



Актуальные задачи проектирования, строительства и реконструкции ВЛ

АО «ЦИУС ЕЭС»

Руководитель Управления подстанций
и линий Кузьмин А.В.





Уважаемые коллеги!

В предыдущих выступлениях на конференциях с аналогичной тематикой более пристальное внимание уделялось актуальным вопросам электросетевого строительства. Как представитель АО «ЦИУС ЕЭС» не могу оставить эти вопросы без внимания, но в этот раз основная часть выступления посвящена актуальным вопросам электросетевого проектирования.

Более полувека назад Приказом Министра строительства электростанций № 127 от 27.06.1962г. был основан Всероссийский проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Энергосетьпроект».

Тогда же, в 1962-м году приказом того же Министерства от 29 июня № 133 была сформирована сеть отделений, как их тогда назывались.

Слева отображена структура, как она была сформирована в 1962-м году. В дальнейшем появились Грузинское, Тульское, Армянское, Челябинское ... и др. отделения.

Так была создана структура, составляющая инженерный и научный фундамент электросетевого проектирования.

Институт Энергосетьпроект

Одп

Горьковский отдел
Северо-Западное отделение
Южное отделение (Р-н-Д)
Уральское отделение (Ек.)
Сибирское отделение (Новос.)
Томский отдел
Иркутский отдел

Латвийское отделение
Белорусский отдел
Украинское отделение (Хар.)
Днепропетровский отдел
Львовский отдел
Киевский отдел
Среднеазиатское отделение
Казахский отдел



Приходится констатировать досадный факт – в последние 2-3 года практически завершился процесс распада традиционной, сформированной во времена СССР структуры электросетевого проектирования.

Из этого досадного факта проистекают по меньшей мере 2 вопроса:

- в какой мере сложившаяся на сегодняшний день электросетевая проектная среда отвечает современным задачам электросетевого строительства?
- какой должна быть новая структура для обеспечения эффективного решения стратегических задач электросетевого проектирования?

В СССР любые задачи (в том числе и организации проектирования ЕЭС) решались исходя из разработанных на длительный период планов развития. Современное состояние является следствием деструктивных процессов на территории СНГ. Вопрос развития сети в 90-е годы прошлого столетия был пущен на самотёк исходя из господствующего в то время принципа: «Рынок всё расставит по своим местам». Как показала практика новейшей истории Страны, доверять на откуп рынку структурирующие, перспективные, функции нельзя категорически.

В какой мере новая ситуация в проектной среде отвечает современным реалиям?

ОАО «Институт
Энергосетьпроект»

Филиал ЭНЕКС (ОАО)
«Южэнергосетьпроект»

Прочие проектные
организации



Разумеется, объём электросетевого проектирования в настоящее время не сопоставим с советским. Но всё равно, это – значительный объём проектирования нового строительства и реконструкции ВЛ и ПС вплоть до номинала 750кВ. Возможно и постоянного тока.

Из необходимости тотального возрождения отечественной экономики, следует и необходимость развития и укрепления ЕЭС. Причём сеть будет развиваться не только количественно, но и качественно – усложняться и эволюционировать.

И становится очевидно, что существующая структура электросетевого проектирования (один полнофункциональный институт, и совокупность сравнительно небольших проектных организаций), практически завершающийся процесс перетекания электросетевого конструирования на заводы-изготовители, ни в коей мере не способна обеспечить развитие, эволюционирование и не отвечает современным вызовам.

Три возможные варианта развития обозначены справа. Чтобы понять – какой из них предпочесть, необходимо чётко сформулировать задачи, стоящие перед новой структурой электросетевого проектирования в ближайшем будущем.

1. Совокупность мелких проектных организаций, конкурирующих друг с другом. Возможно, с одним «Центральным» институтом.

2. Возрождение в том или ином виде сети проектных организаций, на подобии советской.

3. Некая совокупность первых двух форм.



Задачи новой структуры :

1. Повышение качества и эффективности электросетевого проектирования на основе технического, технологического переоснащения, формирования системы подготовки кадров на долгосрочной основе, стабилизация кадрового состава.

2. Создание и поддержание функционирования интерактивной базы данных всех разработанных до настоящего времени проектов ВЛ, типовых проектов электросетевых конструкций.

3. Формирование и поддержание функционирования интерактивной базы результатов всех видов инженерных изысканий. Эффективное использование результатов изысканий прошлых лет.

4. Анализ отечественного и мирового опыта электросетевого проектирования. Эффективный отбор и аккумуляция лучших практик.

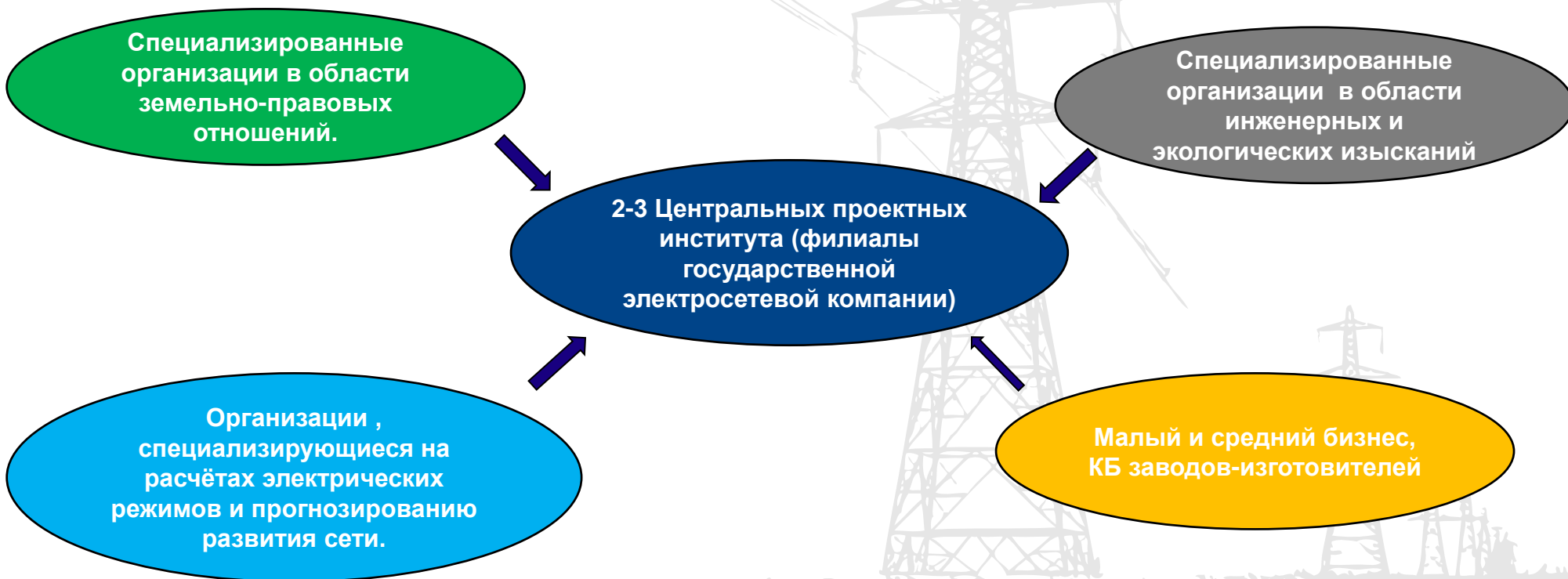
5. Освоение и развитие современных технологий проектирования – цифровое проектирование, построение 3D-моделей, совершенствование программных средств.

6. Развитие индивидуального проектирования – оперативная разработка новых конструкций и материалов под конкретные задачи, разработка новых технологий строительства.

Не претендую на полноту – это задача не уровня доклада конференции...



Очевидно, что существующая структура вышеуказанным задачам ни в коей мере не отвечает. «Рыночный механизм» измельчает всё крупное, структурированное, стратегическое в порошок - уничтожает преемственность, кадровую стабильность, накопление знаний, повышение квалификации... Со всей очевидностью встаёт вопрос необходимости возрождения в том или ином виде государственной структуры электросетевого проектирования, которая в принципе может опираться в отдельных (не стратегических) вопросах на малый и средний бизнес. Какой должна быть эта структура?



Нормативно-техническое обеспечение электросетевого проектирования

Требования к составу и содержанию ПСД.



Совершенствование структуры электросетевого проектирования не возможно без повышения качества нормативной базы, устанавливающей чёткие, однозначно трактуемые требования к составу, содержанию и оформлению ПСД.

1. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

2. Требования к составу, содержанию и оформлению проектов ПС и ЛЭП напряжением 220кВ и выше Москва. ОАО «Институт Энергосчетьпроект. 304тм. 2010г.

1. Общие указания по составу и структуре разделов ПСД на ВЛ. Структура документов 1 и 2 в этом смысле совпадают.
2. В Постановлении строго говоря отсутствуют требования к ПСД на ЛЭП 35 – 750кВ (автомобильные, железные дороги, нефтепроводы, газопроводы, линии связи). «Требования...» несколько более конкретный документ, но всё равно слишком общий и не содержит и половины необходимых требований.
3. Не содержат сведения об этапности, стадийности проектирования и чёткие указания по содержанию и объёмам проработки (этапов, стадий)

Нормативно-техническое обеспечение электросетевого проектирования

Требования к составу и содержанию ПСД.



Таким образом в настоящее время фактически действует только один документ весьма общего характера, устанавливающий требования к составу и содержанию ПСД: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию.

Требования к содержанию этапов проектирования в общем виде содержатся в Задании на проектирование

Фактически задаёт структуру разделов и содержит самые общие указания по их содержанию.

Необходимость разработки Стандарта организации, в котором требования к составу, содержанию и оформлению ПСД будут прописаны предельно чётко. Придание этому документу официального статуса. Вплоть до Государственного стандарта.

1. Многообразии вариантов содержания, объёма, формы, качества материалов ПСД, выпускаемых разными проектными организациями.
2. Разнообразии форматов, качества, объёма предоставления графической информации.
3. Отсутствии каких либо требований к объёму, составу полноте предоставления расчётов и результатов расчётов, выполняемых программными комплексами. Единых требований к этим программным комплексам (регламент допуска к применению, требования к применяемым алгоритмам). Особенно это затрагивает расчёт опор, фундаментов и проводов и тросов ВЛ.
4. Затрудняет анализ, экспертизу, выявление проектных ошибок.

Нормативно-техническое обеспечение электросетевого проектирования

Требования к составу и содержанию ПСД.



В принципе возможно два пути:

1. Разработка СТО «Проектная документация на строительство и реконструкцию ЛЭП 35-750кВ. Требования к составу, содержанию и оформлению».

Целесообразно и необходимо:

1. Появится, наконец, документ, позволяющий проектной организации эффективно планировать, а заказчику эффективно контролировать разработку ПСД.
2. Установление единых требований улучшит условия контроля и позволит избежать многочисленных ошибок и недоработок.
3. Целесообразно привлечь ГГЭ. Чётко определить объём, состав документов для передачи в Главгосэкспертизу.

2. Разработка СТО «Эталонный проект на строительство и реконструкцию ЛЭП 35-750кВ». (Аналог СТО ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-33.180.10.171-2014 в части ВОЛС – ВЛ).

Нецелесообразно, потому что:

1. ВОЛС для ЛЭП – частный случай, подраздел одного из разделов.
2. Потребуется создание объёмного, многотомного документа.
3. Никакой эталон не сможет вобрать в себя всего многообразия ситуаций проектирования ВЛ.

Конструкции и материалы ВЛ: типовые или индивидуальные? Стандартные или нестандартные материалы?



Выбор конструкций и материалов ВЛ при проектировании



1. Типовые конструкции. Стандартные материалы

1. Не требуют средств на разработку.
2. Не требуется испытания и аттестация.
3. Имеется опыт применения – изучены положительные и проблемные моменты.
4. Нет необходимости в проверке прочности конструкции.
5. Не требуется постановка на производство – изготовление КМД, наладка технологических линий.
6. Снижение затрат времени на разработку ПСД



2. Конструкции индивидуальной разработки, модификации базовых конструкций. Нестандартные материалы

1. Эффективные индивидуальные конструкции позволяют получить экономию затрат на строительство и реконструкцию, относительно применения типовых конструкций.
2. Повысить эффективность эксплуатации.
3. Использование потенциала достигнутого на момент разработки уровня научно-технического развития.

Конструкции и материалы ВЛ: типовые или индивидуальные? Стандартные или нестандартные материалы?



Проблемы применения. Что выбрать проектировщику?

1. Типовые конструкции. Стандартные материалы

1. Типовых конструкций опор и фундаментов в настоящее время практически нет – все унификации прошлого века это материалы для проектирования. Таким образом, сводятся на нет практически все вышеобозначенные преимущества типовых конструкций.
2. Всё «типовое», что применяется последние 20 лет – это модификации. Требуют проверочных расчётов, разработки документации а нередко и проведения механических испытаний.

2. Конструкции индивидуальной разработки, модификации базовых конструкций. Нестандартные материалы

1. Документации нет. Её нужно разработать. Разработать не на что – в структуре затрат на разработку ПСД не предусмотрены средства на разработку индивидуальной конструкции.
2. Из действующих проектных организаций немногие обладает квалификацией, необходимой для разработки индивидуальной конструкции опор и фундаментов. Как правило, индивидуальные конструкции разрабатываются на заводах-изготовителях или в специализированных организациях.
3. Необходимость механических испытаний, аттестации, постановки на производство.

Конструкции и материалы ВЛ: типовые или индивидуальные? Стандартные или нестандартные материалы?



Что должно преобладать? Что развивать? Типовое или индивидуальное?

2. Конструкции индивидуальной разработки, модификации базовых конструкций. Нестандартные материалы



Лучшие индивидуальные конструкции.



«Проверенные временем» конструкции и материалы, показавшие эффективность и надёжность в эксплуатации



1. Типовые конструкции. Стандартные материалы

1. Типовые конструкции это лучшие индивидуальные разработки, проверенные временем и доказавшие эффективность и надёжность в эксплуатации.
2. Необходимо продолжать разработку наиболее часто употребляемых типовых конструкций, удовлетворяющих требованиям действующих нормативных документов. В частности – новейшую унификацию решетчатых опор и ж/б фундаментов.
3. Не менее важно и продолжать творческий инженерный поиск – разрабатывать новые конструкции опор и фундаментов, доказывать эффективность и обоснованность их применения в электросетевом строительстве. Лучшие конструкции получают статус типовых.
4. При проектировании необходимо, как правило, применять типовые разработки. В обоснованных случаях, при наличии возможности и соответствующем обосновании – индивидуальные конструкции.

Конструкции и материалы ВЛ: типовые или индивидуальные? Несколько примеров.



Стальная промежуточная многогранная опора 500кВ с ветровыми связями

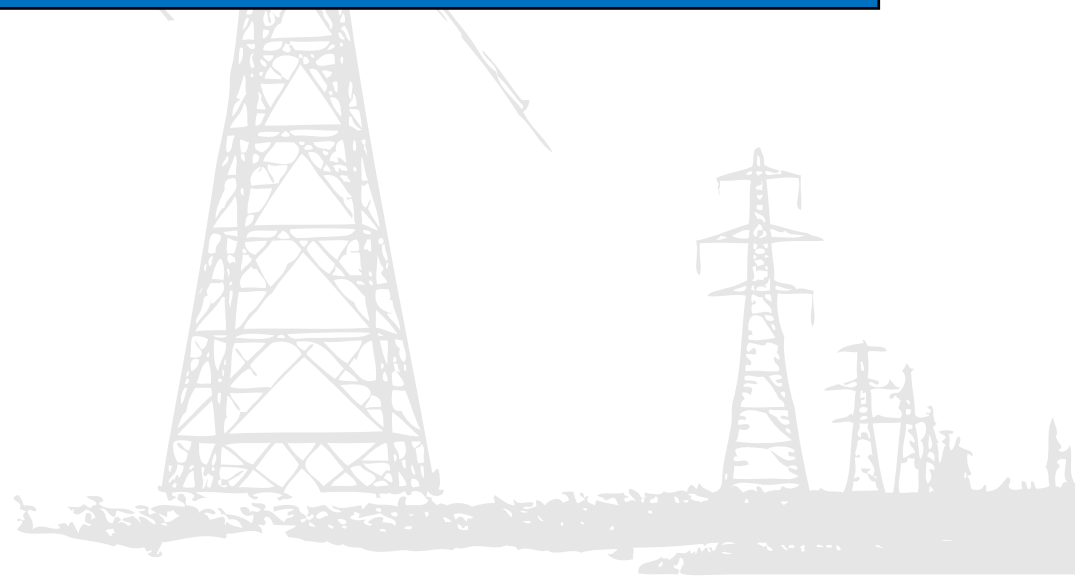


1. На фото стальная многогранная опора 500кВ 2МП500-1В. Разработаны и применяются её модификации 3В, 5В, 7В. Разработаны и применяются варианты исполнения этой же геометрической схемы с цилиндрическими и коническими стальными стойками, решетчатой и многогранной траверсой.
2. Опора 2МП500-1В изначально разрабатывалась как типовая в рамках целевой программы ПАО «ФСК ЕЭС». Все остальные упомянутые конструкции разрабатывались как модификации этой базовой опоры или индивидуально. Каждая из них имеет свои преимущества и спецификацию по области применения.
3. Базовая опора имеет меньший вес чем решетчатые и железобетонные аналоги, обеспечивает минимальный землеотвод, минимум среди аналогов затрат времени на сборку и установку.
4. Модификации данной опоры имеют свою специфику. Например на ВЛ 500кВ Красноармейская – Газовая опоры 5В и 7В позволили получить ощутимую экономию затрат на «гололёдном» участке трассы – десятки миллионов рублей.



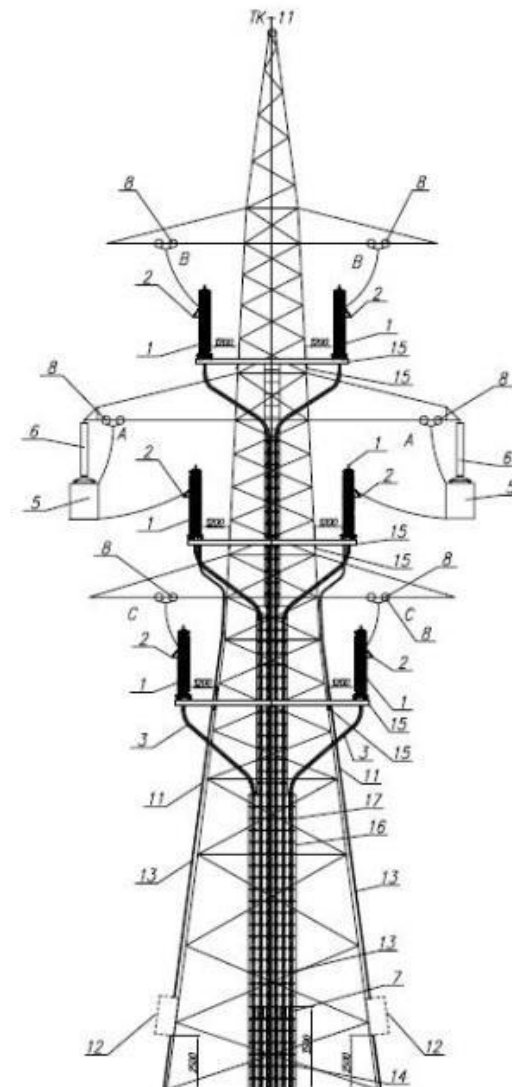


На фото опора ПЛ330 – эффективное решение для минимизации ширины просеки и прохождения ВЛ 330кВ в стеснённых условиях. Так как разработана в соответствии с требованиями ПУЭ 7-го издания вполне может использоваться как типовая конструкция.





Весьма распространённая в настоящее время задача – запроектировать переходной пункт КВЛ 220кВ может быть решена разными способами. Если по каким либо причинам проектная организация не может применить ничего лучше, чем двухцепная анкерно-угловая опора без траверсы, то здесь и пригодился бы альбом типовых решений переходных пунктов КВЛ 110-330кВ.





Весьма эффективный и эстетичный монолитный ростверк многосвайного фундамента можно устроить не везде и не всегда. Суровый климат и труднопроходимая местность нередко создают практически непреодолимые препятствия доставке бетона. В этих случаях применяется стальной многоярусный ростверк. Простой путь для проектной организации – применить унифицированные конструкции типового проекта 3.407-115.6. Результат будет примерно таким, как на фотографии слева. Но более правильный путь в этих условиях – разработать индивидуальную конструкцию.



В последние 10 лет многогранные опоры применялись практически по всей территории Страны, в самых разнообразных природно-климатических условиях. Типовых решений «на все случаи жизни» здесь не было и быть не могло. Всякий раз подход был индивидуальным. Если Вл проходит по центру крупного города – нет проблем изготовить монолитный ростверк. В труднодоступной местности с высоким уровнем грунтовых вод и высокой коррозионной активностью грунтов к стали применена конструкция на основе забивных свай со стальным ростверком. Ростверк под 3 и под 4 сваи с ответным фланцем был разработан в кратчайшие сроки.



Самая «массовая» промежуточная опора ВЛ 500кВ ПП500-5.

На фото одна из наиболее массовых промежуточных опор ВЛ 500кВ – ПП500-5. Таких опор в последние годы установлено несколько тысяч. Однако типовой считать нельзя, так как разработана в соответствии с нормативными документами прошлого века и в каждом новом проекте требует проектной адаптации – пересчёта, уточнения области применения, усиления.

Проблема состоит в существующих методах проектной адаптации. Задача эта решается разными проектными организациями с разной степенью эффективности.

Даже эту опору, безусловно одну из наиболее эффективных в своём классе, необходимо оптимизировать, что бы в полной мере, с максимальной эффективностью использовать все возможности данной геометрической схемы.

Вот здесь мы и подошли вплотную к рассмотрению вопроса:

Зачем нужна новейшая унификация типовых решетчатых стальных опор и фундаментов ВЛ 220 – 500кВ, когда существуют унификации прошлого века?



Новейшая унификация типовых решетчатых стальных опор и фундаментов ВЛ 220 – 500кВ – для чего? Зачем? Почему?

Несмотря на значительный объём применения СМО ВЛ 110 – 500кВ и других нетрадиционных конструкций в обозримом будущем более половины всего объёма опор ВЛ 110 – 500кВ будут составлять стальные унифицированные опоры решетчатой конструкции. И в этой связи отрадно отметить, что начата, наконец, разработка новейшей унификации стальных решетчатых опор ВЛ. Это нужно было сделать лет на 5 – 10 раньше, но лучше уж поздно, чем никогда. Ведь и по сей день, к сожалению, продолжается массовое применение конструкций, разработанных в прошлом веке, разработанных в соответствии с устаревшими и отменёнными нормативными документами, которые разными способами адаптируются под возросшие требования НТД. Стальные опоры новейшей унификации должны отличаться от старых унификаций не только соответствием требованиям действующих нормативов, но и не в последнюю очередь, учитывать технологические вопросы сборки, установки и транспортировки – т.е., эти опоры должны стать не только более надёжными и экономичными, но и более эффективными при строительстве и реконструкции.

1. Типовые опоры и фундаменты прошлых лет не соответствуют расчётным нагрузкам и требуют проектной адаптации, которая не всегда выполняется эффективно.

2. Проектная адаптация типовой опоры требует в каждом проекте выполнять проверочные расчёты, уточнять область применения, разрабатывать модификации конструкций, перерабатывать документацию стадии КМ, КМД. Всё это в итоге приводит к увеличению затрат времени и средств на проектирование.

3. Типовые опоры и фундаменты прошлых лет не соответствуют требованиям НТД по геометрической схеме и несущей способности.



Типовые конструкции новейшей унификации позволяют снизить стоимость проектирования и строительства, сократить временные затраты, повысить эффективность эксплуатации ВЛ.

Конструкции и материалы ВЛ. Типовые или индивидуальные – что выбрать?



Новейшая унификация типовых решетчатых стальных опор и фундаментов ВЛ 220 – 500кВ – для чего? Зачем? Почему?

Наличие типовых конструкций в полной мере удовлетворяющих требованиям НТД и условиям применения, обеспечивающих требуемый уровень надёжности и минимум стоимости строительства.

Типовой проект из интерактивной базы данных Заказчика Проектировщику

Принятие решения о применении типовых электросетевых конструкций.

Принятие решения на стадии ОТР.

Принятие решения о необходимости разработки индивидуальных конструкций.

Типовые конструкции в той или иной мере не обеспечивают в заданных условиях надёжность, экономичность, эффективность.

- Финансирование разработки?

- Допуск к применению?

- Постановка на производство?

Заказчик на второй стадии проектирования проводит конкурс среди конструкторских бюро на разработку индивидуальной конструкции

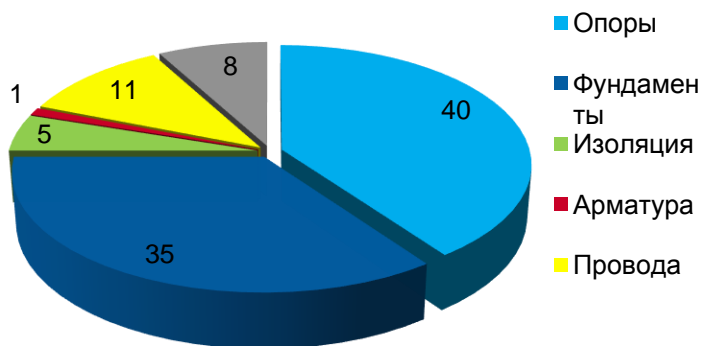
Полный комплект документов КМ, допуск, постановка.

Проектировщику и заводу-изготовителю



После некоторого застоя 90-х годов прошлого века, электросетевое строительство возобновилось в значительном объёме. Сперва зарубежные, а затем и отечественные производители предлагают всё расширяющийся перечень конструкций и материалов ВЛ. Здесь не только «хорошо забытое старое», но и принципиально новые конструкции и материалы. Задача выбора оптимального сочетания конструкций и материалов для конкретной линии становится всё более нетривиальной. Однако критерий выбора со времён СССР остаётся неизменным – минимум затрат на строительство и эксплуатацию.

Несколько изменился методический подход. По формуле, рекомендованной известным справочником прошлого века, затраты определялись как сумма затрат на сооружение и эксплуатацию. Последние определялись как некий процент от затрат на строительство. Критерий экономичности – 5%. В современной проектной практике как правило применяется расчёт по методу минимума дисконтированных затрат. Это более сложный метод, учитывающий ряд финансово –экономических показателей с прогнозом их изменения в будущем. Но общий смысл остаётся прежним – выбранные конструкции и материалы должны обеспечивать минимум затрат на строительство и эксплуатацию, не забывая при этом о надёжности и долговечности ВЛ, как об основном критерии выбора. Из сказанного следует, что прежде всего необходимо исходить из доли того или иного электросетевого элемента в структуре затрат.



На диаграмме показана примерная структура затрат на закупку конструкций и материалов для строительства ВЛ 220 кВ, из которой легко видеть - более половины стоимости составляют затраты на опоры и фундаменты. В данном случае это порядка 75-ти процентов. Для более высоких классов напряжений доля затрат на опоры и фундаменты в общем объёме снижается при возрастании доли на провода, изоляции и арматуры. Очевидно, что основной потенциал экономии может быть реализован при правильном выборе типов опор и конструкций фундаментов.



Опоры анкерно-угловые



Как правило, модифицированная типовая стальная опора решетчатой конструкции

Опоры промежуточные



Технико-экономическое сравнение вариантов стальных решетчатых, многогранных, железобетонных, композитных конструкций. Критерий – минимум затрат при заданном уровне надёжности

Фундаменты



Наиболее эффективный, надёжный и долговечный вариант в данных грунтовых и природно-климатических условиях.

Конструкция фазы



Технико-экономическое обоснование с учётом потерь электроэнергии за расчётный период.

Тросы грозозащитные



Технико-экономическое сравнение – минимум затрат при условии соответствия Стандартам Заказчика исходя из необходимости устройства каналов оптической связи.

Изоляция линейная



Надёжность, долговечность, эффективность эксплуатации.

Арматура линейная



Надёжность, долговечность совместимость с принятой фазой и тросом, корона, потери на перемагничивание.



Опоры промежуточные и фундаменты к ним



Технико-экономическое сравнение вариантов стальных решетчатых, многогранных и, наконец, получивших вторую нормативную жизнь, железобетонных, композитных конструкций расставленных на 10-ти километровой участке, с учётом:

- Стоимость закупки конструкций;
- Стоимость доставки;
- Стоимость СМР;
- Стоимость постоянного землеотвода и на период строительства.

Необходимо так же учитывать:

- Эффективность эксплуатации;
- Ситуацию с расхищениями металлоконструкций в регионе строительства;
- Грунтовые и климатические условия.

Ниже кратко остановимся на особенностях стальных многогранных опор и новой серии опор железобетонных на центрифугированных секциоированных стойках.





При рассмотрении варианта применения стальных многогранных опор ВЛ 110 – 500 кВ необходимо учитывать:

1. Применение промежуточных СМО 330 кВ и выше как правило приводит к увеличению стоимости строительства.
2. Промежуточные СМО на ВЛ 330 кВ и выше не следует рассматривать, как массовые, а скорее как инструмент для решения специальных задач.
3. Как правило следует избегать применения анкерно-угловых СМО. В особенности это относится к классу напряжения 330 кВ и выше.
4. ТЭ сопоставление СМО с другими вариантами опор всегда следует выполнять совместно с фундаментами. Как правило именно сложности устройства фундамента и его стоимость делают вариант СМО неприемлемым. Именно по этой причине следует избегать применения СМО в скальных грунтах и болотистой местности.
5. Увеличение транспортных расходов.
6. Немногие заводы способны обеспечить удовлетворительное качество горячецинкового покрытия низколегированной стали. Здесь требуются другие параметры процесса и другой состав цинкового расплава.
7. Географический фактор - практически все прошедшие процедуру проверки качества отечественные заводы-изготовители СМО расположены в Московской и соседних с ней областях.
8. Необходимо обратить внимание на оснащение СМО приспособлениями для монтажа и установки. Эксплуатация предпочитает решетчатый вариант траверсы!

Разработка железобетонной порталной опоры 500кВ на основе секционированных центрифугированных стоек.



К сожалению, ограничение на применение железобетонных опор ВЛ 220 кВ и выше не снято в полной мере до настоящего времени. Обосновывалось это необоснованное ограничение сравнительно низким сроком службы ЖБО – порядка 30-ти лет. Между тем, как срок службы стальных решетчатых опор было принято оценивать в 50 лет, а СМО – в 70. Однако объективный анализ результатов применения линейного центрифугированного железобетона показывает - срок службы железобетонных опор может быть сопоставим со сроком службы стальных опор. При более низкой стоимости.

Основная проблема применения ЖБО именно в качестве изготовления и надлежащем контроле параметров технологического процесса на заводе-изготовителе. Другая – доставка (необходимость применения опоровозов). Кроме того на снижение долговечности ощутимо влияют и применявшиеся прежде методы СМР.

Но проблемы эти преодолимы. Стоимость строительства на ЖБО ощутимо ниже. Кроме того – эффективное решение вопросов расхищения, антикоррозийной защиты фундаментов в грунте и пр.

К 2016г. разработана и испытана порталная опора с ветровыми связями на основе центрифугированных конических стоек. Предварительная оценка показывает возможность существенного снижения стоимости строительства ВЛ 500кВ вследствие применения этой конструкции. При этом надёжность и долговечность не ниже, чем у стальных аналогов. Кроме того, предлагаемый конструктив позволяет реализовать безригельное закрепление, уйти от необходимости дорогостоящей антикоррозийной защиты металлоконструкций в грунте, обеспечивается защита от действий расхитителей конструкций ВЛ. На лучших отраслевых заводах реализован 100% компьютерный контроль за технологическими параметрами изготовления. Опора на снимке слева полностью разработана, испытана и готова к применению как типовая.



Тросы грозозащитные

Необходимость устройства ВОЛС.

Тросы грозозащитные

ОКГТ.
ООО «Инкаб» (Пермь).
ООО «Саранскабель-Оптика» (Санарнск)

Подвесные ОПН

Грозозащитные тросы нового поколения:
МЗ, ГТК, ГТ и пр., удовлетворяющие СТО
56947007-29.060.50.015-2008
Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35-750 кВ. Технические требования (с изменениями от 30.10.2014)



С целью повышения грозоупорности ВЛ 110 кВ и выше необходимо учитывать следующее:

1. Преследуя цель экономии затрат посредством применения новых конструкций проводов и увеличения длин пролётов необходимо помнить, что одним из следствий увеличения пролётов является существенное увеличение поражаемости проводов ВЛ молнией. Это в первую очередь необходимо учитывать при проектировании ВЛ в районах с интенсивной грозовой деятельностью (более 60-ти грозовых часов в году).

2. Широко применяемые при линейном строительстве прошлого века в качестве грозозащитных тросов стальные канаты по ГОСТ 3062, ГОСТ 3063, ГОСТ 3064 характеризуются низкой механической прочностью, недостаточной стойкостью к ударам молнии, низкой коррозионной стойкостью. По этим причинам указанные тросы запрещены ОАО «ФСК ЕЭС» на ВЛ 110 кВ и выше с 2009 года, информационным письмом ОАО «Россети» от 11.12.2013г. №БР/74/883. В настоящее время допущен к применению ряд грозозащитных тросов, удовлетворяющих СТО 56947007-29.060.50.015-2008: ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-Р ОАО «Белорецкий металлургический комбинат», ГТК ООО «ЭМ-Кабель», МЗ ОАО «Северсталь-метиз». Упомянутые тросы выполнены из стальной проволоки более высокой маркировочной группы, имеют повышенную коррозионную стойкость (оцинковка по группе ОЖ или плакирование алюминием), повышенную стойкость к вибрации, «пляске» и ударам молнии.

3. По прежнему остаётся существенным количество двухцепных отключений ВЛ 110 – 220 кВ. При этом в п.2.5.128 ПУЭ указано, что «на двухцепных ВЛ 110 кВ и выше для снижения количества двухцепных грозовых перекрытий допускается усиление изоляции одной из цепей на 20-30%». Нормы технологического проектирования ВЛ усиливают данное положение до рекомендательного характера. В проектах двухцепных ВЛ, проходящих в районах с интенсивной грозовой деятельностью следует в обязательном порядке рассматривать необходимость применения дифф. Изоляции.

4. Для грунтов с высоким удельным сопротивлением, когда не удаётся обеспечить низкое сопротивление заземления опор, на больших переходах следует рассматривать вариант применения подвесных ОПН дополнительно к тросовой защите, а для районов с нормируемой толщиной стенки гололёда более 30 мм и взамен грозозащитных тросов.



Как указано выше, линейная изоляция должна выбираться исходя из надёжности и эффективности эксплуатации. Стоимость здесь не основной критерий. В этом смысле линейная стеклянная изоляция и в настоящее время, и в ближайшем будущем будет преобладать. Но нельзя не отметить и ощутимый рост качества полимерной изоляции.

Линейная полимерная изоляция непрерывно совершенствуется.

Найдены эффективные способы решения основных проблем.

	5 – 10 лет назад	В настоящее время
Стойкость к УФ-излучению	Отмечено разрушение полимерной изоляции под воздействием УФ-излучения.	Устойчивость современных ЛПИ подтверждена испытаниями. Проблема ПИ предыдущих поколений.
Декларируемый срок службы.	Ниже, чем у стеклянной изоляции – 25 лет.	30 лет.
Гарантийный срок	36 месяцев	60 месяцев
Поиск мест повреждения	Длительный поиск мест повреждения при отключениях с неуспешным АПВ	Разрабатываются индикаторы перекрытия в рамках НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС». Применение высокоточных ОМП
Ветровые нагрузки	Отклонения под действием ветровых нагрузок и, как следствие, перекрытия.	Исключение применения полимерной изоляции в «ветровых» районах
Воздействия птиц	Отмечены факты склёвывания птицами кремнийорганической резины.	Предложения заводов-изготовителей рассматриваются.

Выбор конструкции фазы. Зачем нужны «инновационные» провода? Область эффективного применения.



Провода АС по ГОСТ 839-80



Основной, долговечный, экономичный, эффективный провод.

Компактированные провода из Al сплавов. (АААС)



Могут иметь разные конструкции 2-х верхних повивов. Весьма эффективное решение для снижения нагрузки на конструкции ВЛ, экономии потерь электроэнергии.

Компактированные провода со стальным сердечником. (АСSR)



Эффективное решение для больших переходов через водные преграды.

Высокотемпературные провода



ВЛ с неравномерной нагрузкой – резко выраженными «пиками».

Провода с композитным сердечником



Сверхвысокая стоимость. Отсутствие эффективных решений по арматуре. Сложно оценить надёжность и долговечность. Применение не целесообразно.

На стадии ОТП следует сравнивать не менее 3-х типов проводов, подходящих по области целесообразного применения и нормируемой плотности тока. В ТЭО необходимо учитывать затраты на компенсацию потерь электроэнергии. Открытым остаётся вопрос – за какой период?

Снижение потерь электроэнергии – вот основной смысл применения компактированных проводов.



Если задача снижения затрат на строительство и эксплуатацию решается, в основном, правильным выбором типов электросетевых конструкций, то снижение потерь электроэнергии может быть достигнуто, в основном, применением современных конструкций проводов, так как порядка 75% технологических потерь электроэнергии приходится на ВЛ. Сразу замечу – речь идёт не о замене проводов на действующих ВЛ, а только о новом строительстве.

Сопоставление проводов разных конструкций и фирм-производителей на стадии ОТП вполне допустимо выделить в отдельный технико-экономический расчёт. И если многократная разница в стоимости прежде не окупалась снижением стоимости потерь даже за весь период эксплуатации, то в настоящее время, когда стоимость компактированных проводов снизилась в разы, а стоимость стандартных по ГОСТ 839, наоборот, увеличилась, такое сравнение на стадии ОТП вполне уместно. И это без учёта потенциала снижения потерь на корону. (Пока это не удаётся корректно оценить).

На сегодняшний день несколько десятков ВЛ 110 – 500 кВ, ряд больших переходов построены с применением новых конструкций проводов. Подводя десятилетний итог применения можно отметить, что задача повышения пропускной способности в России как правило не актуальна. Отмечены единичные случаи. Как правило применением новых проводов решается задача снижения затрат на электросетевые конструкции. Эффект достигается, как правило, на больших переходах. Решение этой задачи может быть и более эффективным. До настоящего времени не учитывается уменьшение гололёдообразования и сопротивления ветру. Необходимо экспериментальное подтверждение, разработка и утверждение соответствующих рекомендаций (задача заводов – изготовителей) и внесение изменений в НТД. Прежде всего – в ПУЭ.



В некоторых случаях при правильном подборе конструктивного исполнения удаётся получить несколько эффектов одновременно. Так, например, на ВЛ 220 кВ Афипская – Крымская произведена замена провода АС300/66 на GTACSR 217/47, в результате чего:

- увеличена пропускная способность ВЛ на 25%;
- уменьшен диаметр провода на 2 мм (снижение нагрузки на опоры);
- снижена масса провода (на 90 кг/км);
- прочность провода возросла на 10%.

Ниже приведено сравнение технических характеристик провода АС 400/51 по ГОСТ 839/80 и АААС-504-2z

Провод	Г дл. доп, А	Сопротивление, Ом/км	Диаметр, мм	Удельный вес. кг/км	Стоимость, тыс. руб./тонна	Разрывное усилие, кН
АС 400/51	825	0,073	27,5	1490	220	120,48
АААС-504-2Z	940	0,067	27,45	1401	≥ 300	162,3

Из таблицы можно видеть: провод АААС превосходит стандартный по всем основным характеристикам. Кроме того – снижаются потери на перемагничивание. Широкое применение компактированных проводов сдерживалось высокой стоимостью. Кроме того – вопросами совместимости с некоторыми типами линейной арматуры. В настоящее время широкий выбор компактированных проводов предлагается отечественными производителями. Разрабатываются и допускаются к применению всё новые конструкции, снижается цена. Мы следим за этим процессом, оцениваем эффективность тех или иных конструкций, сопоставляем. До настоящего времени технико-экономически обосновано применение компактированных проводов было как правило на больших переходах вследствие существенного снижения затрат на электросетевые конструкции. Возможно, в ближайшем будущем ситуация изменится. Надеемся на получение конструкций проводов, которые позволят окупить их применение не более чем за 10 лет.

Производителям при этом необходимо учитывать, что новая конструкция должна быть готова к применению комплексно – испытана со всеми видами линейной арматуры и допущена к применению в установленном порядке.



Защита ВЛ от действий расхитителей, хулиганов и организаций, не желающих оформлять работы с применением техники в охранных зонах ВЛ надлежащим образом – задача, которая не становится менее актуальной. В местах особенно интенсивного расхищения металлоконструкций эффективным решением является применение СМО или секционированных ЖБ опор. При этом в силу вышеописанных ограничений применение многогранников возможно не везде и не всегда. До настоящего времени наиболее распространённым методом защиты от расхищения является приварка гаек к стержню болтов. Надо заметить всё же, что этот простой но достаточно эффективный способ всё же не технологичен. Плюс – нарушение антикоррозийного покрытия, разногласия с контролирующими органами и Главгосэкспертизой.

В 2016-м году удалось, наконец, вплотную приблизиться к выпуску и поставке антивандального крепежа отечественными заводами-изготовителями. Крупнейшие из них письменно подтвердили готовность освоить выпуск и начать поставки.

Спасибо за внимание!



ЦИУС  **ЕЭС**