



**ЭЛЕКТРОНМАШ**  
СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

# Требования предъявляемые к оборудованию подстанций работающему в составе Цифровых ПС

Докладчик:

Слесарчук Андрей Анатольевич,

Директор департамента цифровые подстанции и энергообъекты,

главный эксперт направления перспективных разработок.



# ЦИФРОВЫЕ ПС – КАК УЗЕЛ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ

Для чего нужны цифровые  
ПС?

- ✓ Возможность адаптивной реконфигурации алгоритмов управления и защиты
- ✓ Возможность адаптивной реконфигурации схем электроснабжения РЭС
- ✓ Работа без оперативного персонала
- ✓ Создание активно-адаптивной сети
- ✓ Новый уровень наблюдаемости, управляемости и диагностируемости

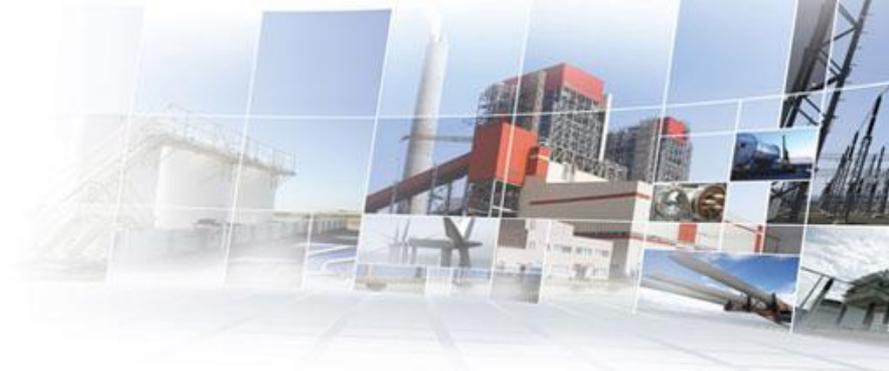
# АКТИВНО-АДАПТИВНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ (Smart Grid)



SMART GRID – как саморегулируемая система

- ✓ электроснабжения  
Анализ энергопотребления отдельных потребителей и групп
- ✓ Накопление энергии при избытках выработки и выдача в сеть при дефиците мощности
- ✓ Автоматическая реконфигурация сети электроснабжения при нештатных ситуациях
- ✓ Автоматическая реконфигурация устройств защиты и автоматики в зависимости от режимов
- ✓ Системы on-line мониторинга и диагностики оборудования
- ✓ Системы прогнозирования состояния оборудования и планирования ремонтов
- ✓ Информирование смежных систем

# АКТИВНО-АДАПТИВНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ (Smart Grid)



## Ожидаемые эффекты от внедрения

### ✓ Экономический

- Сокращение расходов на эксплуатацию (оптимизация кадровых ресурсов)
- Сокращение расходов на ремонты (обслуживание оборудования по состоянию)
- Снижение капитальных затрат

### ✓ Технологический

- Удалённый контроль и управление без персонала
- Повышение надёжности оборудования
- Прогнозирование аварийных режимов работы
- Внедрение новых технологий и решений
- Анализ энергоэффективности

# ТИПЫ ЦИФРОВЫХ ПС



## Тип 1. «Условно цифровая» ПС

(Архитектура №2)

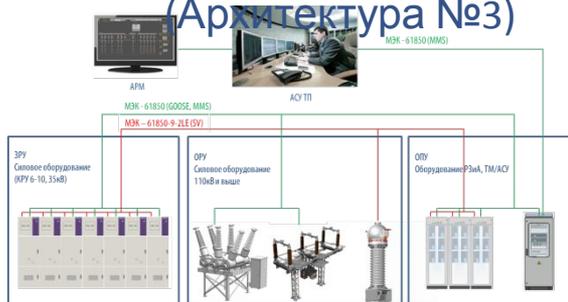


GOOSE, MMS

- ✓ Наличие широкого ряда МП РЗА и КП позволяет уже сейчас строить «условно-цифровые» ПС
- ✓ Стоимость устройств сопоставима с устройствами для традиционных ПС

## Тип 2. Цифровая ПС 1 типа

(Архитектура №3)



Тип 1 + SV на ОПУ и между МП РЗА

- ✓ Небольшой выбор МП РЗА и КП с возможностью приема SV-потоков
- ✓ Небольшой выбор цифровых измерительных трансформаторов (преимущественное использование Merging Unit)

## Тип 3. Цифровая ПС 2 типа

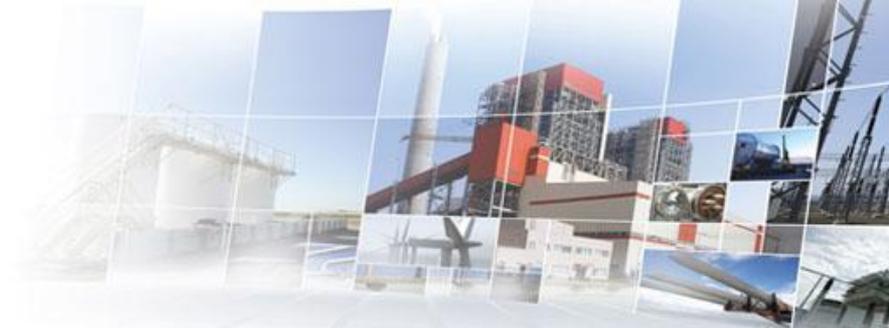
(Архитектура №3)



Тип 2 + SV от ТТ-ТН в КРУ

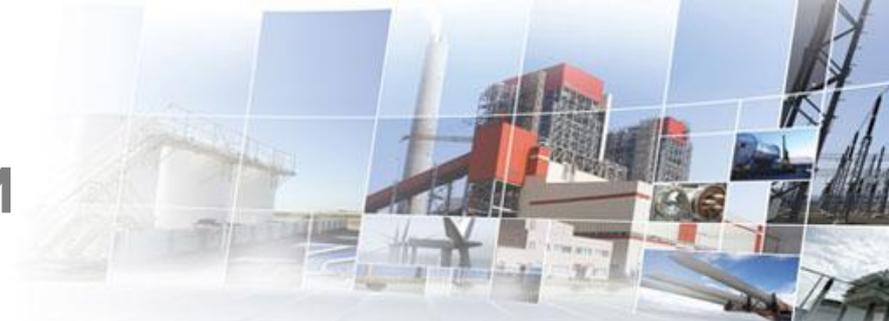
- ✓ Цифровые измерительные трансформаторы 6-35кВ отсутствуют (использование промежуточных Merging Unit в КРУ бессмысленно)
- ✓ Отсутствует экономическое обоснование использования SV на напряжении 6-35кВ.

# ТИПЫ ЦИФРОВЫХ ПС

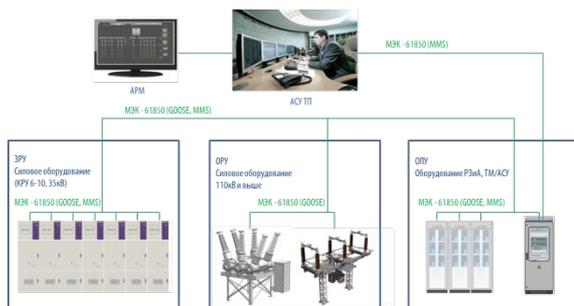


Виды Цифровых ПС	Тип 1. «Условно цифровая» ПС	Тип 2. Цифровая ПС 1 типа	Тип 3. Цифровая ПС 2 типа
РЗА с использованием МЭК 61850-8-1	+	+	+
РЗА с использованием МЭК 61850-9-2		+	
Наличие МУ		+	
Цифровые измерительные трансформаторы 110кВ и выше		+	+
Цифровые измерительные трансформаторы 6-35кВ			+
Классические измерительные трансформаторы	+	+	
Логические ключи и блокировки по GOOSE	+	+	+
Роботизированные КРУ	+	+	+

# ТИП ПС ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ

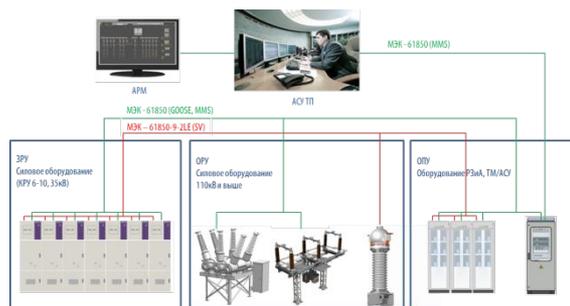


## Тип 1. «Условно цифровая» ПС



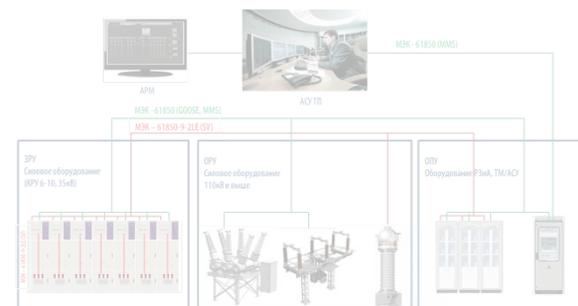
GOOSE, MMS

## Тип 2. Цифровая ПС 1 типа



Тип 1 + SV на ОРУ и между МП РЗА

## Тип 3. Цифровая ПС 2 типа



Тип 2 + SV от ТТ-ТН в КРУ

- ✓ Для перехода к активно-адаптивным сетям SV не требуется
- ✓ Для автоматического изменения параметров сети достаточно GOOSE-сообщений

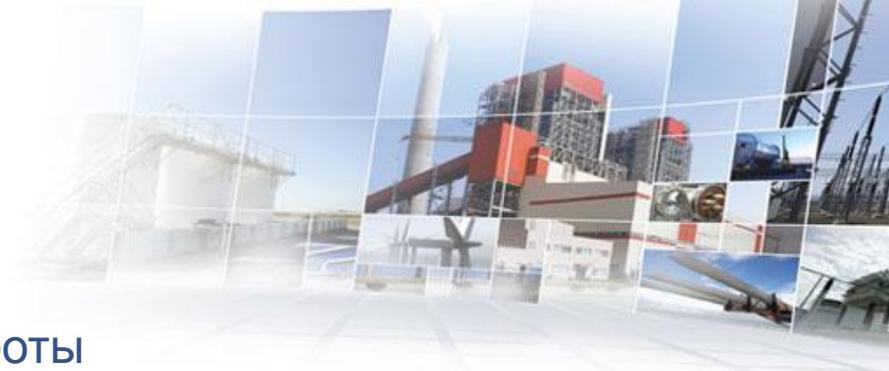
# ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ В СОСТАВЕ ЦИФРОВЫХ ПС

Цифровая ПС требует нового подхода:

- ✓ к системам РЗА и ПА.
- ✓ к оперативной блокировке:
  - разъединителей на ОРУ;
  - выключателей, КВЭ и заземлителей в КРУ.
- ✓ к информационно-измерительным системам.
- ✓ к системе регистрации аварийных событий .
- ✓ к системам собственных нужд.
- ✓ к системам диагностики и прогнозирования.

В случае реконструкции традиционной ПС, необходима глубокая модернизация не только РЗА и вторичных систем, но и основного первичного оборудования.

# ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ В СОСТАВЕ ЦИФРОВЫХ ПС



Автоматическое изменение режимов работы ПС требует :

- ✓ использование КРУ с автоматическим и дистанционным управлением всеми коммутационными аппаратами в КРУ;
  - ✓ перехода к использованию логических ключей (функции РЗА, группы уставок, МУ/ДУ).
- ↓
- ✓ Необходима разработка и стандартизация шкафов РЗА и отсеков ВЦ КРУ с логическими ключами



# ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

## ОСОБЕННОСТИ СОПТ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС

Новые ответственные потребители на подстанциях

### ОТВЕТСТВЕННЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

### ТРАДИЦИОННАЯ ПС      УСЛОВНО ЦИФРОВАЯ ПС      ЦИФРОВАЯ ПС

Терминалы РЗА и КП



Количество не зависит от типа ПС

Электронные блоки  
оптических ТТ



нет

нет

до 6 шт.  
на ячейку

Устройства сопряжения  
с шиной процесса



нет

до 2 шт. на ячейку

до 2 шт.  
на ячейку

Сетевые коммутаторы



есть

мин 2 шт.  
на подстанцию

мин 2 шт.  
на  
подстанцию

ИТОГО новых потребителей, шт.

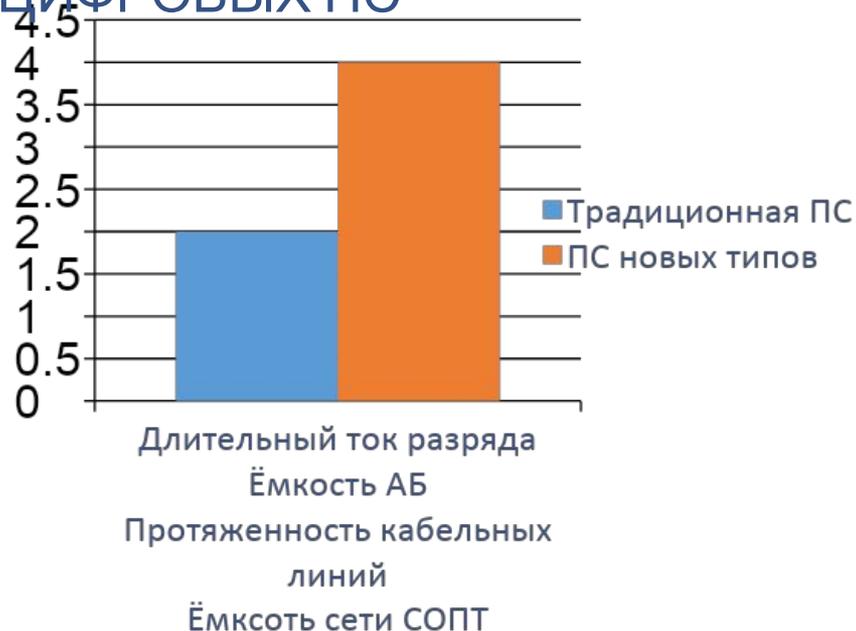
-

до 2  
на ячейку

до 8 шт.  
на ячейку

# ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

## ОСОБЕННОСТИ СОПТ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



- Рост длительного тока разряда:

$$I_{\Sigma} = n * P_{ЗА}$$

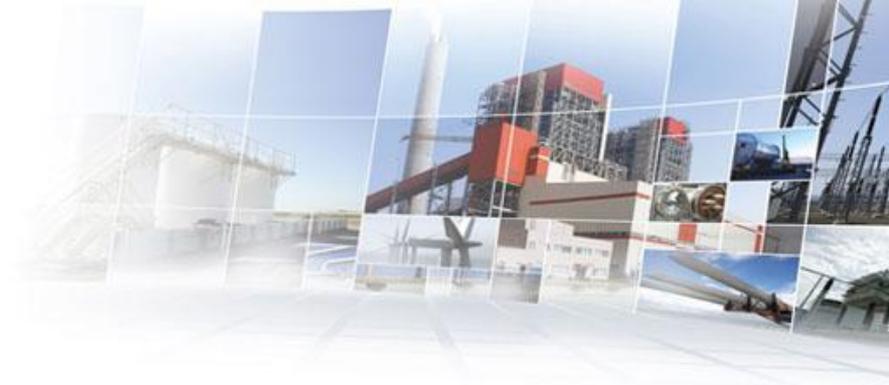
$$I_{\Sigma\_цпс} = a * P_{ЗА} + b * SAMU + c * OTT + d * \text{коммутаторов}$$

- Рост емкости АБ и потребляемой мощности  
 $\sim 8 * 15 \text{ Вт} * 2 = 240 \text{ Вт} * \text{ч}$  (на ячейку)  
 $\sim 8 * 15 = 120 \text{ Вт}$  дополнительной мощности
- Рост длины кабельных соединений по ОРУ  
 $\sim n * SAMU * 2$
- Увеличение емкости сети СОПТ





# ОБОРУДОВАНИЕ «ЭЛЕКТРОНМАШ» ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



- ✓ КРУ с моторизированными приводами КВЭ и заземлителей – дистанционное управление
- ✓ Блокировки и АВР по МЭК 61850 – надежность и диагностируемость
- ✓ Логические ключи управления – работа систем в автоматическом и дистанционном режимах
- ✓ Распределенная система АСУ ТП/ТМ по МЭК 61850 – надежность и диагностируемость
- ✓ Развитая система мониторинга и диагностики – ремонт по фактическому состоянию
- ✓ Передача данных на верхний уровень по МЭК-61850 – удаленное управление и

# Новые требования Заказчиков

## Техническое обслуживание и ремонт

- ✓ Возможность on-line диагностики состояния оборудования
- ✓ Прогнозирование состояния оборудования
- ✓ Информирование о необходимости обслуживания/ремонта
- ✓ Доступ к заводской документации на оборудование (РЭ паспорт, протоколы испытаний)

- ✓ Автоматизированный контроль за действиями персонала
- ✓ Интерактивный помощник монтера при выполнении обслуживания/ремонта
- ✓ Своевременный учет в базе всех изменений в оборудовании (ремонт/замена)



# Функции системы мониторинга для ТОиР

## Техническое обслуживание и Диагностический ремонт

- ✓ Диагностика температуры шин
- ✓ Контроль коммутационного и механического ресурсов выключателя, КВЭ, заземлителя
- ✓ Напряжение и температура АБ в СОПТ
- ✓ Контроль изоляции в СОПТ

## Охрана труда и безопасность:

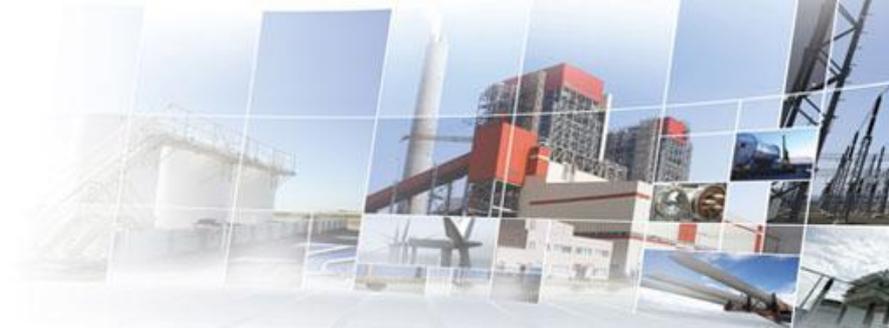
- ✓ Информирование о приходе персонала к оборудованию
- ✓ Информирование об уходе персонала от оборудования
- ✓ Технологическое видеонаблюдение за положением КА
- ✓ Контроль не закрытых дверей и замков оборудования
- ✓ Контроль не отключенного освещения отсеков



## Ресурсный и регламентный контроль:

- ✓ Окончание срока службы/ресурса
- ✓ Информирование о необходимости ремонта
- ✓ Информирование о выполненных работах
- ✓ Информирование об изменении компонентов (замена/ремонт)

# РЕШЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ



Комитеты CIGRE:

- ✓ C5 – Рынки электроэнергии и регулирование
- ✓ B4 - Электропередачи постоянным током высокого напряжения и силовая электроника
- ✓ C6 - Системы распределения электроэнергии и распределенная генерация



Научно-технические центры:

- ✓ НТЦ ФСК ЕЭС
- ✓ НТЦ ЕЭС
- ✓ Фонд Сколково
- ✓ НИЦЭ
- ✓ и другие

**РЕШЕНИЕ  
НОРМАТИВНЫХ И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОБЛЕМ**



ОАО «СО ЕЭС»

Электросетевые компании:

- ✓ ПАО «Россети»
- ✓ АО «СО ЕЭС»



Производители оборудования



**ЭЛЕКТРОНМАШ**  
СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

