



# Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы

Проблемы внедрения новых технических решений при проектировании ВЛ. Приоритетные задачи для проектных организаций и изготовителей

**А.Н. Кривцов**

главный эксперт Департамента подстанций ОАО «ФСК ЕЭС»



17 июня 2014 года



## **Что в настоящий момент ОАО «ФСК ЕЭС» подразумевает под новыми техническими решениями, которые внедряются на линейных объектах класса напряжения 220-500 кВ**

- 1) Свободностоящие стальные многогранные опоры (СМО) и фундаменты к ним**
- 2) Опоры, изготовленные из композитных материалов**
- 3) Повышенные и эстетичные опоры**
- 4) Высокотемпературные провода, компактизированные провода (с z-образными и трапециевидными повивами), провода с композитным сердечником**
- 5) Железобетонные опоры с секционированными железобетонными стойками**

## Объекты, на которых применены СМО

- МЭС Волги, МЭС Урала: ВЛ 500 кВ Красноармейская–Газовая, ВЛ 500 кВ Помары–Удмуртская
- МЭС Юга: ВЛ 500 кВ Ростовская АЭС–Тихорецкая, ВЛ 220 кВ Славянская–Вышестеблиевская, ВЛ 220 кВ Крымская–Вышестеблиевская)
- МЭС Востока: ВЛ 220 кВ Зеленый Угол–Русская
- МЭС Северо-Запада: ВЛ 330 кВ Восточная–Волхов-Северная, ВЛ 330 кВ ЛАЭС2-Гатчинская, ВЛ 220 кВ Печорская ГРЭС–Ухта–Микунь



## Объекты с применением опор из композитных материалов

- МЭС Центра: ВЛ 220 кВ Обнинская-Созвездие-1,2 (участок 9 км)
- МЭС Урала: ВЛ 220 кВ Верхнетагильская ГРЭС–Песчаная-3,4 (рассматриваются в рамках проектирования)



## Объекты с применением высокотемпературного провода

- МЭС Юга: ВЛ 220 кВ Афипская-Крымская
- МЭС Урала: ВЛ 220 кВ Пермская ГРЭС-Соболи (переход через Камское водохранилище)

## Объекты с применением высотных опор

- МЭС Центра: ВЛ 220 кВ Орбита-Спутник



## Основные проблемы при внедрении новых технических решений

1. Частые корректировки Инвестиционных программ электросетевых организаций, обусловленных изменением планов смежных собственников энергообъектов, организаций-заявителей на осуществление технологического присоединения, региональных схем развития
2. Несовершенство нормативно-технической базы не позволяет проектным организациям внедрять, а ОАО «ФСК ЕЭС» достоверно оценивать допустимость реализации технических решений
3. Внедрение абсолютно любого технического решения должно проходить всестороннюю комплексную оценку, поскольку в противном случае это выливается в неизбежные финансовые потери
4. Сложившаяся ситуация с перекосом финансирования и сроков в сторону разработки рабочей документации на практике приводит к тому, что проектная организация ставит перед собой задачу пройти экспертизу в минимальные сроки и с минимальным привлечением сил. Внедрение новых технических решений в такой ситуации практически невозможно
5. Высокая степень изношенности электрических сетей приводит к объективной необходимости сокращать нормативные сроки строительства (проектирования) объектов ОАО «ФСК ЕЭС», не оставляя времени на поиск и обоснование оптимального решения
6. Отсутствие системы стимулирования и поощрения проектно-конструкторских организаций в случае внедрения ими рациональных, принципиально новых технических решений, программно-расчетных комплексов, современных методов обследования, дающих экономический эффект

Недостаточное  
финансирование,  
отсутствие стабильного  
прогноза

**Финансово-  
административные**

Существующие законы  
не всегда работают на  
энергетиков

**Законодательные**

**Обобщенная классификация текущих проблем проектирования,  
включая внедрение новых технических решений**

**Системно-  
организационные**

Ошибочное планирование и  
расстановка приоритетов  
внутри сетевой организации

**«Наследственные»**

Отсутствие в должном количестве  
квалифицированных кадров у  
Заказчика, проектных организаций.  
«Оторванность» проектных  
организаций от эксплуатации

## Умные воздушные линии начинаются с

Умного планирования  
развития сетей

Системообразующих сетей  
330 кВ и выше для  
удовлетворения долгосрочного  
и среднесрочного спроса на  
электрическую энергию и  
мощность при обеспечении  
заданного уровня надежности

Питающих сетей 110-220 кВ с целью реализации  
Заявок крупных потребителей и удовлетворения  
среднесрочного спроса на электрическую энергию  
и мощность при обеспечении заданного уровня  
надежности

Наличия однозначных  
критериев выбора вариантов  
конструктивного исполнения  
ЛЭП применительно к  
сложившейся в настоящее  
время структуре сметной  
стоимости строительства



## В настоящее время подход к выбору сечения проводов требует актуализации

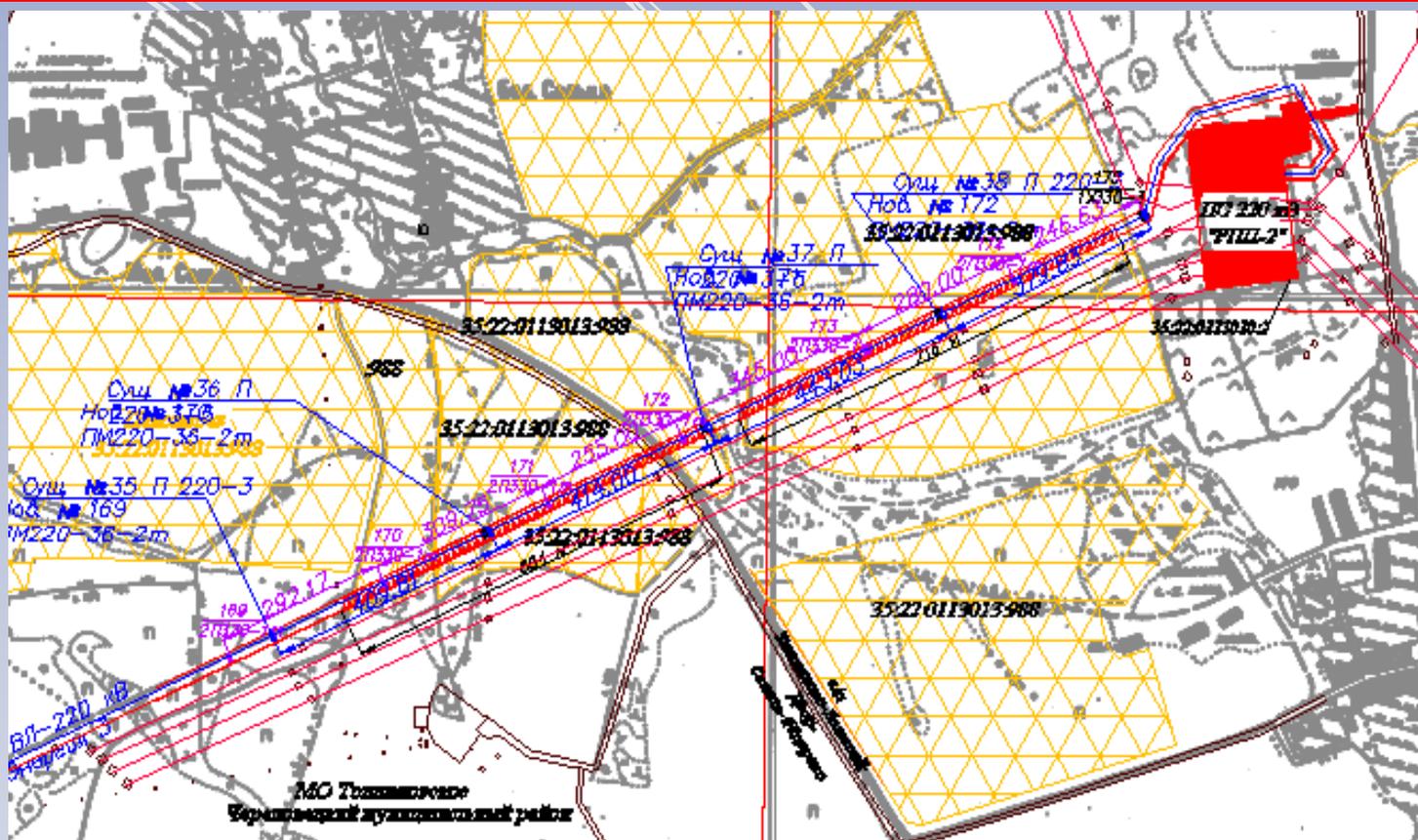
Неизолированные провода	Экономическая плотность тока, А/мм <sup>2</sup> при числе часов использования максимума нагрузки в год		
	1000-3000	3000-5000	более 5000
медные	2,5	2,1	1,1
алюминиевые	1,3	1,1	1,0

- Согласно требованию ПУЭ-6 п.1.3.26 «Выбор сечений проводов ЛЭП постоянного и переменного тока напряжением выше 330 кВ и выше, а также линий межсистемных связей и мощных жестких и гибких проводов, работающих с большим числом часов использования максимума, проводится на основе технико-экономических расчетов.
- Согласно Положению ОАО «Россети» о Единой технической политике в электросетевом комплексе показателем прогрессивности технических решения для ВЛ 220 кВ и выше является экономическая плотность тока 0,8 А/мм<sup>2</sup>, а для ВЛ 110 кВ и ниже – 1,0-0,8 А/мм<sup>2</sup>.

Задача выбора оптимального сечения провода является многокритериальной и требует учесть как минимум следующие факторы.

- Появление новых типов опор и фундаментов (свободностоящие многогранные; железобетонные с секционированными стойками)
- Появление новых видов проводов
- Сооружение ВЛ различных классов напряжения в сочетании с увеличенным габаритом
- Сооружение ВЛ в различных климатических условиях
- Учет соотношения затрат на строительные работы, материалы и оборудование
- Стоимость потерь электроэнергии в сетях
- Ужесточение требований НТД приводит к увеличению капиталоемкости объекта

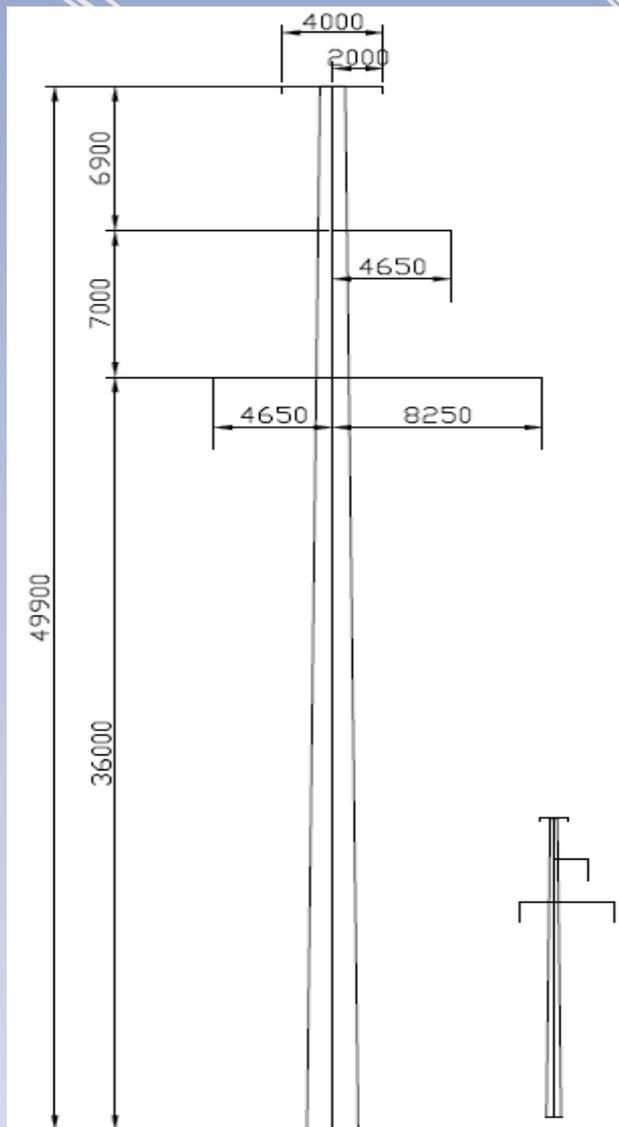
На законодательном уровне не урегулирован механизм изъятия земельных участков для строительства линейных объектов, включая принудительное изъятие земельных участков для государственных нужд



Участок трассы ВЛ 220 кВ Череповецкая ГРЭС – РПП-2 проходит по землям «проблемного» собственника на подходе к ПС 220 кВ РПП-2.

Единственное решение - установить новые опоры вместо опор ВЛ 220 кВ Энергия-3 (вся линия подлежит демонтажу) в границах существующего землеотвода, который согласно кадастровому плану земельного участка составляет 72 м<sup>2</sup> (база опоры не должна превышать 5,5 м).

## Эскиз опоры ПМ 220-2т-36 разработки ОАО «Опытный завод «Гидромонтаж» для ВЛ 220 кВ Череповецкая ГРЭС – РПП-2



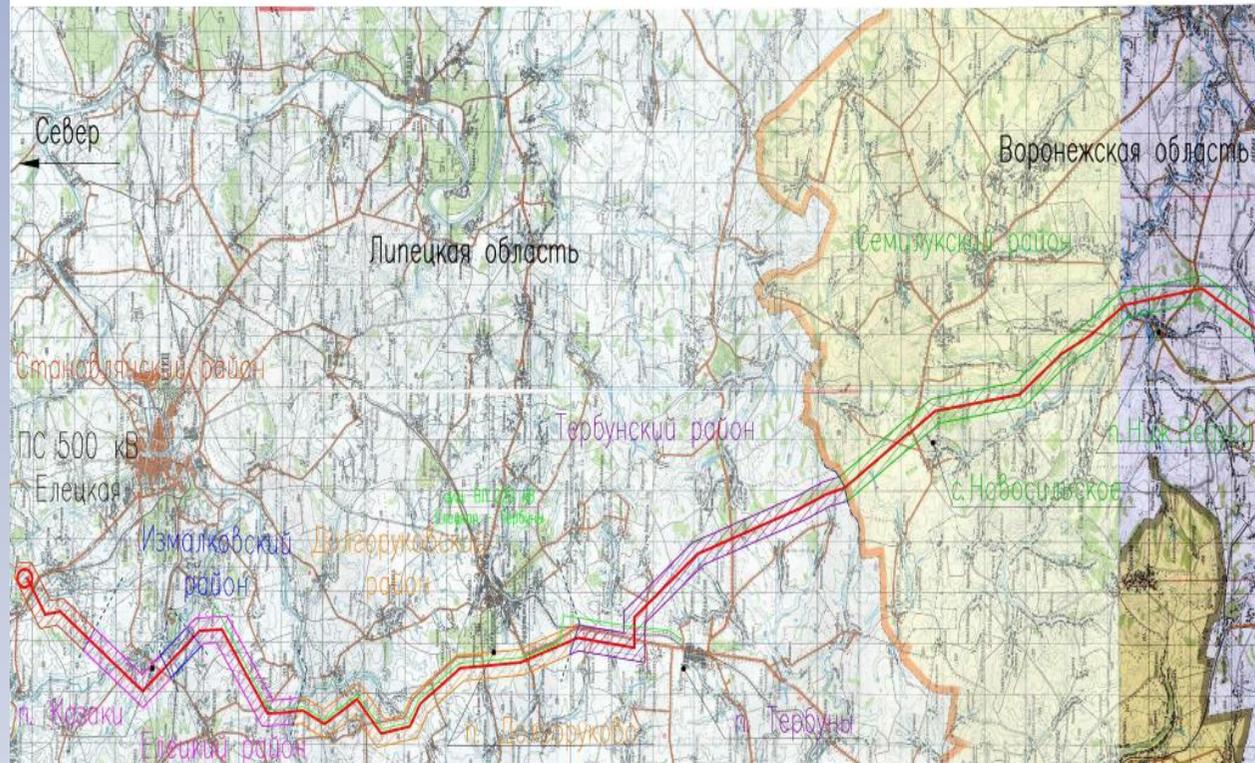
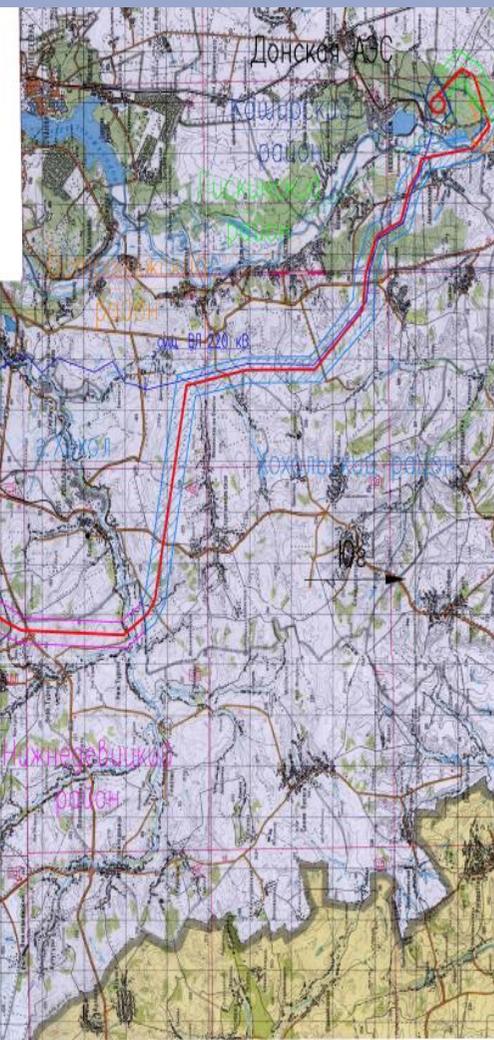
Длина габаритного пролета, м	431
Длина ветрового пролета, м	474
Длина весового пролета, м	538

### Исходные данные

Провод	2 х АС 400/51
Толщина стенки гололеда	15 мм
Ветровое давление	500 Па
Тип местности	А
Габарит	12 м
Масса опоры	23 т
База опоры	не более 5,5 м
Число опор	4 шт.

**Обязательное условие применения – проведение механических испытаний в рамках разработки проектной документации по данному титулу**

## Схема прохождения трассы ВЛ 500 кВ Донская АЭС – Елецкая



### Исходные данные

Климатические условия		Габарит	Промежуточная опора	Масса опоры	Ветровой пролет	Весовой пролет	Габаритный пролет	
А	500 Па	15 мм	12 м	Многогранная	15,46 т	431	435	348



## Испытания опоры ПМГ 500-11.232 применительно к расчетным условиям трассы ВЛ 500 кВ Донская АЭС-Елецкая



Декабрь 2013 г.

90% расчетной нагрузки в  
режиме максимального ветра



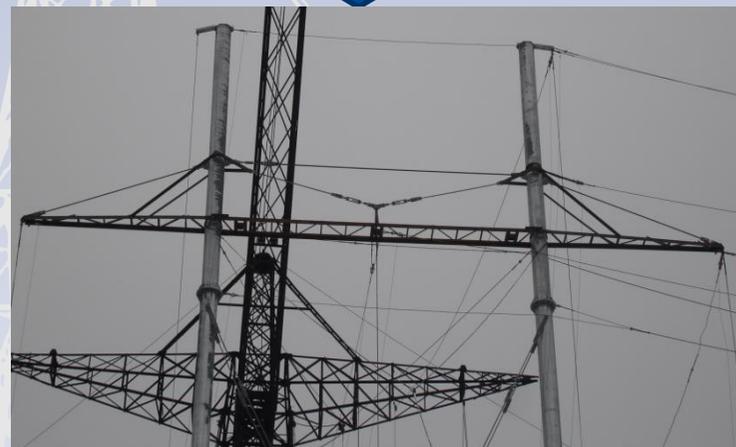
Январь 2014 г.

95% расчетной нагрузки в режиме  
максимального гололеда с ветром



Февраль 2014 г.

Опора прошла испытания, выдержав  
102,5 % расчетных нагрузок



## Выдержки из письма Правового Департамента ОАО «ФСК ЕЭС» на запрос о возможности внедрения системы аттестации для проектных организаций, выполняющих проектирование объектов ЕНЭС

- Саморегулируемая организация осуществляет контроль за деятельностью своих членов в части соблюдения ими требований к выдаче свидетельств о допуске, требований стандартов саморегулируемых организаций и правил саморегулирования в порядке, установленном правилами контроля в области саморегулирования
- Функция контроля за деятельностью юридических лиц, осуществляющих проектирование, возложена на соответствующую саморегулируемую организацию
- Возложение на ОАО «ФСК ЕЭС» функции по аттестации юридических лиц, осуществляющих проектирование, **не соответствует законодательству**
- Данная деятельность может быть расценена федеральным антимонопольным органом как **ограничение конкуренции, создание препятствий к доступу на товарный рынок хозяйствующим субъектам**

**Вывод.** Ситуацию возможно изменить на законодательном уровне и при подаче соответствующих предложений от хозяйствующих субъектов, имеющих на своем балансе особо опасные и технически сложные объекты, в адрес Министерств и Правительства РФ.

**Письмо ОАО «ФСК ЕЭС» от 23.09.2010  
№ДГ/93/1574**

При проектировании ВЛ с применением стальных опор из многогранного профиля для объектов ОАО «ФСК ЕЭС» обязательным является выполнение требований Стандарта организации ОАО «ФСК ЕЭС» «Проектирование многогранных опор и фундаментов к ним для ВЛ напряжением 110-500 кВ». Стандарт разработан ОАО «СевЗап НТЦ» по ОАО «ФСК ЕЭС» (инв. № 20019тм).

В соответствии с данным Стандартом:

.... **Модифицированные конструкции опор** — конструкции, разработанные на основе базовых конструкций с сохранением общей конструктивной формы, расчетной схемы и конструктивных решений узлов.

**Письмо ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «ЦИУС  
ЕЭС» от 14.02.2014 №ДВ/99/226**

**Модифицированная конструкция опоры** — это разработанная на основе базовой опоры конструкция без изменения:

1. расчетной схемы;
2. общей конструктивной формы (стойки, траверсы, тросостойки, оттяжки, ветровые связи);
3. конструктивных решений и взаимного расположения узлов;
4. вида и взаимного расположения изолирующих подвесок.

**Письмо ОАО «ФСК ЕЭС» от 23.09.2010  
№ДГ/93/1574**

**Модифицированные** конструкции опор могут отличаться от базовой опоры габаритными **размерами (высотой, диаметрами секций), количеством секций, числом граней, толщиной элементов, числом грозозащитных тросов, наличием подставок для увеличения высоты опоры** и, возможно, вылетами траверс (если это необходимо для обеспечения требуемых воздушных промежутков)

**Письмо ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «ЦИУС  
ЕЭС» от 14.02.2014 №ДВ/99/226**

**Модифицированная** конструкция может отличаться от базовой опоры **исключительно:**

- 1.увеличением толщины стенки и повышением прочности стали отдельных узлов и элементов;
- 2.конструкцией узла крепления изолирующих подвесок;
- 3.конструкцией опорных узлов в части сопряжения их с фундаментами различных конструкций;
- 4.узлы и элементы не входящие в силовую схему опоры, такие как лестницы, смотровые площадки, страховочные приспособления, дополнительные узлы крепления такелажа, предназначенные для ведения ремонтных и эксплуатационных работ и т.д.;
- 5.наличием консолей или иных приспособлений для крепления подвесных ОПН или иных защитных или диагностических устройств



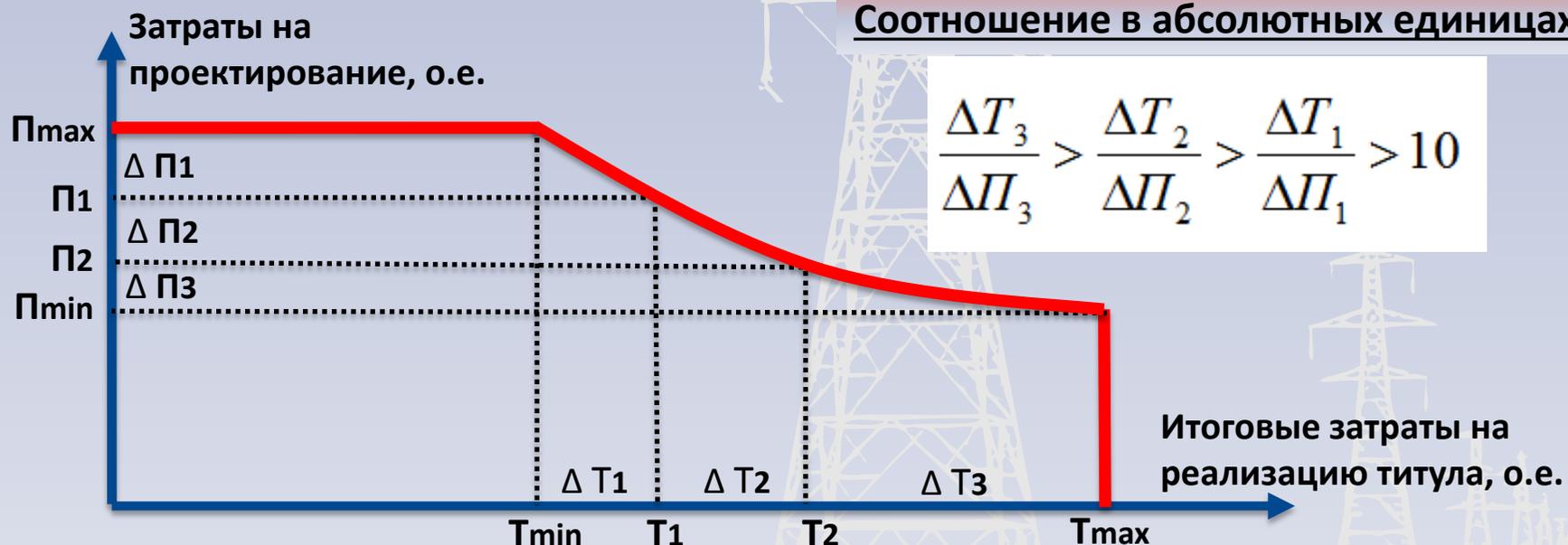
**Итоговое решение о применении в рамках конкретного титула модифицированных или разработанных впервые конструкций опор должно быть утверждено на этапе принятия основных технических решений заместителем Председателя Правления - главным инженером ОАО «ФСК ЕЭС» для всех объектов вне зависимости от класса напряжения.**

**1. Для модифицированных конструкций опор достаточно иметь положительное экспертное заключение от организации-разработчика типовой (базовой) конструкции на соответствие заявленным расчетным нагрузкам.**

**2. Разработанные впервые конструкции должны проходить в обязательном порядке механические испытания в рамках разработки проектной документации.**

**Повсеместное снижение квалификации проектных организаций в настоящее время приводит к тому, что даже при реализации типовых технических решений возникают грубейшие ошибки, ведущие в итоге к увеличению сметной стоимости строительства объекта, перепроектированию**

**В связи с принятым курсом ОАО «ФСК ЕЭС» на снижение стоимости строительства объектов в условиях сокращения инвестиционной программы необходимо, наоборот, привлекать на условиях генподряда к проектированию квалифицированные проектные организации и имеющие опыт выполнения работ в «своём» регионе**





## Приоритетные задачи ближайшей перспективы, на которых необходимо сконцентрировать усилия

- 1) **Создание на базе ведущих проектных организаций Центров-держателей расчетных моделей для актуализации схемы и программы развития региональной сети с последующим их привлечением к расчетам электрических режимов при объектовом проектировании.**
- 2) **Повышение квалификации сотрудников электросетевых компаний параллельно с сотрудниками проектных организаций. Для этого в т.ч. требуется создание центра по подготовке высококвалифицированных кадров (на базе двух-трех ведущих проектно-конструкторских институтов страны).**
- 3) **Введение единых систем автоматизированного проектирования, интегрирующих этапы проектирования линейных объектов, начиная с инженерно-геологических изысканий, обследования существующих линейных объектов и заканчивая разработкой чертежей рабочей документации.**  
**Это позволит с одной стороны минимизировать ошибки, связанные с «человеческим» фактором, сократить время разработки проекта в условиях применения типовых решений, и в итоге даст возможность применить рационализаторский и творческий подход к решению нестандартных задач.**

- 4) **Применение «индивидуального подхода» при проектировании протяженных линейных объектов, который позволит добиться значительного экономического эффекта.**
- 5) **Должно быть налажено тесное взаимодействие между проектными организациями, разрабатывающими новые конструкции опор, фундаментов, проводов и заводами-изготовителями (многогранных и решетчатых опор), позволяющая решать нестандартные задачи в минимальные сроки.**
- 6) **ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети» необходимо:**
  - **создание типовых серий конструкций решетчатых опор ВЛ 110-500 кВ и фундаментов к ним, отвечающим требованиям современных НТД**
  - **создание типовых серий конструкций железобетонных опор ВЛ 110-500 кВ с секционированными стойками, отвечающим требованиям современных НТД**
  - **актуализировать методику выбора проводов для ЛЭП различного конструктивного исполнения на класс напряжения 110-750 кВ**
  - **выполнить НИОКР «Исследование коррозионных воздействий на линейные строительные металлические конструкции в грунте»**
- 7) **Правом официального использования разработанной по заказу ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети» документации наделять только те организации, которые прошли соответствующее обучение.**



**Спасибо за внимание!**