

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.

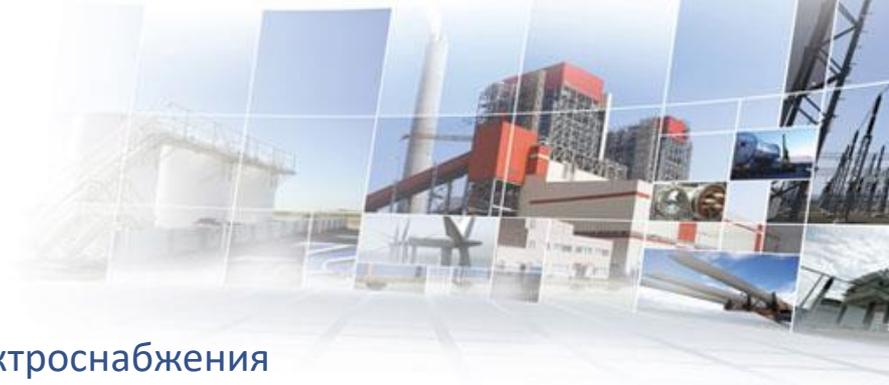


ЦИФРОВЫЕ ПС – КАК УЗЕЛ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ

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

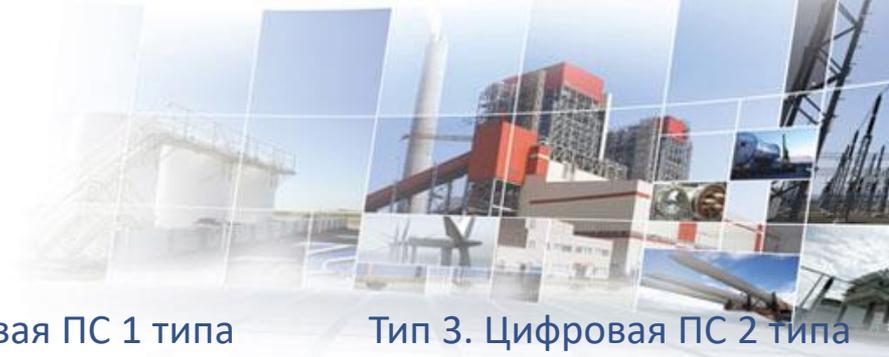
✓ Экономический

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

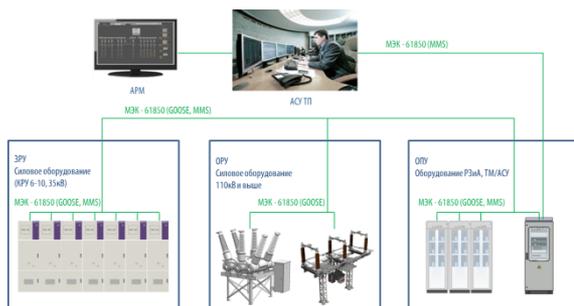
✓ Технологический

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

ТИПЫ ЦИФРОВЫХ ПС



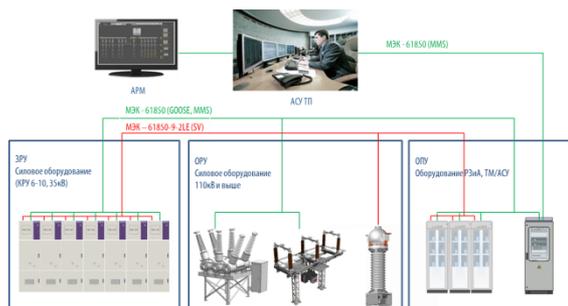
Тип 1. «Условно цифровая» ПС
(Архитектура №2)



GOOSE, MMS

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

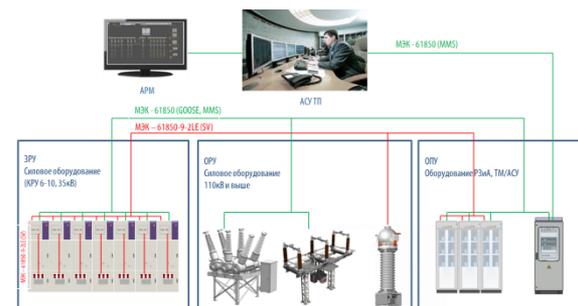
Тип 2. Цифровая ПС 1 типа
(Архитектура №3)



Тип 1 + SV на ОРУ и между МП РЗА

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

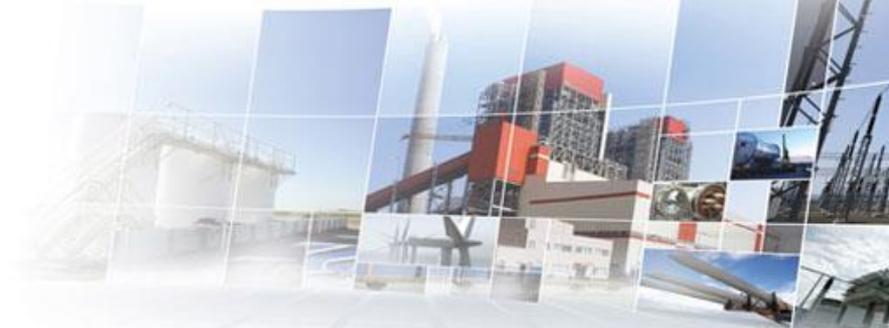
Тип 3. Цифровая ПС 2 типа
(Архитектура №3)



Тип 2 + SV от ТТ-ТН в КРУ

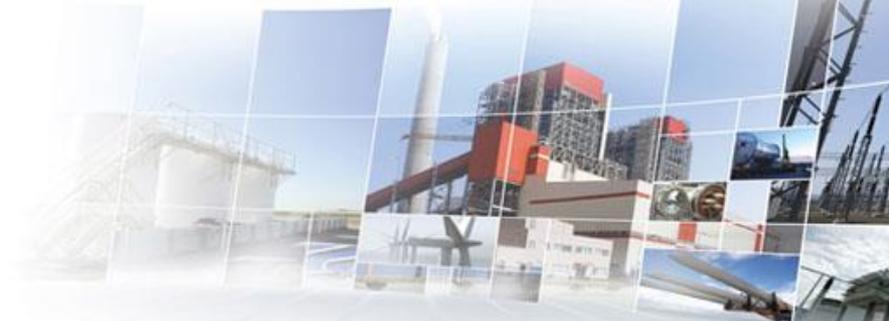
- ✓ Цифровые измерительные трансформаторы 6-35кВ отсутствуют (использование промежуточных Merging Unit в КРУ бессмысленно)
- ✓ Отсутствует экономическое обоснование использования SV на напряжении 6-35кВ.

ТИПЫ ЦИФРОВЫХ ПС

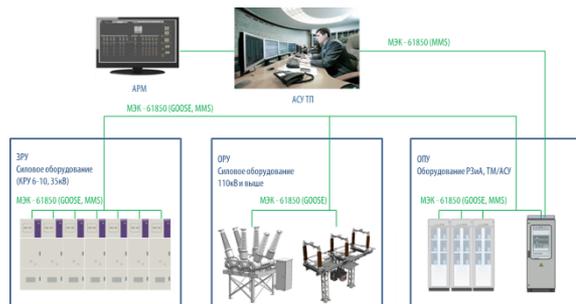


Виды Цифровых ПС	Тип 1. «Условно цифровая» ПС	Тип 2. Цифровая ПС 1 типа	Тип 3. Цифровая ПС 2 типа
РЗА с использованием МЭК 61850-8-1	+	+	+
РЗА с использованием МЭК 61850-9-2		+	
Наличие МУ		+	
Цифровые измерительные трансформаторы 110кВ и выше		+	+
Цифровые измерительные трансформаторы 6-35кВ			+
Классические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

ТИП ПС ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ

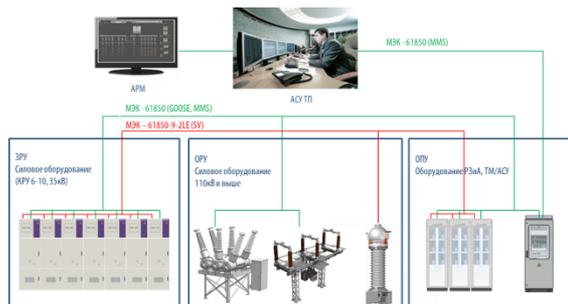


Тип 1. «Условно цифровая» ПС



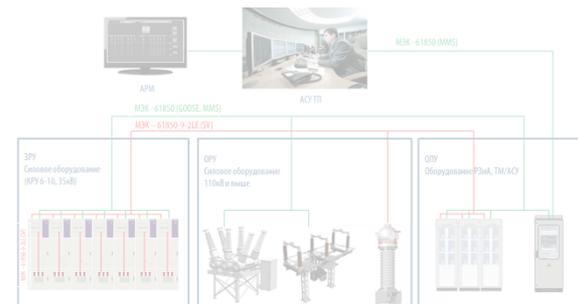
GOOSE, MMS

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

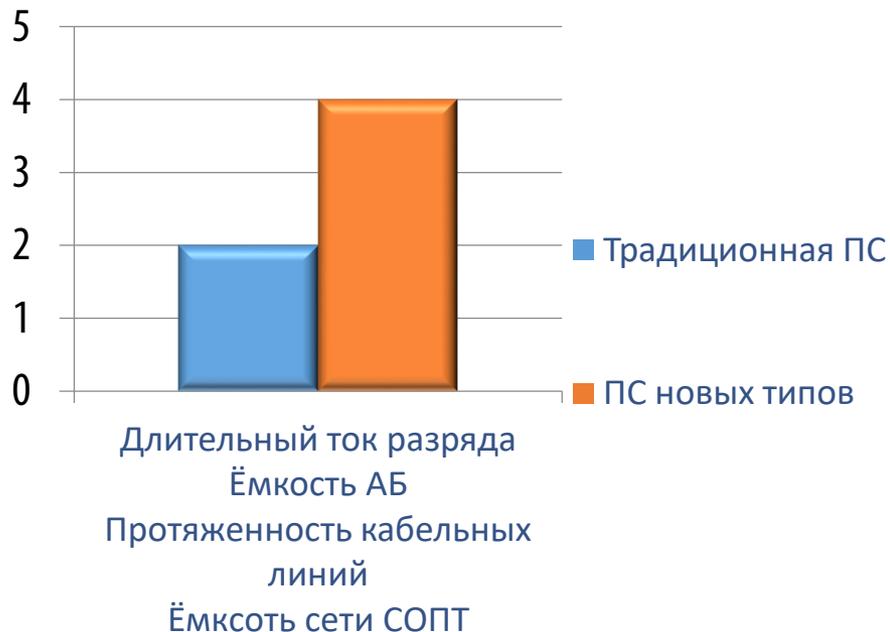
Новые ответственные потребители на подстанциях

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



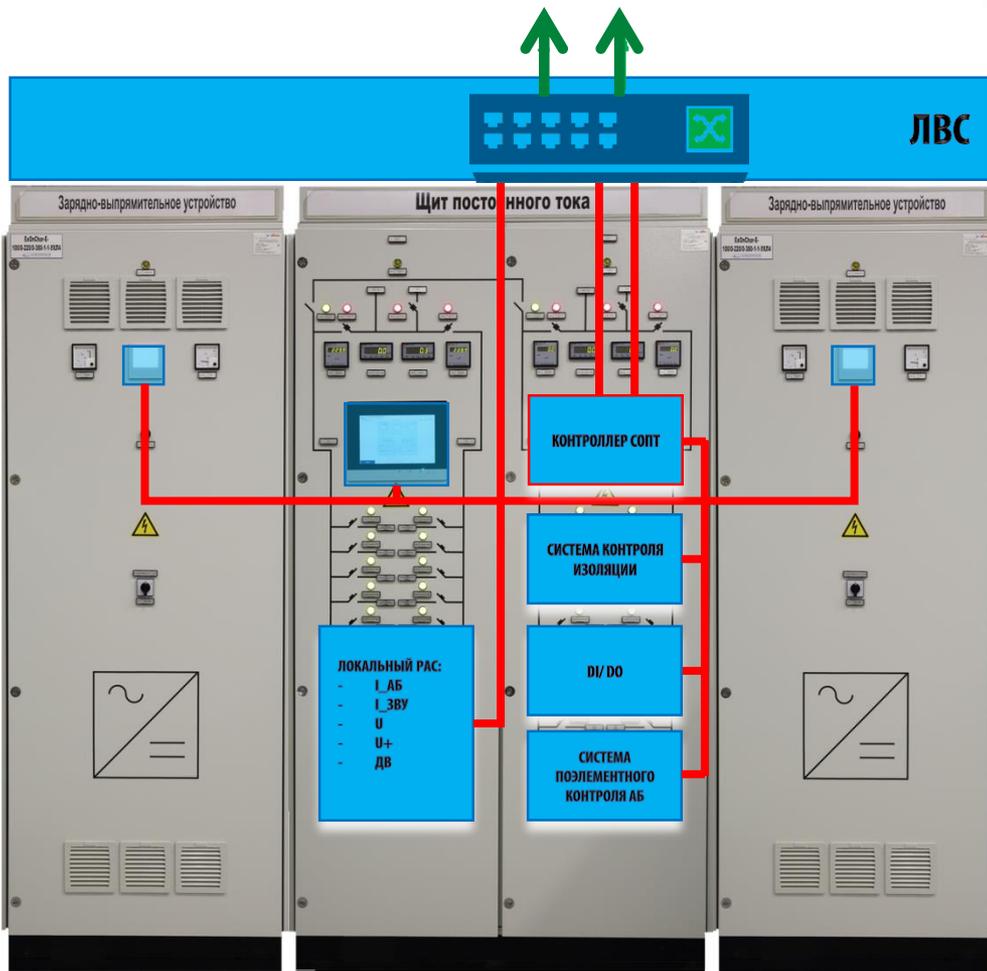
ОСОБЕННОСТИ СОПТ для ЦИФРОВЫХ ПС



- Рост длительного тока разряда:
 $I_{\Sigma} = n * P_{3A}$
 $I_{\Sigma_цпс} = a * P_{3A} + b * SAMU + c * OTT + d * \text{коммутаторов}$
- Рост емкости АБ и потребляемой мощности
 $\sim 8 * 15 \text{ Вт} * 2 \text{ ч} = 240 \text{ Вт} * \text{ч}$ (на ячейку)
 $\sim 8 * 15 = 120 \text{ Вт}$ дополнительной мощности
- Рост длины кабельных соединений по ОРУ
 $\sim n * SAMU * 2$
- Увеличение емкости сети СОПТ

ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

ОСОБЕННОСТИ СОПТ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



ЭЛЕКТРОМАШ СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

04.10.17 14:07:00

Пользователь: админ

Экран: Экран

Оборудование

Оборудование	Параметр	Описание параметра	В. ед.	U. ед.	Сеть
ЩОТ1	ЩОТ1_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ2	ЩОТ2_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ3	ЩОТ3_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ4	ЩОТ4_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ5	ЩОТ5_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ6	ЩОТ6_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ7	ЩОТ7_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ8	ЩОТ8_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ9	ЩОТ9_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ10	ЩОТ10_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ11	ЩОТ11_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ12	ЩОТ12_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ13	ЩОТ13_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ14	ЩОТ14_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ15	ЩОТ15_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ16	ЩОТ16_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ17	ЩОТ17_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ18	ЩОТ18_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ19	ЩОТ19_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ20	ЩОТ20_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ21	ЩОТ21_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ22	ЩОТ22_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ23	ЩОТ23_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ24	ЩОТ24_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ25	ЩОТ25_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ26	ЩОТ26_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ27	ЩОТ27_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ28	ЩОТ28_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ29	ЩОТ29_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ30	ЩОТ30_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ31	ЩОТ31_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ32	ЩОТ32_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ33	ЩОТ33_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ34	ЩОТ34_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ35	ЩОТ35_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ36	ЩОТ36_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ37	ЩОТ37_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ38	ЩОТ38_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ39	ЩОТ39_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ40	ЩОТ40_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ41	ЩОТ41_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ42	ЩОТ42_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ43	ЩОТ43_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ44	ЩОТ44_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ45	ЩОТ45_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ46	ЩОТ46_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ47	ЩОТ47_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ48	ЩОТ48_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ49	ЩОТ49_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0
ЩОТ50	ЩОТ50_УТН	Уровень напряжения	кВ	0	0

Сеть Журнал событий Журнал трасс

ЭЛЕКТРОМАШ СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

04.10.17 14:08:45

Пользователь: админ

Экран: Экран

Оборудование

Температура

Датчик 1: 20.0 °C

Датчик 2: 20.0 °C

Датчик 3: 20.0 °C

Датчик 4: 20.0 °C

Сеть Журнал событий

ЭЛЕКТРОМАШ СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

04.10.17 14:09:45

Пользователь: админ

Экран: Экран

Оборудование

Журнал событий

ЭЛЕКТРОМАШ СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

04.10.17 14:09:45

Пользователь: админ

Экран: Экран

Оборудование

Журнал событий

ЭЛЕКТРОМАШ СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

04.10.17 14:09:45

Пользователь: админ

Экран: Экран

Оборудование

Журнал событий

График

Параметры

История АБ

Ток АБ

Напряжение ЕСЗ

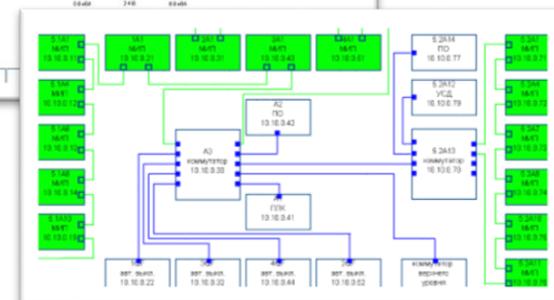
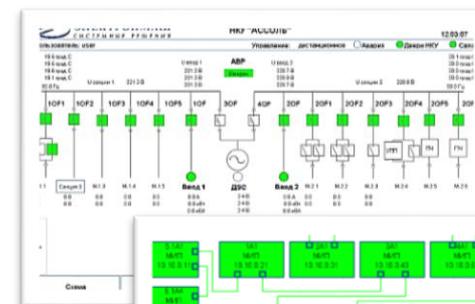
Напряжение ЕС2

Сеть Журнал событий Журнал трасс График Параметры

ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

Особенности ЩСН для цифровых ПС:

- ✓ Дистанционный контроль и управление;
- ✓ Гибко-конфигурируемая логика работы
- ✓ Возможность адаптивного изменения режима работы
- ✓ Диагностируемость
- ✓ Прогнозирование
- ✓ Высокая степень резервирования вводов
- ✓ Питание вторичных цепей от СОПТ или встроенного ИБП
- ✓ Информирование о событиях (e-mail и/или SMS)



ОБОРУДОВАНИЕ «ЭЛЕКТРОНМАШ» ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



- ✓ КРУ с моторизованными 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 ремонт

Диагностический контроль:

- ✓ 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:

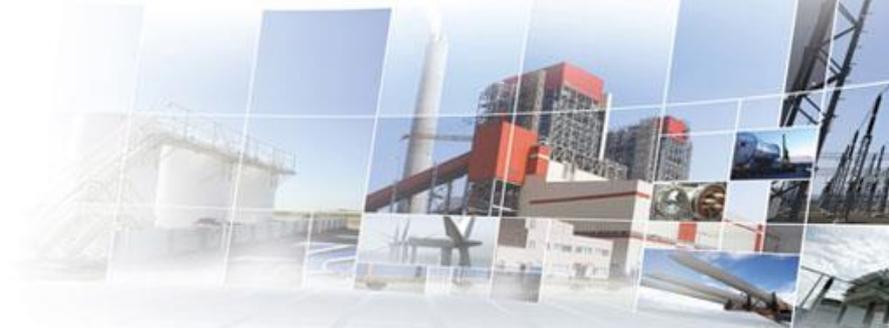
- ✓ Информирование о приходе персонала к оборудованию
- ✓ Информирование об уходе персонала от оборудования
- ✓ Технологическое видеонаблюдение за положением КА
- ✓ Контроль не закрытых дверей и замков оборудования
- ✓ Контроль не отключенного освещения отсеков



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



АО «СО ЕЭС»

Электросетевые компании:

- ✓ ПАО «Россети»
- ✓ АО «СО ЕЭС»



Производители оборудования



ЭЛЕКТРОНМАШ
СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

