



**ПиЭлСи
Технолоджи**

Инновационные технические решения

Кластерная архитектура ЦПС. Опыт внедрения цифровых систем защит и управления в распределительных сетях.

ООО «ПиЭлСи Технолоджи»

www.tpz.ru



Что мы сегодня обсудим?

РЗА. Требования. Принципы построения.

Структура и сетевая архитектура сбора и передачи данных на ПС

Подход к кластерной архитектуре построения Цифровой ПС

Опыт внедрения систем цифровых РЗА на реальных объектах

Сделаем выводы

Цифровизация. Зачем?



Ы



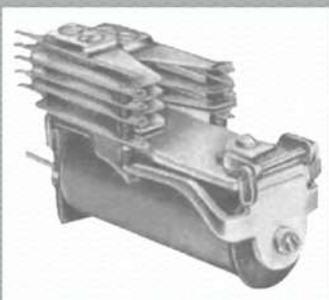
Надежность

Селективность

Быстродействие

Чувствительность

Эволюция систем РЗА



Отключи КЗ быстро, пусть и не селективно в некоторых ситуациях, отправь данные в ШС(при ее наличии).

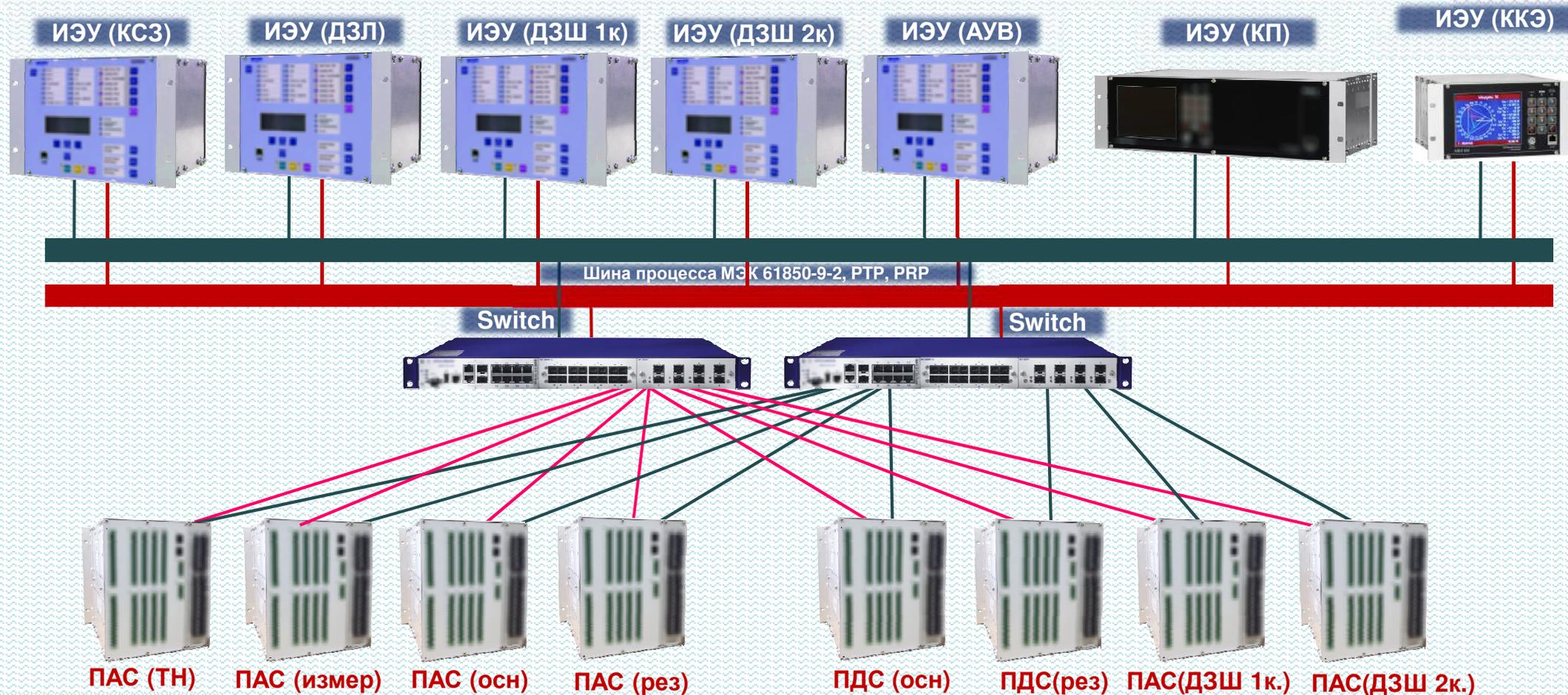
Отключи КЗ как возможно быстро, но в то же время селективно, отправь данные в ШС.

Отключи КЗ быстро и селективно. А еще собери данные с защищаемого объекта и передай «наверх» по протоколу.

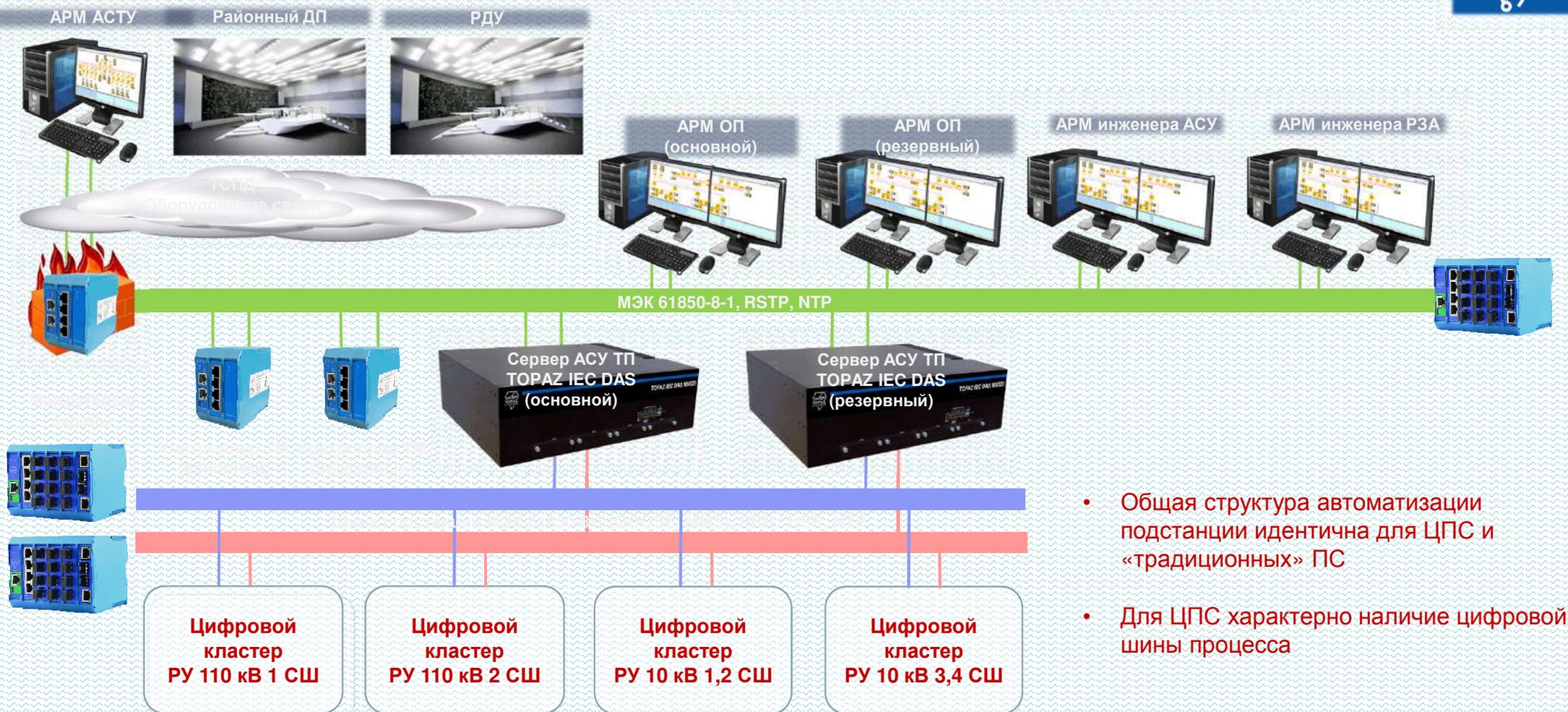
Собери данные по «цифре», отключи КЗ быстро и селективно. Собери данные, обработай по заданным алгоритмам, передай данные «наверх» по протоколу. Организуй мониторинг поперечных связей, проинформируй при возможных неисправностях.

Пример неоптимальной архитектуры ЦПС (на примере одного присоединения):

Проецирование «традиционной» структуры систем защиты и управления на ЦПС

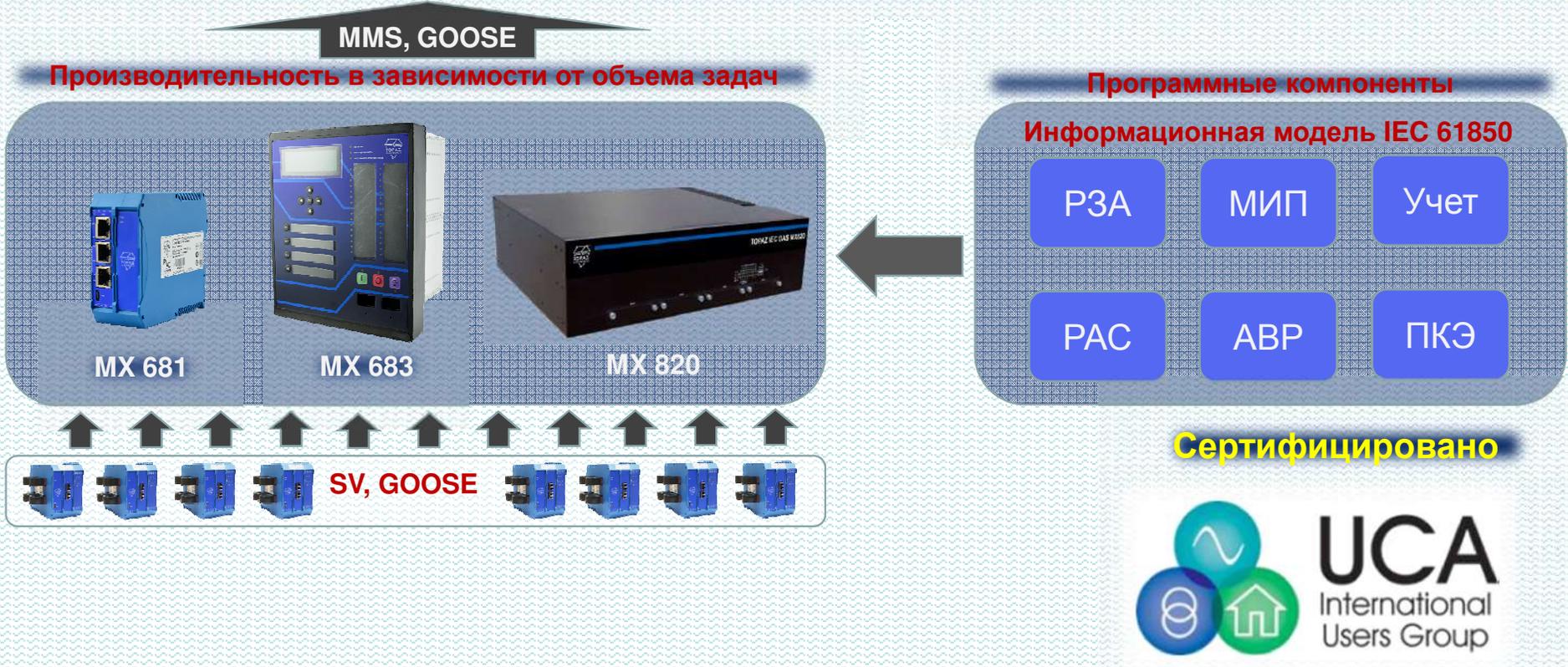


Структурная схема автоматизации ЦПС



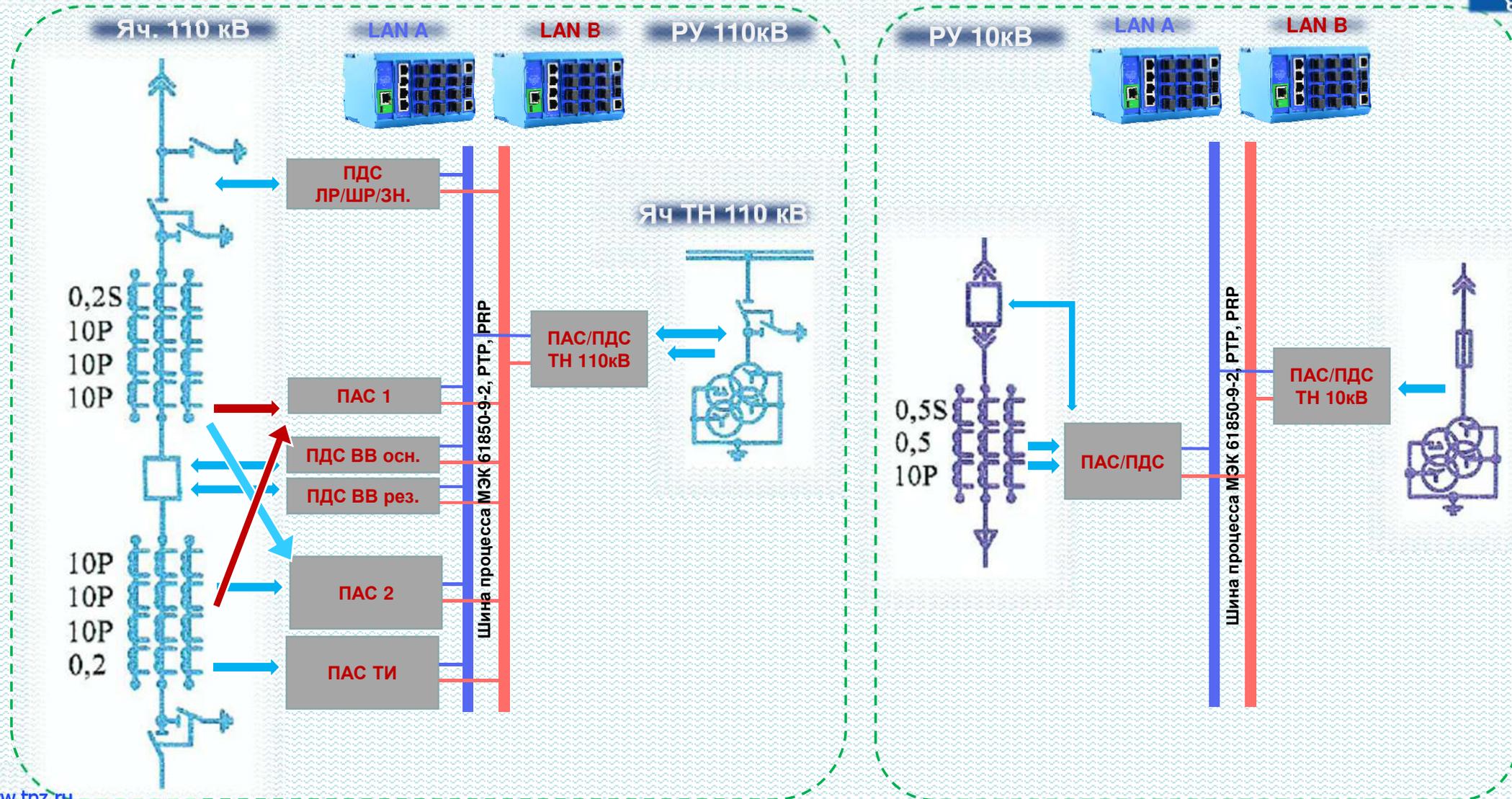
- Общая структура автоматизации подстанции идентична для ЦПС и «традиционных» ПС
- Для ЦПС характерно наличие цифровой шины процесса

Цифровой кластер на базе вычислительных платформ TOPAZ IEC DAS MX



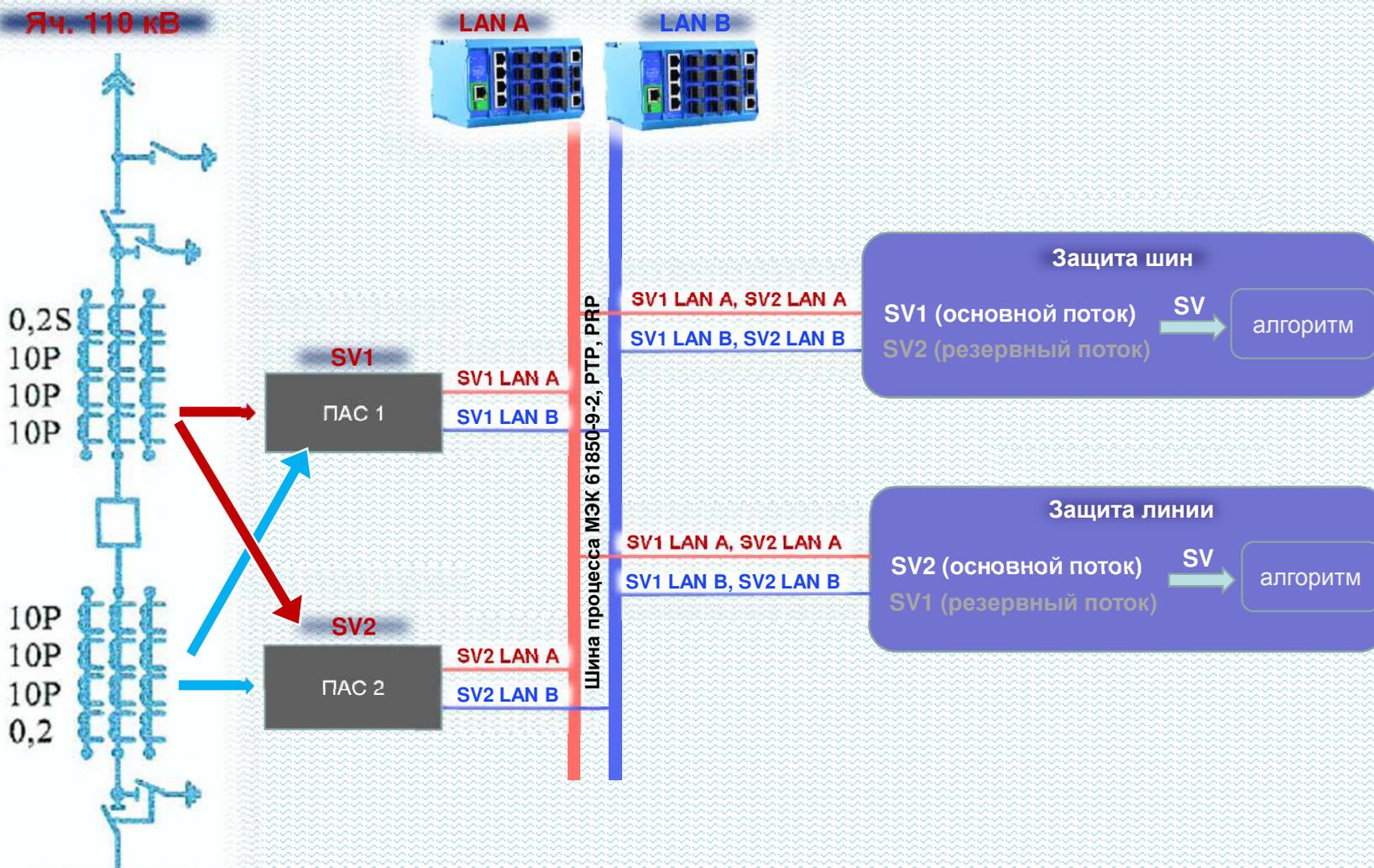
- Применение технологий ЦПС превращает Терминалы РЗА, Контроллеры присоединений, Измерительные приборы, Регистраторы и др. вторичное оборудование в алгоритмы (программные приложения).
- Выбор соответствующей аппаратной платформы зависит от объема выполняемых функций.

Уровень процесса



Двухуровневое резервирование

Резервирование обеспечивается на физическом и на логическом уровнях



Устройство синхронизации времени ТОPAZ Метроном PTS



- *Протоколы синхронизации - NTP, SNTP, PTPv2*
- *Порт синхронизации 1PPS:
оптический (разъем ST), TTL (разъем BNC)*
- *Точность синхронизации с UTC ± 200 нс.*
- *Точность синхронизации по PTP ± 250 нс.*
- *Оптические (одномод/многомод) или медные порты 100/1000 Мб/сек*
- *Скорость обмена по Ethernet – до 1Гб/сек*
- *Протоколы резервирования - RSTP, PRP, HSR*
- *Напряжение питания – 2x24 V DC или 2x220 V AC/DC*
- *Монтаж на din-рейку*
- *Полное соответствие требованиям безопасности и ЭМС для ПС*
- *- Рабочая температура -40 ... +70 C*

Обеспечение информационной безопасности



Идентификация и аутентификация ПАС, ДАС, IED, серверов и т.п.

Аутентификация пользователей и процессов

Контроль целостности программной среды

Защита информации, передаваемой по каналам связи, протоколам передачи данных

Применение межсетевых экранов на периметрах объектов

Управление доступом пользователей, регистрация событий доступа

Обнаружение и предотвращение сетевых вторжений

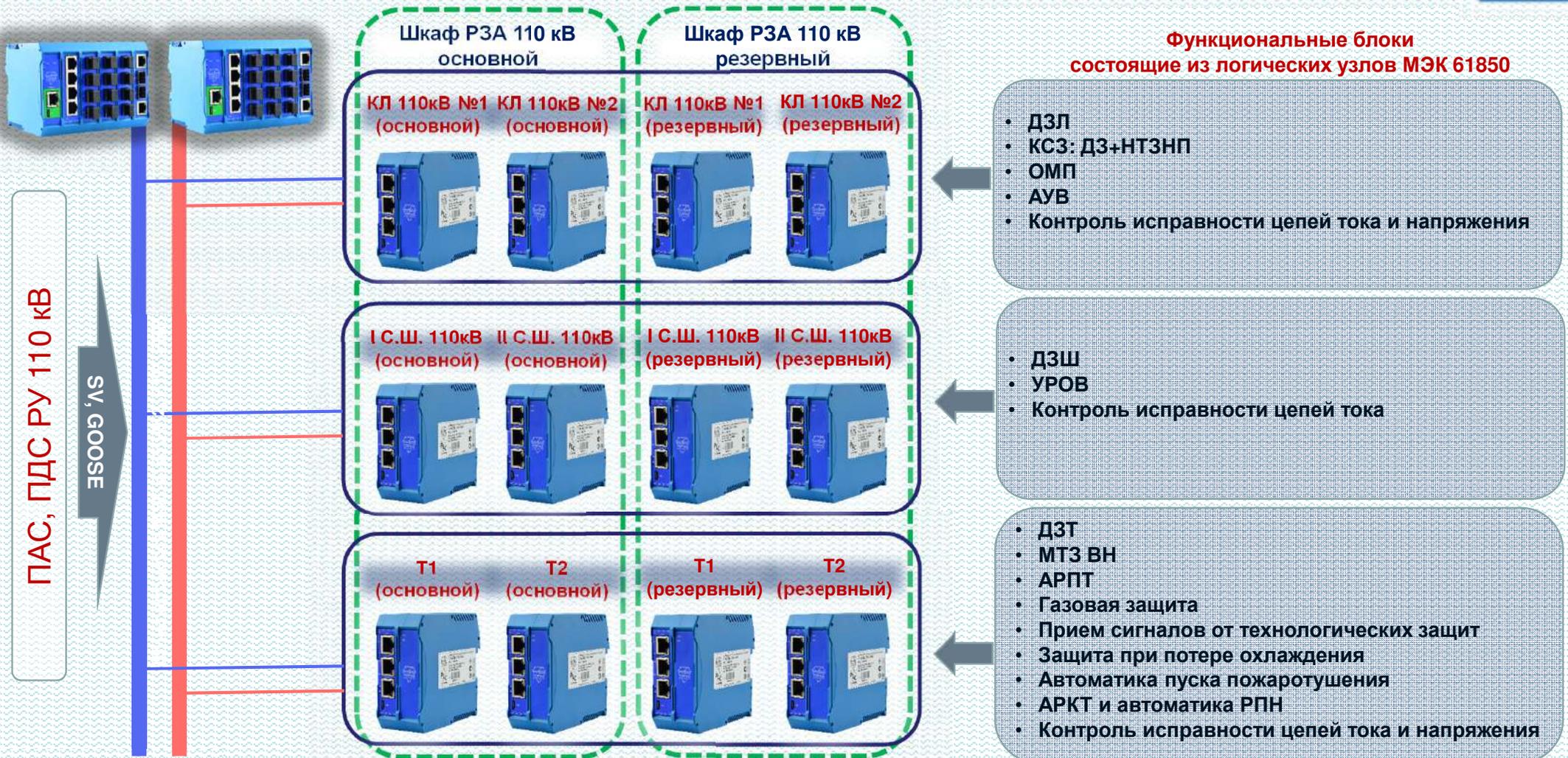
Антивирусная защита

- Обеспечение информационной безопасности должно осуществляться средствами, встроенными в цифровые ПТК защиты и управления.
- Средства ИБ не должны оказывать влияния на функционирование цифровых систем защиты и управления



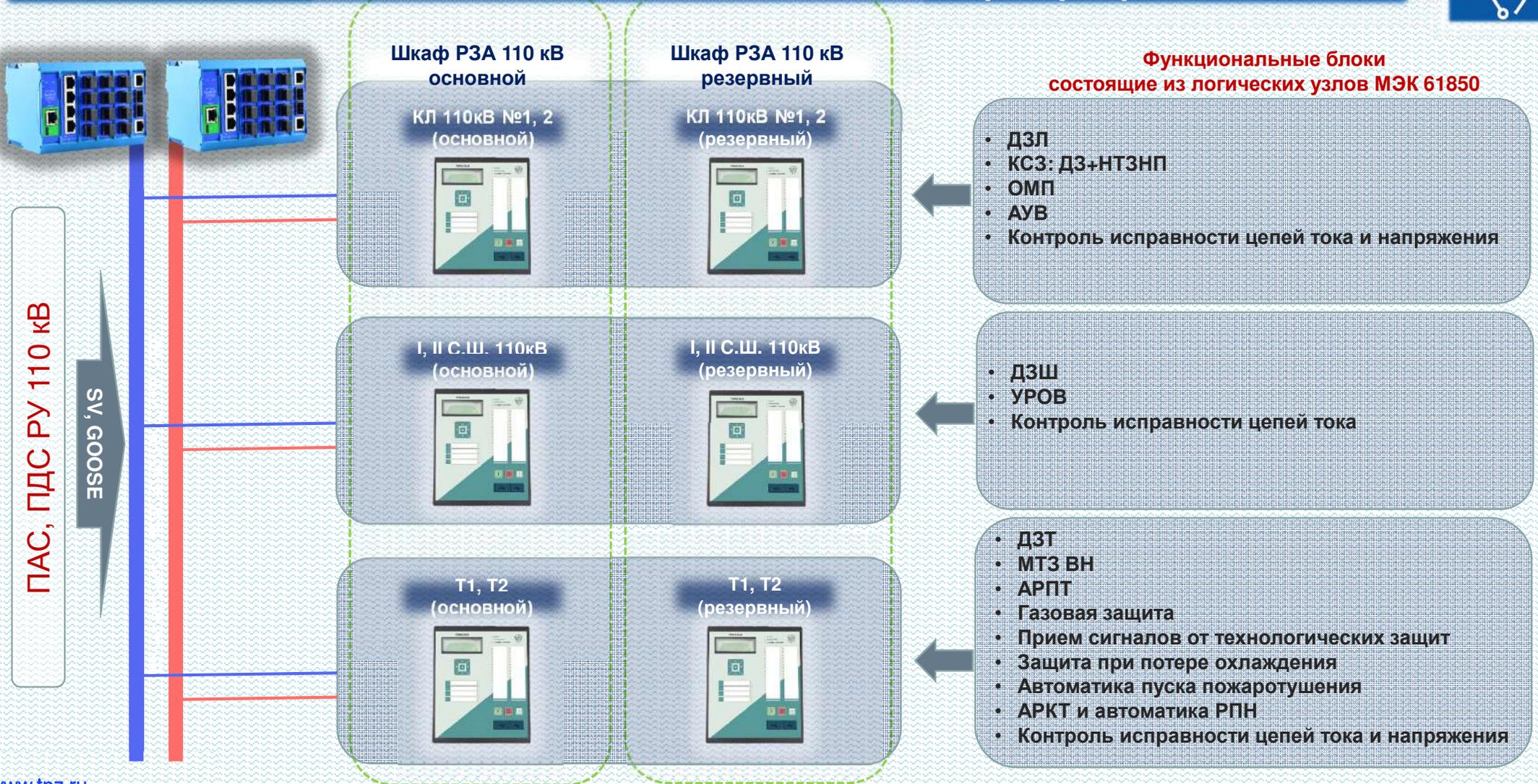
Организация цифровой РЗА на стороне 110 кВ

Защита каждого объекта выполнена на отдельном ИЭУ с резервированием



Организация цифровой РЗА на стороне 110 кВ

Защита каждого объекта выполнена на отдельном ИЭУ с резервированием



Организация цифровой РЗА на стороне 110 кВ

Каждый ИЭУ защищает группу объектов (секция шин)



ПАС, ПДС РУ 110 кВ

SV, GOOSE

Шкаф РЗА 110 кВ
основной

Шкаф РЗА 110 кВ
резервный

КЛ№1, I С.Ш. 110кВ,
Т1 (основной)



КЛ№1, I С.Ш. 110кВ,
Т1 (резервный)



КЛ№1, II С.Ш. 110кВ,
Т1 (основной)



КЛ№1, II С.Ш. 110кВ,
Т1 (резервный)

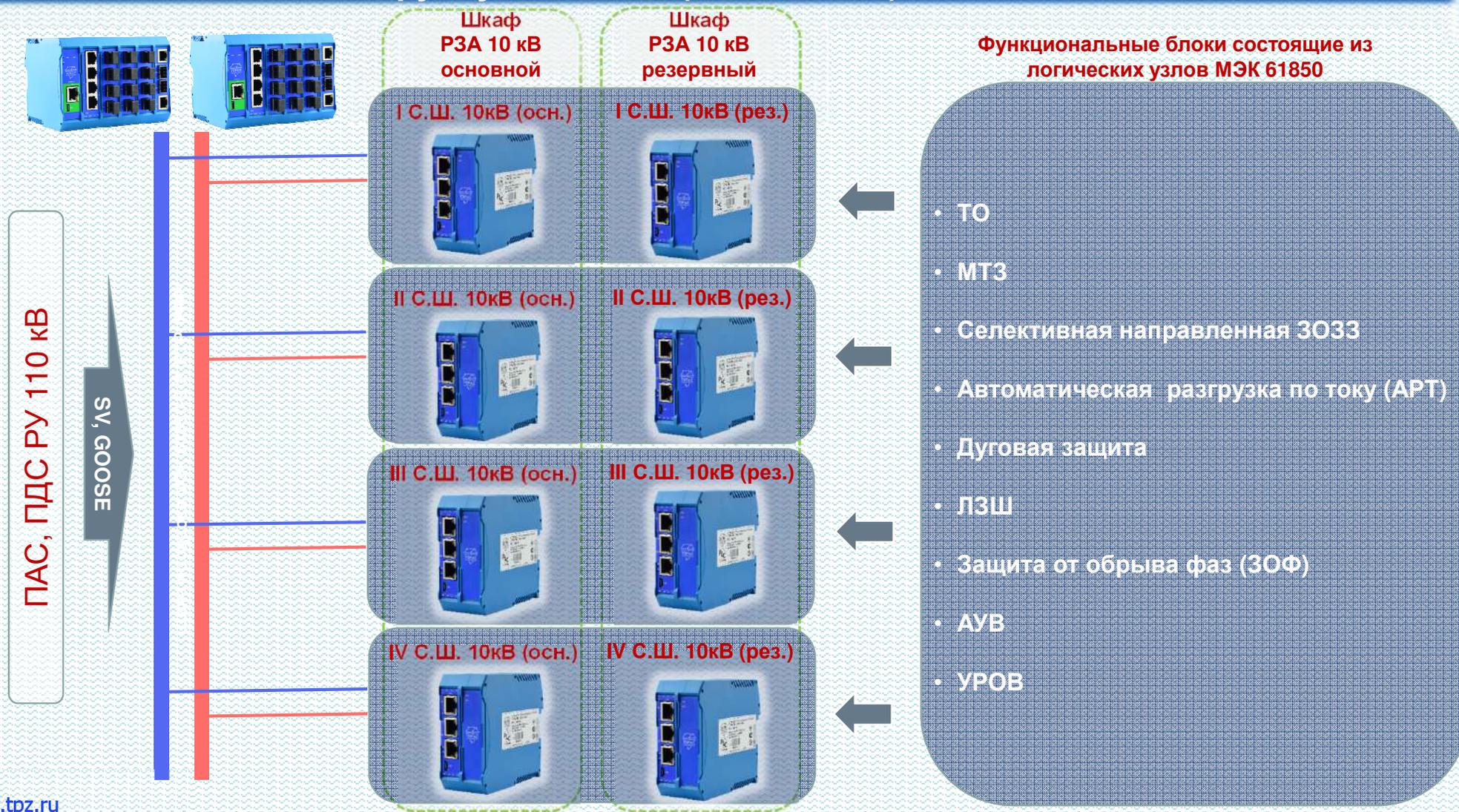


Функциональные блоки состоящие из
логических узлов МЭК 61850

- ДЗЛ
- КСЗ: ДЗ+НТЗНП
- ОМП
- АУВ
- Контроль исправности цепей тока и напряжения
- ДЗШ
- УРОВ
- Контроль исправности цепи тока
- ДЗТ
- МТЗ ВН
- АРПТ
- Газовая защита
- Прием сигналов от технологических защит
- Защита при потере охлаждения
- Автоматика пуска пожаротушения
- АРКТ и автоматика РПН
- Контроль исправности цепей тока и напряжения

Организация цифровой РЗА на стороне 10 кВ

Каждый ИЭУ защищает группу объектов (секция шин)



Цифровой РП-29 10кВ ПАО «МОЭСК»



Контроллер телемеханики
TOPAZ IEC/DAS M X24G LTE

МЭК 61850-8-1 GOOSE / MMS, NTP

УСВ
TOPAZ
Метроном
PTS

УСВ
TOPAZ
Метроном
PTS

TOPAZ ISAS®
основной

TOPAZ ISAS®
резервный

МЭК 61850-9-2 SV
МЭК 61850-8-1 GOOSE
PTP / PRR

МЭК 61850-9-2 SV
МЭК 61850-8-1 GOOSE
PTP / PRR



10кВ I/O Ш

ПАС + ПДС (АМУ, МПУ5)



10кВ I/O Ш

ПАС + ПДС (АМУ, МПУ5)

Цифровые кластеры:

- РЗА в объеме всего РП (на сигнал)
 - АУВ
 - МТЗ с ускорением при включении
 - Токовая отсечка
 - Дуговая защита с контролем по току
 - ЛЗШ
 - АВР
 - Контроль обрыва фазы
 - Логика отключения
 - Запись осциллограмм
- МИП в объеме всего РП
- РАС в объеме всего РП
- ККЭ (в объеме 2-х секций шин 10кВ).

Пример ЧМИ виртуального терминала РЗА 10 кВ



РП-29 (Цифровая подстанция)
Схема терминала РЗА

Терминал защиты выключателя Топраз IED Ячейка 7 ВВОД

МТЗ (АПТОС7)

Измерения RMXU

Ia	0,00 A	угол	0
Ib	0,00 A	угол	0
Ic	0,00 A	угол	0
In	0,00 A	угол	0

Оперативное управление

ОТКЛ ВКЛ

Ключ управления

ЗАЩИТЫ

- Неисправность
- Работа защит

МТЗ (АПТОС7)

Аварийное отключение (XCBR7)

ЗМН 1 (SVP15)

ЗМН 2 (SVP16)

АВР 1 (AATS1)

АВР 2 (AATS2)

Модуль DMU

- Наличие связи
- Авария канала ON
- Авария канала OFF
- Авария канала RF
- Наличие питания PWR1
- Наличие питания PWR2

Модуль AMU

- Наличие связи
- Синхрониз. SV потока
- Ошибка SV потока

Осциллограф

- Запись

Пуск осциллографа

Ошибка SV

Сброс ошибки

Уставки

Режим работы узла: **Р-Р**

Величина срабатывания: **4000 A**

Выдержка времени срабатывания: **4000 мс**

Тип характеристики срабатывания: **НЕЗАВИС**

Выходы

- Узел заблокирован по дискр. входу
- Пуск защиты (общий)
- Пуск защиты по ф.А
- Пуск защиты по ф.В
- Пуск защиты по ф.С
- Срабатывание защиты (общий)
- Срабатывание защиты по ф.А
- Срабатывание защиты по ф.В
- Срабатывание защиты по ф.С

Выводы



Положительный эффект от внедрения систем РЗА на принципах ЦПС с кластерной архитектурой:

- Повышение надежности работы системы
- Снижение CAPEX и OPEX
- Простота и дешевизна расширения системы
- Повышение уровня наблюдаемости оборудования
- Возможность снижения габаритных размеров ОПУ и ПС в целом
- Глубокая автоматизация процессов проектирования и наладки вторичных систем
- Возможность для реализации предиктивной аналитики состояния оборудования и автоматизации процессов сервисного обслуживания.

Способы достижения эффективности:

- Снижение общего количества устройств на уровне процесса и уровне станции
- Снижение общего количества горизонтальных цифровых связей и сетевого оборудования. Существенное снижение применения контрольного кабеля.
- Использование отечественного оборудования с ценой ниже западных аналогов

Выводы. Эффекты от внедрения.

Сложности внедрения систем РЗА на принципах ЦПС с кластерной архитектурой.

- Неподготовленность оперативного персонала к эксплуатации
- Более сложный и трудоемкий процесс наладки
- Появляются дополнительные требования к обеспечению безопасности объекта
- Большие массивы информации проходят в сетевом трафике. Необходима фильтрация и систематизация входных данных.

Способы достижения эффективности:

- Обучение Конечного Заказчика на стадии реализации проекта
- Привлечение к пусконаладочным работам квалифицированных специалистов вендора
- Участие персонала принимающей организации в момент выполнения