



ОАО «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР»  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «СЕВЗАПЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

# 40 лет НИЛКЭС. Опыт и перспективы развития

**Качановская Любовь Игоревна, к.т.н.**

Заместитель генерального директора по науке ОАО «СевЗап НТЦ»

e-mail: [l.kachanovskaya@nwec.ru](mailto:l.kachanovskaya@nwec.ru), тел. (812) 449-67-63

**Конференция**

**Умные воздушные линии:  
проектирование и реконструкция**

**Санкт-Петербург  
16-20 июня 2014 года**

НИЛКЭС

1974 - 2014

# Научно-исследовательская лаборатория конструкций электросетевого строительства (НИЛКЭС)

Создана в 1974 году по инициативе главного инженера Крюкова Кирилла Петровича.

## Научно-технические направления в работе:

- Ø снижение материало-, трудо- и капиталоемкости электрических сетей всех классов напряжений;
- Ø замена устаревших типов опор существующей унификации новыми, более прогрессивными;
- Ø применение железобетонных и сталежелезобетонных опор напряжением до 1150 кВ;
- Ø новые методы закрепления опор, в том числе с помощью винтовых и стержневых анкеров, армирования грунта, поверхностных фундаментов;
- Ø проведение испытаний опор, фундаментов и закреплений на стендах и в полевых условиях.



Первый руководитель –  
**Курнос**  
**Алексей Иванович**

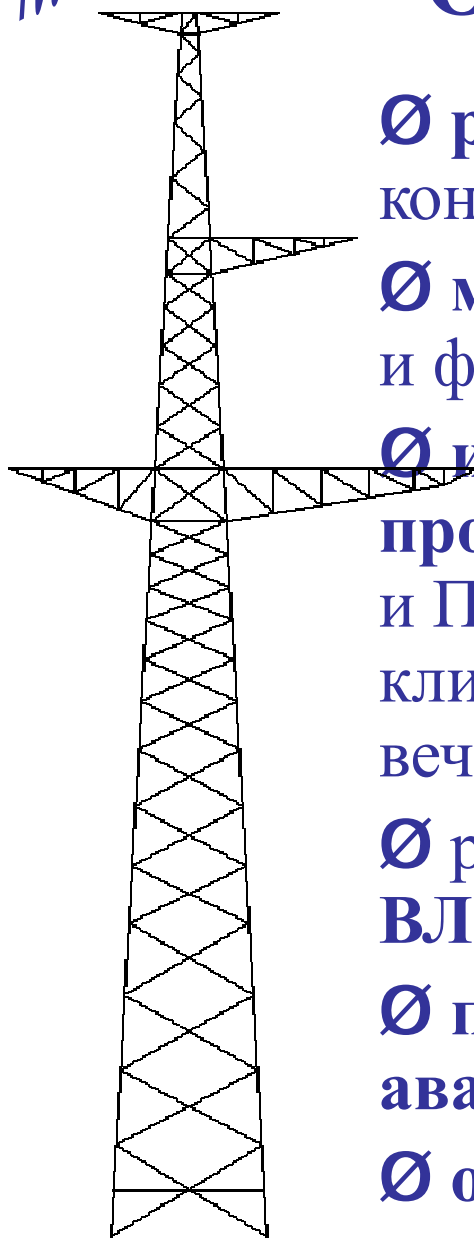
## Ведущие специалисты НИЛКЭС

- Ø Курносов Алексей Иванович, к.т.н., первый руководитель лаборатории
- Ø Кириллова Людмила Вильгельмовна, заместитель заведующего лабораторией
- Ø Новгородцев Борис Павлович, ГИП, металлоконструкции, методики расчета
- Ø Синелобов Кирилл Петрович, начальник отдела типового проектирования
- Ø Андреева Александра Николаевна, ГИП, опоры больших переходов
- Ø Цейтлин Мирон Аронович, ГИП, многогранные опоры
- Ø Штин Станислав Александрович, ГИП, решетчатые опоры
- Ø Элькинд Виктория Давыдовна, рук. группы сектора металлоконструкций
- Ø Соколов Александр Сергеевич, ГИП, унифицированные фундаменты
- Ø Рошин Владимир Владимирович, к.т.н., гл. спец., методики расчета фундаментов
- Ø Швецова Нинель Ивановна, гл. спец., методики расчета фундаментов
- Ø Горелов Анатолий Васильевич, зав. НИЛКЭС, методики расчета жб конструкций
- Ø Родионов Виктор Павлович, к.э.н., рук. сектора экономических расчетов
- Ø Железков Виктор Николаевич, д.т.н., винтовые сваи
- Ø Пинчук Борис Михайлович, ГИП, типовые железобетонные опоры
- Ø Сафронов Владимир Михайлович, к.т.н., машины и механизмы для винтовых свай
- Ø Ларионов Анатолий Дмитриевич, к.т.н., машины и механизмы для винтовых свай
- Ø Зевин Анатолий Аронович, д.т.н., рук. сектора нормативных расчетов
- Ø Гальперин Борис Михайлович, главный технолог
- Ø Романов Петр Игоревич, к.т.н., ГИП, фундаменты, обследования, проекты реконструкций
- Ø Константинова Елена Дмитриевна, ГИП, решетчатые и многогранные опоры

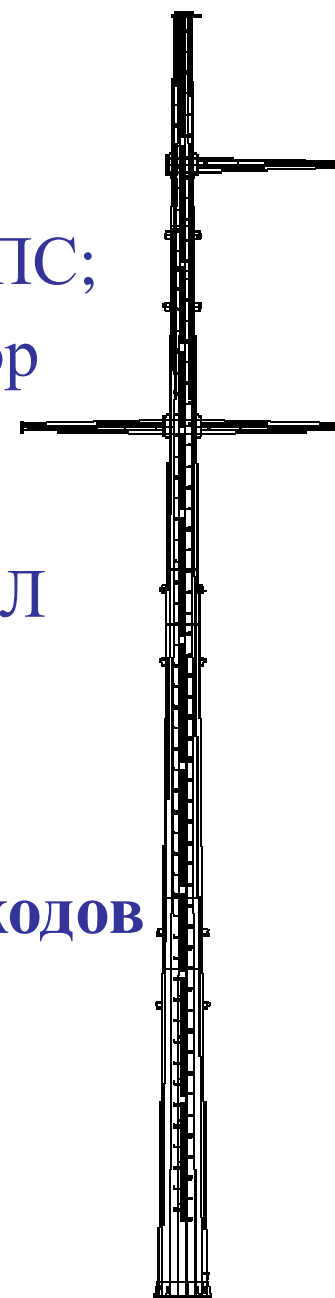
НИЛКЭС

## Основные направления:

- Ø разработка и унификация конструкций опор и фундаментов ВЛ и ПС;
- Ø модификация унифицированных опор и фундаментов ВЛ и ПС;
- Ø индивидуальное (конкретное) проектирование опор и фундаментов ВЛ и ПС, в том числе для сложных климатических и грунтовых условий, вечной мерзлоты;
- Ø разработка опор и фундаментов переходов ВЛ через водные преграды;
- Ø проекты ликвидации аварийных ситуаций на ВЛ;
- Ø обследование технического состояния ВЛ и ПС.



Опора ПС330-5



Опора МП330-1

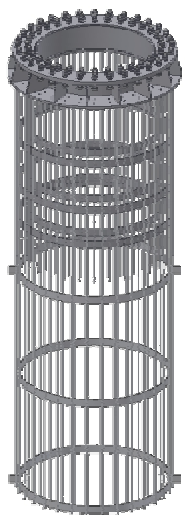
# Унификация конструкций

Ø 1960-1990 г. Типовые конструкции:

- § решётчатые опоры
- § железобетонные фундаменты



Забивные сваи



Буронабивные и винтовые сваи, сваи-оболочки

Ø 2006-2009 г. Базовые конструкции:  
Целевые программы ОАО «ФСК ЕЭС»:

- § многогранные опоры ВЛ 330-500 кВ и фундаменты к ним;
- § фундаменты из винтовых свай для унифицированных опор;



Грибовидные фундаменты

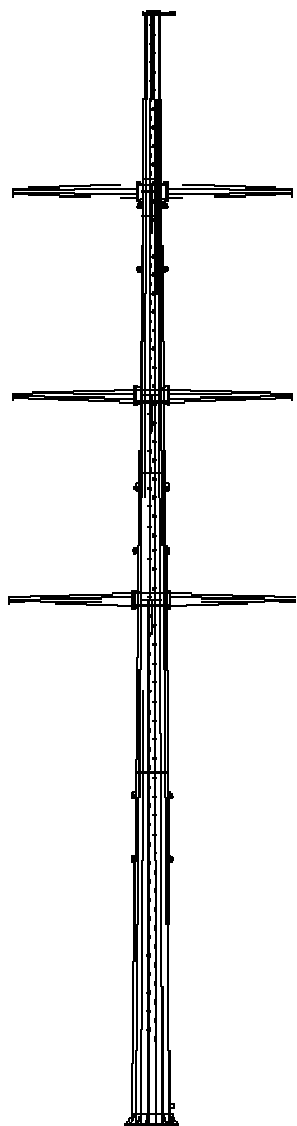
Ø2015 г.

Планируется модернизация унифицированных конструкций



# Унификация многогранных опор

## Стандарты организации ОАО «ФСК ЕЭС»:



Опора МПГ330-2т

Ø СТО 56947007-29.240.55.054-2010  
«Руководство по проектированию  
многогранных опор и  
фундаментов к ним для  
ВЛ напряжением 110-500 кВ»  
(введён 03.09.2010);

Ø СТО 56947007-29.240.55.096-2011  
«Методические указания по оценке  
эффективности применения стальных  
многогранных опор и фундаментов  
для ВЛ напряжением 35-500 кВ»  
(введён 01.07.2011);

Ø «Элементные сметные нормы и  
единичные расценки по монтажу  
многогранных опор для ВЛ  
напряжением 110-500 кВ и фундамента  
к ним»  
(на утверждении).

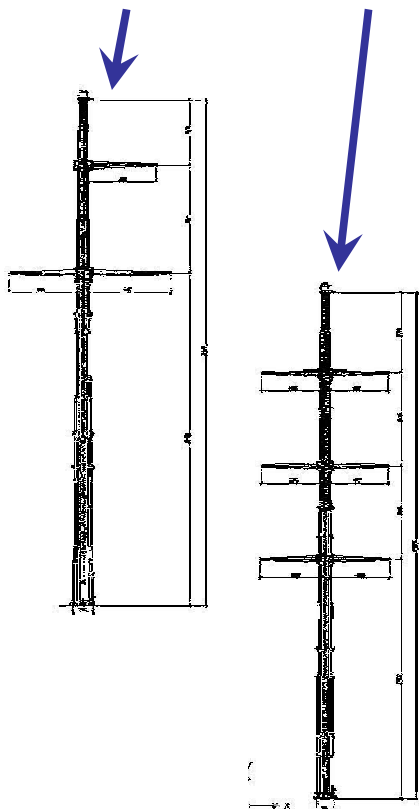


ВЛ 330 кВ  
«Восточная- Волхов- Северная»

# Базовые конструкции многогранных опор ВЛ 330-500 кВ

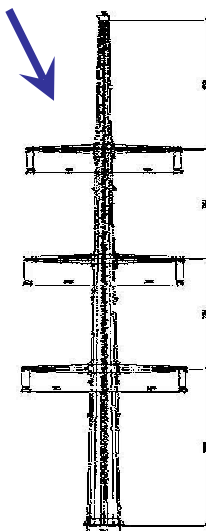
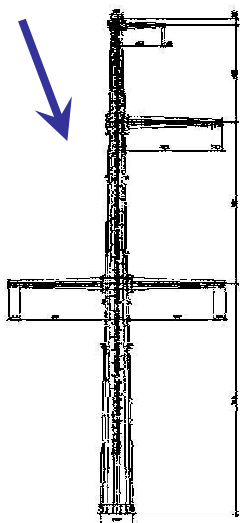
одноцепная и  
двухцепная  
одностоечные  
промежуточные  
опоры

**МП330-1 и МП330-2**

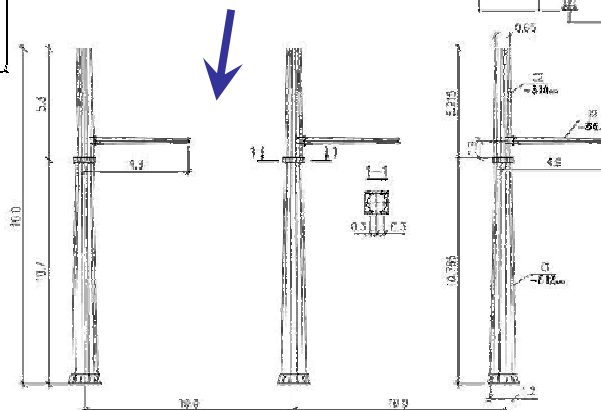


двухцепные  
одностоечные анкерно-  
угловые опоры  
**МУ330-2, МУ330-4,  
МУ330-6**

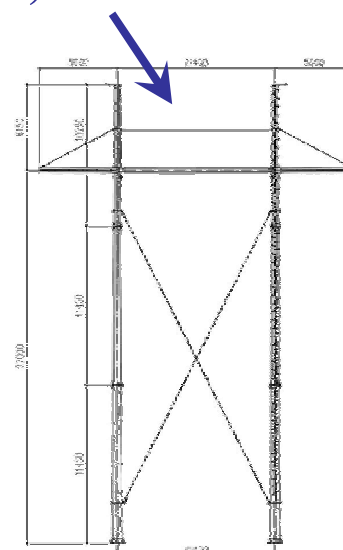
одноцепные  
одностоечные  
анкерно-угловые  
опоры **МУ330-1,  
МУ330-3, МУ330-5**



одноцепные  
трёхстоечные  
анкерно-угловые  
опоры  
**ЗМУ330-1,  
ЗМУ330-1+5,  
ЗМУ500-1,  
ЗМУ500-1+5**



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



# Унификация фундаментов

## Стандарты организации ОАО «ФСК ЕЭС»:

- Ø СТО 56947007-29.120.95-050-2010  
«Нормы проектирования фундаментов из  
винтовых свай»  
(введён 18.06.2010);
- Ø СТО 56947007-29.120.95-051-2010  
«Нормы проектирования фундаментов из  
стальных свай-оболочек и буронабивных  
свай большого диаметра»  
(введён 18.06.2010);



Фундамент из вибропогружаемой  
свай-оболочки под опору МПГ330-1



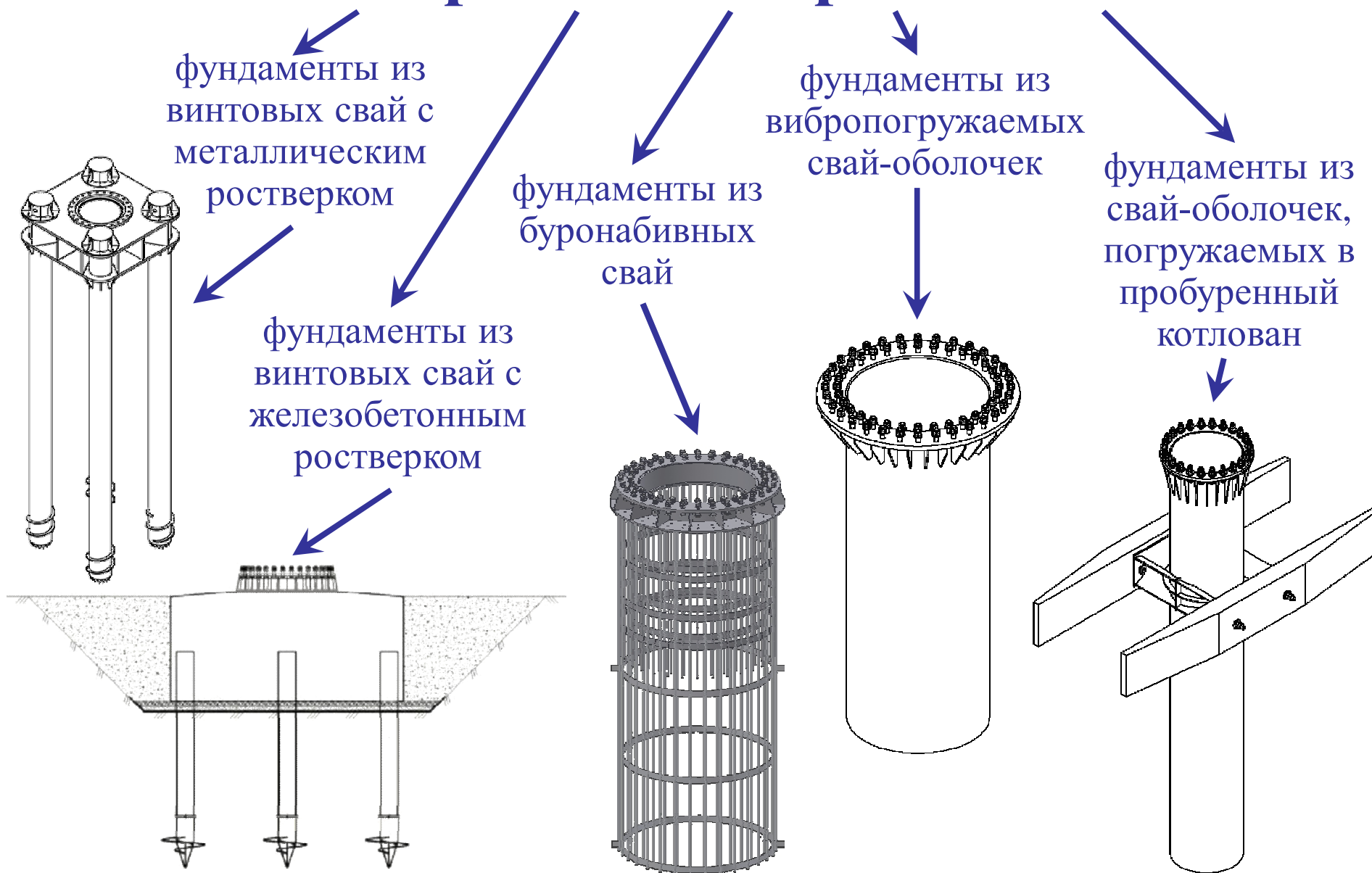
Фундамент из винтовых свай с  
железобетонным ростверком под опору  
МПГ330-2 в сложных геологических  
условиях

- Ø «Рекомендации по выбору способа  
изготовления набивных свай»
- Ø «Технические требования к машинам и  
механизмам для сооружения свайных  
фундаментов»
- Ø «Технические требования к образцам  
специальной техники для вибропогружения  
свай и свай-оболочек»



НИИТЭКЭС

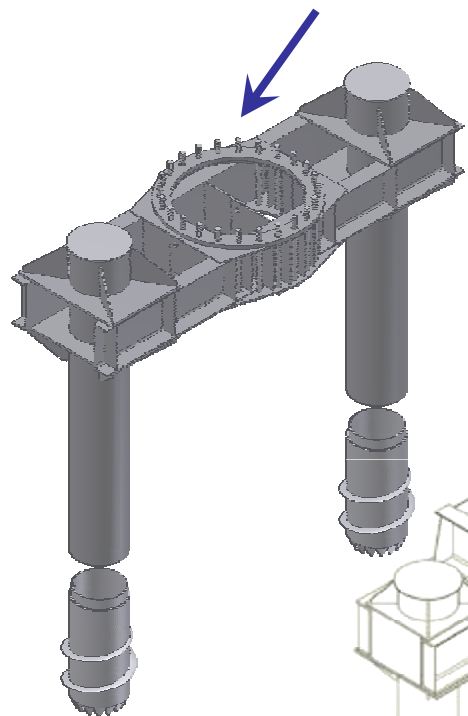
# Базовые конструкции фундаментов для многогранных опор ВЛ 110-500 кВ



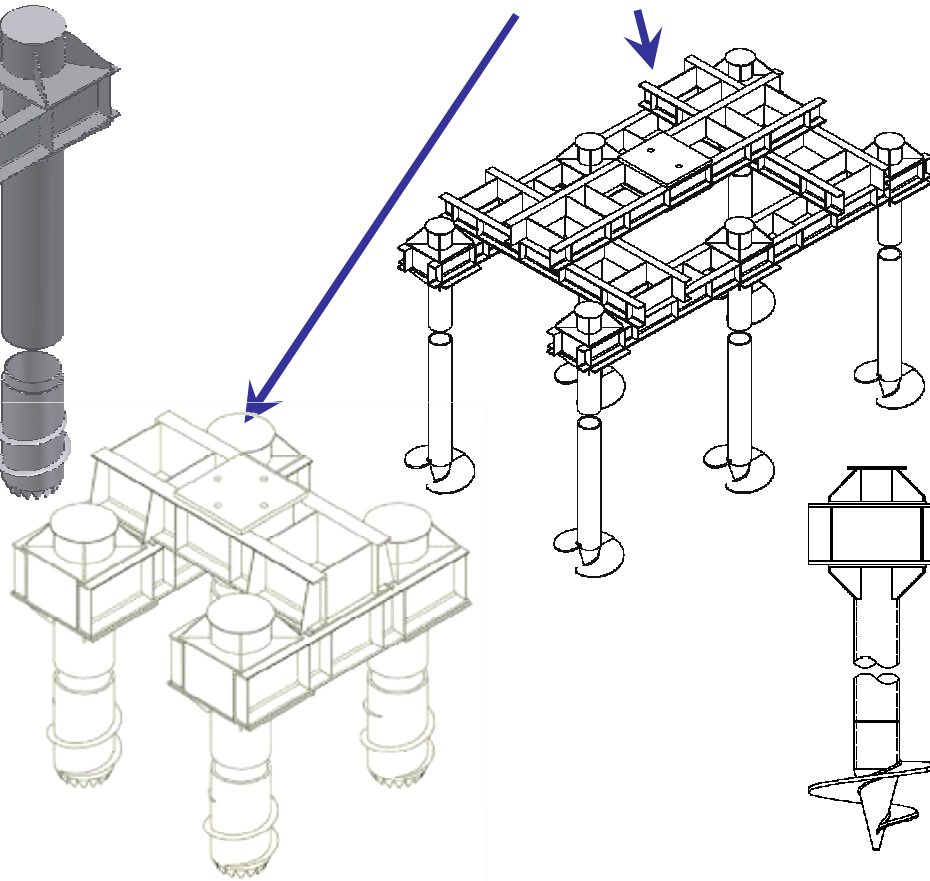
НИЛКЭС

# Базовые фундаменты из винтовых свай для унифицированных опор

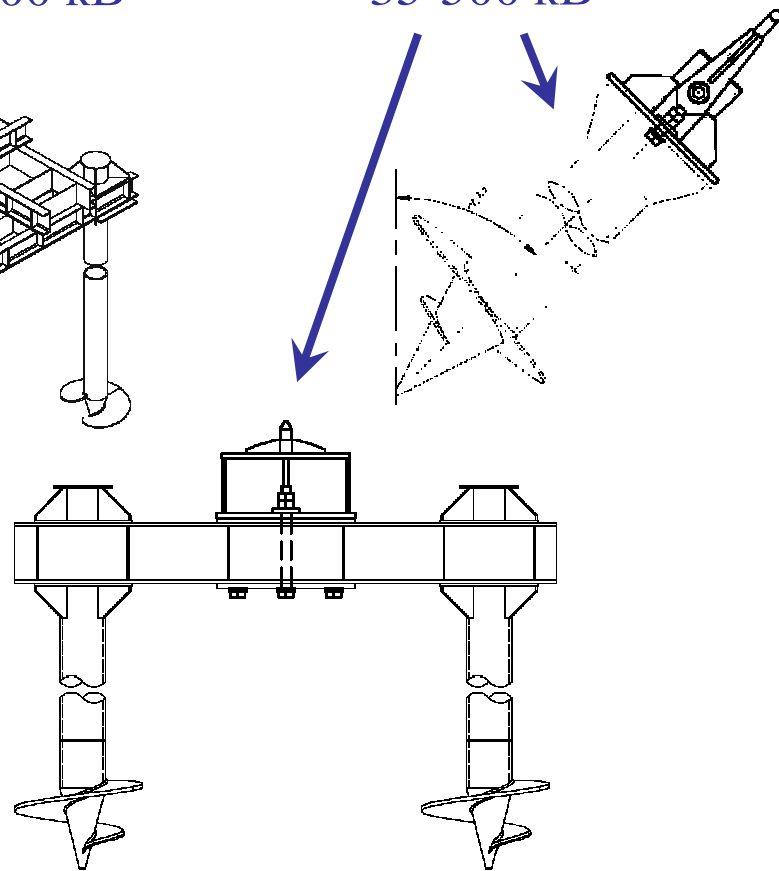
для многогранных  
опор 110 кВ



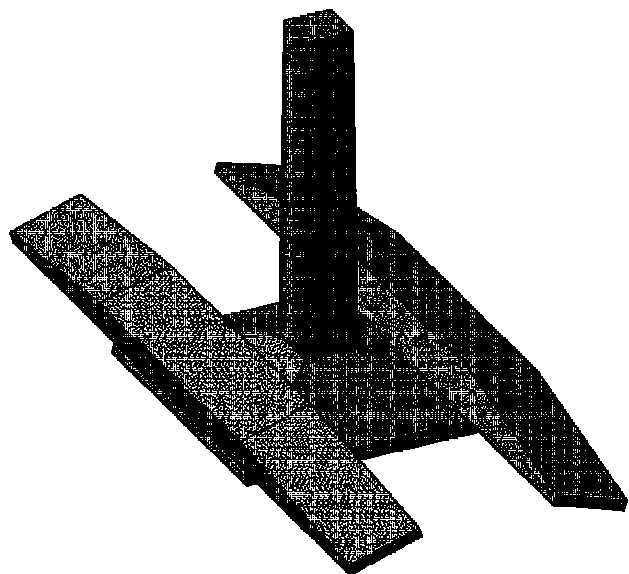
для промежуточных и  
анкерно-угловых опор  
башенного типа ВЛ 35-500 кВ



для промежуточных  
опор на оттяжках ВЛ  
35-500 кВ



# Новые анкерные конструкции под оттяжки опор ВЛ 35-500 кВ



**Применение железобетонных анкерных плит:**

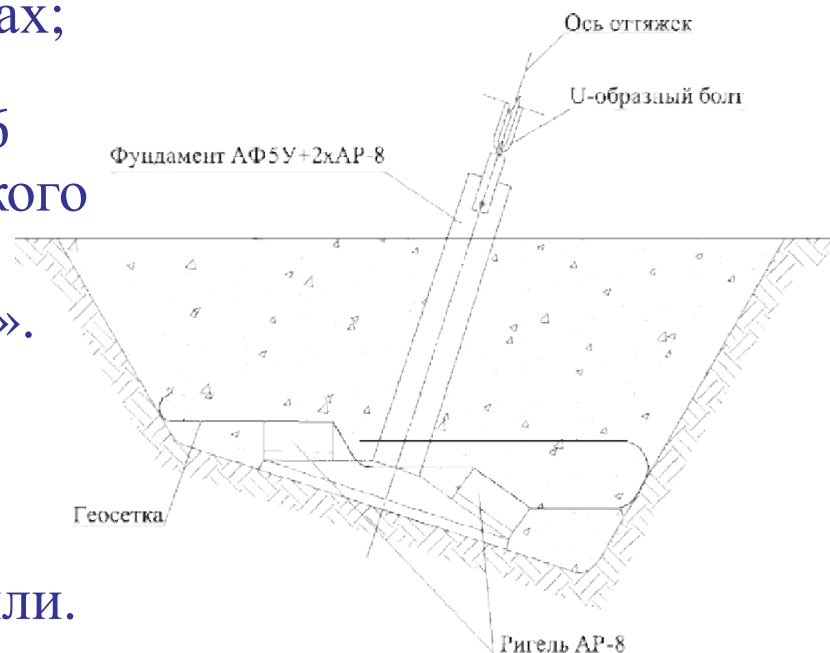
§ коррозионное разрушение узла крепления оттяжек к анкерным плитам, находящимся на глубине 2.5–3.0 м;

§ необходимость большого объёма земляных работ для проверки состояния фундаментов на потенциально опасных с точки зрения коррозии участках;

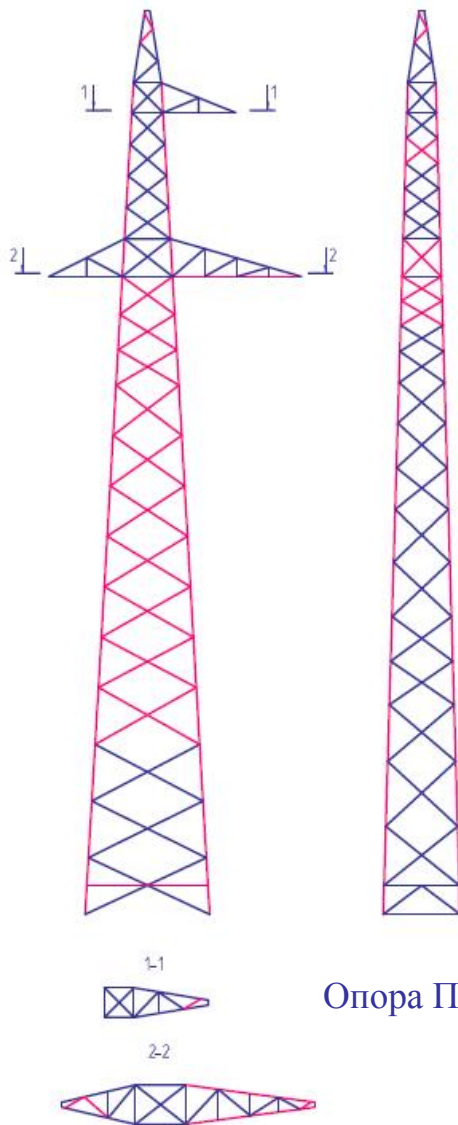
§ не соответствует СО 153-34.20.121-2006 ОАО «ФСК ЕЭС» «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ».

**Техническое решение:**

§ новые анкерные конструкции с вынесением узла крепления U-образного болта над поверхностью земли.



# Модификация конструкций с целью уменьшения стоимости строительства ВЛ



Опора П220-3

## Ø 2006-2009 г. Базовые конструкции:

- § модификация многогранных опор для условий конкретной ВЛ;
- § модификация фундаментов для условий конкретной ВЛ.

## Ø 1960-1990 г. Типовые конструкции:

- § модификация опор (решётчатых башенных и на оттяжках) под требования ПУЭ-7;
- § модификация фундаментов (серия 3.407-115) под требования СНиП 52-01-2003.

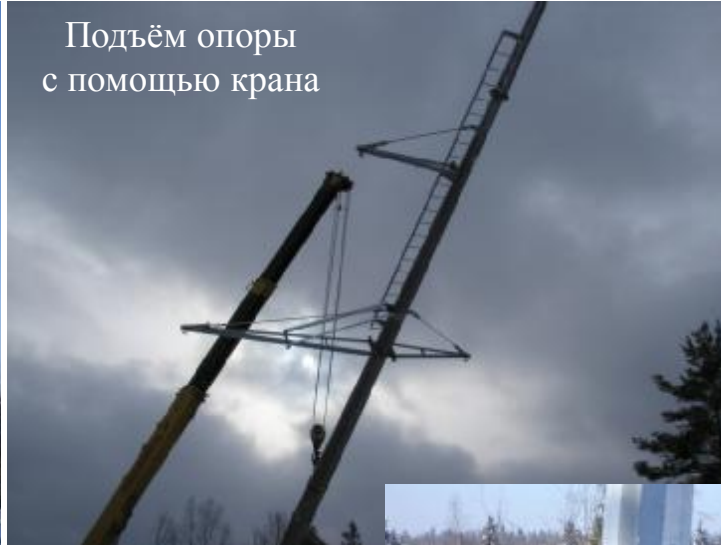
НМЛКЭС

# Строительство ВЛ 110 кВ Мантурово- Кроностар: устройство фундаментов и монтаж опор ПМ110-1ф

Погружение сваи-оболочки  
в пробуренный котлован



Подъём опоры  
с помощью крана



Установка  
опоры на  
фланец  
фундаментной  
секции



Стыковка  
секций,  
монтаж  
траверс и  
тросостойки



Узел крепления опоры к фундаменту



Две одноцепных ВЛ 110 кВ



**Исходные данные:**

Ø трасса проходит по берегу озера Имандра (опоры должны стоять на узкой полосе между озером и линией железной дороги):

- § экологические требования;
- § минимальная площадь землеотвода под опору;
- § стеснённые условия для сооружения опор и фундаментов.

**Технические решения:**

Ø специальные анкерно-угловые одноцепные многогранные опоры ВЛ напряжением 110 кВ с креплением фаз провода к стволу опоры;

Ø монолитные фундаменты с металлической закладной деталью (трубой), устанавливаемые на скальные грунты.



# НМЛКЭС Строительство ВЛ 110 кВ Кольская АЭС – Полярные Зори



Монтаж фундамента



Отсыпка банкетки фундамента



Многогранные опоры ВЛ 110 кВ на берегу озера Имандра

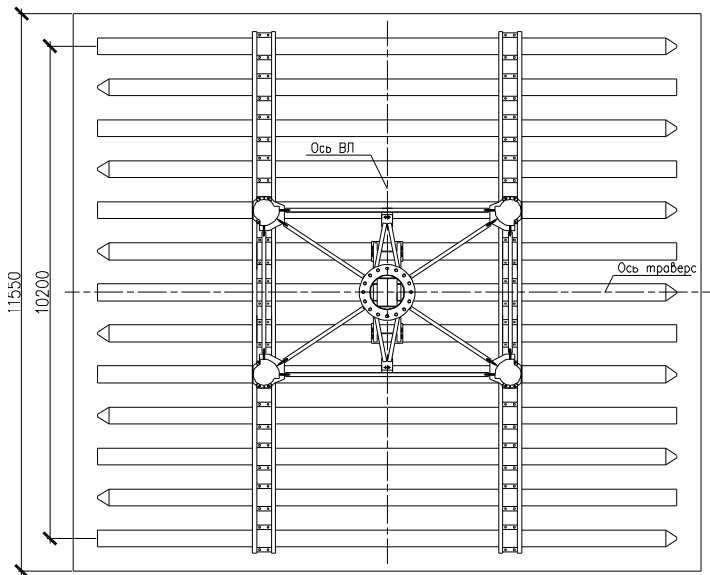
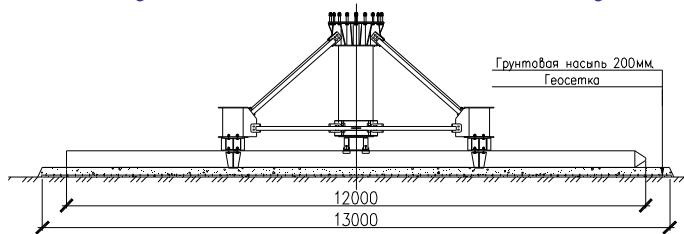
## ВЛ 220 кВ Печорская ГРЭС - Ухта-Микунь, 2010 г.

### Исходные данные:

Ø трасса длиной 545 км, в том числе переход через р. Печора;

Ø сложные инженерно-геологические условия:

текучепластичные суглинки, болота большой мощности.

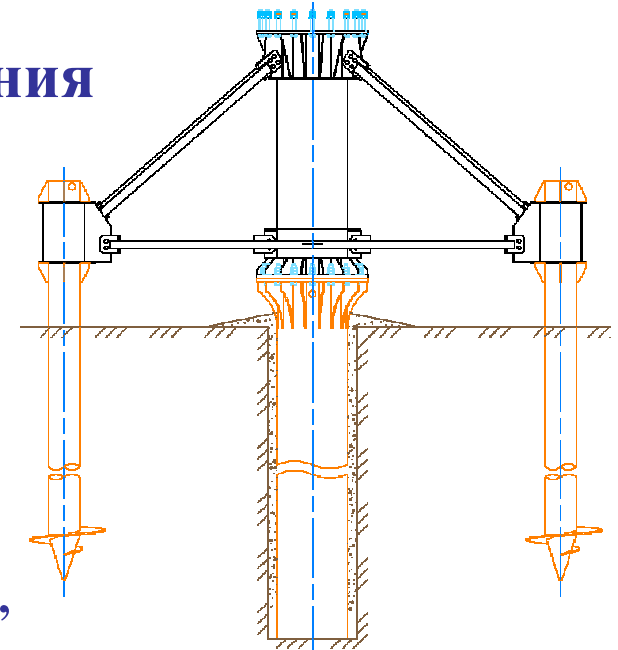


### Технические решения фундаментов для многогранных опор ПМ220-1м:

Ø двухригельные и безригельные из свай-оболочек;

Ø из свай-оболочки, усиленной винтовыми сваями;

Ø поверхностные с использованием железобетонных свай.





## ВЛ 220 кВ Зелёный Угол – Русская, 2010 г.

### Исходные данные:

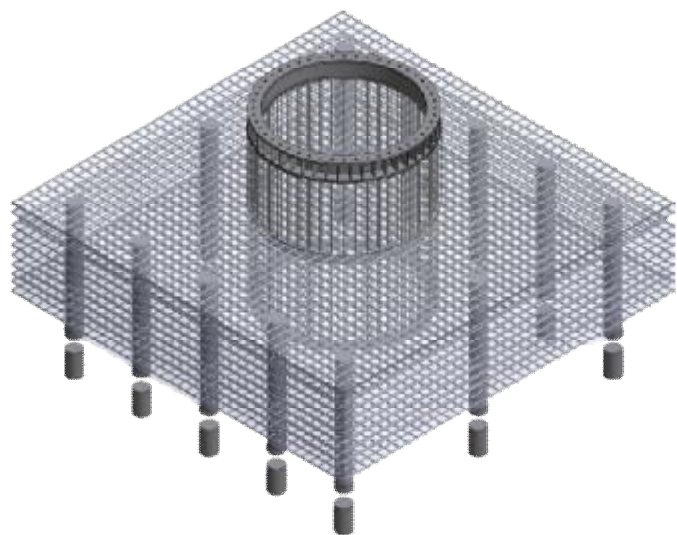
Ø переход ВЛ в кабельную линию;

Ø сложные климатические условия:

V район по ветру, IV район по гололёду,

7 район по сейсмике;

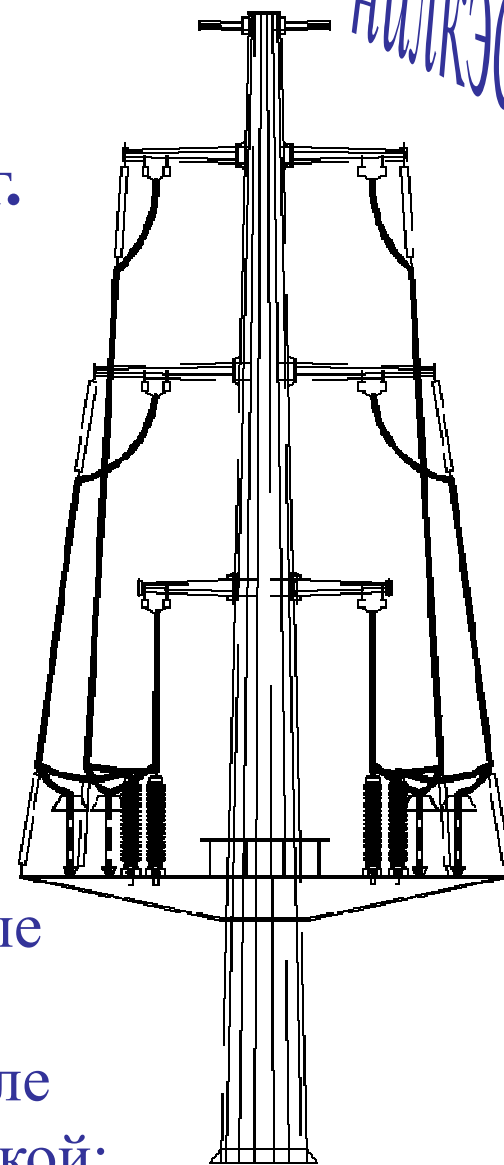
Ø грунтовые условия: коренные скальные грунты, песчаники различной прочности.



### Технические решения:

Ø концевые многогранные опоры перехода ВЛ в КЛ с расположенной на стволе технологической площадкой;

Ø фундаменты из буринъекционных свай с монолитным ростверком.



## ВЛ 330 кВ Восточная- Волхов- Северная, 2008 г.

### Исходные данные:

Ø трасса проходит в черте г. Санкт-Петербурга:

§ экологические и эстетические требования;

§ увеличенный габарит подвески нижнего провода;

§ стеснённые условия для сооружения опор и фундаментов;

§ минимальная площадь землеотвода;

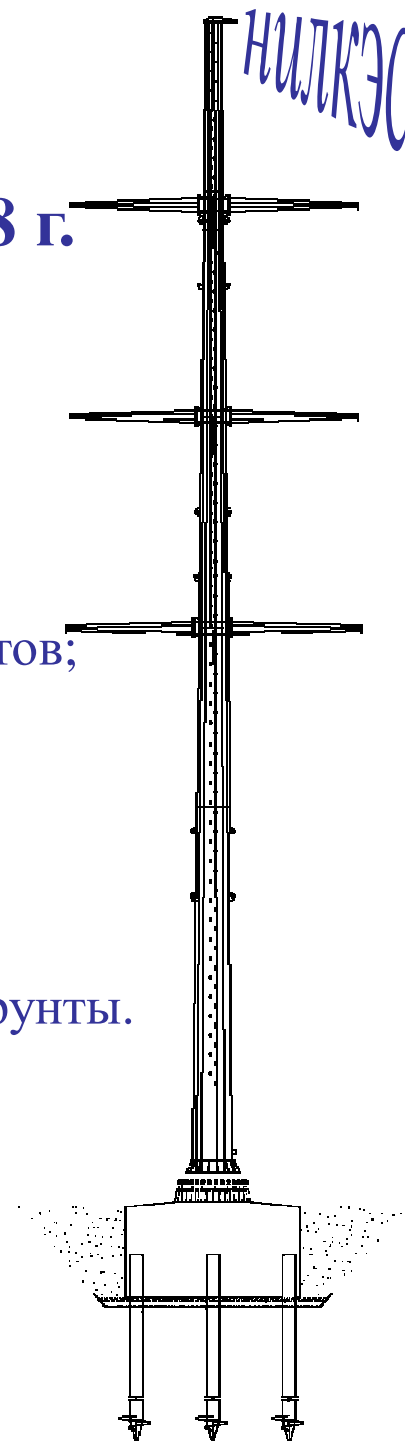
Ø сложные инженерно- геологические условия (тиксотропные и плавунные свойства грунтов):

§ применение щадящих технологий строительства:  
сведение к минимуму динамических воздействий на грунты.

### Технические решения:

Ø специальные промежуточные двухцепные многогранные опоры ВЛ напряжением 330 кВ;

Ø фундаменты из винтовых свай с монолитными железобетонными ростверками.



# Строительство ВЛ 330 кВ Восточная- Волхов- Северная: устройство фундаментов и монтаж опор МПГ330-2т



Погружение винтовых свай



Монтаж секций опоры



Узел крепления опоры к фундаменту



Монтаж секций опоры



ВЛ 330 кВ

НШКЭС

НИЛКЭС

## ВЛ 330 кВ на Калининской АЭС, 2009 г.



ВЛ 330 кВ

### Исходные данные:

Ø трасса проходит по берегу озера Удомля.

### Технические решения:

Ø специальные промежуточные и анкерно-угловые одноцепные многогранные опоры ВЛ напряжением 330 кВ;  
Ø фундаменты на забивных железобетонных сваях с монолитными железобетонными ростверками.



НИЛКЭС

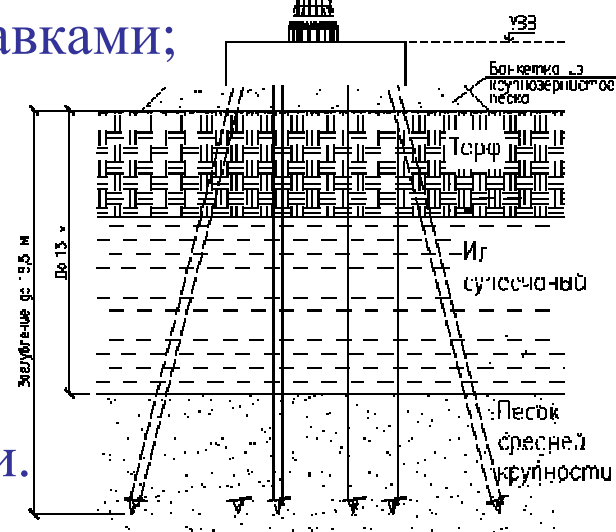
## ВЛ 330 кВ для выдачи мощности от второго блока Калининградской ТЭЦ-2, 2009 г.

### Исходные данные:

- Ø две ВЛ общей протяжённостью 50 км;
- Ø сложные инженерно-геологические условия: большая протяжённость заболоченных участков (торф до 7 м), в долине р. Преголя суглинистые и супесчаные тиксотропные илы (до 14 м).

### Технические решения:

- Ø модифицированные конструкции опор:
  - § решётчатые на базе У330-1 и У330-3 с подставками;
  - § многогранные на базе МП330-1;
- Ø базовые фундаменты для многогранных опор из свай-оболочек;
- Ø модифицированные конструкции фундаментов на базе фундаментов из винтовых свай с металлическими и железобетонными ростверками.



НМЛКЭС

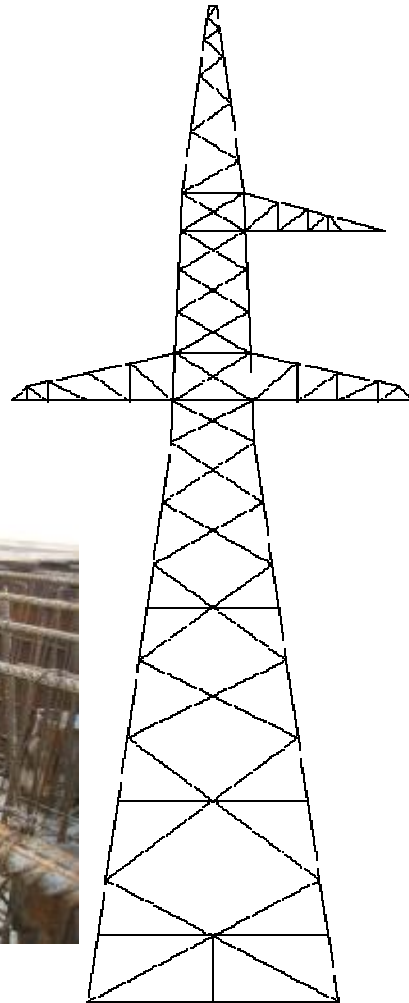
# Строительство ВЛ 330 кВ для выдачи мощности от второго блока Калининградской ТЭЦ-2



Фундамент из винтовых свай для многогранной опоры



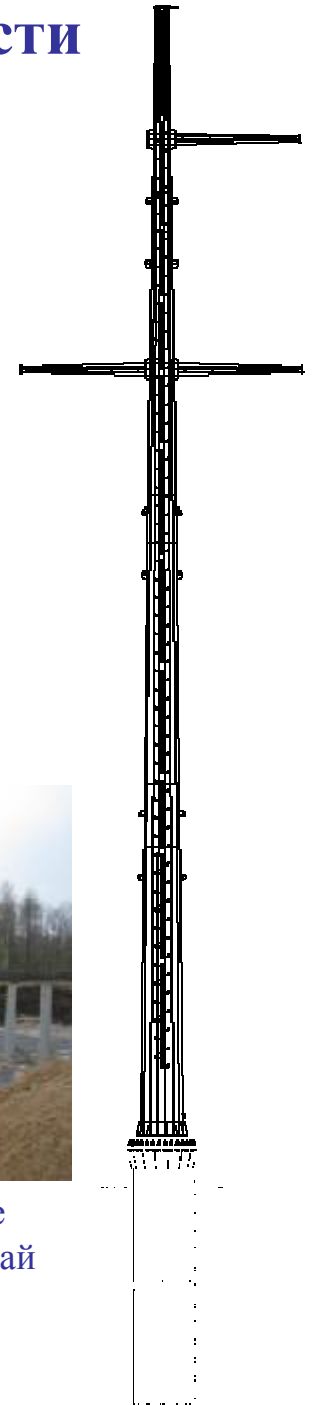
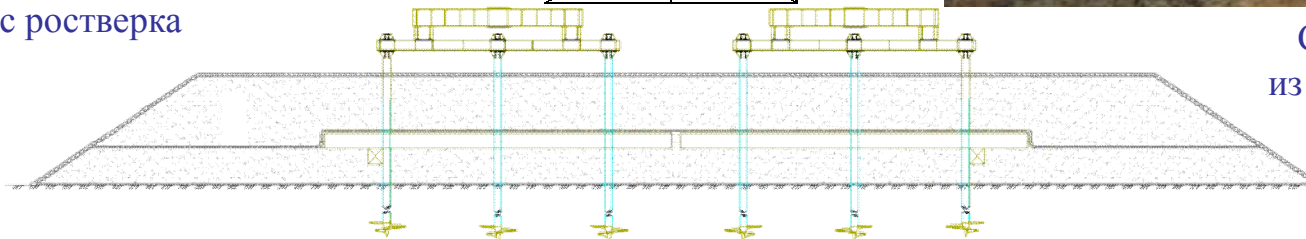
Арматурный каркас ростверка



Вибропогружаемая свая-оболочка



Свайное поле из винтовых свай



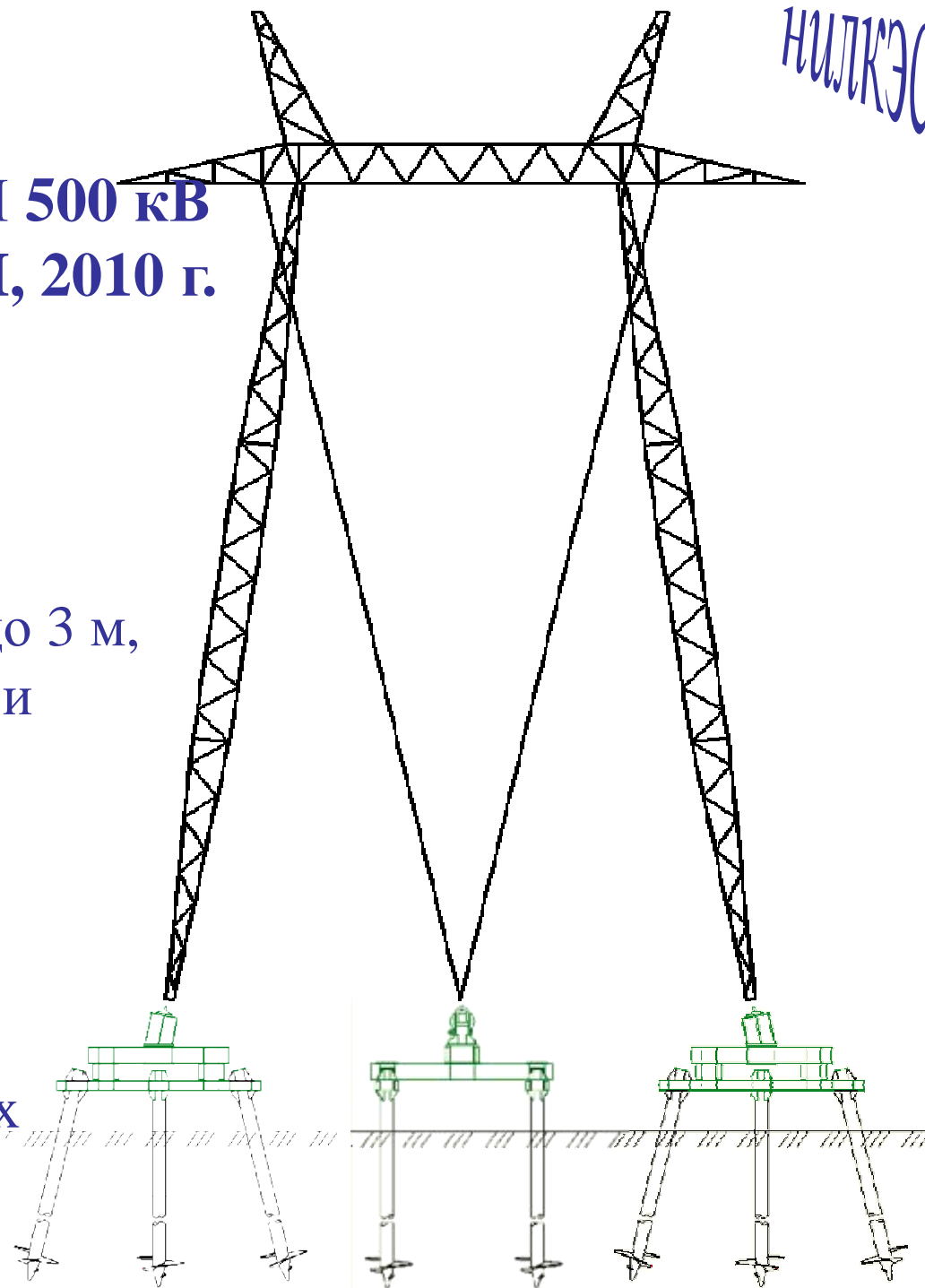
## Фундаменты для опор ВЛ 500 кВ ПС Ангара – ПС Камала I, 2010 г.

### Исходные данные:

- Ø трасса проходит по болотистой местности;
- мощность залегания торфа до 3 м, текучепластичные суглинки и массивы сажистого угля;
- Ø промежуточные опоры на оттяжках и анкерно-угловые башенного типа.

### Технические решения:

- Ø фундаменты из наклонных винтовых свай с металлическим ростверком.



НМЛКЭС

# Строительство фундаментов ВЛ 500 кВ ПС Ангара – ПС Камала-I

Погруженные винтовые сваи



Монтаж фундаментов опоры на оттяжках



Широколопастные винтовые сваи



Фундамент из винтовых свай





## ВЛ 500 кВ Красноармейская - Газовая, 2010 г.

### Исходные данные:

- Ø протяжённость трассы 390 км;
- Ø 9 климатических зон:
  - § район по ветру: II ( $W=500$  Па);
  - § район по гололёду:
    - от II ( $bэ=15$  мм) до V ( $bэ=30$  мм);
  - § ветер при гололёде:
    - $W_r$  от 200 до 320 Па;
  - § марка провода: 3хАС300/66;
  - § марка троса: 11-МЗ-В-ОЖ-Н-Р.

### Технические решения:

- Ø модифицированные конструкции опор на базе 2МП500-1В:
  - § 2МП500-5В для 1-6 климатических зон (II и III районы по гололёду);
  - § 2МП500-7В для 7-9 климатических зон (IV и V районы по гололёду).



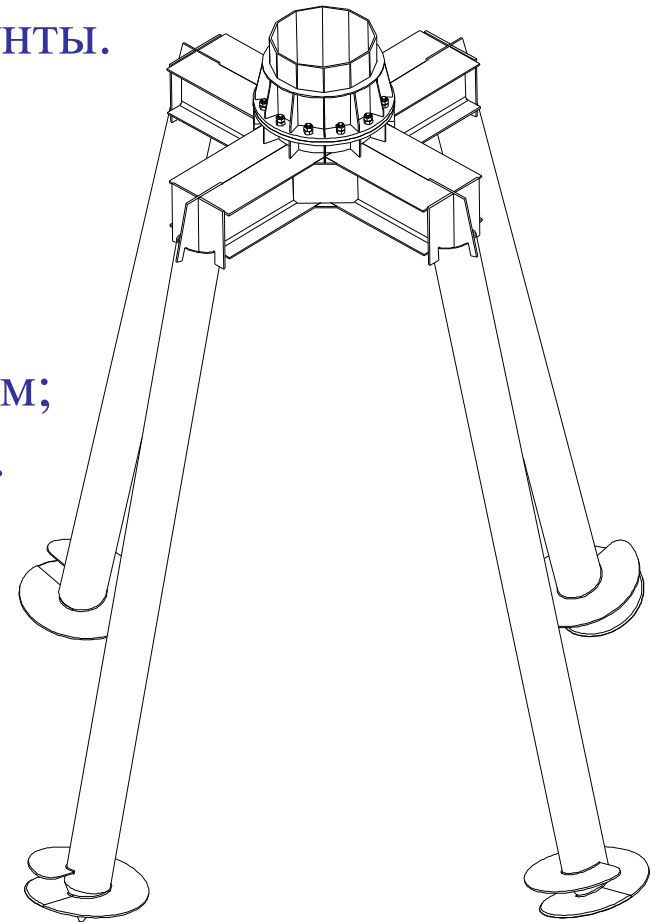
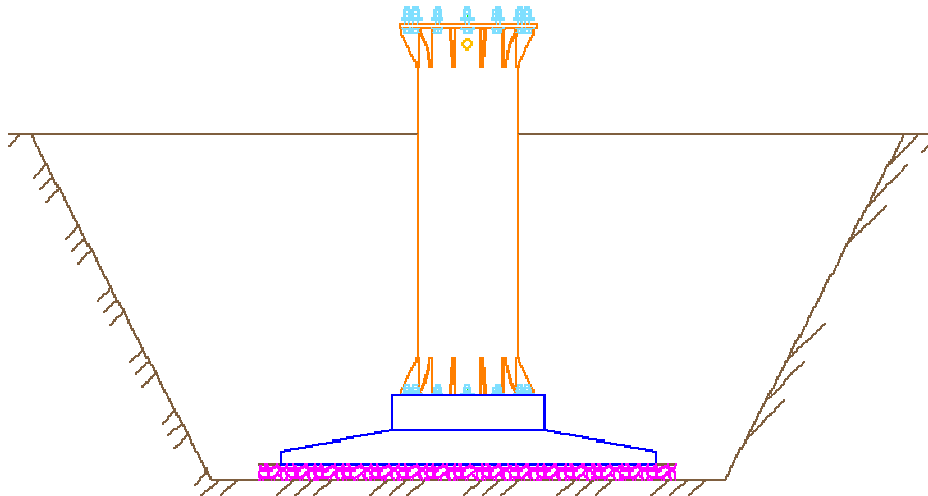
## ВЛ 500 кВ Курган-Ишим, 2010 г.

### Исходные данные:

- Ø на трассе применены опоры 2МП500-1В;
- Ø сложные инженерно-геологические условия: текучепластичные и текучие глины и суглинки, заторфованные грунты.

### Технические решения фундаментов:

- Ø из сваи-оболочки, погружаемой в пробуренный котлован;
- Ø из вибропогружаемой сваи-оболочки;
- Ø из винтовых свай с металлическим ростверком;
- Ø мелкого заложения с железобетонной плитой.



## ВЛ 500 кВ Восход-Витязь, 2011 г.

### Преимущества нового типа фундамента:

- Ø погружение вдавливанием и завинчиванием без нарушения структуры грунта;
- Ø отсутствие земляных работ;
- Ø быстрый монтаж фундаментных конструкций;
- Ø минимальное количество операций при погружении свай (монтаж производится одной машиной;
- небольшое число обслуживающего персонала;
- Ø возможность проведения работ вне зависимости от времени года.



## Фундаменты высотных опор

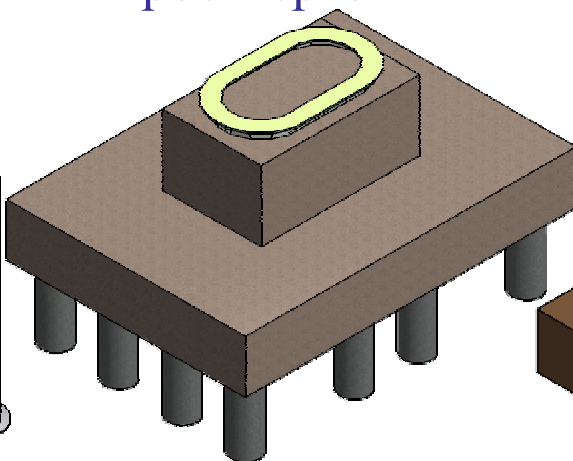
ВЛ 220 кВ Черепеть-Орбита-Спутник-Калужская, 2012 г.

### Исходные данные:

- Ø промежуточные и анкерные многогранные опоры высотой до 50м, изгибающий момент до 2500тс·м;
- Ø грунтовые условия: дисперсные и скальные.

### Технические решения фундаментов:

- Ø из свай-оболочек с винтовой лопастью;
- Ø из ортотропных опорных плит;
- Ø из буронабивных свай с монолитным ростверком.



## Специальные переходы ВЛ через водные преграды

Ø переход ВЛ 500 кВ ПС Южная - ПС  
Трубная через р. Волга с применением  
опор типа «Рюмка» высотой 110м;  
заказчик ОАО МЭС Волги, 1985г.;

Ø переход ВЛ 500 кВ Приморская ГРЭС-  
ПС Хабаровская через реку Амур и  
Амурскую протоку протяжённостью более  
4 км с установкой 9 опор высотой до 200м;



Переход через р. Амур



Фундамент опоры перехода через р. Амур

фундаменты:  
буронабивные сваи длиной 40м  
с монолитным ростверком из  
заполненных бетоном стальных труб;  
заказчик ОАО МЭС Востока, 2002г.;

## Специальные переходы ВЛ через водные преграды

Ø переход ВЛ 500 кВ через Амударью протяженностью более 2 километров с применением плоскошарнирных опор высотой 120 метров; фундаменты: монолитные железобетонные индивидуального изготовления; заказчик ОАО Туркменэнерго, 1990г.;

Ø реконструкция специального перехода ВЛ 1500 кВ Экибастуз – Центр через реку Волга для использования при строительстве ВЛ 500 кВ Балаковская АЭС – ПС Курдюм; фундаменты: сборные железобетонные индивидуального изготовления с металлическим

ригелем;  
заказчик ОАО  
МЭС Волги, 2005г.;

Ø переходы ВЛ 110 кВ, 220 кВ через северные реки на А-образных «качающихся» опорах; фундаменты: монолитные железобетонные индивидуального изготовления;



Концевая опора К1500-1

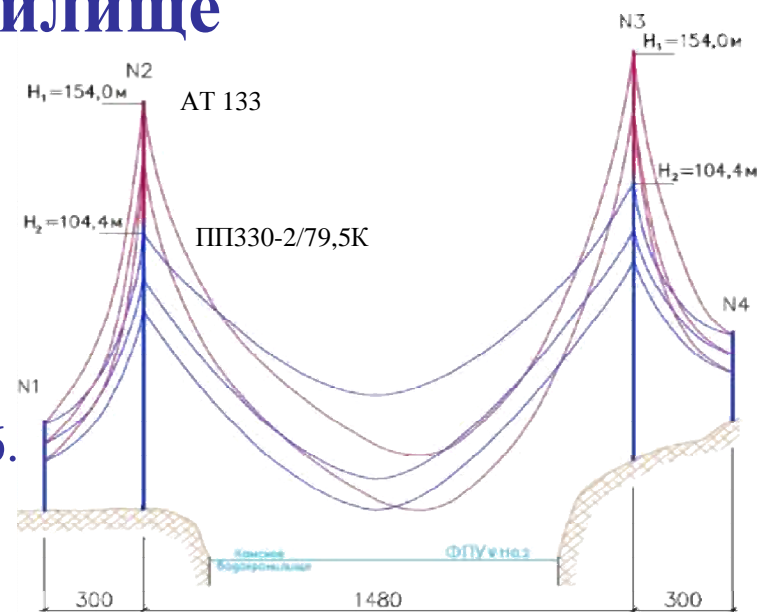


Переходная опора ПП1500-1/127

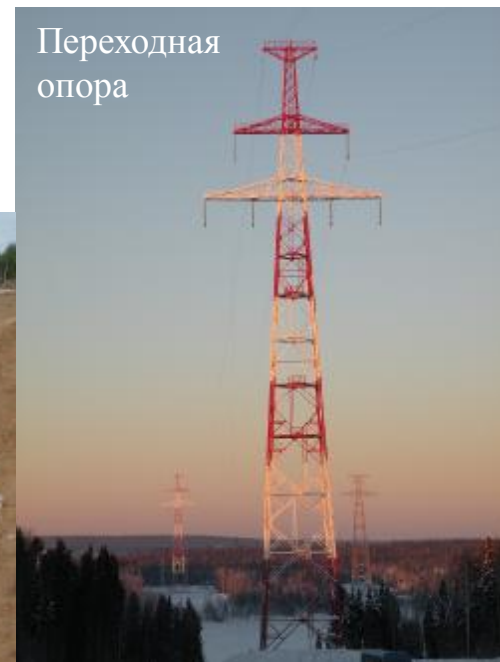
# Двухцепный переход ВЛ 220 кВ через Камское водохранилище

Переход ВЛ 220 кВ Пермская ГРЭС-Соболи-1,2 через Камское водохранилище с применением высокотемпературного провода ACS 521-A20SA, что позволило уменьшить высоту переходной опоры на 50м и сократить сметную стоимость строительства на 17% по сравнению с АС500/336.

**Фундаменты:** монолитные железобетонные индивидуального изготовления.

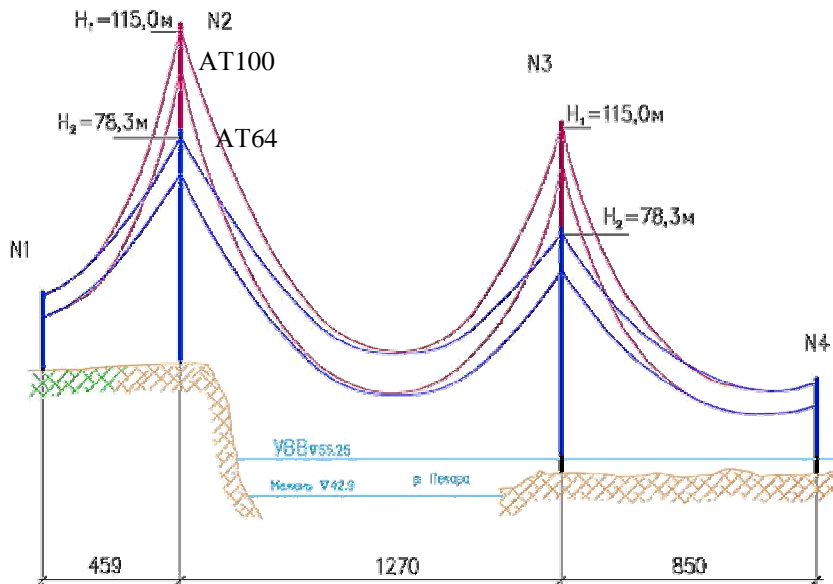


Заказчик  
ОАО Кузбассэнерго,  
2009г.;



Переходная  
опора

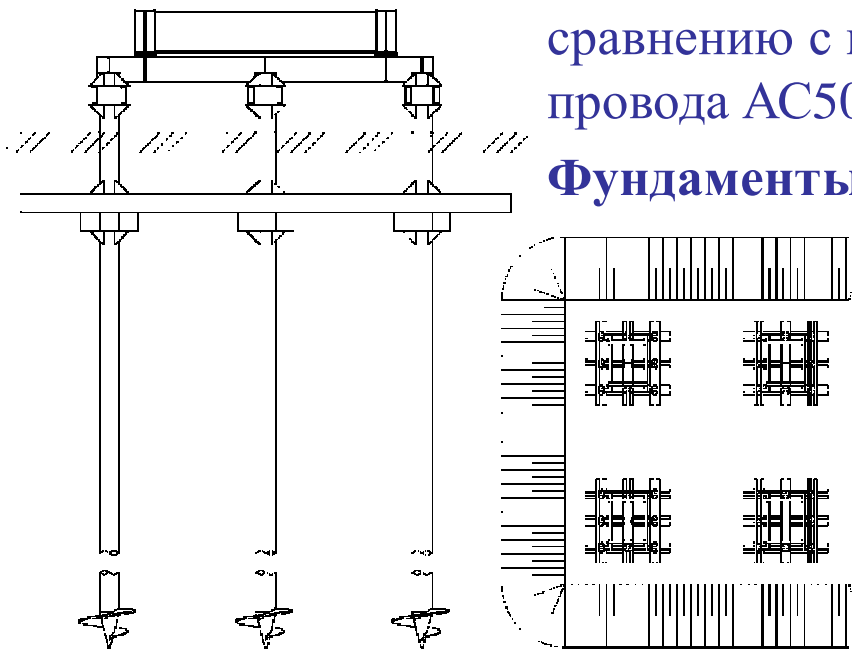
# Переход ВЛ 220 кВ через р. Печора



Переход ВЛ 220 кВ  
Печорская ГРЭС-Ухта - Микунь  
через р. Печора с применением  
высокотемпературного провода  
ACS 548-A20SA, что позволило  
уменьшить высоту переходной  
опоры на 37м и сократить  
сметную стоимость  
строительства на 15% по  
сравнению с применением  
провода АС500/336.

**Фундаменты:** из винтовых свай с  
металлическими  
ростверками и  
насыпной банкеткой.

Заказчик:  
ОАО ЦИУС  
Северо-Запада, 2009г.





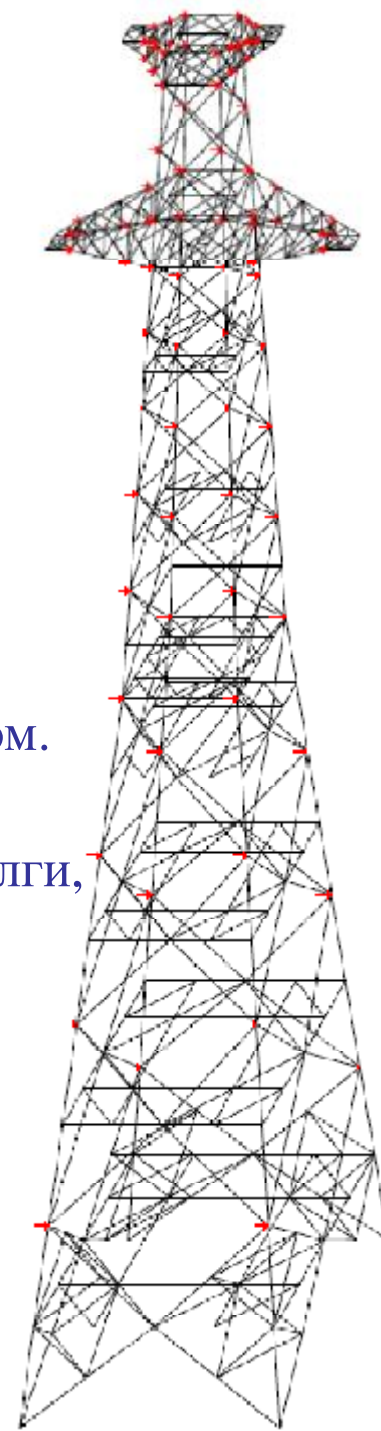
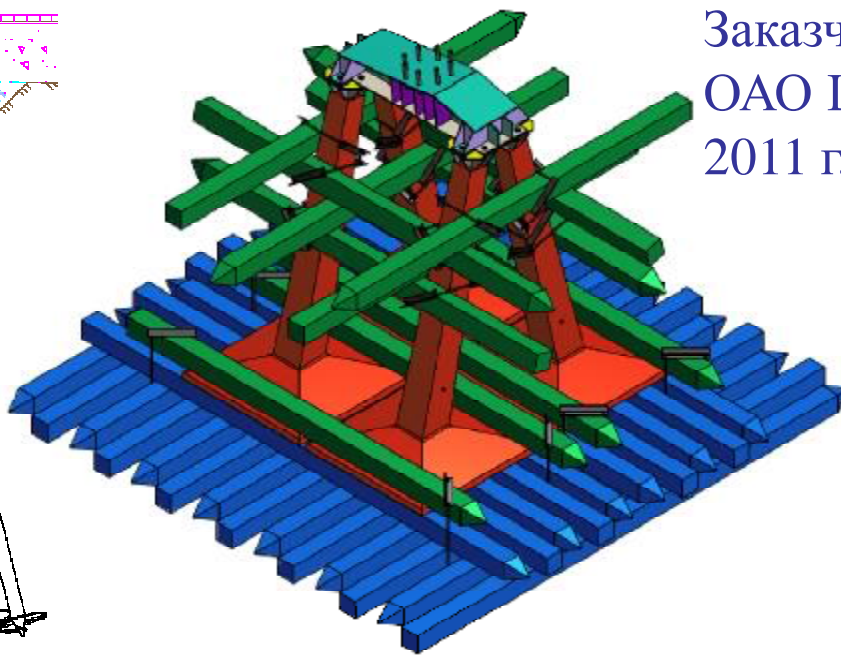
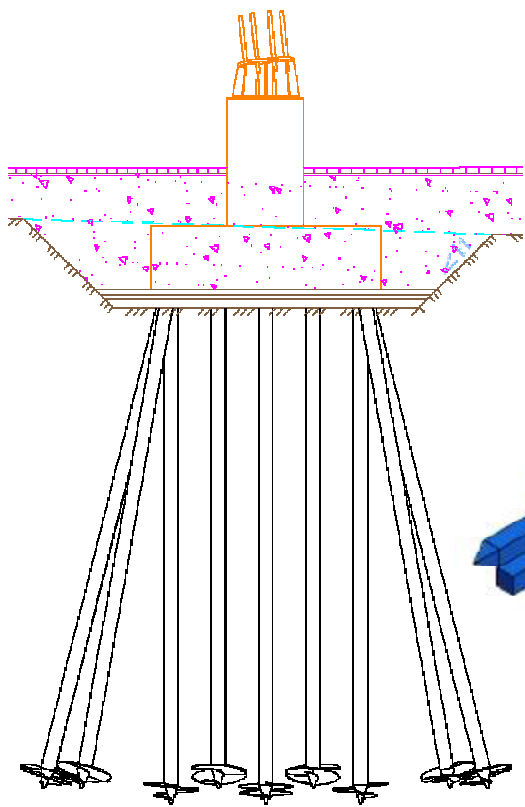
НМЛКЭС

## Спецпереход ВЛ 220 кВ через р. Волга в г. Балаково

Спецпереход ВЛ 220 кВ Балаково 1,2 через р. Волга  
(четыре одноцепных и один двухцепный) с применением  
высокотемпературного провода ACS 521-A20SA на опорах  
АТ-105 (125м), АТ-96, АТ-87, что позволило уменьшить высоту  
переходных опор до 40м и сократить сметную стоимость  
строительства на 14% по сравнению с применением АС500/336.

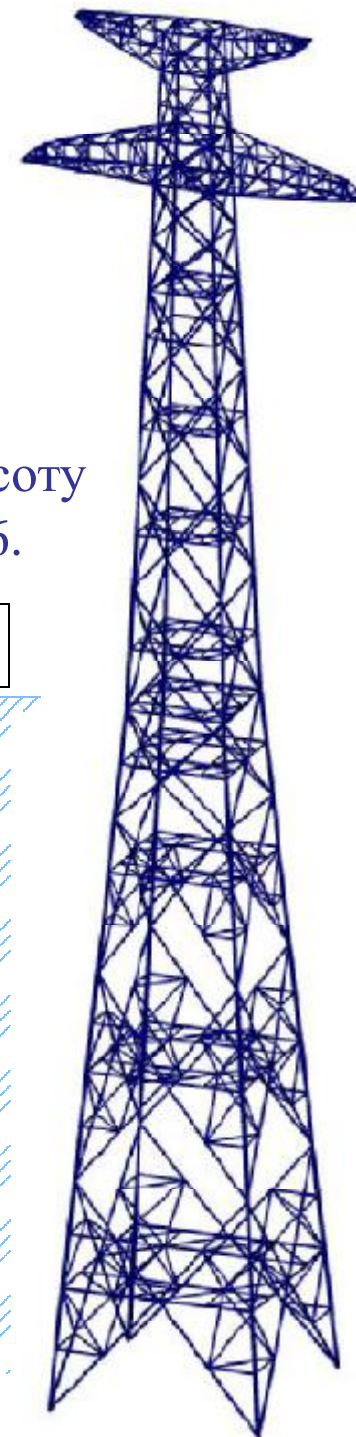
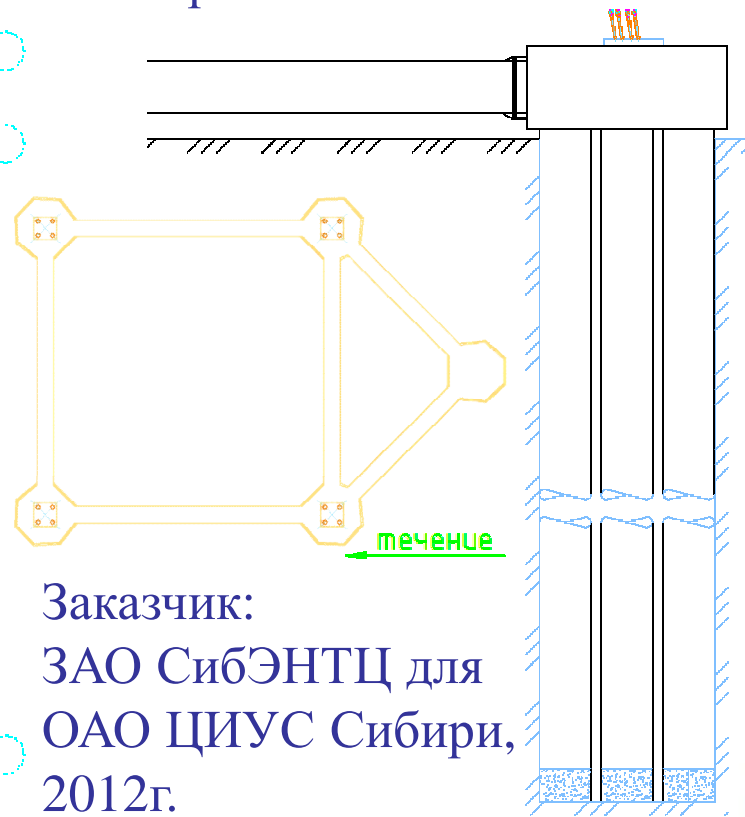
**Фундаменты:** сборные железобетонные и  
из винтовых свай с монолитным ростверком.

Заказчик:  
ОАО ЦИУС Волги,  
2011 г.



# Переходы ВЛ 500 кВ через реки Обь и Васюган

Переходы ВЛ 500 кВ Советско-Соснинская-Парабель через реки Обь и Васюган с применением высокотемпературного провода ТАСР/АС 146-TAL/519-A20SA на опорах индивидуального изготовления из труб АТ-160 (180м), что позволило уменьшить высоту переходной опоры до 40м по сравнению с применением АС500/336.



## Обследование технического состояния ВЛ и ПС

Определение остаточной прочности бетона фундамента на сжатие методом упругого отскока с использованием склерометра ОМШ-1

ОРУ 500-хВ СППГ

Портал №6 стойка Н1, Н4, Н6, Н8

Ø инструментальное и визуальное обследование:

Ø инструментальное измерение коррозионных потерь стальных элементов решётчатых опор;

Ø инструментальное измерение остаточной прочности бетона;

Ø прогнозирование остаточного ресурса;

Ø выдача рекомендаций по устранению дефектов и повреждений;

Ø оценка надёжности ВЛ.

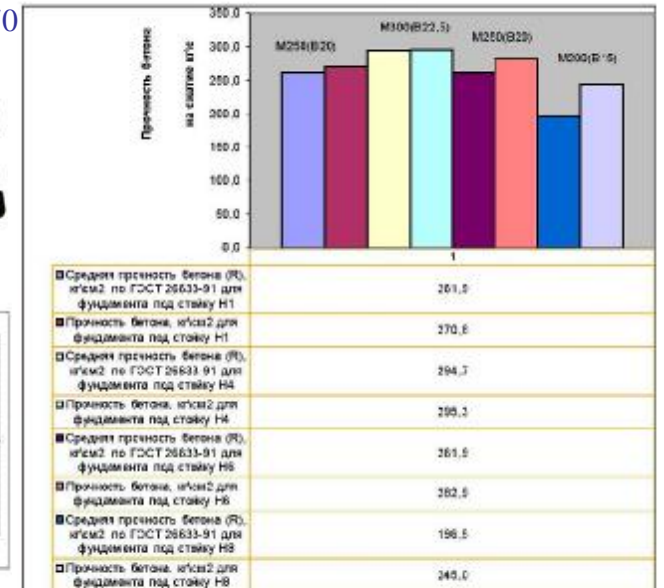
Данные измерений, полученные с помощью прибора ОМШ-1

№ ф-та	Кол-во измерений	Величина отскока, Н											
		41	39	40	40	41	39	40	41	38	39	38	
Н1	11	41	39	40	40	41	39	40	41	38	39	38	
Н4	13	41	41	43	40	42	43	42	42	40	43	42	
		42	41	40	41	42	41	41	40	38	39	40	
Н6	13	40	41										
		38	38	37	36	38	39	37	36	37	37	38	
Н8	15	38	33	36	38								
		38	33	36	38								

Результат обработки данных измерений

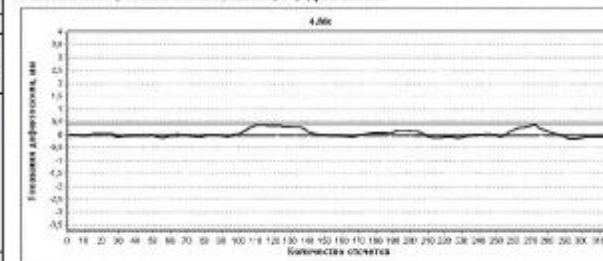
Наименование	Н1	Н4	Н6	Н8
Средняя величина отскока (Нср)	39,5	41,5	40,5	37,2
Прочность бетона по тарировочной кривой прибора ОМШ-1, (МПа)	33,2	36,2	34,7	30,0
Прочность бетона с учетом обратного коэффициента бетона - 0,8	МПа	26,6	29,0	27,7
	кг/см2	270,8	295,3	282,9

Диаграмма сравнения остаточной прочности бетона фундамента со средней прочностью бетона (R), кг/см2 по ГОСТ 26633-91



Склерометр ОМШ-1, толщиномер А1209, дефектоскоп вихретоковый ВД-70

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЯВЛЕННОГО ДЕФЕКТА



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОПЕРАТОРА

Трещина в металле сварного шва глубиной до 0,5 мм

Линейный портал ПР4, ячейка 5				
Стойка 3 (по схеме 2)				
№ участка измерений*	№1	№2	№3	№4
Прямые измерения, отскок с прибора А1209, (мм). Скорость УЗ = 5626 м/с для стали В Ст3сп5 по ГОСТ 380-71**	9,01	9,01	9,00	8,93
	9,02	8,99	8,99	8,94
	9,02	8,99	8,99	8,94
	9,02	8,99	8,97	8,96
	9,01	8,99	9,00	8,94
Средняя толщина стенки трубы участка, мм	9,01	9,00	8,99	8,91
Проектная** толщина стенки трубы (мм), с учетом предельных отклонений по толщине проекта [+ 0,3; -0,3 мм] по ГОСТ 19803-74	9	9	9	9
	(+) 9,3	(+) 9,3	(+) 9,3	(+) 9,3
Значение	(-) 8,2	(-) 8,2	(-) 8,2	(-) 8,2
	Толщина стенки трубы на участке измерений стойки соответствует проектной с учетом допусков на брак			
Схема 2	Портал ПР4			
	Стойка 1	Стойка 2	Стойка 3	Стойка 4
Ячейка 5				

\* - все измерения проводились на высоте в среднем 2,2 - 2,5м от дневной поверхности земли

\*\* - проектная толщина стенки трубы по чертежу №14537 КМ-16

## Обследование технического состояния

- Ø опор воздушных переходов на ВЛ 500 кВ на Саяно-Шушенской ГЭС; заказчик ОАО Ленгидропроект для РусГидро, 2011г.;
- Ø конструкций ОРУ 500 кВ Саяно-Шушенской ГЭС и ОРУ 220 кВ и ОРУ 500 кВ Зейской ГЭС с дальнейшим выполнением расчётов порталов ОРУ 220 и 500 кВ по результатам лазерного сканирования; заказчик ОАО Ленгидропроект для РусГидро, 2011-2012г.;



Опора перехода ВЛ 500 кВ на Саяно-Шушенской ГЭС



ПС Зейской ГЭС

- Ø ПС 500/220/35 кВ Куйбышевская; заказчик ОАО ЦИУС Центра, 2012г.;
- Ø ВЛ 220 кВ Рысаево-Саракташ-Тяга; ВЛ 220 кВ Балаково 1,2; заходов ВЛ 750 кВ Калининская-Грибово на Калининскую АЭС; ВЛ 330 кВ Кингисепп-Гатчина на ПС 330 кВ Лужская; ВЛ 220 кВ на ПС 500 кВ Череповецкая; ВЛ 330 кВ на ПС 330 кВ Чудово и др., 2009-2011г.

## Проекты ликвидации аварийных ситуаций на ВЛ

Ø ВЛ 220 кВ Медгора-Онда, разрушение фундаментов опор на оттяжках, перестановка опор на новые фундаменты без отключения линии: фундамент из винтовых свай подведён под опору, 1997г.;

Ø ВЛ 330 кВ Эстонская ГРЭС-Кингисепп, отключение линии из-за обрыва оттяжки и её подхлётки на крайнюю фазу, перевод крепления оттяжек на винтовые сваи: погружение свай со льда тросовым кабестаном, 2003г.;



Оттяжка на винтовой свае

Ø ВЛ 330 кВ Чудово-Окуловка, перестановка стойки опоры на новый фундамент из винтовых свай без проведения сварных работ на пикете с отключением ВЛ только на момент перестановки на новый фундамент, 2005г.;



Новый фундамент из винтовых свай

## Проекты ликвидации аварийных ситуаций на ВЛ



Новый  
поверхностный  
фундамент

Ø ВЛ 220 кВ Уренгой-Тарко-Сале, перестановка стоек и оттяжек опор на новые поверхностные фундаменты, 2009г.;

Ø переход ВЛ 220 кВ Балаково-2 через Волгу, обрыв провода крайней фазы при плановом

ремонте проводов привёл к динамическому удару: голова опоры типа «Рюмка» повернулась на  $10^\circ$  от вертикальной оси, выполнен проект ремонта: сварка трещин и дефектных сварных швов, установка дополнительных распорок и диафрагм, новых раскосов решётки, 2010г.



Деформации  
элементов  
опоры



Переходная опора ПС-90 № 23 после динамического удара

## Конструкции железобетонных опор для ВЛ 35-500 кВ из секционированных стоек

### Преимущества новых опор:

- Ø стоимость железобетонных опор в **2,8** раза ниже стоимости стальных конструкций;
- Ø стоимость строительства ВЛ на ж/б опорах на **30%** ниже, чем на стальных;
- Ø соответствие **ПУЭ-7**, большая несущая способность, пролёты соизмеримы с пролётами металлических опор;
- Ø долговечность – **70** лет;
- Ø простота монтажа и вандалоустойчивость конструкций;
- Ø удобство транспортировки – длина секции до **11,3** м;
- Ø возможность установки опоры на место существующей при реконструкции ВЛ, – не требуется дополнительного землеотвода.







## Участие в работе СИГРЭ



- С 2011 года ОАО «СевЗап НТЦ» является коллективным членом Российского национального комитета Международного совета по большим энергетическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ).
- Сотрудники НИЛКЭС являются членами рабочих групп по конструкциям ВЛ исследовательского комитета В2 «Overhead Lines» (Воздушные линии):
  - WG B2.23  
«Geotechnical and structural design of the foundations of HV&UHV Lines, application to the refurbishment and upgrading guide»  
(«Геотехнические и прочностные расчёты фундаментов опор ВЛ, руководство по восстановлению и модернизации»);
  - WG B2.22  
«Qualification of OHL supports under static and dynamic loads»  
(«Влияние статических и динамических нагрузок на конструкции опор ВЛ»).