ЭЛЕКТРОНМАШ
СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

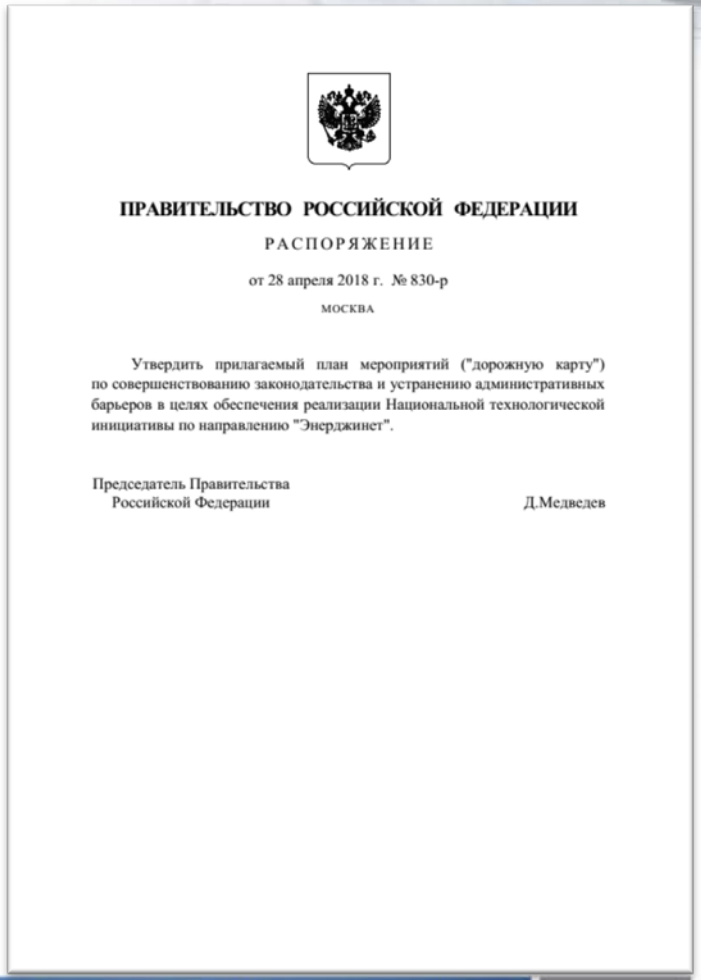
ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЭК 61850

194292, Санкт-Петербург, промзона Парнас, 3-й Верхний пер., д.12, лит. А. Тел./факс: +7 (812) 702-12-62 www.electronmash.ru

2018

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПС

- ✓ Совершенствование мониторинга и управления электросетевым оборудованием ПС
- ✓ Повышение надежности работы и эффективности эксплуатации оборудования ПС путем развития и унификации основных ИТС
- ✓ Переход к необслуживаемым подстанциям (без постоянного дежурного персонала)
- ✓ Создание активно-адаптивных электрических сетей
- ✓ Реализация Национальной технической инициативы «Энерджинет» в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 28 апреля 2018 г. №830-р



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

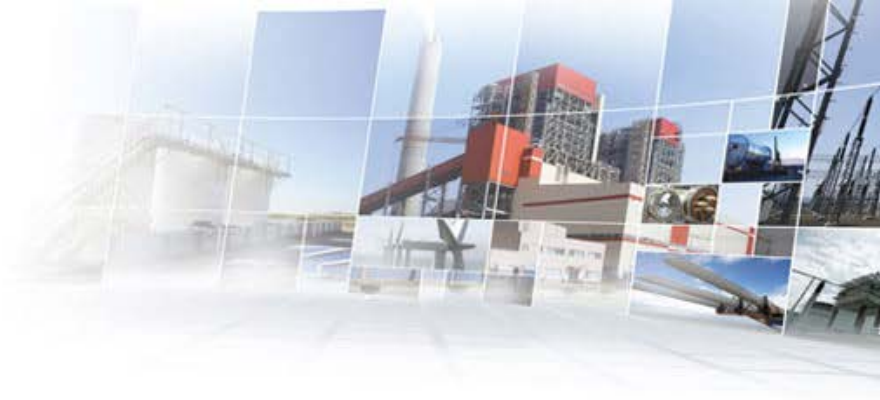
от 28 апреля 2018 г. № 830-р

МОСКВА

Утвердить прилагаемый план мероприятий ("дорожную карту") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Энерджинет".

Председатель Правительства
Российской Федерации Д.Медведев

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПС



ДОРОЖНАЯ КАРТА ЭНЕРДЖИНЕТ

Этап 1. Цифровая инфраструктура и сервисы

Этап 2. Адаптивная инфраструктура и сервисы

Этап 3. Самоорганизующаяся инфраструктура и сервисы

2015 Краткосрочная перспектива (5 лет) **2018** **2020** Среднесрочная перспектива (10 лет) **2025** Долгосрочная перспектива (25 лет) **2035**

НАДЕЖНЫЕ И ГИБКИЕ СЕТИ

- Цифровые Plug and Play подстанции
- Интеллектуальные коммутационные аппараты
- Распределенные системы автоматизации сетей
- Цифровые измерители электрических величин
- Универсальные измерительные контроллеры
- Программное обеспечение для управления сетями

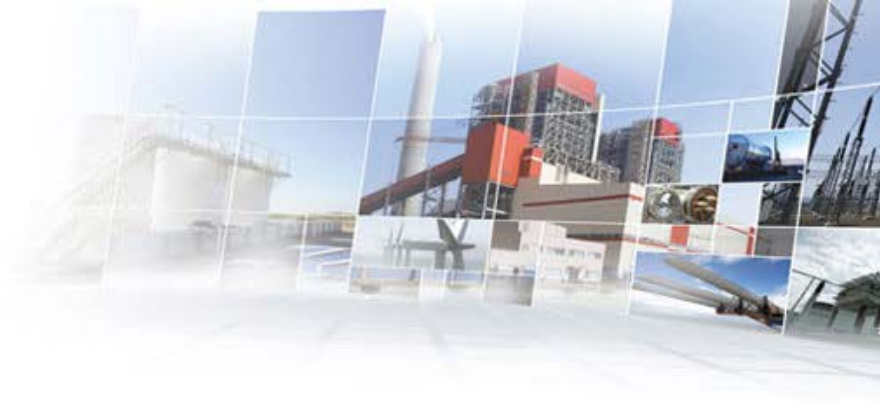
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- Накопители электрической энергии
- Энергетический роутер
- Возобновляемая энергетика
- Виртуальная электростанция

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СЕРВИСЫ

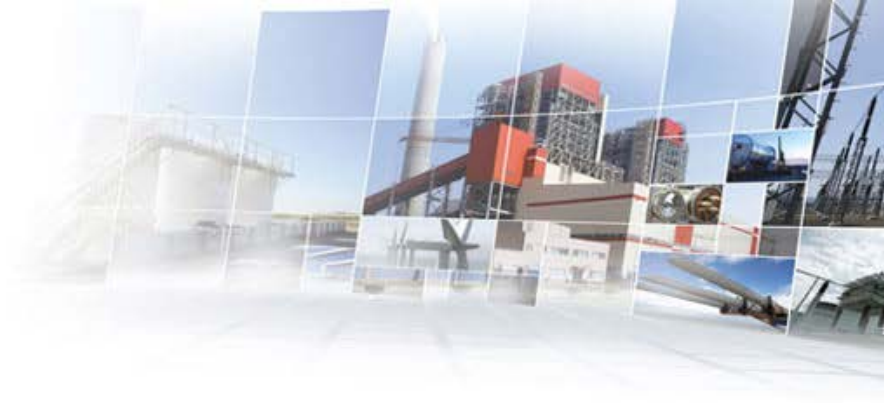
- Отрытая платформа потребительских сервисов

КОМПОНЕНТЫ ЭНЕРДЖИНЕТ



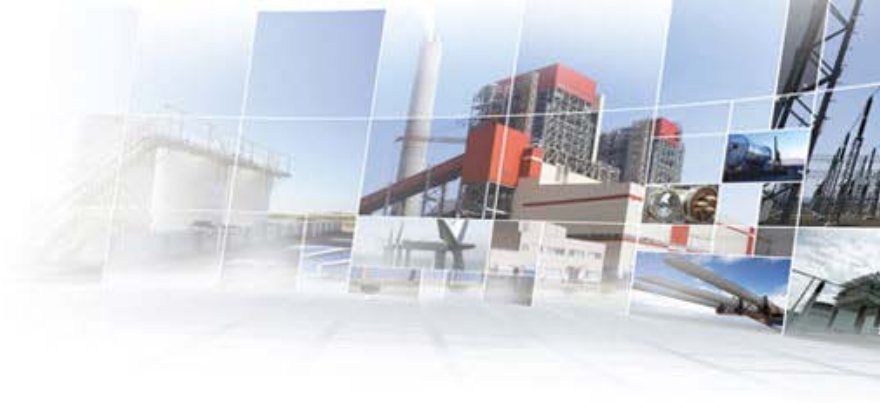
- ✓ Сетевые накопители электрической энергии
- ✓ Цифровые подстанции / цифровые электрические сети
- ✓ Устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности
- ✓ Устройства регулирования параметров сети
- ✓ Устройства ограничения токов короткого замыкания
- ✓ Преобразователи рода тока
- ✓ Кабельные линии на базе высокотемпературных сверхпроводников

ТРУДНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ



- ✓ Отставание нормативной базы от имеющихся технических решений;
- ✓ Отсутствие типизации в проектировании вторичных систем с использованием стандарта МЭК 61850;
- ✓ Малые объемы опытной эксплуатации;
- ✓ Необходимость повышения квалификации специалистов эксплуатирующих организаций;
- ✓ Значительный объем капиталовложений при создание нового энергообъекта.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РИСКИ

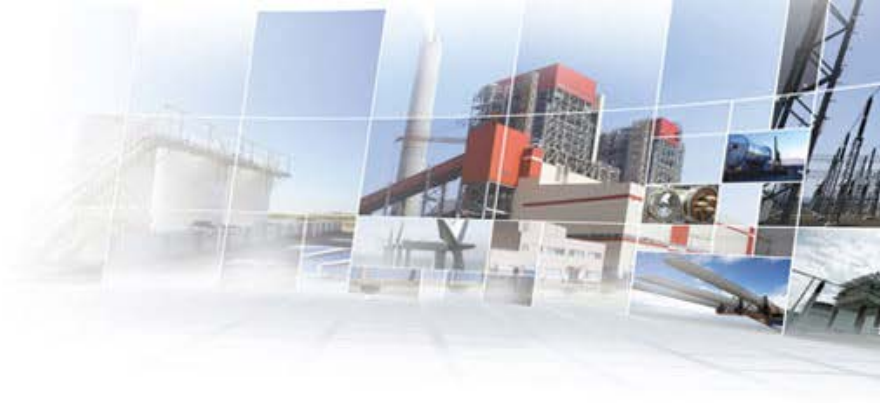


- ✓ Корректность работы новых технологий – дублирование традиционными решениями
- ✓ Возможность строительства в сжатые сроки
- ✓ Отсутствие единых подходов и опыта проектирования цифровых ПС
- ✓ Не учтено гарантированное питание сетевого оборудования
- ✓ Отсутствие опыта эксплуатации ПС с цифровыми блокировками, АВР
- ✓ Надежность и корректность работы логических цепей

МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ

- ✓ Комплексное оборудование от одного производителя «под ключ», осуществляющего:
- Разработку РД;
- Изготовление основного подстанционного оборудования;
- Изготовление шкафов вторичных систем;
- Изготовление ЗРУ и ОПУ полной заводской готовности;
- Заводскую контрольную сборку и наладку всех систем и связей;
- Наладку вторичных систем на объекте;
- Опыт поставок цифровых ПС «под ключ».

МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ

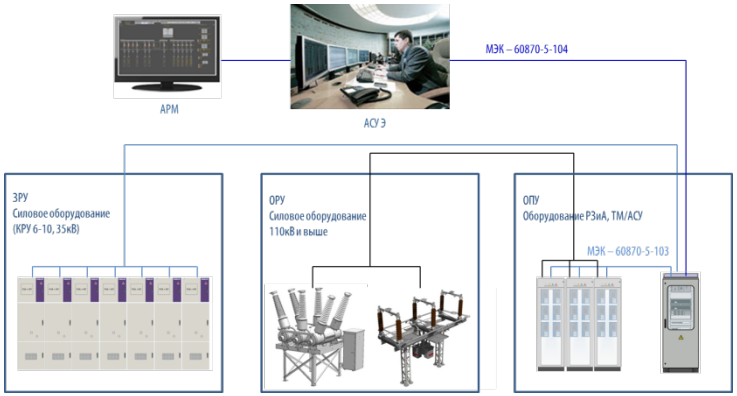


Знание разновидностей Цифровых ПС – гарантия отсутствия избыточных решений!

Сохранность бюджета при обеспечении необходимого функционала

ТИПЫ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

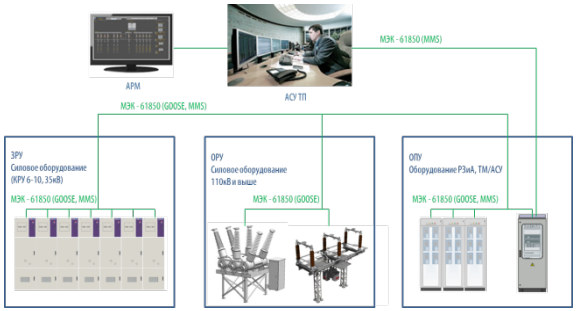
Традиционные ПС



Аналоговые и дискретные связи

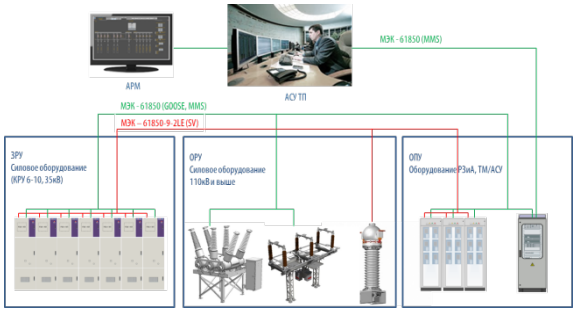
Последовательные интерфейсы

Тип 1. «Условно цифровая» ПС



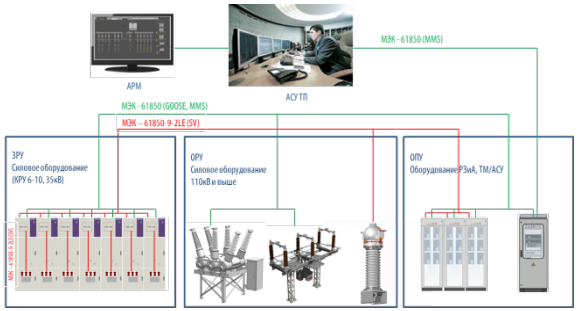
GOOSE, MMS

Тип 2. Цифровая ПС 1 типа



Тип 1 + SV на ОРУ и между МП РЗА

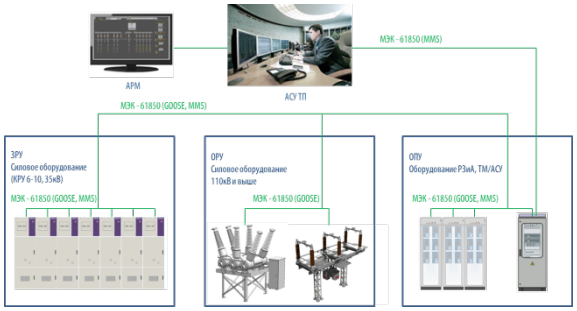
Тип 3. Цифровая ПС 2 типа



Тип 2 + SV от ТТ-ТН в КРУ

ВЫБОР ВАРИАНТОВ цифровой ПС

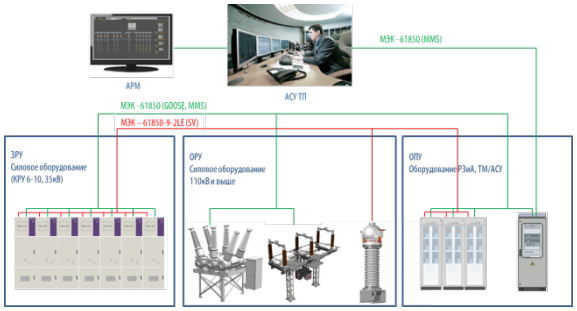
Тип 1. «Условно цифровая» ПС



GOOSE, MMS

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

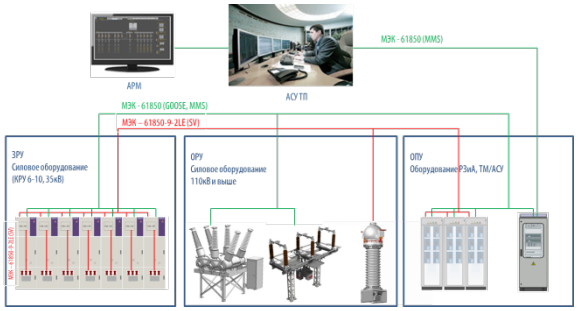
Тип 2. Цифровая ПС 1 типа



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

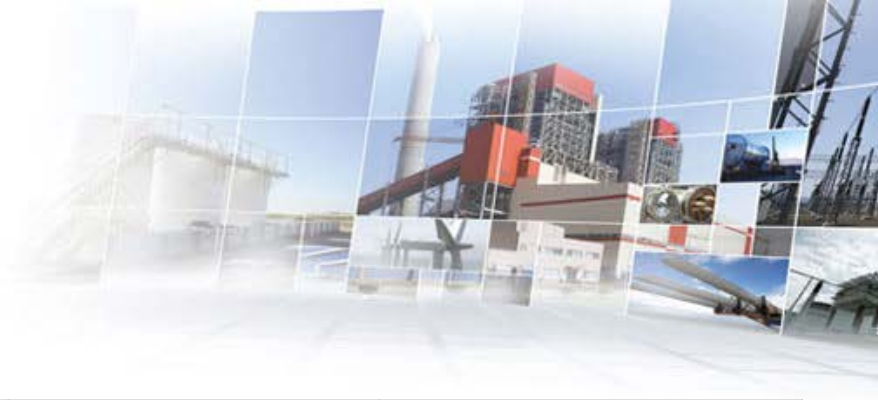


Тип 2 + SV от ТТ-ТН в КРУ

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

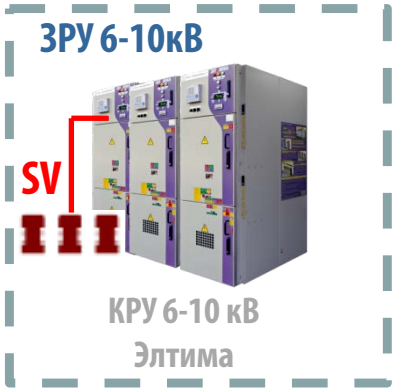
ВИДЫ ЦИФРОВЫХ ПС

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ



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 MU		+	
Цифровые измерительные трансформаторы 110кВ и выше		+	+
Цифровые измерительные трансформаторы 6-35кВ			+
Классические измерительные трансформаторы	+	+	
Логические ключи и блокировки по GOOSE	+	+	+
Роботизированные КРУ	+	+	+

КРУ «ЭЛТИМА» С ЦИФРОВЫМИ ТТ-ТН



Факторы против применения цифровых ТТ-ТН в КРУ:

1. Отсутствие сертифицированных и аттестованных цифровых ТТ-ТН для КРУ

2. Отсутствие экономического эффекта при применении SV в пределах КРУ (короткие связи)

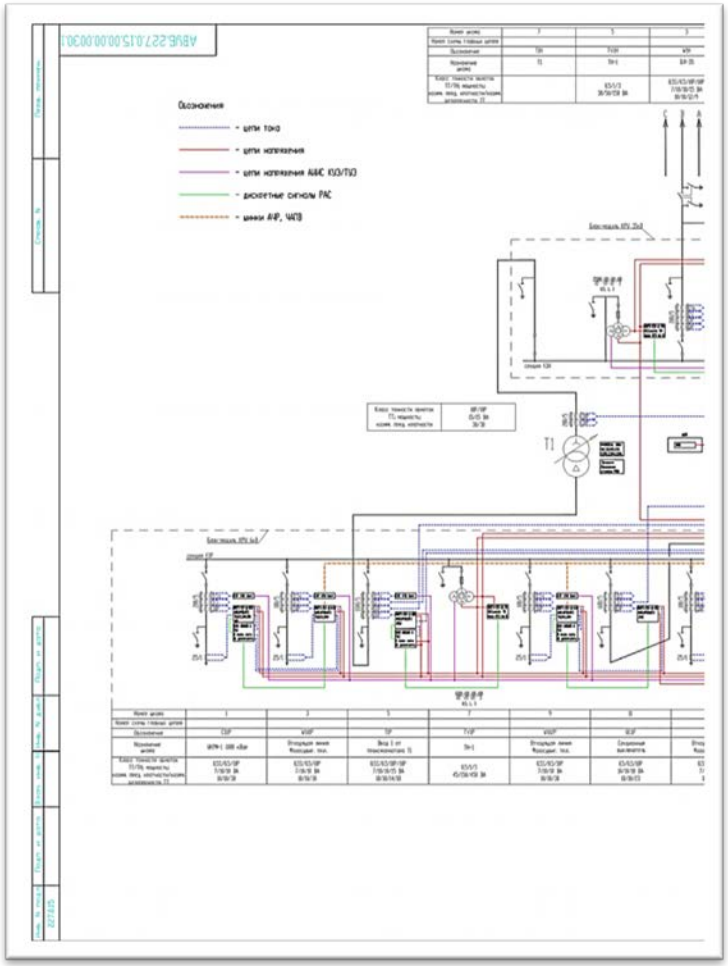
Вывод:

1. Экономически целесообразными являются варианты применения условно цифровых и цифровых ПС 1 типа.

2. Применение цифровых ТТ-ТН (либо AMU) в КРУ обосновано только в шкафах ввода для работы ДЗТ на цифровых ПС.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПС

ПРИМЕР ДЛЯ ТРАДИЦИОННЫХ ПС

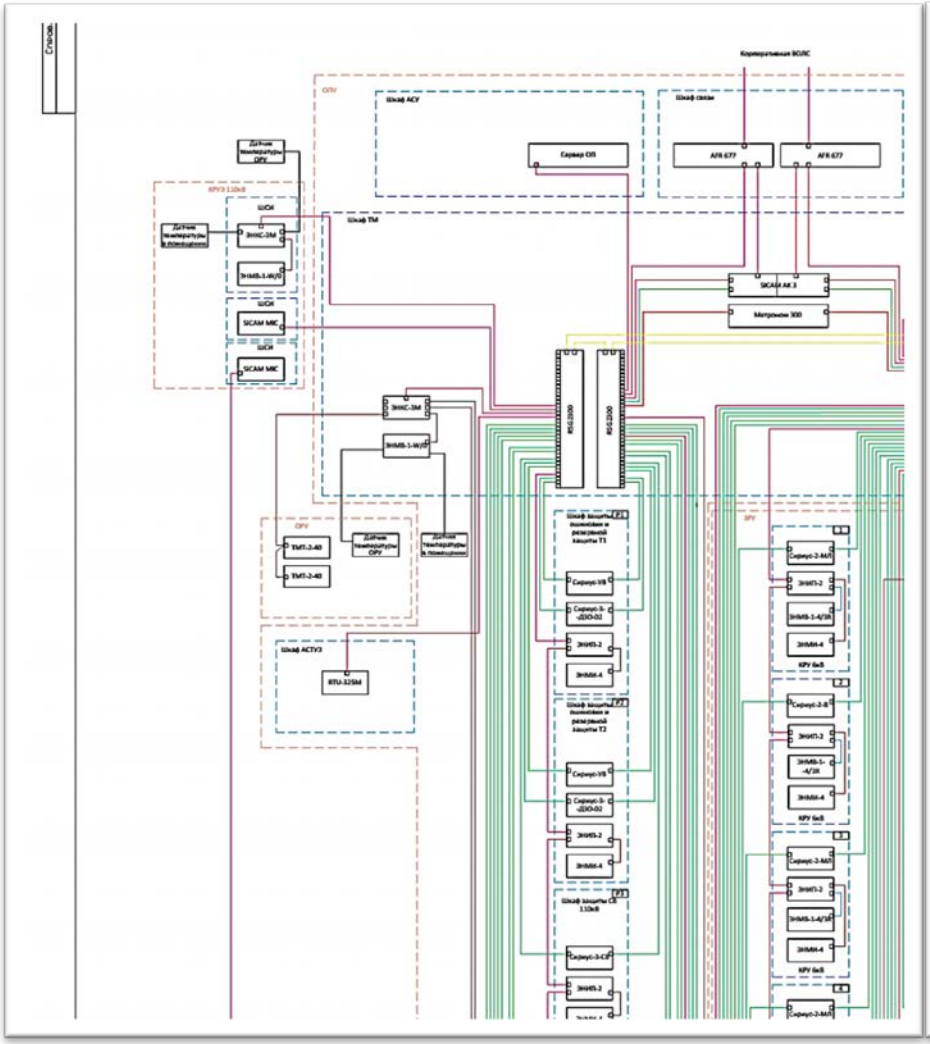


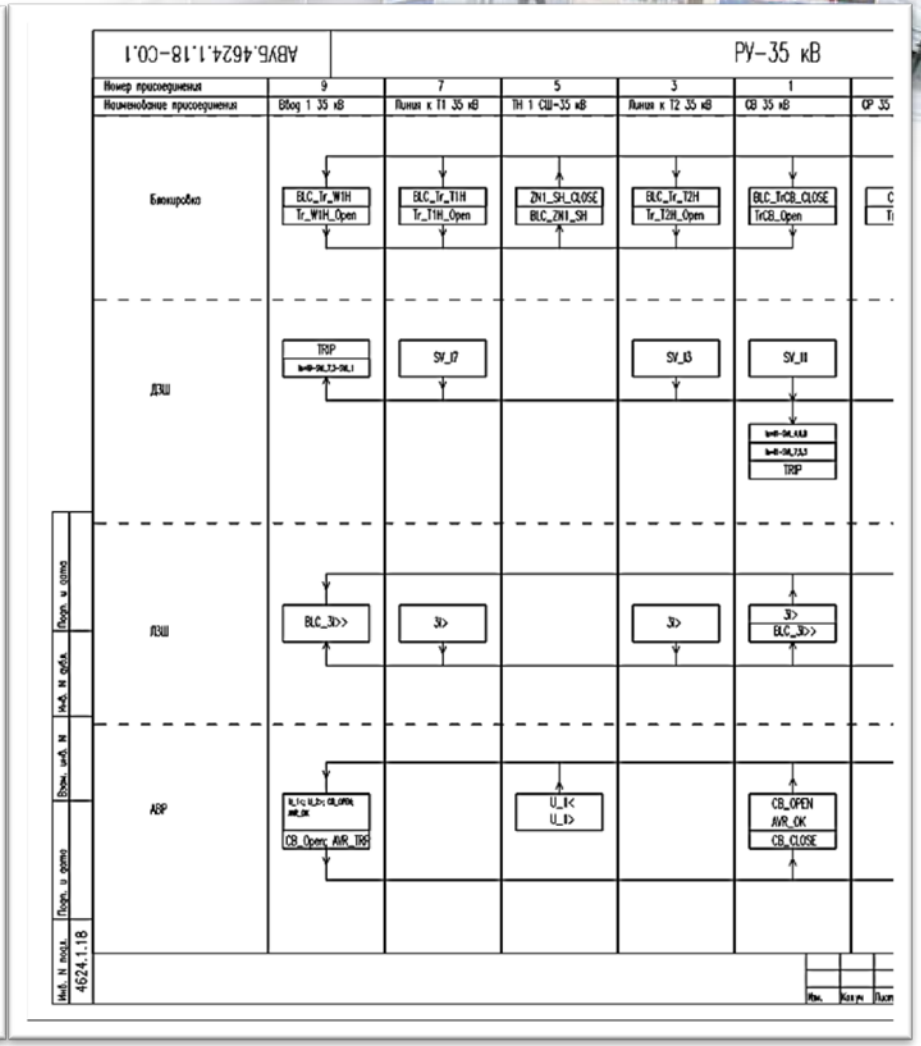
Выбор сечения контрольного кабеля и проверка трансформаторов тока по нагрузке во вторичных целях

Наименование ячейки	Обмотка	Прибор	Тип ТТ	I2номТТ, А	Sприб, ВА	Кабель: Длина, L, м	Кабель: Сечение, q, мм.кв.	Кабель: Zкаб, Ом	S2расч, ВА	Проверка соответствия ТТ по S2ном: 0,25S2номТТ, ВА	Проверка соответствия ТТ по S2ном: S2номТТ, ВА	Вывод
W1H	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-35-М2С	5	0,1	8	2,5	0,056	2,75	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-КС3		5	0,5	8	2,5	0,056	6,8		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
	TA4 10P	БМРЗ-153-Д-УЗТ		5	0,5	20	2,5	0,14	8,75		15	условие выполняется
QC1H	TA2 10P	БМРЗ-152-КС3	ТЛО-35-М2С	5	0,5	8	2,5	0,056	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
	TA3 10P	БМРЗ-153-Д-УЗТ		5	0,5	20	2,5	0,14	8,75		15	условие выполняется
	TA4 10P	БМРЗ-153-Д-УЗТ		5	0,5	20	2,5	0,14	8,75		15	условие выполняется
W2H	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-35-М2С	5	0,1	7	2,5	0,049	2,575	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-КС3		5	0,5	8	2,5	0,056	6,8		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
	TA4 10P	БМРЗ-153-Д-УЗТ		5	0,5	20	2,5	0,14	8,75		15	условие выполняется
CB1P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-БСК		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W101P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
T1P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М2ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-153-Д-УЗТ		5	0,5	10	2,5	0,07	5,25		10	условие выполняется
	TA4 10P	БМРЗ-152-Д-ВВ		5	0,5	5	2,5	0,035	10,95		15	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
		БМРЗ-152-Д-ЦРН		5	0,5	10	2,5	0,07				
		БМРЗ-БАВР		5	0,5	5	2,5	0,035				
W102P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
QC1P	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-СВ	ТЛО-10-М2ВС	5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
W103P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W104P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
W105P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W106P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
W107P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W108P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М2ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
W109P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W110P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				
W111P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М2ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	4,7		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	2	2,5	0,014				
W112P	TA1 0,5S	СЭТ 4ТМ	ТЛО-10-М4ВС	5	0,1	5	2,5	0,035	2,225	1,75	7	условие выполняется
	TA3 10P	БМРЗ-152-Д-КЛ		5	0,5	5	2,5	0,035	5,75		10	условие выполняется
		БИМ 1010.00 А		5	0,5	5	2,5	0,035				

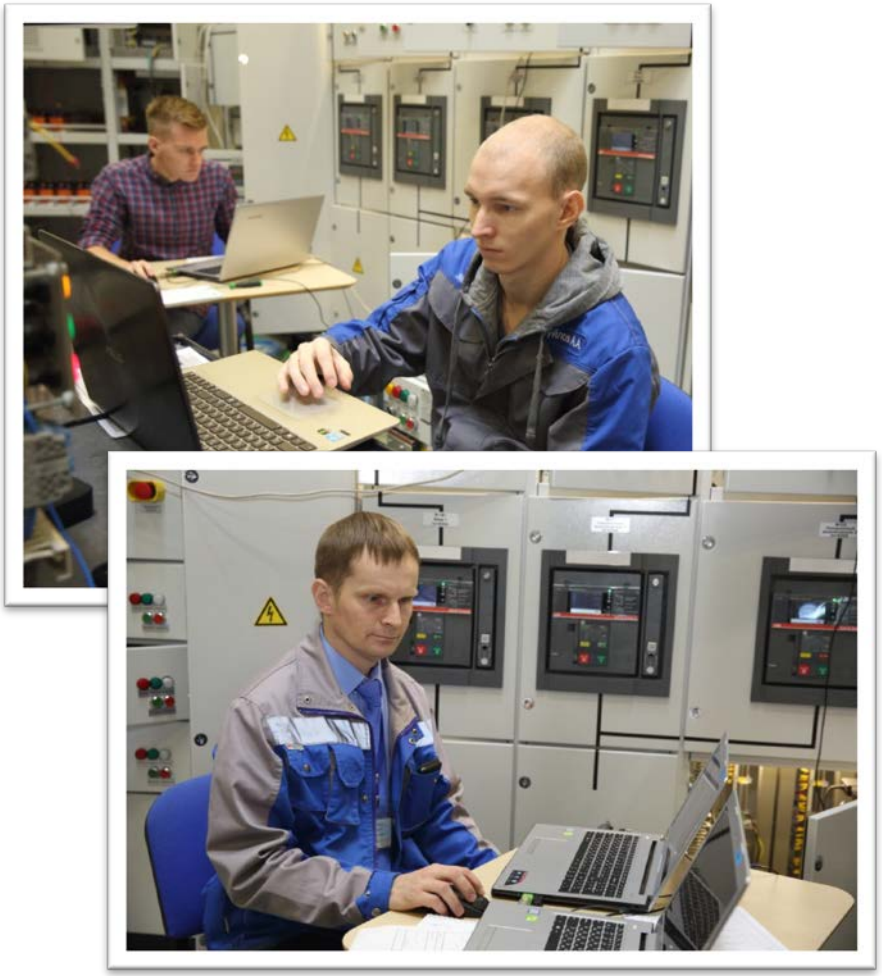
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПС

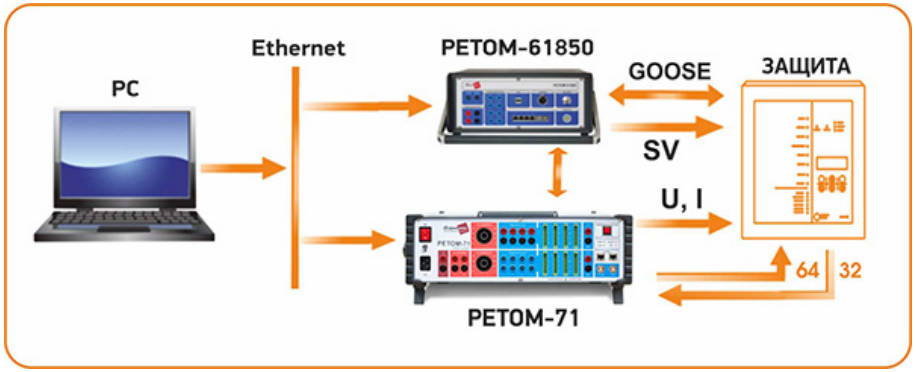
ПРИМЕР ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



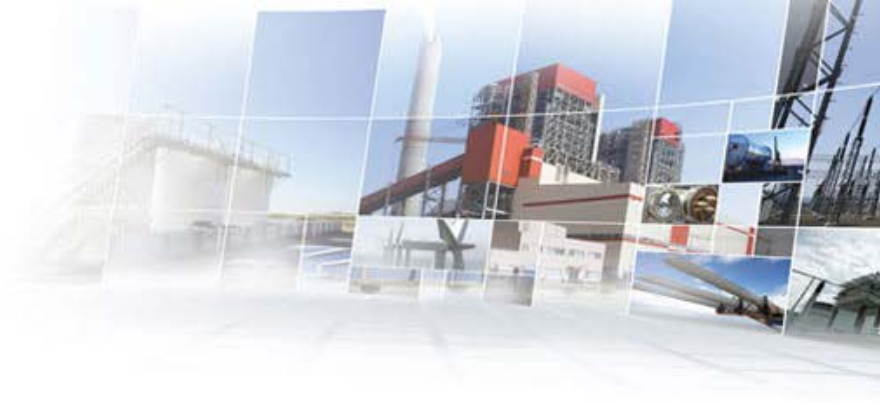


ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА И НАЛАДКИ





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 :

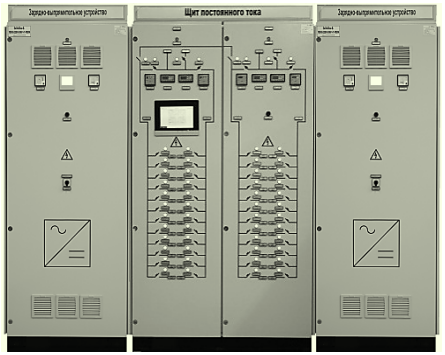
- ✓ использование КРУ с автоматическим и дистанционным управлением всеми коммутационными аппаратами в КРУ;
- ✓ перехода к использованию логических ключей (функции РЗА, группы уставок, МУ/ДУ).

- ✓ Необходима разработка и стандартизация шкафов РЗА и отсеков ВЦ КРУ с логическими ключами

ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ СОПТ «EXONSYS»

Серия «S» - ШОТ«ExOn»
ПС до 35 (110 кВ)



Серия «M»
ПС до 110 кВ

Серия «L»
ПС 110 кВ с большим количеством выключателей

Серия «XL»
ПС 220-750 кВ

ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

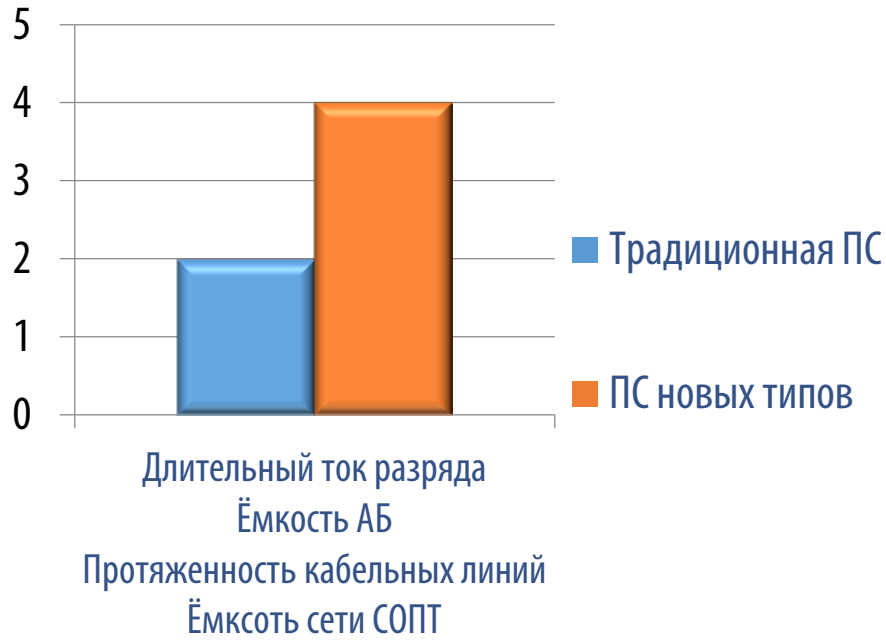
ОСОБЕННОСТИ СОПТ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС

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_{Σ}=n*РЗА

$I_{\Sigma_ЦПС}$=a*РЗА+**b*SAMU+c*ОТТ+d*коммутаторов**

- Рост емкости АБ и потребляемой мощности

~8*15Вт*2ч=240 Вт*ч (на ячейку)

~8x15=120 Вт дополнительной мощности

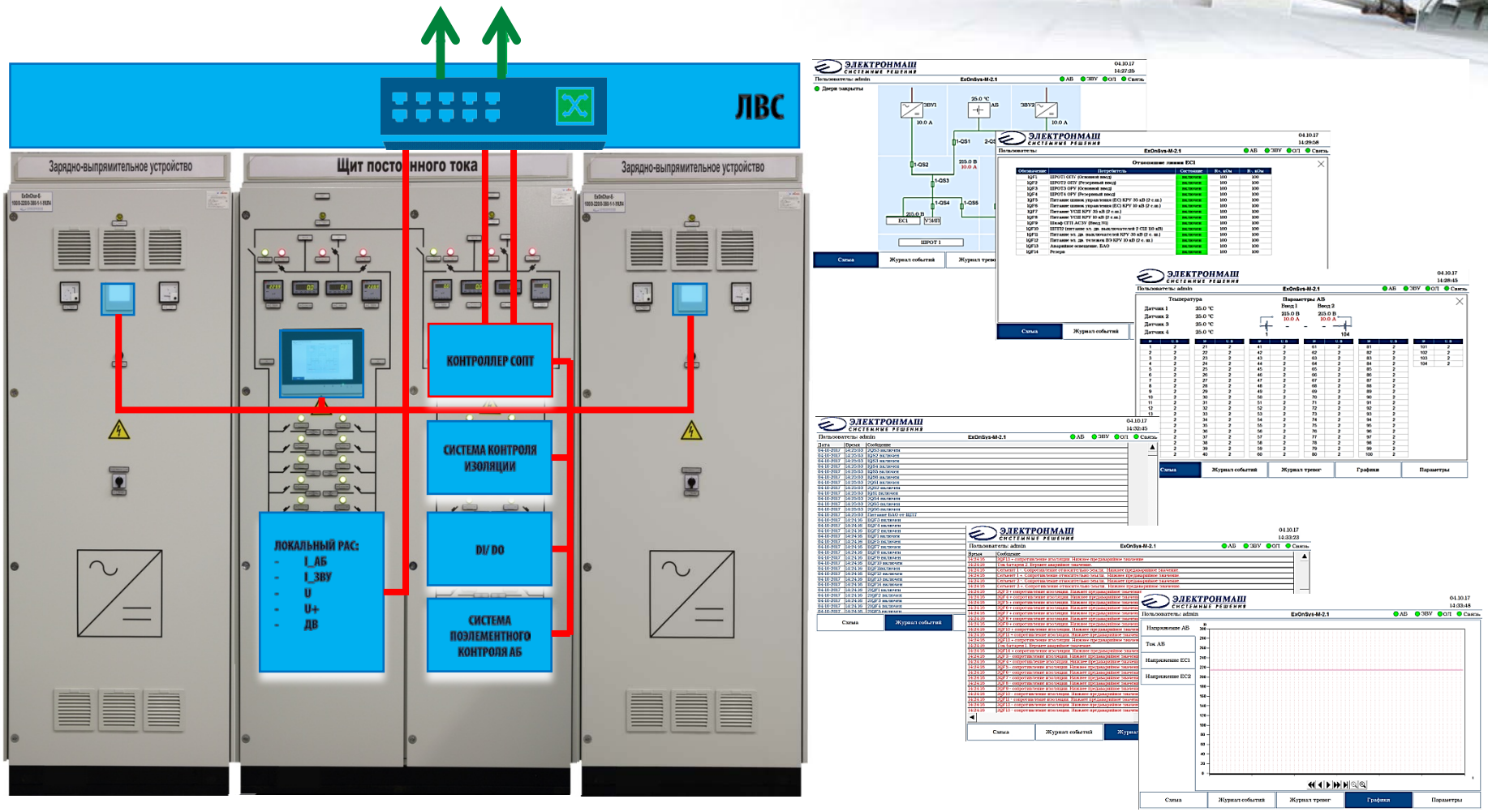
- Рост длины кабельных соединений по ОРУ

~n*SAMU*2

- Увеличение емкости сети СОПТ

ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

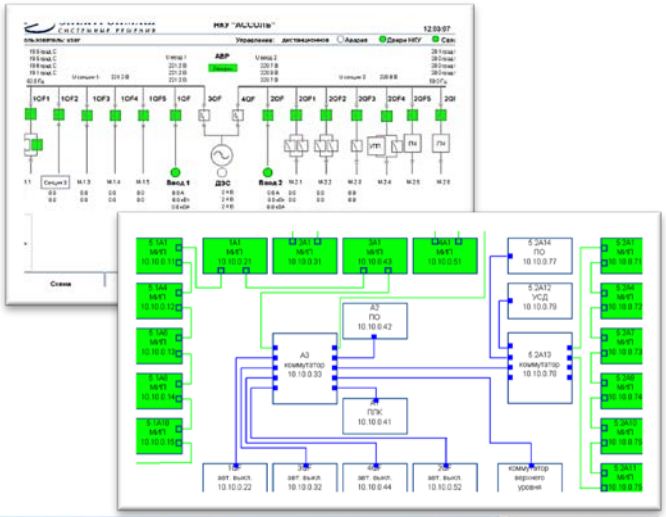
ОСОБЕННОСТИ СОПТ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПС



ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

Особенности ЩСН для цифровых ПС:

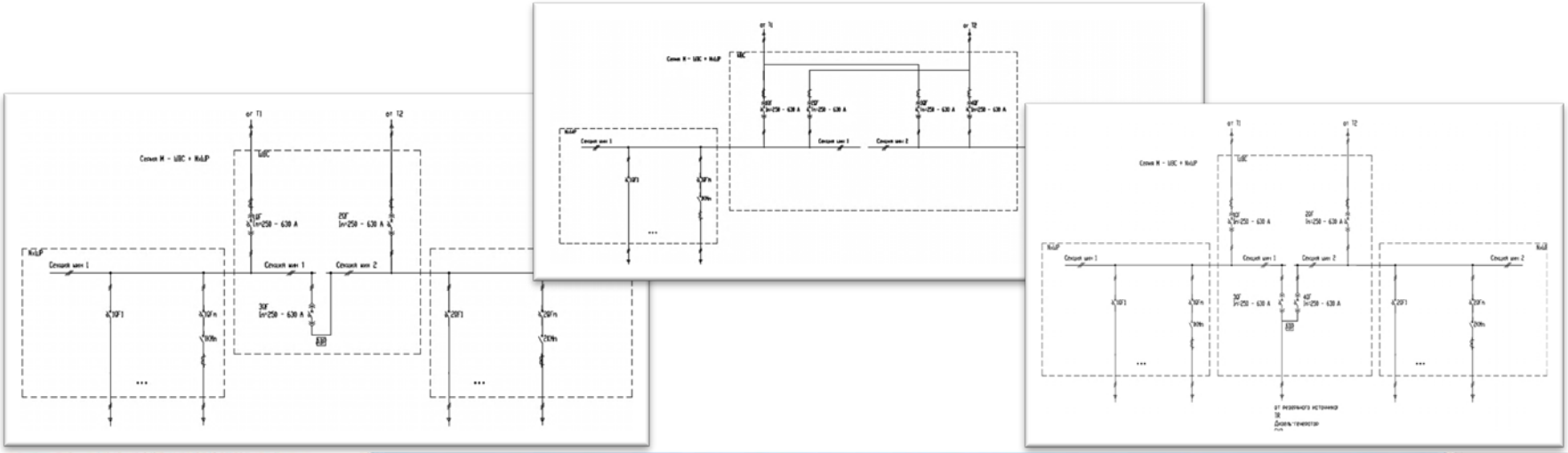
- ✓ Дистанционный контроль и управление;
- ✓ Гибко-конфигурируемая логика работы
- ✓ Возможность адаптивного изменения режима работы
- ✓ Диагностируемость
- ✓ Прогнозирование
- ✓ Высокая степень резервирования вводов
- ✓ Питание вторичных цепей от СОПТ или встроенного ИБП
- ✓ Информирование о событиях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



ОРГАНИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЦИФРОВЫХ ПС

Перечень типовых схемных решений ЩСН «Ассоль»

Конфигурация ЩСН		Модификации схемных решений			
Тип резервирования	Количество рабочих вводов	Серия ЩСН			
		«S»	«M»	«L»	«XL»
не явное резервирование	2	1.1	2.1, 2.2	3.1, 3.2	-
явное резервирование	2	-	2.3	3.3	4.1
	3	-	-	-	4.2
	4	-	-	-	4.3



ВТОРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ПС

ШКАФЫ РЗиА

Шкафы релейной защиты и автоматики

Шкафы центральной сигнализации

ВТОРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ПС

ШКАФЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

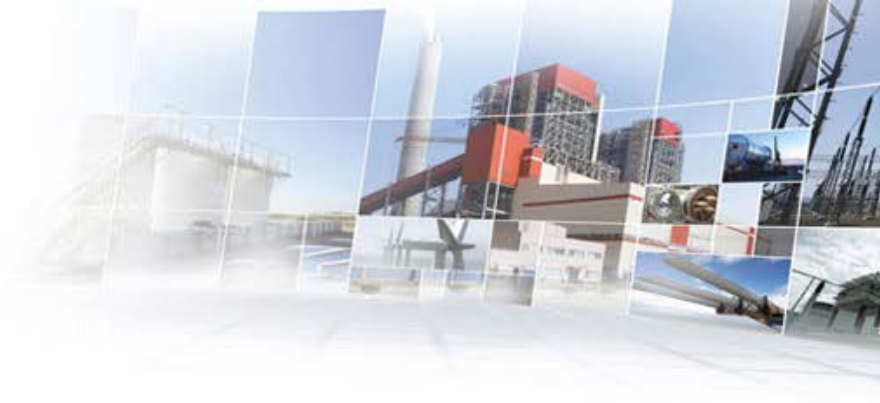
Шкаф сервера РАС

Шкаф РАС полевого уровня

Шкаф учета

Шкаф связи

ЦИФРОВЫЕ ПС ОТ АО «ЭЛЕКТРОНМАШ»



- ✓ Заводская наладка и проверка всех систем
- ✓ Проверенное опытом эксплуатации оборудование
- ✓ Мультибрендовость
- ✓ Законченное проектное решение на согласование в короткие сроки
- ✓ Работа «под ключ» по принципу «одно окно»
- ✓ Отсутствие излишних устройств удорожающих решение
- ✓ Изготовление точно в срок
- ✓ Гарантия соответствия требованиям и стандартам ПАО «Россети»

ЭЛЕКТРОНМАШ
СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

194292, Санкт-Петербург, промзона Парнас, 3-й Верхний пер., д.12, лит. А. Тел./факс: +7 (812) 702-12-62 www.electronmash.ru