





# ООО «Метсбытсервис»

Тема: Технические решения высокой степени готовности для реконструкции и строительства сетей

# **Знергопрорыв**

Проект «Новые технологии и материалы, обеспечивающие повышение надежности и пропускной способности электрических сетей снятия физических параметров ВЛ и их интерпретации, с передачей информации о состоянии элементов линии в режиме реального времени»

#### 0. РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА





# Разработка принципиально новых продуктов и модификация Комплекса пластически деформированных проводов

для ВЛ 10 - 750кВ.

Уникальная отечественная технология, делающая провод значительно дешевле, любой аналогичной европейской продукции, подтвердившая свою эффективность в реализованных проектах, сертифицированная в России и Европейском Союзе,

#### позволила создать новую серию продуктов

Комплексная система снятия физических параметров ВЛ и их интерпретации, с передачей информации о состоянии элементов линии в режиме реального времени.

Решает задачи ДОРОЖНОЙ КАРТЫ развития в Российской Федерации высокотехнологичной области "Технологии передачи электроэнергии распределенных интеллектуальных энергосистем", утверждённой Заместителем Председателя Правительства РФ (Распоряжение N 5054п-П51 от " 25" мая 2021г)

# Провод АНВП, успешно заменяющий серийные провода АС и А, при реконструкции ВЛ на старых опорах

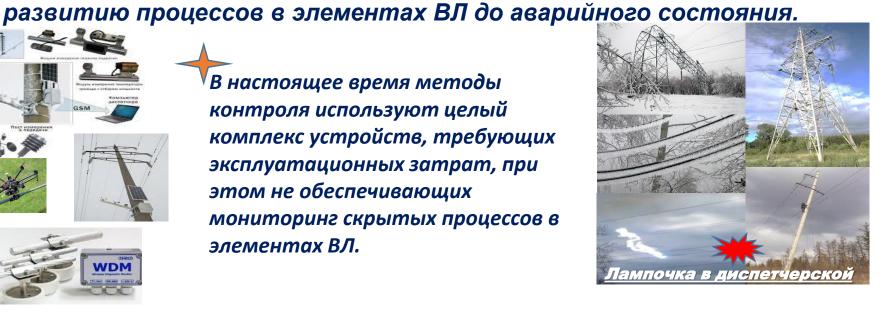
▶ Соответствует Положению ПАО «Россети»
 «О единой технической политике
 в электросетевом комплексе» и Программе
 инновационного развития ПАО «Россети» до 2025 г
 ▶ Увеличение пропускной способности и снижение
 потерь энергии

#### РЕШАЕМАЯ ПРОБЛЕМА

Отсутствие постоянного (в режиме реального времени) контроля состояния способно привести к некорректному управлению системой и



В настоящее время методы контроля используют целый комплекс устройств, требующих эксплуатационных затрат, при этом не обеспечивающих мониторинг скрытых процессов в элементах ВЛ.





Предлагаемое техническое решение обеспечивает постоянный мониторинг в режиме текущего времени технических параметров ВЛ, позволяя <u>повысить надёжность</u> контроля, исключив применение множества разрозненных устройств.

#### МЕТСБЫТ СЕРВИС

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ





#### Система контроля состоянии всех элементов ЛЭП в режиме реального времени.

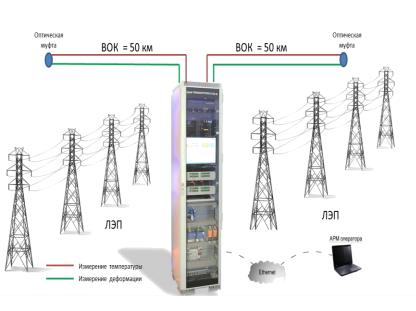
Одновременный контроль до 16 воздушных линий, используя только фазные провода



#### МЕТСБЫТ СЕРВИС

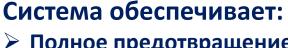
#### СУТЬ ИННОВАЦИИ





контроль в т.ч. скрытых дефектов, обеспечивая устранение неисправности планово, **до** события(аварии)

Передача данных Тс и Ти осуществляется по протоколам МЭК 60870-5-104 и МЭК-61850



- Полное предотвращение технологических нарушений связанных с перебоем энергоснабжения
- Исключение недоотпуска электроэнергии из-за отключений ВЛ
- Оптимизацию планирования ремонтов
- Оптимизацию режима плавки гололёда
- Снижение эксплуатационных затрат
- Снижение потерь электроэнергии
- Возможность учёта снижения углеродного следа (минимизация генерации для компенсации потерь)





## БИЗНЕС-МОДЕЛЬ И РЫНОК



# Формирование именно **СИСТЕМЫ** динамического мониторинга воздушных линий в режиме реального времени

(включающую фазные провода, блоки интерпретации и хранения данных и программное обеспечение)

СИСТЕМА реальной цифровизации оптимизирует режимы работы и обслуживания ВЛ

Возможные направления тиражирования технического решения и коммерциализации

# SIEMENS Ingenuity for Life По интеграции системы в проект Smart Grid Architecture Иностранные компании проявившие интерес к проекту









### ОПИСАНИЕ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА







#### 1 этап - НИОКР

(Подтверждение заявленных характеристик Системы)

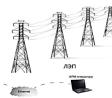


Опытный образец



Установка на ВЛ и отладка системы





Подтверждение Заявленных характеристик

# 2 этап - Внедрение Системы и интеграция в программно-аппаратный комплекс ПАО «Россети»

(при положительном результате 1 этапа)



Внедрение Системы и интеграция в ПАК

Проведение ОПЭ

# **ТИРАЖИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ**

(блок интерпретации сигнала может быть использован на другой ПС)

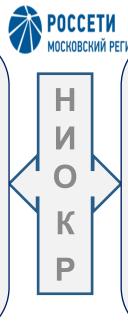


#### ЗАТРАТЫ И ЭФФЕКТЫ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА



#### СИСТЕМА оптимизирует режимы работы и обслуживания до 16ти ВЛ

Отрицательный результат 1го этапа Экономия за счёт снижения потерь обеспечивает окупает всю систему за период эксплуатации даже на 1 ВЛ от 4 лет (в зависимости от выбора провода), т.е. достигается отсутствие рисков даже в худшем случае



#### Положительный результат 1го этапа

- ► Затраты на ОПЭ оценочно составляют от 38 до 86 млн. рублей (зависят от выбора сечения провода, количества фаз и анкерных участков, где будет проходить ОПЭ).
- ► Окупаемость Системы (без учёта оптимизации плавок гололёда, ремонтов и обслуживания ВЛ) **5-7лет**

Расчёт экономической эффективности при установке на 1 ВЛ 110 кВ Луч-Ператово-Ядрошино приведён в приложении (слайд 23-24)



### ЗАТРАТЫ И ЭФФЕКТЫ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА



Основные этапы проекта	Вложения (тыс.руб)
Производство опытных образцов провода с модулем, в т.ч. для отладки технологии, с проверкой прохождения сигнала (1й этап - НИОКР)	1 500
Проведение полной серии тестов, определённых регламентом ПАО «Россети», с провер прохождения сигнала с арматурой и коммутационными устройствами. (1й этап - НИОКР)	/ / 50
Монтаж системы, совместно с блоками интерпретации сигнала на линиях с учётом пров арматуры, коммутационных устройств, гасителей вибрации и пр. (1й этап - НИОКР)	зода, 34 149
Отладка всей системы в течении годового цикла. (1й этап - НИОКР)	7 944
Внедрение Системы и интеграция в ПАК ПАО «Россети» (2й этап - при положительном результате 1 этапа)	40 000
ИТОГО	85 843
<ul> <li>Срок реализации работ – 1 год, определяется необходимостью отладки системы во всех климатических условий (зима-весна-лето-осень), и достижения заданной точности определения:</li> <li>▶ Фактических причин и величин изменения параметров при реальных нагрузках (гололёд, ветер, и т.д)</li> <li>▶ Температуры провода при разных (фактических) условиях окружающей среды.</li> </ul>	J3II AM sepange

Последующее серийное применение на других ВЛ такой отладки не потребует

Срок может быть сокращён, но это повлияет на точность работы системы



# РЕШАЕМАЯ ПРОБЛЕМА проект 2 проссети







- ▶Замена проводов в процессе эксплуатации существующих линий при реконструкции сетей, без замены опор
- ▶ Снижение потерь электроэнергии и повышение пропускной способности
- Снижение эксплуатационных и атмосферных нагрузок на старые опоры и продление ресурса элементов ВЛ
- ▶ Повышение качества электроэнергии, особенно для конечных потребителей сети 0,4-10 кВ

Из общей величины технических потерь около 78 % приходится на электрические сети 110 кВ и ниже, в том числе 33,5 % – на сети 0,4–10 кВ. Если принять во внимание, что коммерческие потери сосредоточены в основном в сетях 0,4-10 кВ, то общая доля потерь в них от суммарных по стране в целом составляет около 60 %.





## ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ Провод АНВП







АНВП являясь абсолютно инновационным продуктом, одновременно это модификация конструкции серийно применяемой с 2008г. – грозозащитного троса МЗ.

Сочетание нового сплава 6101 - Т4 ОК РУСАЛ и конструкции позволило разработать абсолютно уникальный (2 патента РФ и Патент ФРГ (DE102014101833)), российский продукт.

Провод АНВП обладает значительными преимуществами:

- > не имея стального сердечника, сплав и конструкция обеспечивают большую механическую прочность, чем провода АС тех же, и даже больших диаметров;
- > благодаря свойствам сплава 6101 Т4, в отличии от других, повышение прочности не влечёт значительный рост электрического сопротивления;
- > расширяет возможности при новом строительстве и реконструкции ВЛ;
- **р** провод обеспечивает снижение аэродинамической (20-35%) и вибрационной нагрузок на все элементы ВЛ, в 5 раз снижается вытяжка;
- > провод упрощает проблему реконструкции ВЛ без замены старых опор;
- > закрытая конструкция минимизирует гололёдообразование, благодаря торсионной жёсткости;



Успешная опытно-промышленная эксплуатация: ПАО «Россети-Московский регион»

ВЛ-110 «Голутвин-Рубин», провода АНВП 180,6

### СУТЬ ИННОВАЦИИ

## Широкий спектр реализуемых модификаций

Эффективность применения на объектах проведения ОПЭ





#### СИП-2-АНВП



Провод **АНВП**, успешно заменяет как AC, так и провода типа AAAC-Z148-1Z, обеспечивая оптимизацию реконструкции ВЛ на старых опорах

Провода	R при 20°C, Ом/км	Iдл. доп, А	Цена, Руб/км
AC 120/19	0,244	418	169 000
АНВП 135,88	0,239	550	138 000

Снижение потерь (ВЛ 110кВ) 1 550 000 ₽/год относит. AC120

ОПЭ: ПАО «Россети-Московский регион» ВЛ-110 «Голутвин-Рубин»



#### СИП-3-АНВП

Расчётные показатели для объектов проведения ОПЭ (линии КВЛ-6кВ РП4440/1-ЛР12-ПСС2-ЛР16)

	Экономия за счёт снижения		Увеличение тока,%		
Тип	потерь, относительно СИП-3 1х70 (ГОСТ) млн.руб/год	Дл. Доп.,А	Относ АС70	Относ АС50	
СИП 3 68/8	3,589	316	8,59%	50,48%	
СИП 3 81/9	7,447	331	13,75%	57,62%	
СИП 3 76 Т4	3,161	326	12,03%	55,24%	



Конструкция	R1,
попетрукции	Ом/км
<u>Целевой продукт</u>	
СИП2-3х50+1х54,6	0,72
ΓΟCT 31946-2012	
СИП2-АНВП -3х50 Вар.1	0,56
Изменение параметра	-22%
СИП2-АНВП -3х50 Вар.2	0,652
Изменение параметра	-9,44%
СИП2-АНВП -3х50 Вар.3	0,5731
Изменение параметра	-20,41%
Целевой продукт	
СИП-2-3х70+1х54,6	0,493
ГОСТ 31946-2012	
СИП2-АНВП -3х70 Вар.1	0,4
Изменение параметра	-18,86%
СИП2-АНВП -3х50 Вар.2	0,466
Изменение параметра	-9,48%
СИП2-АНВП -3х50 Вар.3	0,4094
Изменение параметра	-16,96%







#### Предлагаемый алгоритм развития проекта





#### Провод АНВП



Учитывая положительное ОПЭ применение для замены АС на старых опорах при реконструкции





#### СИП-3-АНВП и СИП-2-АНВП





Критерии оценки ОПЭ

Проведение ОПЭ Долгосрочное соглашение на применение при реконструкции и новом строительстве

Дорожная карта разрабатывается в соответствии со сроками плановых работ на объектах ОПЭ



#### Команда и ключевые компетенции

**Фокин Виктор Александрович** разработка технологии, организация взаимодействия с отраслевыми и иными научными центрами, а также компаниями – стратегическими потребителями продукции

**Власов Алексей Константинович** (к.т.н., автор более 20 патентов в области производства проводов и стальных канатов) -разработка оптимальных конструкций и методологии испытаний

**Гуревич Леонид Моисеевич** (д.т.н., проф., зав. кафедрой материаловедения ВолгТУ, автор более 50 научных работ в области материаловедения) -работа по вопросам металловедения и разработке оптимальных сплавов, математическое моделирование конструкций, участие в разработке технологии производства.

**Фролов Вячеслав Иванович** (30и летний опыт работы на производстве, автор более 20 патентов в области производства проводов и стальных канатов) - разработка и практическая отладка технологии производства конечного продукта

**Звягинцев Александр Васильевич** (30и летний опыт работы на в электроэнергетике, автор научных работ и патентов) - оптимизация электротехнической составляющей продукта

**Курьянов Василий Николаевич (**заместитель директора филиала Московского энергетического института, Начальник отдела инноваций и международного сотрудничества. Руководитель рабочих групп МЭК (IEC) и CIGRE, автор научных работ и патентов).

Общее количество членов команды - 100 человек с учетом привлеченных, под данный проект, специалистов.

Для реализации подобных проектов ООО «Метсбытсервис» имеет значительный (20 лет) опыт формирования межрегиональных и международных научно-технических групп, с привлечением значительных интеллектуальных ресурсов, в частности — Волгоградского и Новочеркасского государственных технических университетов, Московского энергетического института, Научно-исследовательского института строительных металлоконструкций им. Н.П. Мельникова, АО «ВИИЖТ», ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», Московского института стали и сплавов, ЗАО «НТЦ Электросети», SAG, FGH, VDE и других, в т.ч. корпоративных центров в РФ и за рубежом.







## Ресурсы

<u>История и динамика развития проекта</u> -Разработаны и запущены в серийное производство совместно с ПАО «Северсталь» (индустриальный партнёр), продукты, характеристики которых, позволяют реализовать проект, в частности:

- ряд модификаций высокопрочных и высокотемпературных инновационных проводов, соответствующих не только требованиям энергосетевого комплекса России, но и ЕЭС (в соответствии с аттестационными испытаниями в Германии).
- > ряд модификаций несущих тросов контактной сети железных дорог
- разработаны ряд конструкций стальных канатов с функцией контроля состояния
- разработаны и внедрены на производстве принципиально новые технологии послужившие основанием изменения 6 Стандартов РФ и созданию глобального стандарта и стандарта ТС

Изготовлен промышленный образец провода с распределённым датчиком (модулем), а также разработка системы интерпретации данных, т.о. разработка полностью готова к опытно-промышленному внедрению.

**Привлеченное венчурное/иное финансирование** — все разработки проведены за счет собственных средств

**Участие в программах институтов развития:** резидент Инновационного парка «Сколково», партнерские програм

«РЖД», Корпорации МСП, Российского экспортного центра, участник рейтинга Техуспех-2018 (5e место, МСП, 10ка ТОПа)



#### 10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ





#### <u>Система</u> динамического мониторинга ВЛ

- -Полное предотвращение технологических нарушений связанных с перебоем энергоснабжения
- -Исключение претензий из-за отключений ВЛ
- -Оптимизация планирования ремонтов
- -Оптимизация режима плавки гололёда
- -Снижение эксплуатационных затрат
- -Снижение потерь электроэнергии
- -Раннее предупреждение скрытых дефектов





- замена провода на старых опорах с увеличением их ресурса за счёт снижения нагрузок, в т.ч. атмосферных на опоры и фундаменты
- увеличение пропускной способности и снижение потерь энергии
- минимизация затрат при реконструкции



<u>Учитывая патентные преимущества, тиражирование перспективно в т.ч. совместно с Россети</u>



Возможность учёта снижения углеродного следа, за счёт минимизации выработки электроэнергии для компенсации потерь







## Спасибо за внимание!

metsbutservis@yandex.ru (8442) 49-18-10 (Волгоград) (495) 799-92-35 (Москва)

http://www.metsbytservis.ru









## ПРИЛОЖЕНИЯ





#### РЕШАЕМАЯ ПРОБЛЕМА



Отсутствие постоянного (в режиме реального времени) контроля состояния способно привести к некорректному управлению системой и развитию процессов в элементах ВЛ до аварийного состояния, до их выявления.

**Например: 20-25%** – всех проводимых в настоящее время плавок гололёда проводятся именно тогда, когда отложения на проводах и грозотросах ВЛ, в сочетании с ветром, действительно могут разрушить линию.

Остальные же **75–80%** – плавок являются, как правило, перестраховочными. «Избыточные перегревы» проводов и грозотросов приводит к необратимой деформации материала провода,



В настоящее время методы контроля используют целый комплекс устройств, требующих эксплуатационных затрат, при этом не обеспечивающих мониторинг скрытых процессов в элементах ВЛ.



Предлагаемое техническое решение позволяет осуществлять постоянный мониторинг в режиме текущего времени технических параметров ВЛ только с помощью фазного провода, с передачей информации на анализирующую систему, что позволит оценивать состояние основных элементов ВЛ, и как следствие существенно увеличить эффективность и надёжность её эксплуатации. Позволяет повысить надёжность контроля, исключив применение множества разрозненных устройств.

#### МЕТСБЫТ СЕРВИС

#### Параметры рынка



Потенциальные клиенты в РФ - ПАО «Россети», АО «РЖД», ПАО «Газпром»

#### Внешнеэкономический потенциал:

Tapametros даключено соглашение с Siemens AG по отработке методов оптического мониторинга параметров линий электропередачи, интеграции совместных технических решений динамического мониторинга линий в проект Siemens AG «Smart Grid Architecture». Пилотное внедрение намечено на одном из объектов Siemens AG в ФРГ.

#### Иностранные компании проявившие интерес к проекту:

- Austrian Power Grid, Dubai Electricity and Water Authority, National Grid SA и Saudi Electricity **Оценка объема рынка, динамика, позиционирование проекта на нем** — Принципиально новая система. Объективного(!) анализа применения не существует, и без совместной реализации соответствующей программы с компанией эксплуатирующей сети, такой анализ не возможен. Все исследования носят теоретический или субъективный характер. **Прямых серийных аналогов нет!** 

Тиражирование возможно как <u>в России, так и во внешнеэкономических проектах</u>, при подключении объектов, в т.ч. ПАО «Россети», АО «»РЖД», ПАО «Русгидро», ИнтерРАО и «Росатом» в связи с международной сертификацией элементов системы.

▶ Возможность использования операционных систем мониторинга российского производства

(для РФ)





#### СУТЬ ИННОВАЦИИ

#### Технология температурного контроля, деформации и вибро-акустических воздействий







Передача данных Тс и Ти осуществляется по протоколам МЭК 60870-5-104 и МЭК-61850

#### Серверный шкаф с оборудованием и оптическим анализатором

Система (блоки интерпретации сигнала и неизолированный, пластически деформированный провод, с распределённым датчиком в виде модуля со встроенными оптическими волокнами (ОВ)), связанны с анализирующим устройством на одной из концевых подстанций ВЛ. Модуль содержит два одномодовых волокна, которые используются для определения деформации (тяжения) Обратное рассеяние Бриллюэна - является чувствительным для изменения деформации. Одно многомодовое волокно для измерения температуры. Измерение температуры распределенным волоконнооптическим датчиком происходит на основе температурной зависимости комбинационного рассеяния (эффект Рамана).

Лазер посылает в оптоволокно световые импульсы Внешняя среда воздействует на структуру волокна и локально преобразует световой сигнал Программно-аппаратный комплекс анализирует и интерпретирует изменения светового сигнала

#### Возможности:

- Одновременный контроль до 16 ВЛ по температуре и деформации кабеля;
- Измеряемое расстояние до 100км;
- Дискретность измерения 1-2м;
- Температурное разрешение 0,3 °C;
- Температурный диапазон от -100 до +600°C;
- · Интеграция в существующие АСУ ТП и SCADA;
- Низкое энергопотребление 40Вт;
- Монтаж в серверную стойку;
- Обнаружение и идентификация воздействий;
- Определение места обрыва с точностью ±5м;
- Возможность объединения в одну сеть нескольких измеряемых устройств; **Решаемые задачи:** 
  - Температурное распределение и оптимизация токовой нагрузки ВЛ; Объём и скорость нарастания обледенения, температурный контроль плавки гололеда Обнаружение провисов, повал деревьев, удар молнии, КЗ и т.д.



#### МЕТСБЫТ СЕРВИС

## Расчёт экономической эффективности

Энерготех РОССЕТИ

при установке на 1 ВЛ 110 кВ Луч-Ператово-Ядрошино (вместо 16-ти)

input yetatiootic ita 2 oo	1220 112 117	cpa.oco.	HDOLING (	Difficulty To 1717		PULL
Тип провода	AC 150/24	АСВП 150/23	АСВП 216/33	Тариф на оплату потерь в ЕНЭС, р	уб./МВт.ч	2660
АНКЕРНЫЙ ПРОЛЕТ, м	110 200/21	1000	11.02.11.22.0,00	L, KM		5,942
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				Количество ВЛ или цепей		2
Количество ЛЭП или цепей		2		Т, час/год		7200
ДЛИННА одной ЛЭП, м		5942		Рабочий ток, А		200
Кол-во провода км		43		Характеристика	AC	АСВП
Цена 1 км провода, р.	215 640 ₽	174 000 ₽	268 000 ₽	Сопротивление при рабочей	150/24	150/23
Стоимость провода	9 225 597 ₽	7 444 138 ₽	11 465 683 ₽	температуре, Ом/км	0,2039	0,192
Длинна пролета промежуточной опоры (м)	299	299	299	Разница потерь мощности ΔР	-	161,6224
Кол-во промежуточных опор	17	17	17	по отношению к АС 150, кВт Экономия за год ΔW,		
ОТОГО	9 225 597 ₽	7 444 138 ₽	11 465 683 ₽	МВт*ч*линия	-	1163,681
Изменение стоимости	0₽	-1 781 459 ₽	11 465 683 ₽	Экономия на потерях	_	3,095392
<i>База расчёта: курс</i> € 85; \$ 75; средняя цена AL за 9 мес 2021г.				электроэнекргии, млн.руб/год		.,
				Экономия на потерях		
Постоянная составляющая Системы динамического				электроэнекргии, млн.руб за	-	52,62167
мониторинга (расчитана на 1 ВЛ, устанавливается на ПС)		33 692 500 ₽	33 692 500 ₽	17 лет		
Переменная составляющая Системы динамического				Характеристика	AC	АСВП
мониторинга (зависящая от длинны ВЛ)		19 000 288 ₽	19 000 288 ₽		150/24	216/33
				Сопротивление при рабочей температуре, Ом/км	0,2039	0,133
Экономия за счёт снижения потерь электроэнергии		52 621 670 ₽	73 769 180 ₽	Разница потерь мошности ΔР		050 0405
Итоговый эффект снижения затрат (без учёта				по отношению к АС 150, кВт	=	962,9435
оптимизации плавки гололёда, ремонтов и		- 1 710 341 ₽	- 9 610 709 ₽	Экономия за год $\Delta W$ ,	_	6933,194
обслуживания ВЛ)				МВт*ч*линия		
		47	4	Экономия на потерях	_	18,44229
<u>Окупаемость</u>	в рсчете на	17 лет	4 года	электроэнекргии, млн.руб/год		
				Экономия на потерях		
				электроэнекргии, млн.руб за	-	73,76918

Экономия за счёт снижения потерь обеспечивает

Отсутствие рисков даже в худшем случае



4 года

AHBΠ 240,72 6101 T4-290

ACBΠ(T) 218/63

ACBΠ(T) 190/54

ACBΠ(T) 159/44

**ΑCBΠ(T) 128/36** 

**ΑCBΠ(T) 150/23** 

69,3

130,1

113,1

93,2

77,1

57,4

3118,5

3118.6

3118.4

3118,5

3118,6

2583.0

#### Оценочный расчёт эффективности АСВП(Т) и АНВП на объекте проведения ОПЭ



Цена 1 км без НДС

215 640 268 000 331 560

262 000

308 000

269 000

222 000

173 000

174 000

	Оцопо п	IDIVI PUO IO	тоффокти	BIIOOIII	AODII(I	<i>,                                    </i>	Ha oob	OKIO I	Popod	<u>,0117171                                </u>	_
	<b>ВЛ 110 кВ Луч-Ператово-Ядрошино</b> , Максимальное тяжение 3118,5даН										
п	ровода	Разрывная нагрузка, кН	Макс. тяжение, даН	Сечение Al,мм²	<b>R</b> ,при 20°C, Ом/км	<b>І</b> дл. доп., <b>A</b> (АС,АНВП,АСВП)	<b>І</b> дл. доп., <b>A</b> (ACB <b>T</b> )	<b>Ø</b> , mm	Вес 1 км, кг	Длина пролета,м	L
AC	150/24	52,3	2352,6	149	0,2039	482		17,10	599,0	294	
АСВГ	I(T) 216/33	81,5	3118,6	216,34	0,133	673	920	18,50	855,0	321	
AC	240/32	75,1	3118,4	244	0,1182	670		21,60	921,0	314	Ī

240,72

217,9

190.4

158,8

128

150,1

0,192 Примечания: Токи указаны с учетом макс солнечной радиации; токи при 150 и 210°С -для высокотемпературного исполнения(стоимость АСВТ в скобках, исходя из ср. стоимости AL за 9 мес. 2021г

0,135

0,132

0.151

0,205

0,225

772

705

643

529

493

531

18,50

19,82

18,50

16,80

15,20

15.40

963

877

721

669

723

670,0

1106.7

960.3

792,7

645,9

598,0

332

305

315

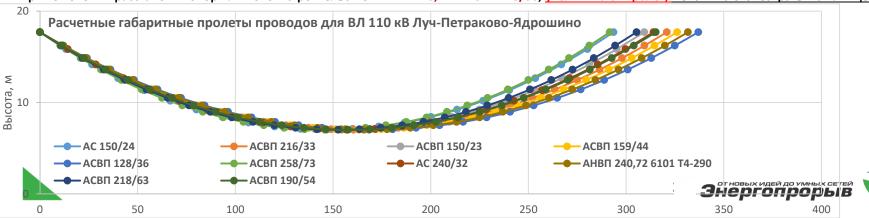
326

337

309

Оптимальны: 1. В пролёте АС 150 - АСВП(Т) 150/23, 128/36 и АНВП 240,72, с достаточным допустимым током и минимальными ценой и диаметром

2. При изменении расстановки опор или новом строительстве - АНВП 240,72 и АСВП 128/36, увеличивают пролёт, т.е. снижаются затраты на ВЛ в целом.





## Расчётный алгоритм на примере



#### двухцепной ВЛ 35кВ ПАО «Газпромнефть»



Опытный образец



Установка на ВЛ и отладка





Тиражирование на подстанции с 10-16 ВЛ











Замена провода АС 120/19 на **АСВП 128/36** с датчиком и отрицательном результате ОПЭ

Увеличение затрат при замене – 76 378 000₽

Экономия за счёт снижения потерь электроэнергии за 6 лет - 75 966 000₽

Провод остаётся в работе с возможностью отладки позже.

Отсутствие рисков даже в худшем случае





#### Замена провода АС 120/19 на

**АСВП 128/36** с датчиком и положительном

#### результате ОПЭ

Увеличение затрат при замене – 110 368 000₽

Экономия за счёт снижения потерь электроэнергии за 9 лет - 79 791 000₽

Экономия от предотвращения сбоев питания и недобора добычи за 11 лет – 30 800 000₽

Окупаемость на 1 ВЛ – 9 лет (система на 16 ВЛ)

#### Замена провода АС 120/19 на АСВП 128/36 с датчиком и положительном результате ОПЭ на 16 ВЛ

Увеличение затрат при замене - 728 065 000₽

Экономия за счёт снижения потерь электроэнергии за 6 лет – 425 573 000₽ Экономия от предотвращения сбоев питания и недобора добычи за 6 лет − 303 000 000₽

Окупаемость – 6 лет



#### Преимущества конструкции подтверждены на изделиях из стали, меди и алюминия

<u>Провод АНВП</u> являясь абсолютно инновационным продуктом одновременно это модификация конструкции серийно применяемой с 2008г. – грозозащитного троса МЗ.

Все механические особенности конструкции прошли экспериментальную проверку на <u>18 000 км ВЛ</u>.

<u>Сталь</u> Грозотрос и оттяжки опор

#### Подтверждены, на изделиях из трёх материалов:

- > значительное увеличение прочности, без увеличения диаметра;
- > снижение аэродинамической нагрузки (20-35%);
- > гололёдообразования (25-40%);
- > самопогашение колебаний и предотвращение раскручивания;
- ▶ в 5 раз снижается эксплуатационная вытяжка;

AL – провод АНВП

**CU** – несущий трос КС ж/д

РГР Аналогичная конструкция произведённая из меди, после года испытаний по стандартному регламенту, и двух лет испытаний, по специально разработанному для этого проекта АО РЖД, регламенту (включая ОПЭ) устанавливается с 2015г. на главном пути наиболее нагруженных Западно Сибирской, Восточно Сибирской, Свердловской и Южно-Уральской ЖД (Распоряжение АО РЖД №3148р).

Дополнительно подтверждены: Увеличение длительно допустимого тока без увеличения диаметра;

Значительное снижение термической потери прочности и температурной ползучести, относительно стандартных конструкций.



#### АНВП успешно заменяет не только провод АС но и иностранные изделия

пример замещения АС 120/19 в старом пролете											
Провода	Разрывная	Макс.	Сечение	R при 20°C,	Диаметр	Bec 1	Длина	Ідл. доп.,А	Цена,	Потери на 30 км	
83	нагрузка, кН	тяжение,даН	Al,mm²	Om/km	провода мм	км, кг	пролета, м		Руб/км	на ВЛ 35кВ - ₽/год	
Y				J,						относит. АС120	
AC 120/19	41,521	1453,23	118	0,244	15,2	471	299	418	169 000	0	
АНВП 135,88 6101-Т4-290	37,14	1671,32	135,88	0,239	14	379	292	550	148 000	- 1 331 336	
АСку 120/19	49,7	1608	120	0,244	13,8	473	300	526	218 540	0	

Пример импортозамещения

Провода	Разрывная нагрузка, кН	Макс. тяжение, даН	Сечение Al, мм <sup>2</sup>	<b>R</b> , при 20°C, Ом/км	<b>I</b> дл. доп.,A
АНВП 180,61 6101 Т4-290	52,38	2095,26	180,61	0,18	665
АНВП 157,79 6101 Т4-290	42,95	1932,77	157,79	0,2060	606
AAAC Z148 -1Z	42,96	1718,41	149,09	0,2259	504



#### Модификация АНВП успешно заменяет СИП 3 по ГОСТ 31946-2012

Конструкция	Норматив	Ном Сечение токовед. жилы, мм²	Диаметр жилы макс, мм	Сечение Al, мм²	Прочность на разрыв, кН	R, Om/ĸm	Rудельн, ом*мм²/м	Цена ₽/км
СИПЗ 1х70	ГОСТ 31946-2012	70	11,46	70	20,6	0,493	0,03451	115 000
СИПЗ 68/8	CTO71915393-TY220	67,6	10,4	67,63	22,24	0,426	0,0287976	120 549
	Относительно ГОСТ				8%	-14%	-17%	
СИПЗ 81/9	CTO71915393-TY220	81,3	11,4	81,3	26,75	0,354	0,0287802	139 463
	Относительно ГОСТ				30%	-28%	-17%	
СИПЗ 76 Т4	СТО71915393-ТУ220	75,14	10,4	75,18	22,113702	0,434	0,03261076	126 262
	Относительно ГОСТ				7%	-12%	-6%	

Успешная эксплуатация: ВЛ-10 ПАО «Полюс Золото», СИП-3- АНВП-160







#### Оценочный расчёт эффективности применения СИП-3-АНВП 🚵 РОССЕТИ на объектах проведения ОПЭ (линия КВЛ-6кВ РП4440/1-ЛР12-ПСС2-ЛР16)



#### протяженность заменяемого участка: **AC-70-**800м

Т, час/год	7200	
Рабочий ток, А	74	
Характеристика	AC 70/11	СИП 3 81/9
Сопротивление		
провода при	0,4218	0,354
рабочей	0,4210	0,334
температуре 20С, Ом/км		
Разница потерь		
мощности ДР по	_	
отношению к	_	30,3475
проводу АС70/11, кВт*линия		
Экономия		
электроэнергии	-	218,502
за год ∆W, МВт*ч*линия		
Экономия на		
потерях электроэнергии в год	-	0,581215
млн. руб.		
Экономия на		
электрических		
потерях	-	2,906076
электроэнергии		
<b>за 5 лет</b> , млн.руб.*		

		Увели	чение		
	Дл. доп.,А	тока,%			
	III	Относ	Относ		
Тип		AC70	AC50		
СИП 3 68/8	316	8,59%	50,48%		
СИП 3 81/9	331	13,75%	57,62%		
СИП 3 76 Т4	326	12,03% 55,249			

#### Сравнение с СИП-3 1х70 (ГОСТ)

Характеристика	СИПЗ-70 по ГОСТ	СИП 3 68/8	СИП 3 81/9	СИП 3 76 Т4
Сопротивление				
провода при	0,493	0.426	0.354	0.434
рабочей	0,493	0,426	0,334	0,434
температуре 20С, Ом/км				
Разница потерь				
мощности ДР по				
отношению к	1	37,48677	77,77106	33,01074
проводу АС70/11, кВт*линия				
Экономия				
электроэнергии	-	269,9047	559,9516	237,6773
за год ∆W, МВт*ч*линия				
Экономия на				
потерях электроэнергии в год	]-	0,717947	1,489471	0,632222
млн. руб.				
Экономия на				
электрических				
потерях	]-	3,589733	7,447356	3,161108
электроэнергии				
<b>за 5 лет</b> , млн.руб.*				

#### протяженность заменяемого участка: АС-50-600м

Т, час/год		7200				
Рабочий ток, А		55				
Характеристика	AC 50/8	СИП 3 68/8	СИП 3 81/9	СИП 3 76 Т4		
Сопротивление						
провода при	0,5951	0.426	0.254	0,434		
рабочей	0,3931	0,426	0,354	0,434		
температуре 20С, Ом/км						
Разница потерь						
мощности ΔР по						
отношению к	-	30,69165	43,75965	29,23965		
проводу АС						
50/8, кВт*линия						
Экономия						
электроэнергии	-	220,9799	315,0695	210,5255		
за год ∆W, МВт*ч*линия						
Экономия на						
потерях электроэнергии в	-	0,587806	0,838085	0,559998		
год, млн. руб.						
Экономия на						
электрических						
потерях	-	2,939032	4,190424	2,799989		
электроэнергии						
<u>за 5 лет</u> , млн.руб.*						





## СИП-2-АНВП Оценочный расчёт эффективности



№п	Конструкция	Норматив	Ø троса начальн(кругл пров)., мм	Ном Сечение пр жилы., мм²		щ. пряди	Ø проволон , мм	Расчетн Сечение Al, мм²	разрыв Прочность пряди, кН	R1, Om/km	Уд эл. Сопотивлени е, ом*мм²/м		Ø0й жилы мin, мм	Ø проволок , мм	Сечение Al, мм.кв	Прочност	R2 (0 пряди 54,6 мм), Ом/км	Уд эл. Сопотивление 0 жилы, ом*мм²/м
1	Целевой продукт СИП2-3x50+1x54,6	ГОСТ 31946- 2012	11,04	50	8,35	7,85	3,28	59,15	14,4	0,72	0,036	9,6	9,2	3,15	54,55	16,6	0,63	0,0343665
1	СИП2-3x50+1x54,6	Новый вар 1		50		7,85	3,28	59,15	7,848	0,56	0,028		9,2	3,15	54,6	21,0437	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-22%	-22%						-5%	-5%
1	СИП2-3x50+1x54,6	Новый вар 2		50		7,85	3,28	59,15	14,715	0,652	0,0326		9,2	3,15	54,6	16,0688	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-9,44%	-9,44%						-5%	-5%
1	Жила: 1прТ4, 6 прАІ	Новый вар3		50		7,85	3,28	59,15	8,823114	0,5731	0,02865		9,2	3,15	54,6	21,0437	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-20,41%	-20,41%						-5%	-5%
1	Жила:1прSt, 6 прАl	Новый вар 4		50		7,85	3,28	59,15	19,270764	0,6530	0,03265		9,2	3,15	54,6	16,0688	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-9,31%	-9,31%						-5%	-5%
2	Целевой продукт СИП-2-3x70+1x54,6	ГОСТ 31946- 2012		70		9,45	3,82	80,23	20,6	0,493	0,03451				54,6	16,6	0,63	0,034398
2	СИП-2-3x70+1x54,6	Новый Вар 1		70		9,45	3,82	80,23	10,9872	0,4	0,028			3,15	54,6	21,0437	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-18,86%	-18,86%						-5,08%	-5,08%
2	СИП-2-3х70+1х54,6	Новый вар 2		70		9,45	3,82	80,23	20,601	0,466	0,03262			3,15	54,6	16,0688	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-5,48%	-5,48%						-5,08%	-5,08%
2	1прТ4, 6 прАІ	Новый вар 3		70		9,45	3,82	80,23	12,35236	0,4094	0,02865			3,15	54,6	21,0437	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-16,96%	-16,96%						-5,08%	-5,08%
2	1прSt, 6 прAl	Новый вар 4		70		9,45	3,82	80,23	26,97907	0,4660	0,03262			3,15	54,6	16,0688	0,598	0,0326508
	Изменение параметра									-5,48%	-5,48%						-5,08%	-5,08%



## Полное импортозамещение От интеллектуальной

собственности и сырья до производства (30 Патентов РФ и Германии)



Комплекс проводов и грозотросов для ВЛ 10 - 750кВ. Первая Премия «За Лучший реализованный

инновационный проект для ПАО «Россети» СЕРТИФИЦИРОВАН в России и ЕС!























2001г



Deutsches

