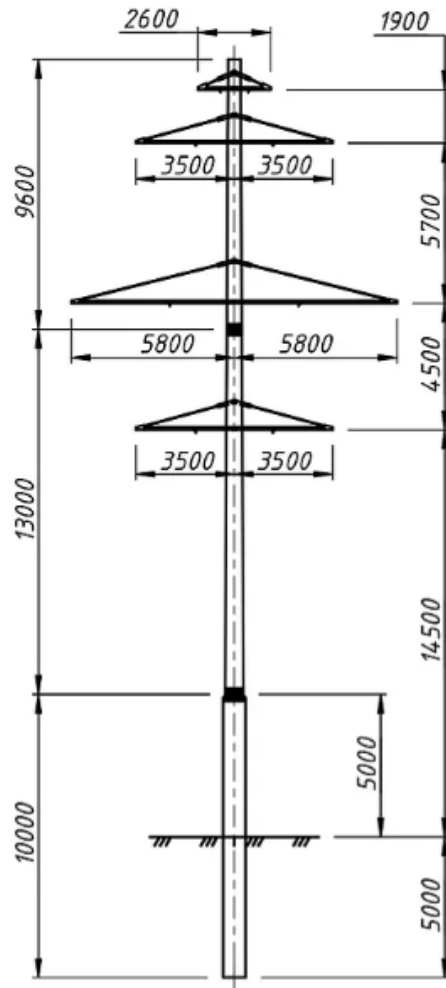
**Железобетонная секционированная
опора 2СПБ330-5ВФ**



**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.**

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



Опора СПБ220-4ФТ

Область применения опоры

| Нормативы | | Глава 2.5 ПУЭ-7 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ» | | |
|---------------------------------|------------------------------|--|-------------------|------------------|
| Расчетные климатические условия | Район по ветру | III ($W_0=650$ Па) | | |
| | Район по гололеду | III ($b_0=20$ мм) | IV ($b_0=25$ мм) | V ($b_0=30$ мм) |
| Провод | Марка | АС 300/39 | | |
| | δ_r | 126 | | |
| | δ_p | 84 | | |
| Трос | Марка | ОКГТ 13.3/88 | | |
| | $\delta_{\text{трос}}$, МПа | 350 | | |
| Пролет, м | 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 |

Строительство ПС 110 кВ Ясень с заходами 110 кВ, для технологического присоединения энергопринимающих устройств ПАО «Газпром»
(ориентировочная протяженность заходов ВЛ 110 кВ 2x8,5 км)



Применение железобетонных опор из центрифугированных секционированных стоек запланировано на объектах ПАО «Россети Ленэнерго»

Планируется:

- **Реконструкция ВЛ 110 кВ «Рощинский транзит», протяженностью 12,23 км (61 опора);**
- **Реконструкция участка ВЛ 110 кВ Лужская-1, Лужская-2, протяженностью 30,7 км (107 опор)**

Экономический эффект от использования железобетонных секционированных опор составит 17 млн 172 тыс. рублей



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



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



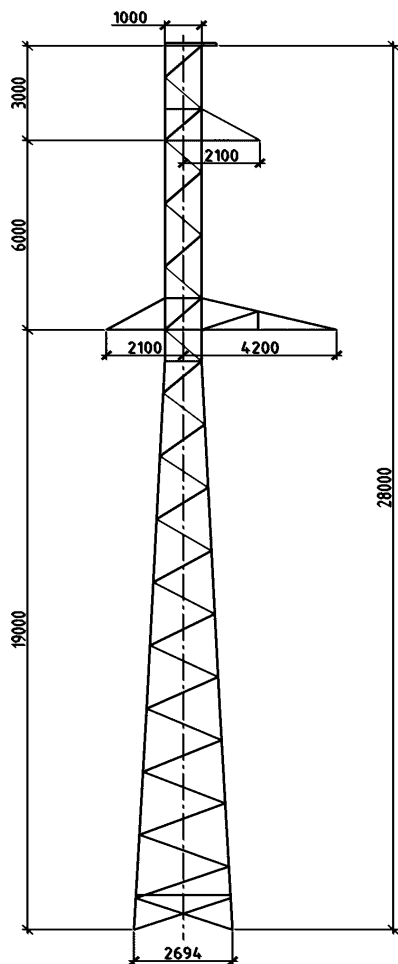
Концепция разработки современных металлических опор

- Соответствие требованиям современных норм
- Появление высокопрочных, в том числе атмосферостойких сталей как уголкового, так и прямоугольного сечения (Типовые конструкции рассчитаны на уголковую сталь С245). Для получения выгоды необходима разработка новых схем опор для разных типов профилей
- Оптимизация транспортировки опор для различных условий доставки и сборки (для Северных районов – частично сварные опоры, упрощающие сборку)
- Увеличение области применения:
 - необходимость строительства в тяжелых климатических районах
 - возможность подвески современных (в том числе высокопрочных) проводов (необходимы новые конструктивные решения опор)
- Решение проблем пляски проводов в северных районах – необходимость опор с горизонтальным расположением проводов
- Решение вопросов закрепления опор в районах пучинистых грунтов (специальные подставки на три точки опирания сокращают требования к контролю смещения фундаментов)

Разработка опор ВЛ 110 кВ из высокопрочной и атмосферостойкой сталей **уголкового профиля**

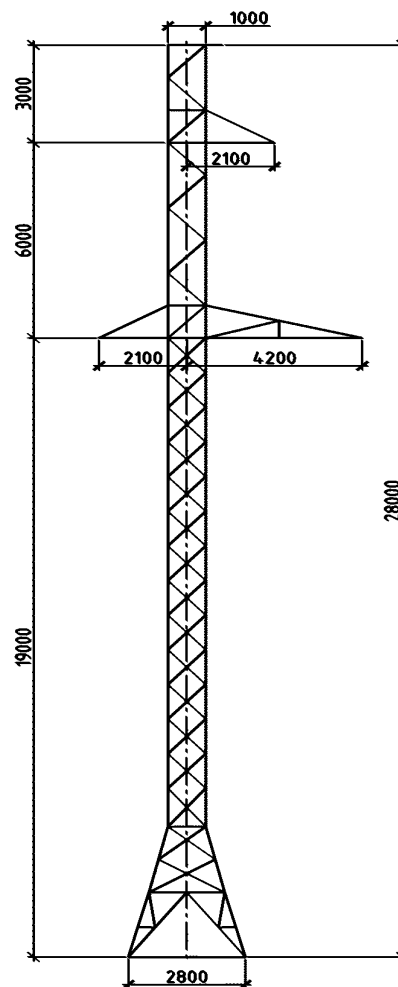
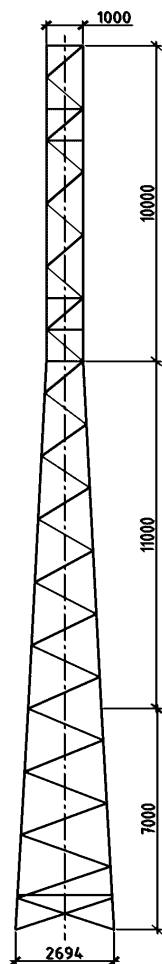
- 1. Расчёт типовых опор на соответствие требованиям ПУЭ-7 (изначально рассчитанных на ПУЭ-5 и ПУЭ-6)**
 - * из стали Ст3
 - * из стали С245
 - * из сталей повышенной прочности С390 (С440)
- 2. Оптимизация геометрии опор для минимизации массы конструкции при использовании высокопрочной стали**
 - * расчеты модернизированных опор из стали С390 (4 варианта геометрических схем)
- 3. Технико-экономическое сравнение вариантов**
 - * модернизированных опор с типовыми конструкциями

Промежуточные опоры ВЛ 110 кВ



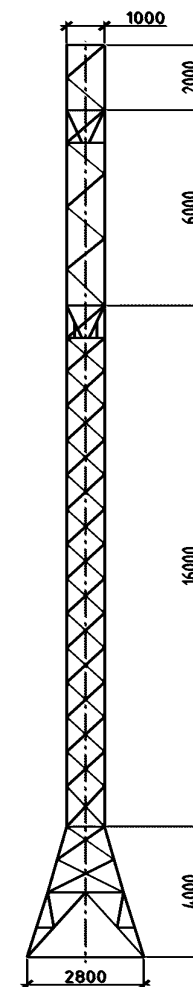
П110-5В

типовая, инв № 11520ТМ-Т.1

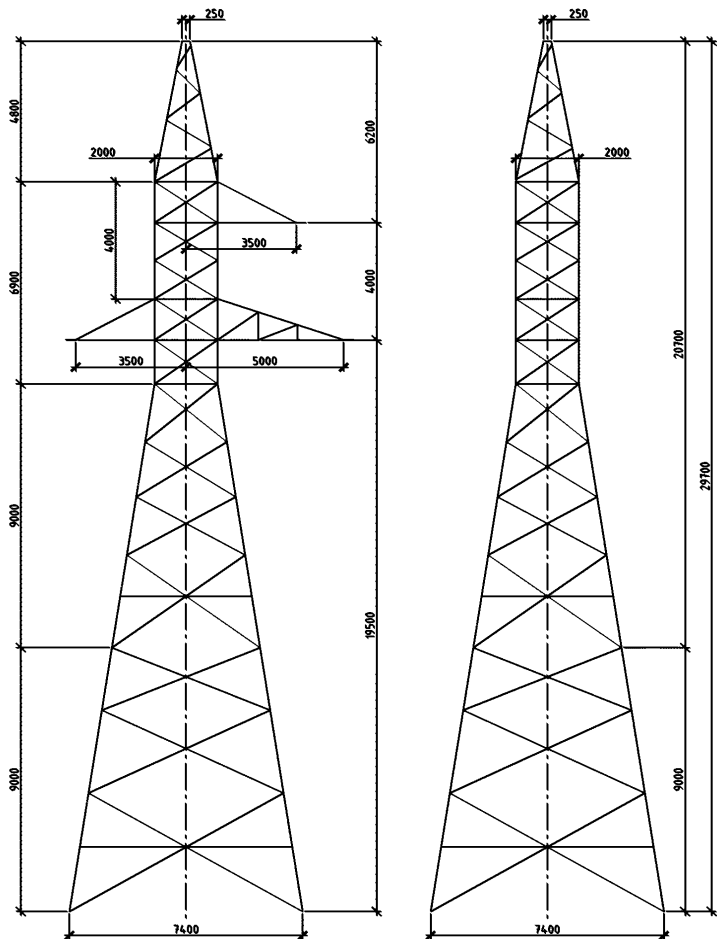


П110-5ВМ

с модернизированной решёткой

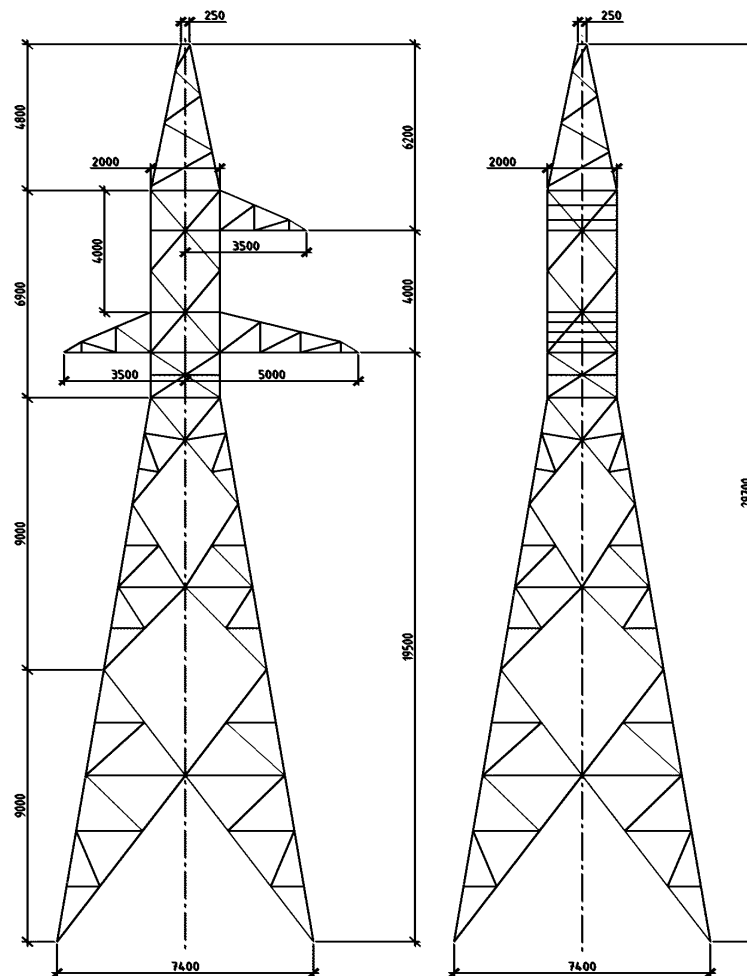


Анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ



У110-1+9

типовая, инв № 3078ТМ-Т.10



У110-1+9М

с модернизированной решёткой

Сравнительный анализ опор П110-5В и П110-5ВМ

| Марка опоры | | П110-5В | | | П110-5ВМ | |
|-------------------------------|---------------------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| Нормы для расчёта | | ПУЭ-5 (6) | по действующим нормам – ПУЭ-7 | | | |
| Геометрия решётки | | типовая | | | модернизированная | |
| Сталь | | Ст3 | С245 | С390 | С390 | атмосферостойкая С345 |
| Масса | стальные уголки, кг | 2187 | 2003 | 1939 | 1718 | 1773 |
| | изменение массы, % | - | -8,4% | -11,3% | -21,4% | -18,9% |
| Стоимость, тыс. руб. | стальных уголков | 109 | 100 | 104 | 92 | 102 |
| | изготовления металлоконструкций | 44 | 40 | 39 | 34 | 36 |
| | горячей оцинковки | 52 | 47 | 46 | 40 | не требуется |
| | итоговая | 204 | 187 | 188 | 167 | 137 |
| Изменение стоимости, тыс.руб. | | - | -17 | -16 | -38 | -67 |
| Изменение стоимости, % | | - | -8,4% | -8% | -18,5% | -32,8% |

Сравнительный анализ опор У110-1+9 и У110-1+9М

| Марка опоры | | У110-1+9 | | | У110-1+9М | |
|-------------------------------|---------------------------------|------------|-------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------|
| Нормы для расчёта | | ПУЭ-5 (6) | по действующим нормам – ПУЭ-7 | | | |
| Геометрия решётки | | типовая | | | модернизированная | |
| Сталь | | Ст3 | С245 | С390 | С390 | атмосферостойкая С345 |
| Масса | стальные уголки, кг | 6844 | 5759 | 5529 | 4530 | 4675 |
| | изменение массы, % | - | -15,8% | -19,2% | -33,8% | -31,7% |
| Стоимость, тыс. руб. | стальных уголков | 342 | 288 | 296 | 242 | 269 |
| | изготовления металлоконструкций | 137 | 115 | 111 | 91 | 94 |
| | горячей оцинковки | 161 | 135 | 130 | 106 | не требуется |
| | итоговая | 640 | 539 | 537 | 440 | 362 |
| Изменение стоимости, тыс.руб. | | - | -101 | -103 | -200 | -278 |
| Изменение стоимости, % | | - | -15,8% | -16,2% | -31,3% | -43,4% |

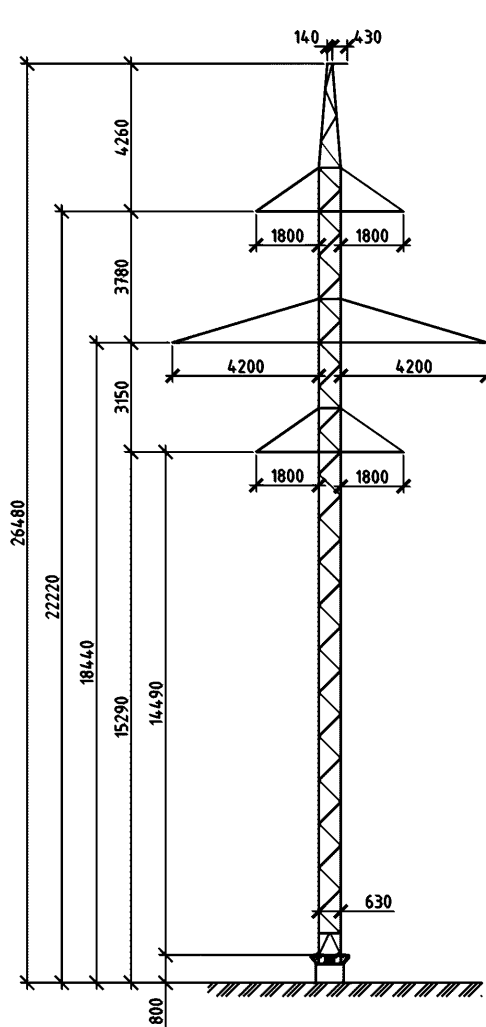
Экономический эффект от использования модернизированных опор 110 кВ

| Нормы для расчёта | | ПУЭ-5 (6) | по действующим нормам – ПУЭ-7 | | | |
|---|--|------------|-------------------------------|----------------|-------------------|------------------------------|
| Геометрия решётки | | типовая | | | модернизированная | |
| СТОИМОСТЬ МК из уголков, тыс. руб. | Сталь | Ст3 | С245 | С390 | С390 | атмосферостойкая С345 |
| | для анкерной опоры | 639,9 | 538,5 | 536,6 | 439,4 | 362,3 |
| | для промежуточной опоры | 204,5 | 187,4 | 188,1 | 166,7 | 137,4 |
| | на анкерный участок (1,63 км) | 1457,9 | 1288,1 | 1289 | 1106,2 | 911,9 |
| | на 1 км ВЛ | 894,4 | 790,2 | 790,8 | 678,7 | 559,4 |
| ЭКОНОМИЯ в сравнении с типовыми опорами | на 1 км ВЛ, тыс. руб. | - | 104 | 104 | 216 | 335 |
| | на 1 км ВЛ, % | - | 11,6% | 11,6% | 24,1% | 37,5% |
| | на объектах ПАО «Россети» (1160 км/год), тыс. руб. | - | 121 000 | 120 000 | 250 000 | 389 000 |

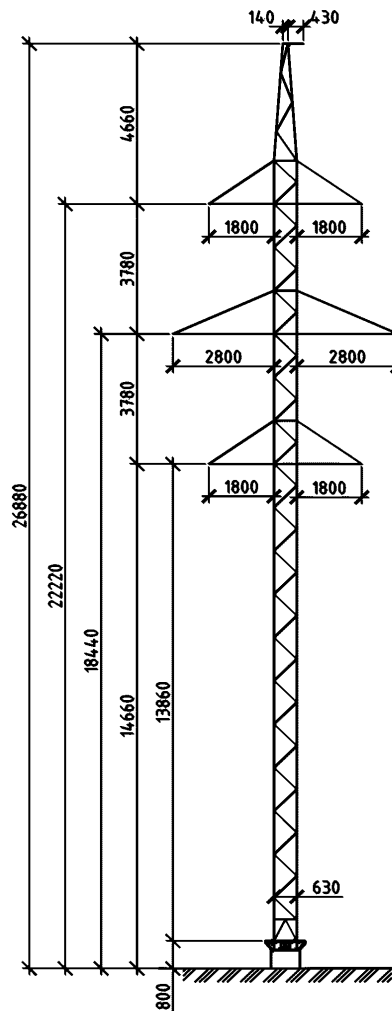
Разработка опор ВЛ 110 кВ из высокопрочной и атмосферостойкой стали **квадратного профиля**

- 1. Выбор инновационных типов проводов (высокопрочных / высокотемпературных), сопоставимых по пропускной способности с типовым проводом АС240/32**
Расчеты длительно допускаемых токов по СТО 56947007-29.240.55.143-2013
- 2. Эскизная разработка двух линеек промежуточных и анкерных двухцепных опор**
на условия: ветер - 2й район, гололед – 3й район.
* - для проводов «обычной» прочности
АС240/32, АСку 240/32, АСТ 185/29 – опоры П110-2С и У110-2С
* - для высокопрочных проводов
АСВП 258/74 П, АСВТ 190/55 П – опоры П110-4С и У110-4С
- 3. Выбор оптимальной геометрии опор для минимизации массы металла на 1 км ВЛ:**
для разных вариантов высоты подвески выбранных типов проводов определены пролеты, собраны нагрузки, определены усилия, вычислена масса опор
- 4. Технико-экономическое сравнение**
новых опор с решетчатыми и многогранными типовыми конструкциями

Промежуточные опоры ВЛ 110 кВ



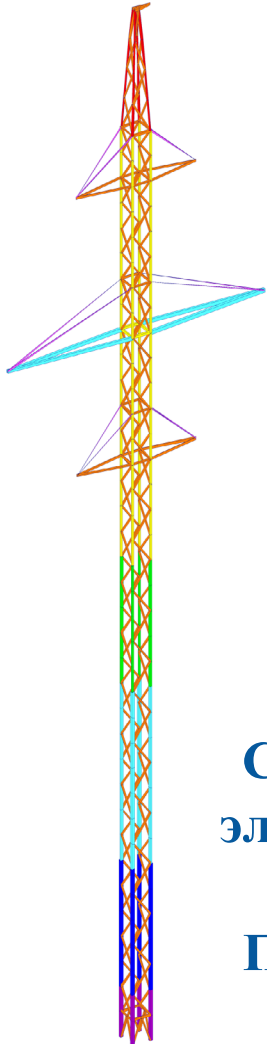
П110-2С



П110-4С для высокопрочных проводов

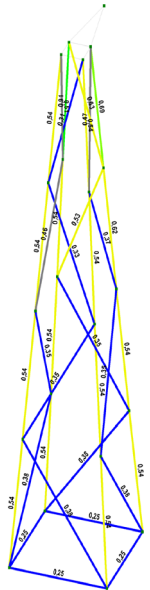
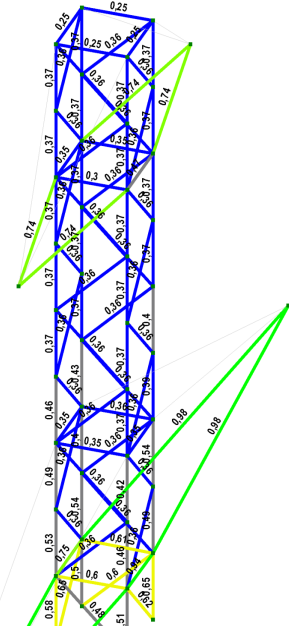
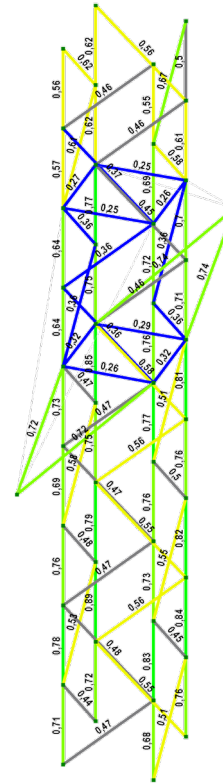
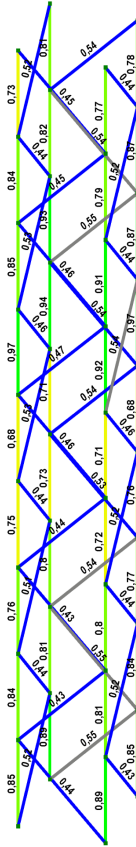
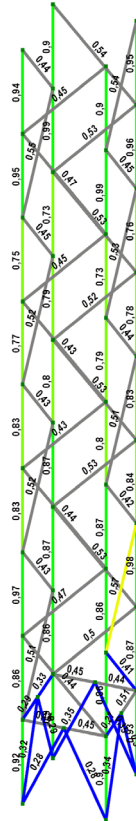
Коэффициенты

использования сечений опоры П110-2С

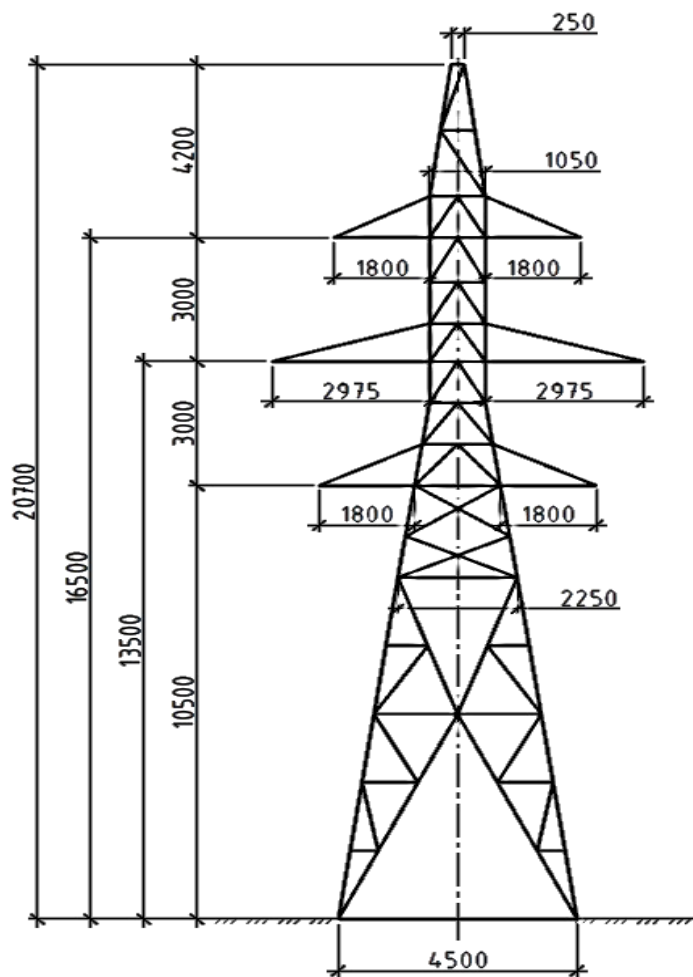


1. ■ □100x7
2. ■ □90x6
3. ■ □80x5
4. ■ □70x4
5. ■ □60x4
6. ■ □50x4
7. ■ □45x4
8. ■ ●16.0

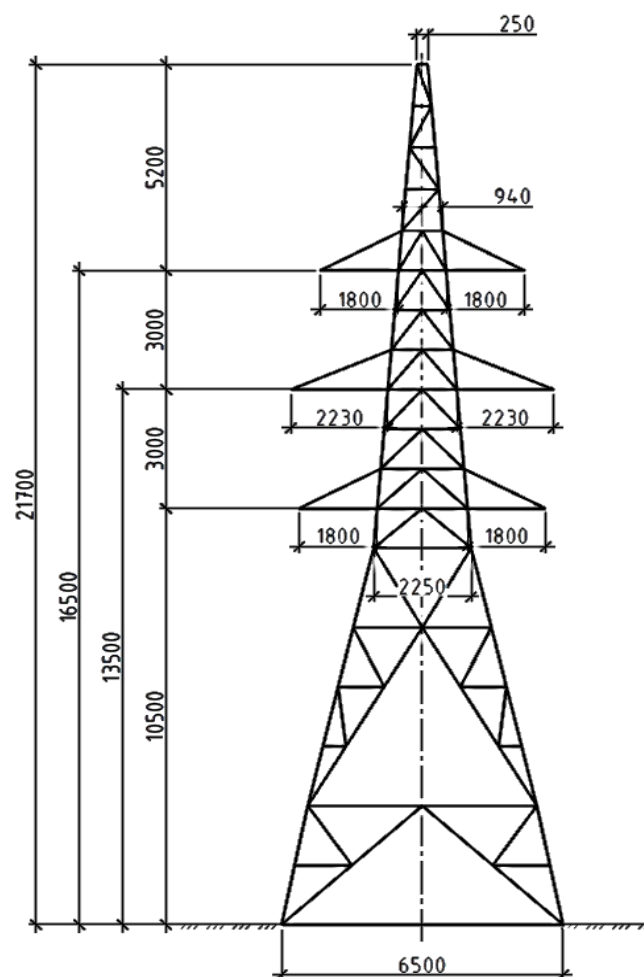
Сечения
элементов
опоры
П110-2С



Анкерно-угловые опоры ВЛ 110 кВ



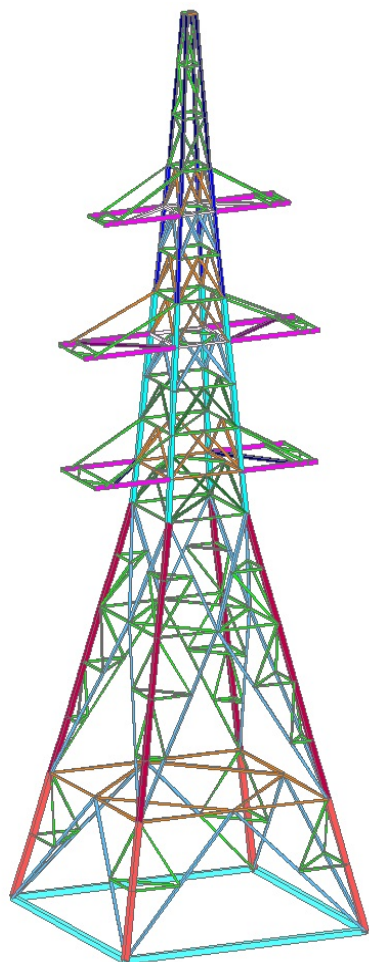
У110-2С



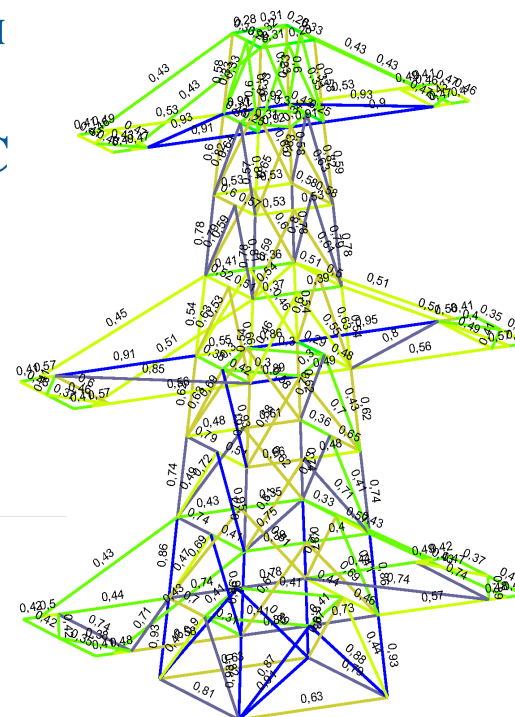
У110-4С для высокопрочных проводов

Коэффициенты использования сечений опоры У110-4С

1. ■ □ 140x8
2. ■ □ 140x6
3. ■ □ 120x9
4. ■ □ 110x6
5. ■ □ 100x60x5
6. ■ □ 80x5
7. ■ □ 70x5
8. ■ □ 70x4
9. ■ □ 60x5
10. ■ □ 60x4
11. ■ □ 50x5
12. ■ □ 50x4
13. ■ □ 45x4



Сечения
элементов
опоры У110-4С



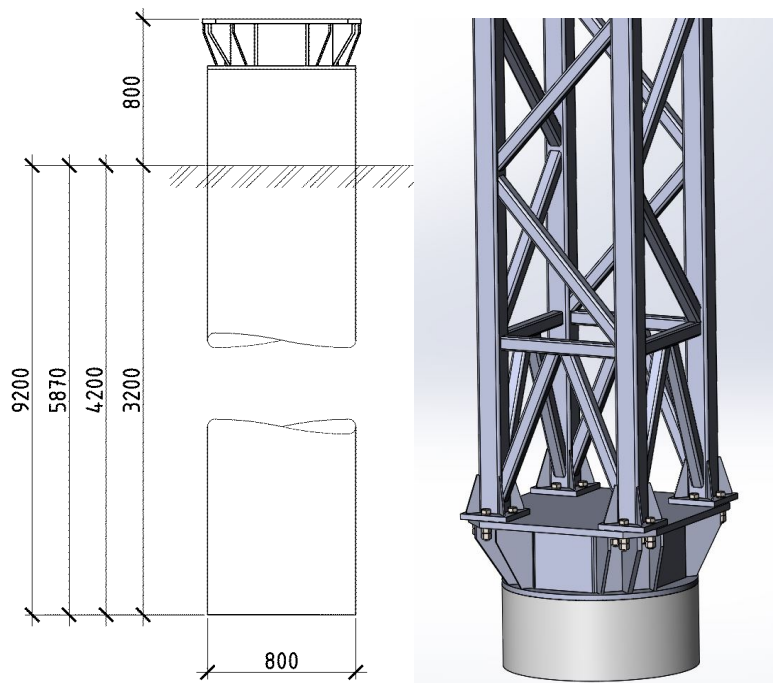
Результаты экспертизы Критический фактор K_{max}

0.16 0.3 0.4 0.44 0.58 0.71 0.71 0.85 0.85 0.99

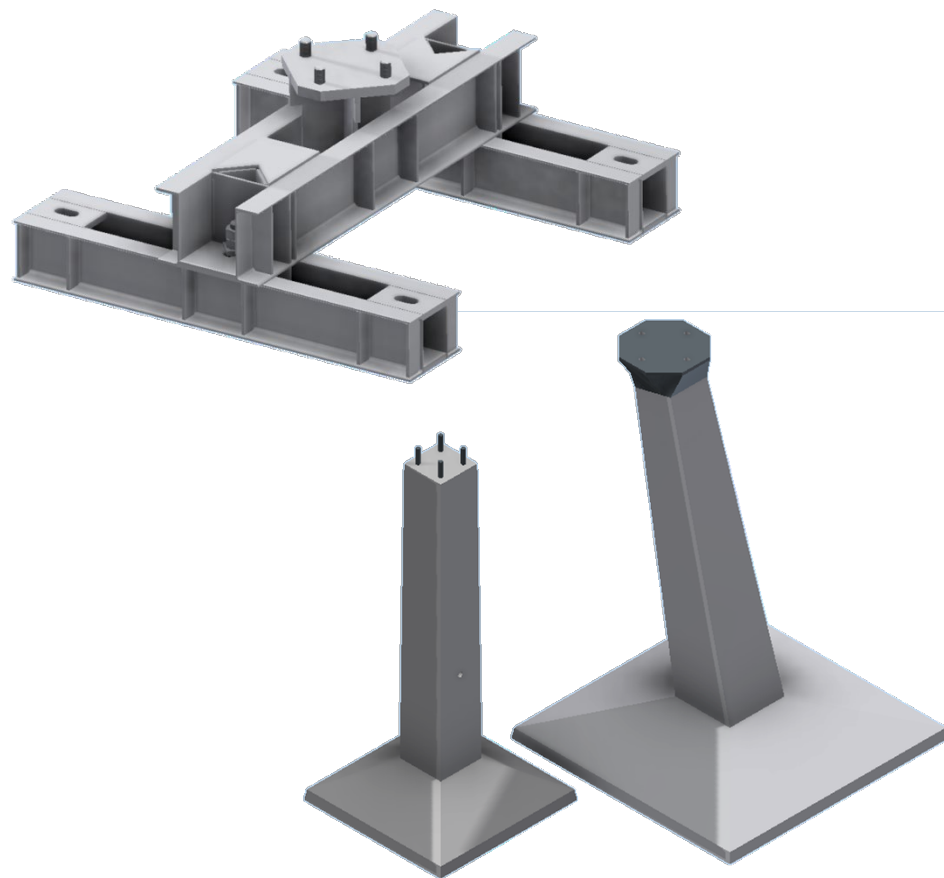
Результаты экспертизы Критический фактор K_{max}

0.16 0.3 0.4 0.44 0.58 0.71 0.71 0.85 0.85 0.99

Для промежуточных опор:
свая-оболочка



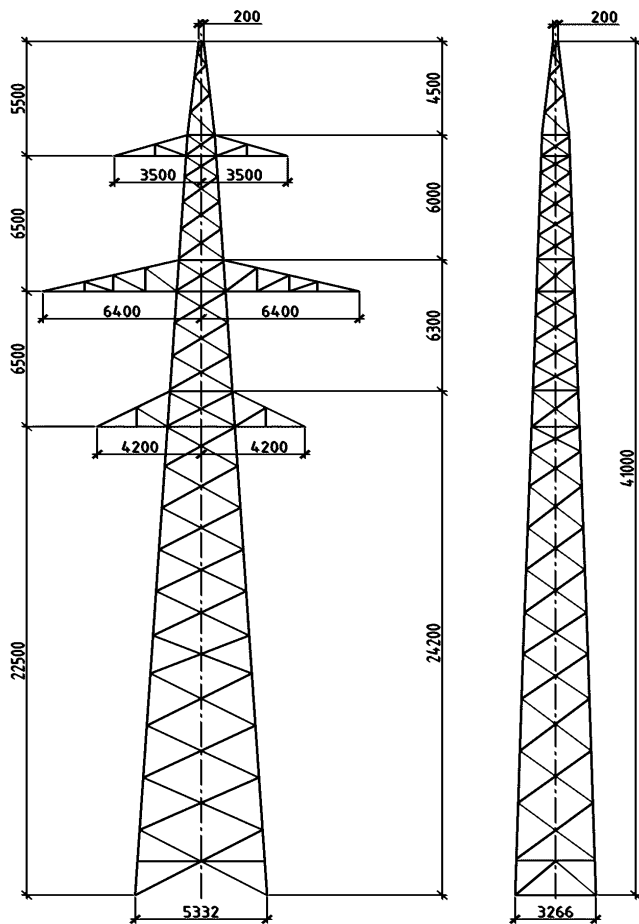
Для анкерно-угловых опор:
грибовидные подножки
и свайные основания



**Технико-экономическое обоснование разработки
новых опор ВЛ 110 кВ из квадратного профиля**
(сравнение с опорами из уголкового и многогранного профиля)

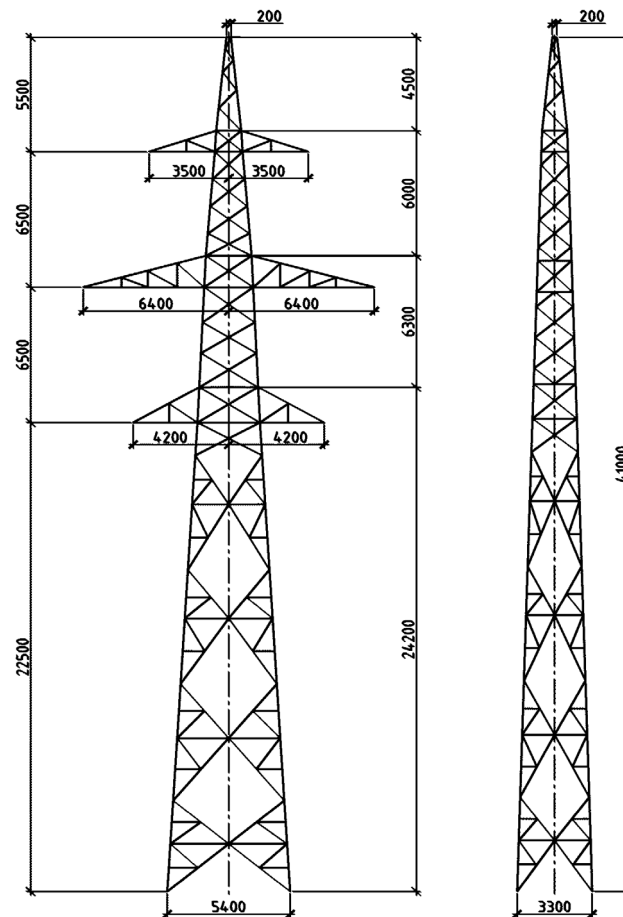
1. Масса новых промежуточных опор сократилась в **1,2 – 1,4** раза
2. Масса новых анкерных опор сократилась в **1,7 – 2,3** раза
3. Стоимость 1 км ВЛ на новых опорах из атмосферостойкой стали для всех марок проводов сокращается в **1,24 – 1,46** раза
4. Стоимость 1 км ВЛ при использовании проводов обычной и повышенной прочности **сопоставима**
5. При строительстве каждого километра ВЛ 110 кВ будет достигнута экономия **от 450 000 до 1 100 000** рублей в зависимости от используемого типа провода
6. В случае использования новых опор при строительстве **50%** линий ВЛ 110 кВ ДЗО ПАО «Россети» может быть получена экономия **не менее 580** млн рублей в год

Разработка опоры ВЛ 220 кВ из высокопрочной и атмосферостойкой сталей **уголкового профиля**



П220-2

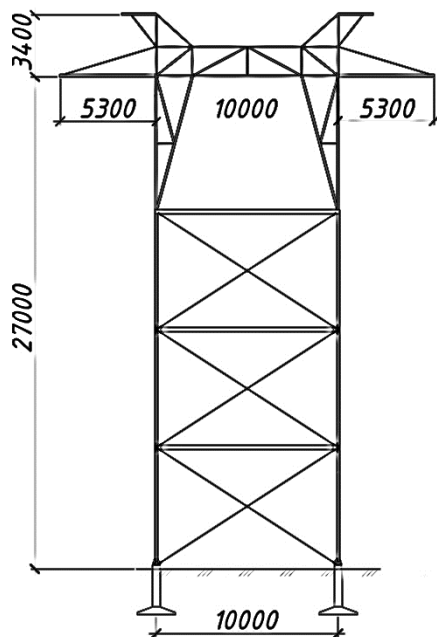
типовая, инв. № 3080ТМ–Т.6



П220-2М

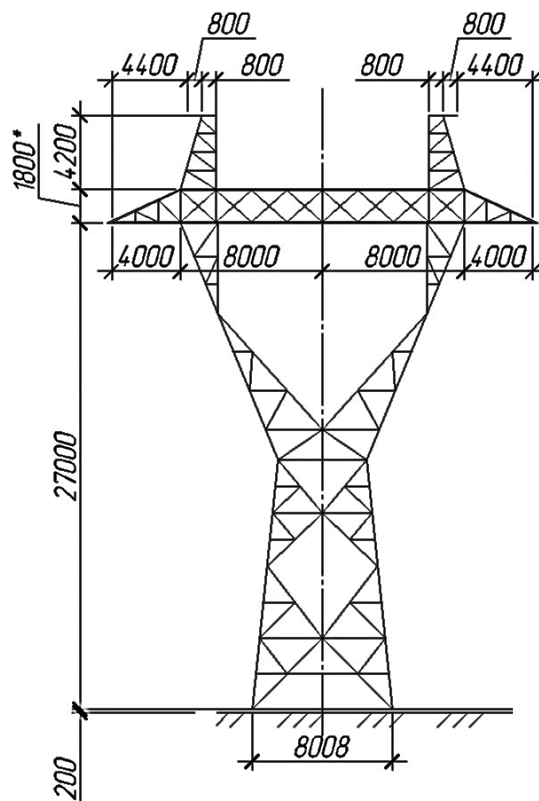
с модернизированной решёткой

Разработка опоры ВЛ 500 кВ из высокопрочной и атмосферостойкой сталей **квадратного профиля**



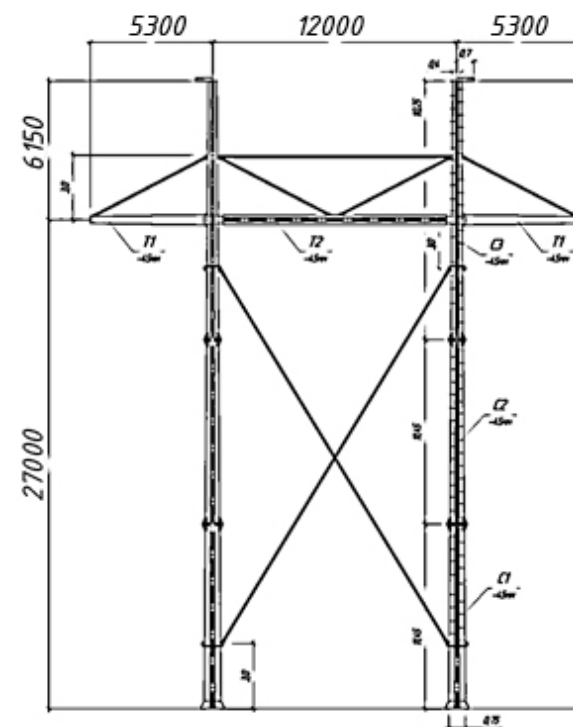
П500-1К

из квадратного профиля



P-2

инв. № 3539ТМ-Т.2



2МП500-5В

инв. № 20033ТМ-Т.1

Экономическая эффективность разработки новых опор ВЛ

| Напряжение ВЛ | Профиль стали | Экономия на 1 км ВЛ, руб. |
|---------------|---------------|---------------------------|
| 110 кВ | уголковый | 335 000 |
| | квадратный | 450 000 – 1 100 000 |
| 220 кВ | уголковый | 378 000 |
| 500 кВ | квадратный | 778 000 |

Для массового внедрения новых опор в энергетическое строительство необходима разработка унифицированной серии опор ВЛ 110-500 кВ из высокопрочных и атмосферостойких сталей уголкового и квадратного профилей

Целесообразность разработки опор нового поколения одобрена на заседании Секции №1 «Технологии и оборудование линий электропередачи» НТС ПАО «Россети» (Протокол №1/13 от 23.05.2019)

РЕШИЛИ:

- 1. Одобрить направления научных исследований ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в области разработки опор ВЛ из центрифугированных секционированных стоек.**
- 2. ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» подготовить и направить в ПАО «Россети» в установленном порядке на экспертизу заявку по теме «Разработка унифицированных железобетонных опор ВЛ 220-500 кВ из центрифугированных секционированных стоек по ПУЭ-7»**

РЕШИЛИ:

- 1. Одобрить направления научных исследований ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в области разработки опор ВЛ 110-500 кВ из сталей повышенной прочности и атмосферостойких сталей уголкового и квадратного профиля.**
- 2. ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» подготовить и направить в ПАО «Россети» в установленном порядке на экспертизу заявку на выполнение НИОКР по теме «Разработка унифицированной серии опор ВЛ 110-500 кВ с оптимальной геометрией решетки из сталей повышенной прочности и атмосферостойких сталей уголкового и квадратного профиля»**

Все современные опоры 35-500 кВ в интерактивном Каталоге



 ООО «ПО «ЭНЕРГОЖЕЛЕЗОБЕТОНИНВЕСТ»
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

[Главная](#) [Новости](#) [Наши разработки](#) **[Каталог опор](#)** [Публикации](#) [Конференции](#) [Контакты](#)

КАТАЛОГ

новых железобетонных опор ВЛ 110-500 кВ
на базе секционированных центрифугированных стоек

[Пояснительная записка](#)

[Список всех опор](#)

[Обзорный лист промежуточных опор 110 кВ](#)

[Обзорный лист анкерно-угловых опор 110 кВ](#)

[Обзорный лист опор 220 кВ](#)

[Обзорный лист опор 330 - 500 кВ](#)

[Скачать полный каталог \(PDF\)](#)



 Адрес: 191036, Россия, Санкт-Петербург,
Невский проспект, д. 111/3

Телефон: +7 (812) 309 39 61
@mailto: info@nilkes.ru



www.nilkes.ru/katalog

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

**Любовь Игоревна Качановская,
Заведующая НИЛКЭС**

l.i.kachanovskaya@nilkes.ru



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

8 (812) 309-39-61

www.nilkes.ru