

Разработка адаптивной автоматики ограничения перегрузки ВЛ

Попов Артем Александрович

**Главный эксперт Группы режимов Управления сопровождения ОТУ и режимов
Департамента оперативно-технологического управления «Федеральная сетевая компания
– Россети» (ПАО «Россети»)**

2023 / 5–6 июля

Москва / Конгресс-центр ЦМТ



VIII Международная
научно-техническая конференция

**«Развитие и повышение надежности
распределительных электрических сетей»**

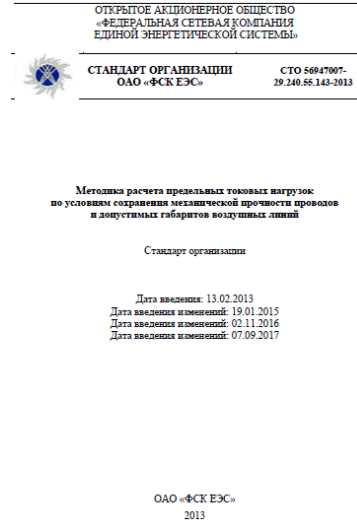
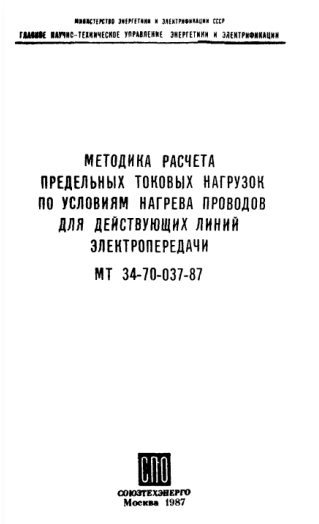
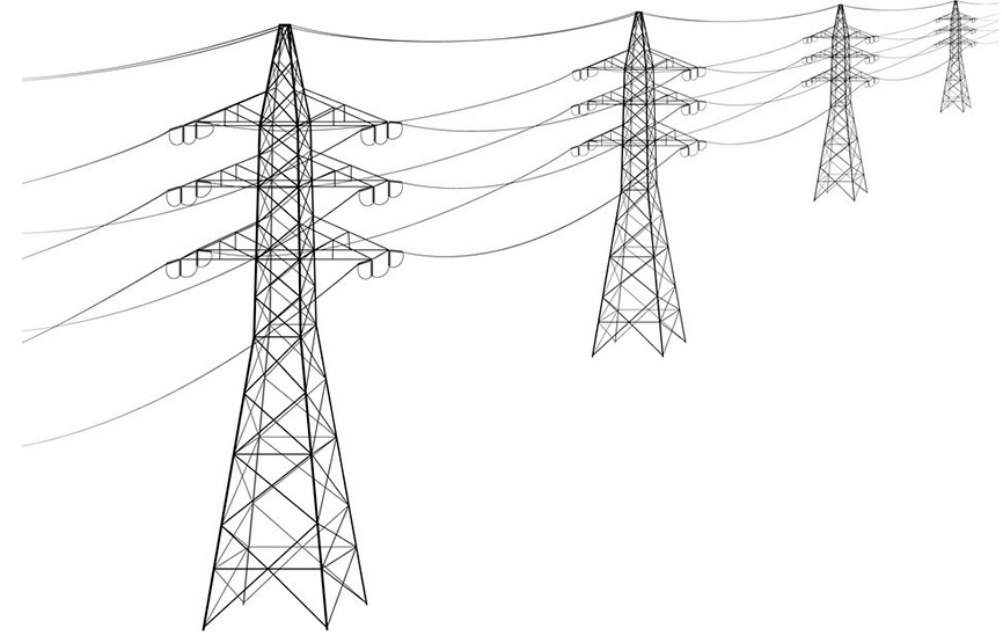
ОРГАНИЗАТОРЫ



Текущий подход к определению пропускной способности ВЛ

Основные НТД определяющие требования к расчету допустимой токовой нагрузке (ДТН) ВЛ

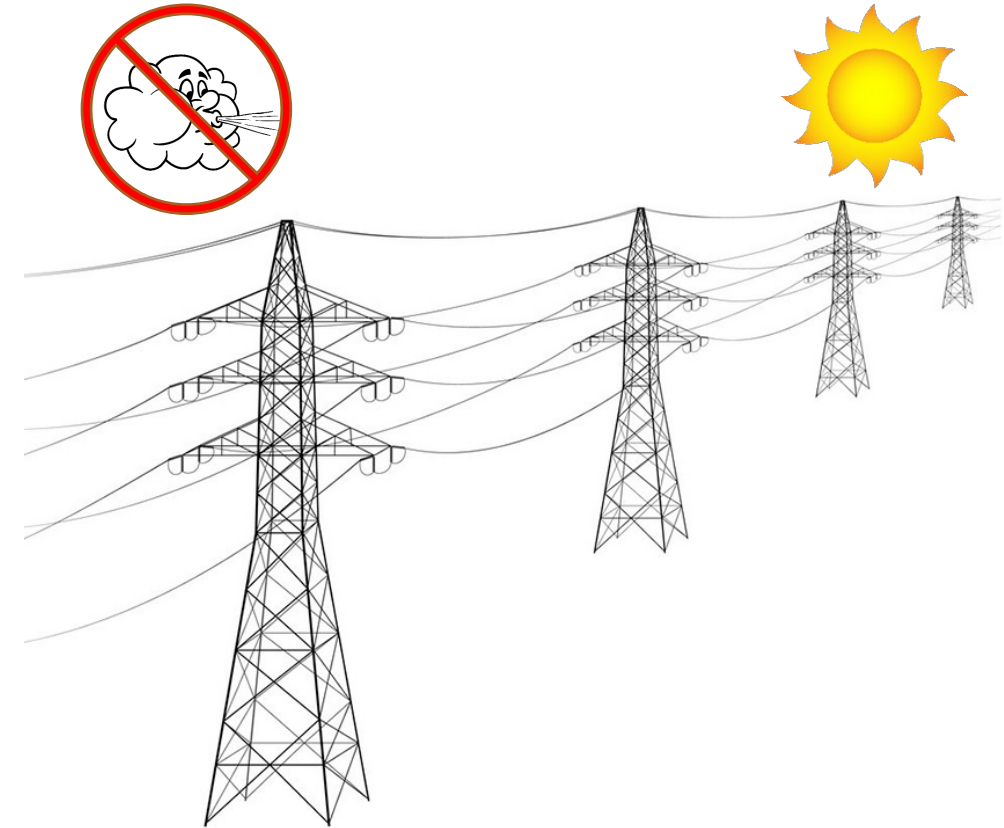
- ❑ Правила устройства электроустановок
- ❑ МТ 34-70-037-87 Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям нагрева проводов для действующих линий электропередачи
- ❑ СТО 56947007-29.240.55.143-2013 Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям сохранения механической прочности проводов и допустимых габаритов воздушных линий



Текущий подход к определению пропускной способности ВЛ

Расчет ДТН ВЛ выполняется для наихудших условий:

- ❖ Допустимая токовая нагрузка:
 - Максимальная солнечная радиация
 - Отсутствие ветра (штиль)
- ❖ Аварийно допустимая токовая нагрузка (АДТН):
 - Время существования аварийного режима, определено при условии, что провод в нормальном режиме нагрет до длительно допустимой температуры



Недостатки текущего подхода

- ❖ Заниженная ДТН ВЛ
- ❖ Минимальное время существования аварийного режима

Что приводит к:

- ❖ Снижению эффективности использования пропускной способности ВЛ
- ❖ Повышению объемов управляющих воздействий противоаварийной автоматики (ПА)
- ❖ Повышению числа срабатываний ПА (АОПО)
- ❖ Снижению надежности электроснабжения потребителей
- ❖ Излишним ограничениям в схемах выдачи мощности электростанций



Цели и задачи

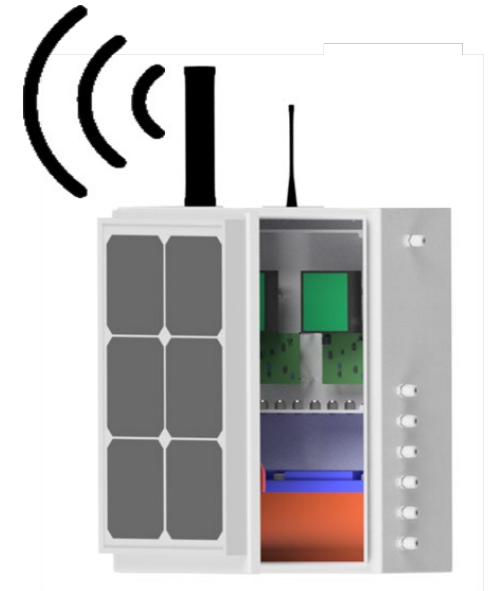
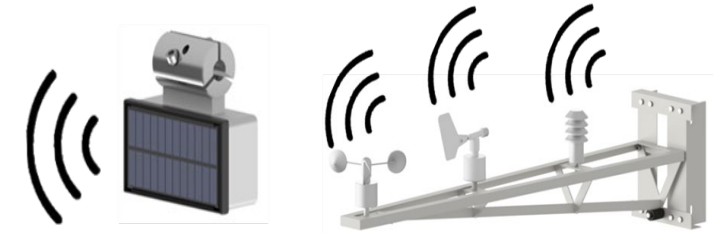
- ❖ **Повышение пропускной способности ВЛ**
- ❖ **Повышение надежности электроснабжения потребителей:**
 - ✓ Снижение объемов управляющих воздействий ПА
 - ✓ Снижение числа срабатываний ПА



Анализ зарубежного и отечественного опыта

Системы контроля пропускной способности ВЛ с учетом оперативной информации о факторах влияющих на температуру провода

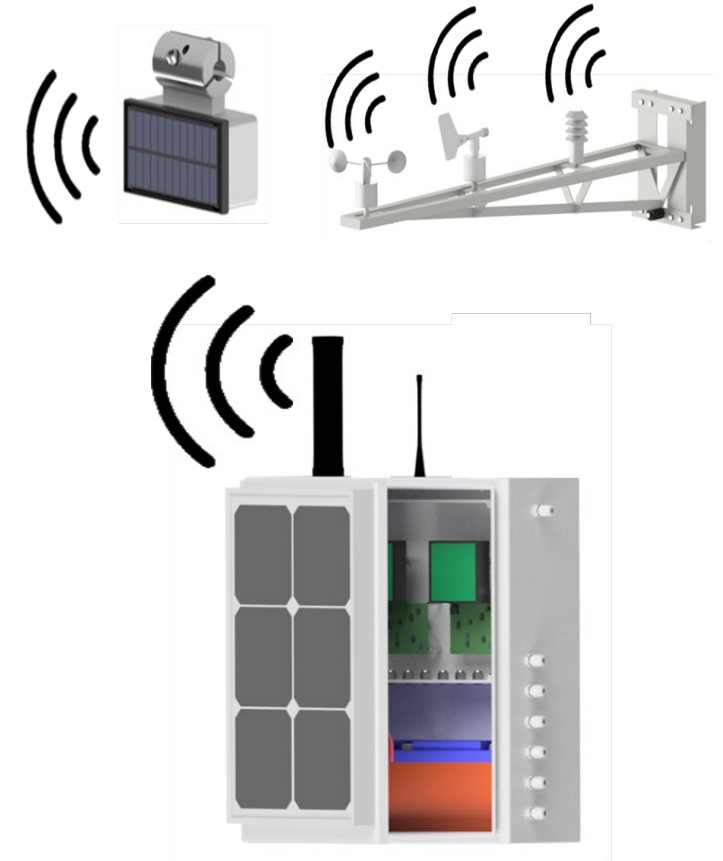
Факторы влияющие на температуру провода	Отечественные системы	Зарубежные системы
Текущий ток ВЛ	+	+
Перерасчет АДТН	-	+
Температура наружного воздуха	+	+
Скорость и направление ветра	-	+
Солнечная радиация	-	+
Осадки и пр.	-	+/-



Анализ зарубежного опыта

Влияние изменений внешних условий на пропускную способность ВЛ*

Условия эксплуатации	Изменение условий	Влияние на пропускную способность
Температура воздуха	уменьшение на 2°	+2%
	уменьшение на 10°	+11%
Уровень солнечной радиации	переменная облачность	+/- несколько процентов
	полное затмение	+18%
Скорость ветра	увеличение на 0,6 м/с угол к трассе - 45°	+35%
	увеличение на 0,6 м/с угол к трассе - 90°	+44%



- "Dynamic Line Rating Systems for Transmission Lines Topical Report, S. Bossart, R. Staubly, W. Wang and S. Pinter, "Dynamic Line Rating Systems for Transmission Lines Topical Report," U.S. Department of Energy, 2014

Принятый подход по определению ДТН ВЛ

Разработка в рамках НИОКР отечественной системы адаптивной автоматики ограничения перегрузки ВЛ (АОПЛ).

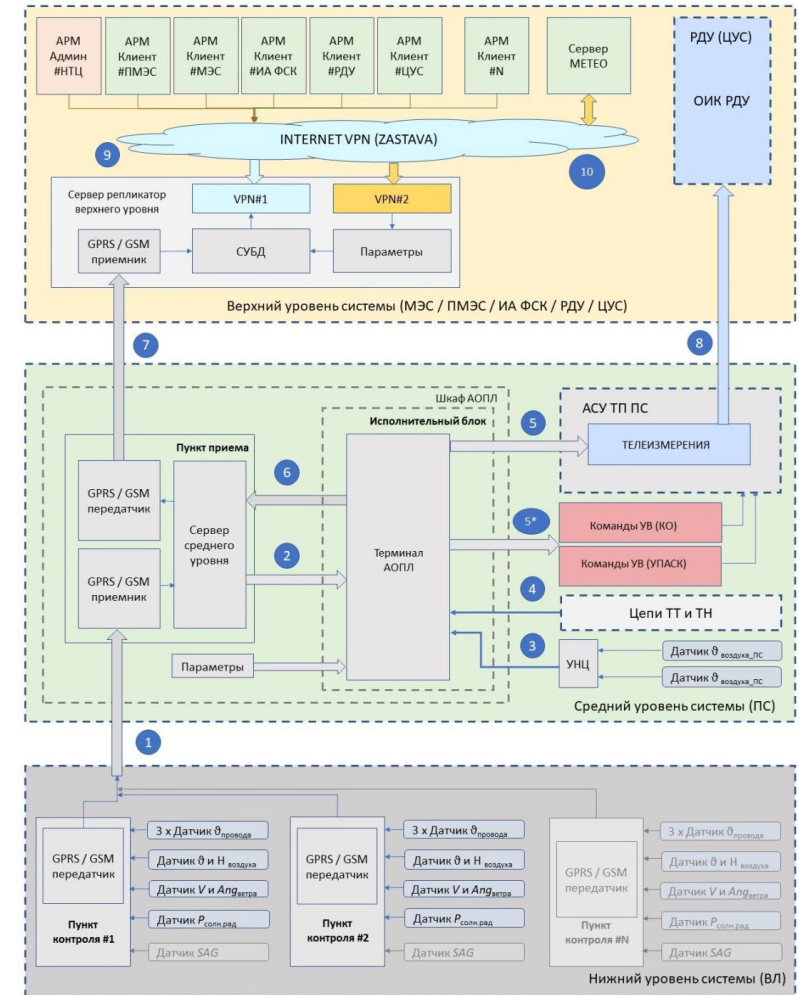
Характеристики АОПЛ:

- ❖ **Контроль:**
 - ✓ Температуры провода
 - ✓ Температуры наружного воздуха
 - ✓ Скорости и направления ветра
 - ✓ Солнечной радиации
- ❖ **Собственный алгоритм:**
 - ✓ Расчет уставок
 - ✓ Расчет длительно ДТН (ДДТН) и АДТН
 - ✓ Расчет времени существования аварийного режима



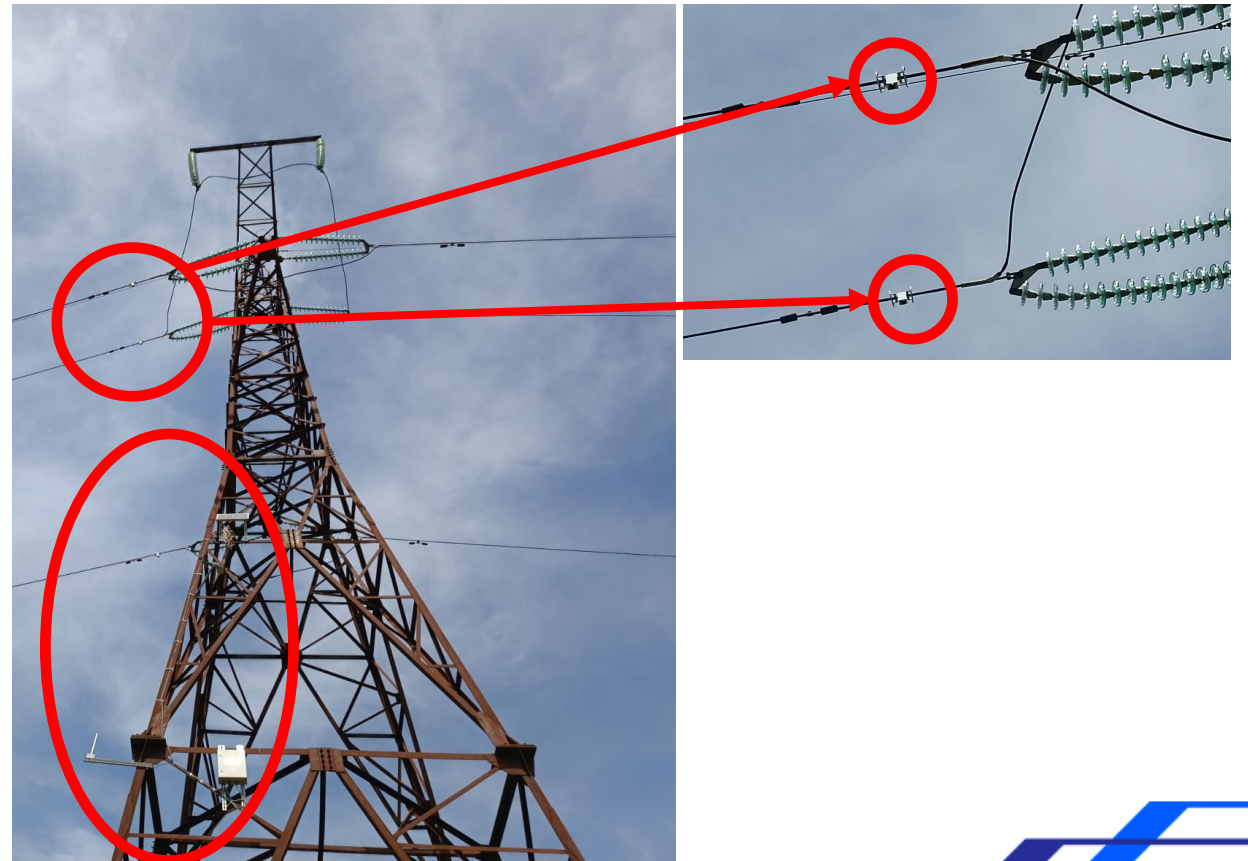
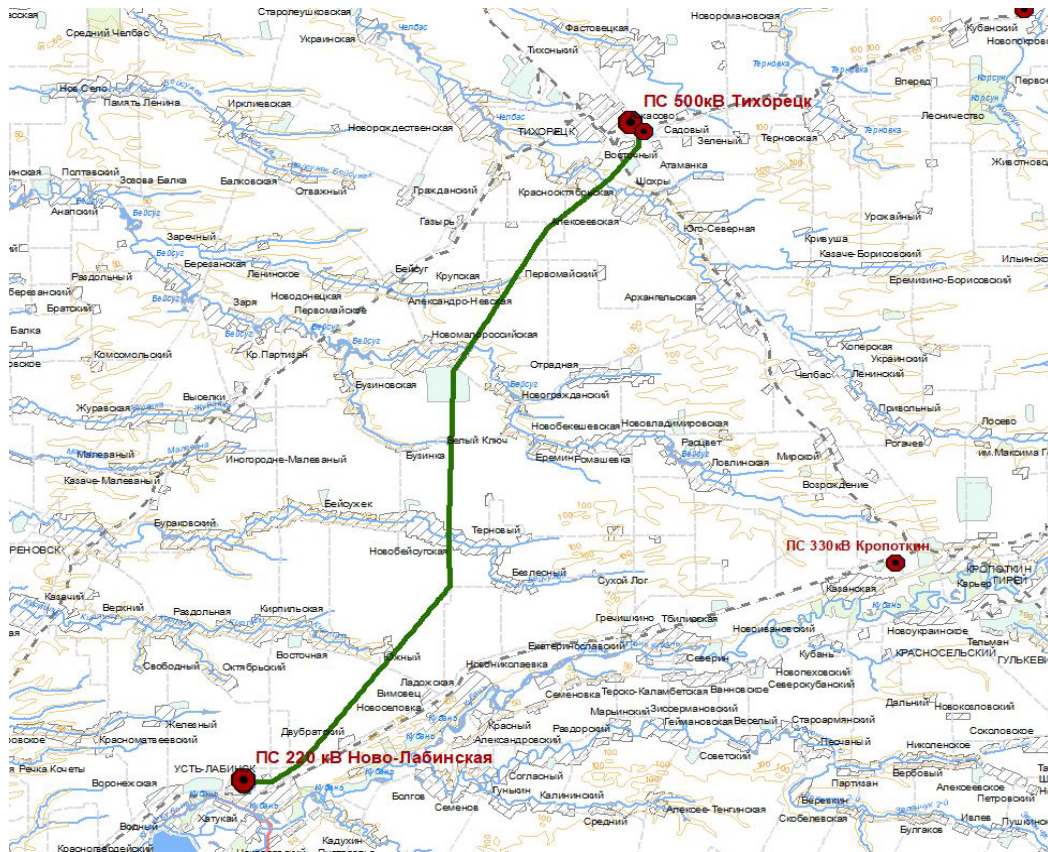
Основные этапы разработки АОПЛ.

- ❖ Разработаны алгоритмы работы адаптивной АОПЛ
- ❖ Разработаны опытные образцы
- ❖ Проведены испытания алгоритмов и датчиков на испытательном стенде
- ❖ Конструкторская и эксплуатационная документация на опытный образец АОПЛ согласована с АО «СО ЕЭС»
- ❖ Алгоритмы работы АОПЛ согласованы с АО «СО ЕЭС»



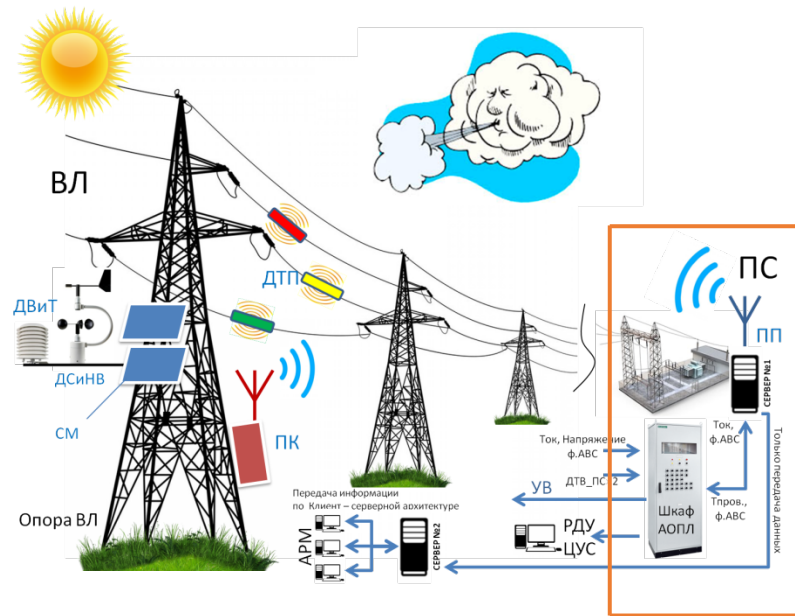
Основные этапы разработки АОПЛ.

- ❖ По результатам предпроектного обследования выбран пилотный объект:
- ✓ ВЛ 220 кВ Тихорецк – Ново-Лабинская защищаемая «простой» АОПО
- ❖ Установлены два комплекта датчиков на пилотном объекте



Основные этапы разработки АОПЛ.

- ❖ В 2023 году планируется завершить работы по монтажу исполнительного блока АОПЛ на ПС 500 кВ Тихорецк и начать опытно-промышленную эксплуатацию АОПЛ



Планируемый эффект от АОПЛ.

1



ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

- ✓ Передача до **20%** дополнительной мощности как в нормальном так и аварийных режимах

2



НАДЕЖНОСТЬ

- ✓ Повышение надежности энергоснабжения потребителей

3



СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ

- ✓ Снижение ущерба вследствие недоотпуска электроэнергии при авариях
- ✓ Снижение эксплуатационных затрат на ремонтно-восстановительные работы при авариях, связанных с перегревом проводов и нарушениями габаритов в пролетах
- ✓ Сокращение (перенос на более поздние сроки) затрат на развитие электрических сетей

Перспектива развития технологии Системы контроля пропускной способности ВЛ

- ❖ **Масштабирование Системы контроля:**
 - ✓ На ВЛ, которые защищаются АОПО
 - ✓ На ВЛ, пропускная способность которых влияет на максимально допустимый переток (МДП) в контролируемых сечениях (КС) и оснащенных системой мониторинга запаса устойчивости (СМЗУ)
- ❖ **Дополнительный эффект:**
 - ✓ Увеличить МДП (до 25%) в КС
 - ✓ Снизить объемы ограничений генерации при технологических нарушениях в энергосистемах
 - ✓ Расширить объем схемно-режимных условий для отключения электросетевого оборудования для выполнения плановых ремонтов



Планы

Разработка методики по расчету ДТН ВЛ

Цель


- ✓ Создание верифицированной, на основе натурных испытаний, методики расчета допустимых токовых нагрузок ВЛ

Задачи

- ✓ Испытания неизолированных проводов различных конструкций и типоразмеров
- ✓ Уточнение действующей методики расчета ДТН ВЛ в СТО 56947007-29.240.55.143-2013

Эффекты

- ✓ Повышение надежности работы ВЛ

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РОССИЙСКИЕ СЕТИ»	
	СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППЫ «РОССЕТИ»
СТО 34.01- <u>х.х</u> -xxx-xxx (номер НТД)	СТО <u>xxxxxxx</u> (иные номера и обозначения)
ПРОЕКТ	
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНЫХ ТОКОВЫХ НАГРУЗОК ПО УСЛОВИЯМ СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПРОВОДОВ И ДОПУСТИМЫХ ГАБАРИТОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.	
Стандарт организации	
Дата введения: _____	

Выводы

❖ В части АОПЛ:

- ✓ Разработаны и согласованы с АО «СО ЕЭС» алгоритмы работы адаптивной АОПЛ
- ✓ Разработаны опытные образцы
- ✓ Проведены испытания алгоритмов и датчиков на испытательном стенде
- ✓ Установлены два комплекта датчиков на ВЛ 220 кВ Тихорецк – Ново-Лабинская
- ✓ Начало ОПЭ планируется в четвертом квартале 2023 года

❖ Планируемый эффект от АОПЛ:

- ✓ Передача до 20% дополнительной мощности
- ✓ Повышение надежности энергоснабжения потребителей
- ✓ Снижение ущербов вследствие недоотпуска электроэнергии при авариях
- ✓ Снижение эксплуатационных затрат на ремонтно-восстановительные работы
- ✓ Сокращение затрат на развитие электрических сетей

❖ Перспективы:

- ✓ Масштабирование Систем контроля на ВЛ, которые защищаются АОПО или пропускная способность которых влияет на МДП в КС и оснащенных СМЗУ
- ✓ Разработка методики по расчету ДТН ВЛ

Спасибо за внимание!

Попов Артем Александрович
Роров-АА@Rosseti.ru
ПАО «Россети»

