Типовые решения и технологии для организации ЛВС АСУЭ

Мизгунова Александра
Ведущий инженер, ООО «Ниеншанц-Автоматика»
Февраль 2022

MOXA®
Reliable Networks ▲ Sincere Service

Что хотят стандарты? На примере СТО ФСК

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ **СТО 56947007 -**
ПАО «ФСК ЕЭС» __.___.__.___ - 20__

Типовые технические требования к организации и производительности технологических ЛВС в АСУ ТП ПС ЕНЭС

– установку приоритетов в доступе к ресурсам сети определенным видам трафика.

Коммутаторы должны обеспечивать надежную передачу данных между источником и приемником с заданными параметрами (время доставки, приоритезация и др.).

Коммутатор может обеспечивать функции маршрутизатора при наличии соответствующих технических возможностей и соответствии требованиям к маршрутизаторам.

4.1.3 Коммутаторы шины процесса и станционной шины должны поддерживать протокол синхронизации времени PTP (поддержка режимов master, slave, transparent clock) для станционной шины – программно, для шины процесса – аппаратно.

4.1.4 Коммутаторы обязательно должны поддерживать механизмы QoS (IEEE 802.1p) и VLAN (IEEE 802.1Q).

4.1.5 Коммутаторы шины процесса должны иметь коммуникационные интерфейсы с разъемами LC, выполненные на базе волоконно-оптических каналов связи. Коммутаторы должны иметь коммуникационные интерфейсы, соответствующие требованиям не хуже IEEE 802.3 в части интерфейса 100BASE-FX, и коммуникационные интерфейсы, соответствующие требованиям не хуже IEEE 802.3 в части интерфейса 1000BASE-LX.

Требования к исполнению сетевых устройств подстанции

- ✓ Сертификация согласно МЭК 61850-3
- ✓ Защита от электромагнитных помех не ниже уровня 4
- ✓ Резервированное питание
- ✓ Защита от неверной полярности
- ✓ Температура работы устройств минимум до +55
- ✓ Устойчивость к вибрациям и ударам

Функциональные требования к коммутаторам в АСУ ТП ЦПС

- Серверная стойка – маршрутизирующий коммутатор уровня 3 (L3) с поддержкой протокола VRRP. Оснащенный медными портами, Gigabit Ethernet

- Шина станции – коммутатор L2 с поддержкой протоколов резервирования связи RSTP или аналогов. Медные и оптические порты Fast Ethernet и Gigabit Ethernet для магистральных каналов.

- Шина процесса - коммутатор L2 с поддержкой аппаратной версии PTPv2 и протоколов резервирования, а также с большим количеством оптических портов с разъемами LC.

- Все коммутаторы должны поддерживать технологии VLAN и QoS, протоколы диагностики SNMP или МЭК 6180-8-1 (MMS), функции зеркалирования портов.

Требования к скорости восстановления в случае аварии

IEC 61850-8-1 Шина станции

- GOOSE – сообщения не могут быть задержаны, особенно в преддверии аварии
- PRP обеспечивает бесшовную передачу данных – это важно для особо-критичных сообщений
- MRP и RSTP отвечают требованиям по отказоустойчивости для шины станции

IEC 61850-9-2 Шина процессов

- В телеизмерениях (SV) трафик не должен быть потерян в случае обрыва связи
- Бесшовная передача данных
- Отказоустойчивость
- PRP и HSR полностью отвечает данным запросам

Типовые коммутаторы Моха для ЦПС

- ✓ Аппаратное исполнение коммутаторов соответствует стандартам МЭК 61850-3 и IEEE 1613
- ✓ Дополнительный функционал для применения на подстанциях

Шина станции	Шина процессов	Шины управления (L3)
PT-7528 ▪ **Встроенные порты** ▪ 4GE + 24FE (8/12/16/20 FX) 	**PT-7728-PTP** ▪ Модульный: до 12FE + 4G ▪ Аппаратная поддержка PTP ▪ **Модуль с PRP/HSR** 	**PT-7828** ▪ Модульный: до 24FE + 4G ▪ **L3 уровень, VRRP**
PT-7728 ▪ **Модульный коммутатор** ▪ До 24FE+4G 	**PT-G7728** ▪ Модульный: до 28G ▪ **Аппаратная поддержка PTP** ▪ Модуль с PRP/HSR*	**PT-G7828** ▪ Модульный: до 28G ▪ **L3 уровень, VRRP** ▪ **Аппаратная поддержка PTP**

*Модуль с PRP/HSR для коммутаторов серии PT-G7000 доступен в конце 1 кварта 2022

Технологии повышения надежности

АСУ ТП ПС

Технологии коммутаторов для ЦПС

Надежность

Резервирование – резервирование связи 2 и 3 уровня

Fiber Check - Диагностика оптических портов ST/SC или SFP

Dying Gasp – Сигнализация при потери питания

Производительность

МЭК 61850 QoS – Приоритезация важного трафика

VLAN – Функциональное разделение системы

IEEE 1588 v2 - Синхронизация времени

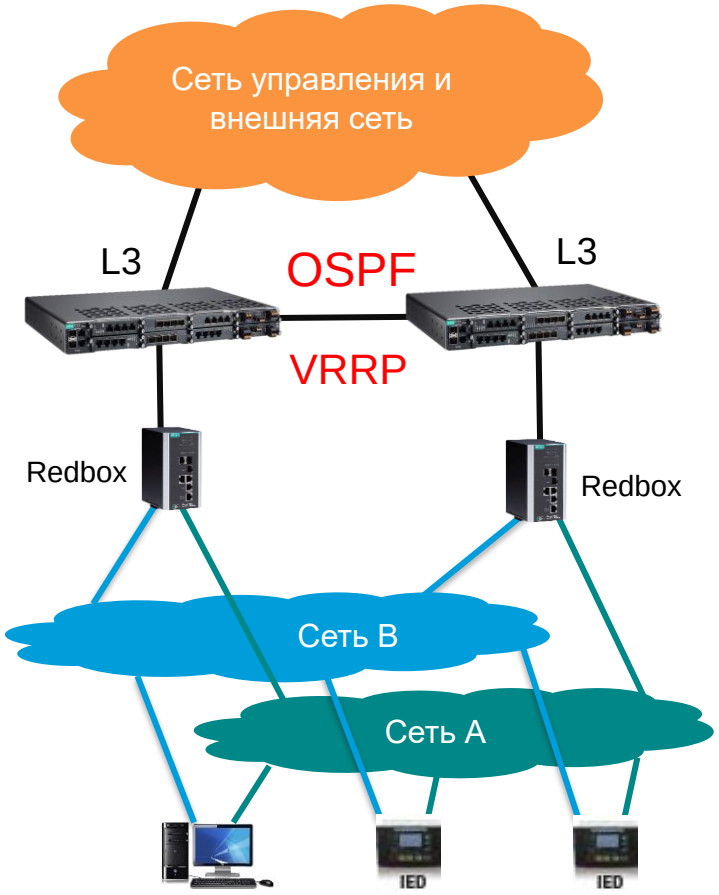
Управляемость

МЭК 61850-90-4 – мониторинг по протоколу MMS

SNMP – управление и мониторинг

Резервирование систем связи III уровня

- **Маршрутизация**
  - **Статическая или OSPF** – определение маршрутов между разными подсетями
- **Резервирование маршрутизаторов**
  - **VRRP** - технология резервирование шлюзов по умолчанию, т.е. резервирование на 3 уровне.

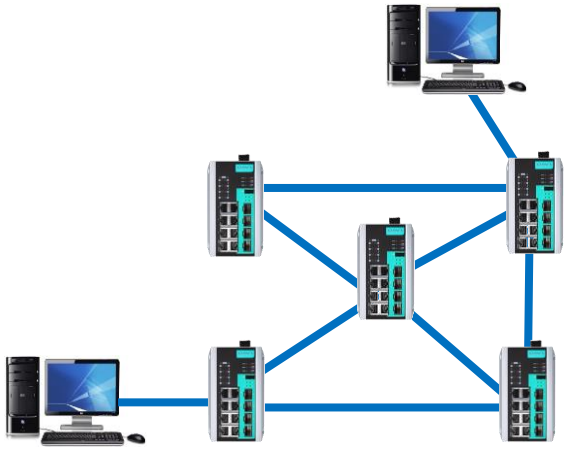


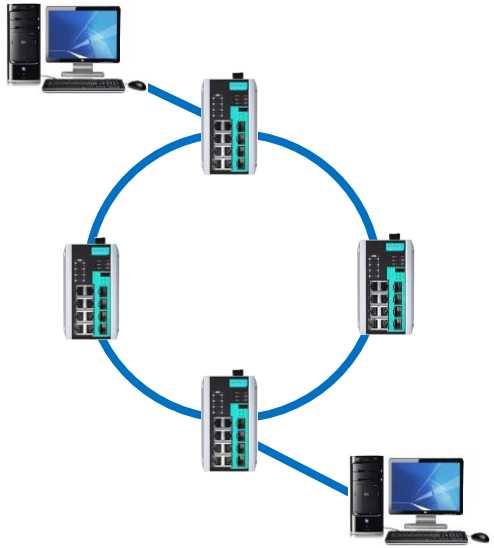
Резервирование систем связи уровня II

Резервирование канала

- STP, RSTP (mesh)
- MRP, Moxa Turbo Ring (кольцо)

→ переключение на запасной канал при обрыве основного

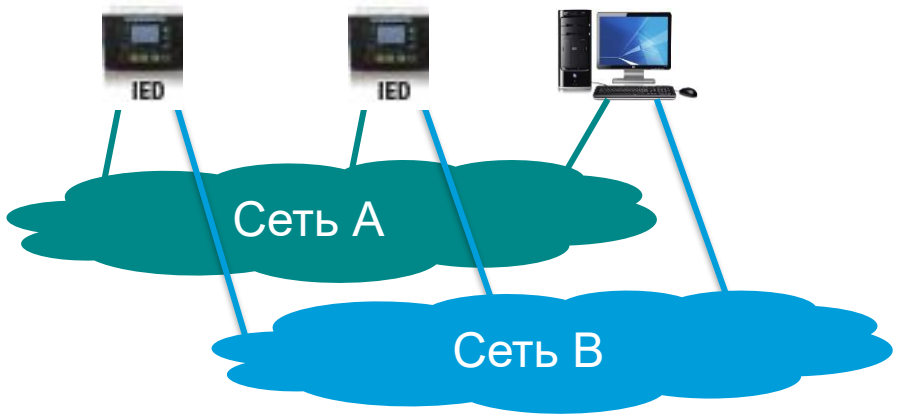




Резервирование сети

- PRP (дублированная сеть)
- HSR (кольцо)

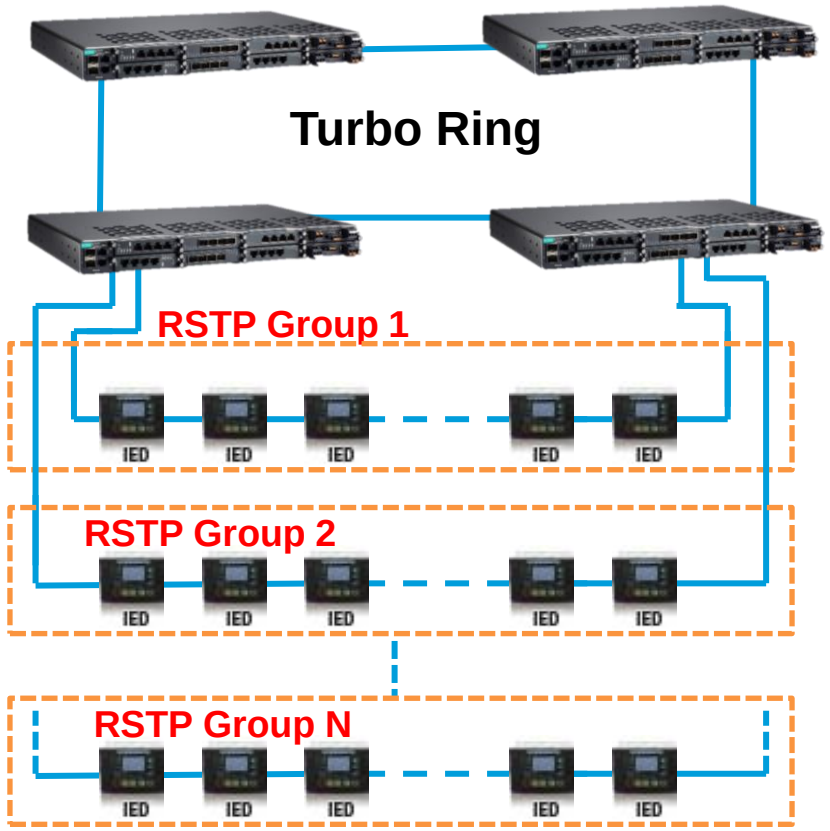
→ данные идут параллельно по независимым каналам, нулевое время переключения



Комбинирование RSTP с Turbo Ring

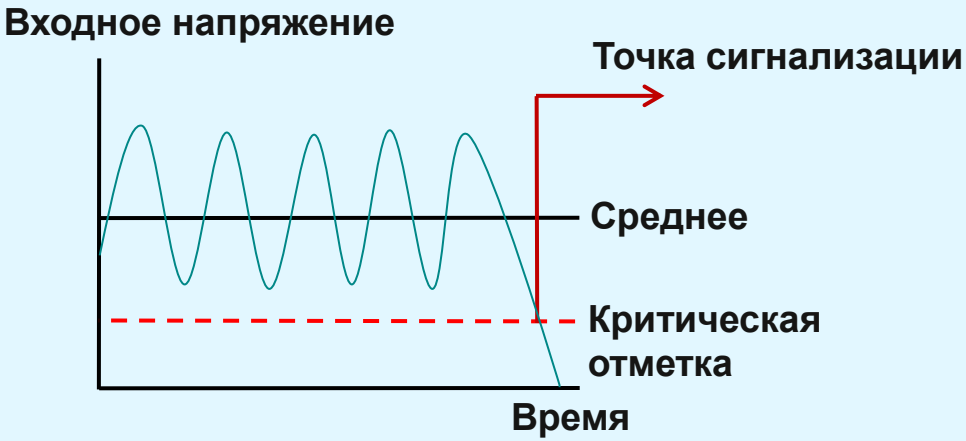
Функция RSTP Grouping

- Подключение счетчиков, терминалов и прочих устройств с поддержкой RSTP
- Прямое объединение с магистральным кольцом
- Уменьшение количества устройств в одном RSTP сегменте
- Уменьшение общего служебного трафика RSTP
- До 64 RSTP групп в системе
- До 40 устройств в одной RSTP цепочке
- Только на коммутаторах Moxa серии PT-G7728



Dying Gasp - предсмертный вздох

Цель: **Быстрая идентификация отключения оборудования из-за сбоя питания**



Работает после отключения питания 3 секунды

Реализация:

1. Падение **уровня питания до критической отметки**

2. Отправка сообщений **Syslog или SNMP trap**

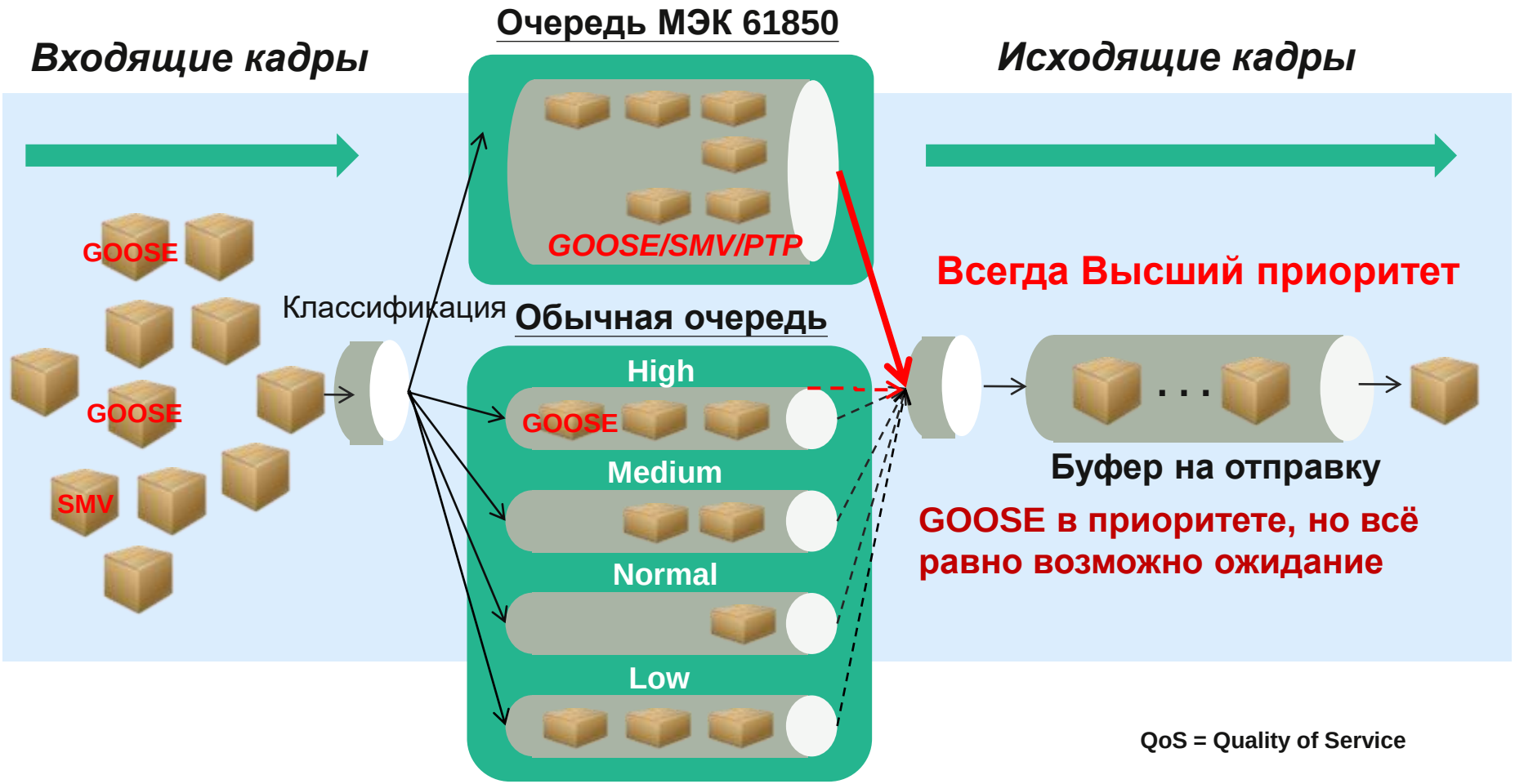
3. Получив сообщение, оператор **проверяет источник напряжения или блок питания коммутатора**

QoS для МЭК 61580

Приоритезация данных критической важности

Уровень приоритета внутри очереди МЭК 61850: High, Medium, Normal, Low

Тип пакетов в очереди МЭК 61850: GOOSE, SMV, PTP

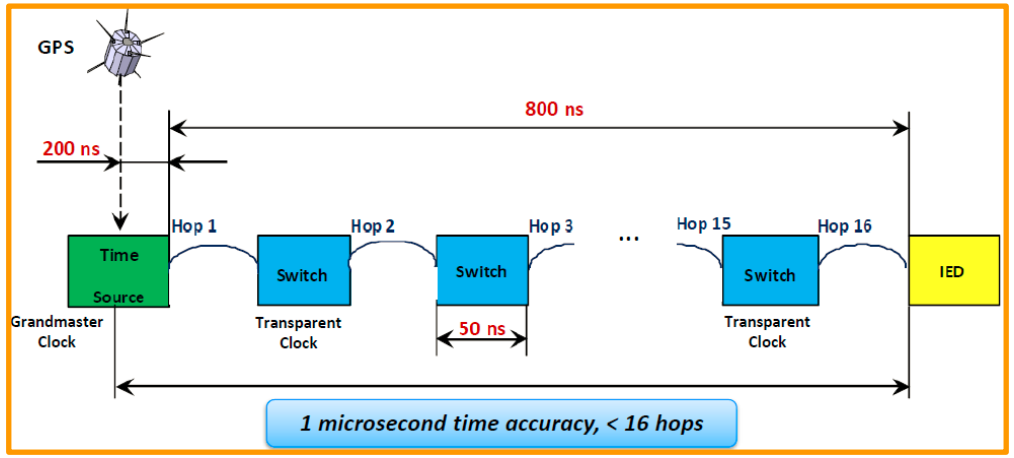


QoS = Quality of Service

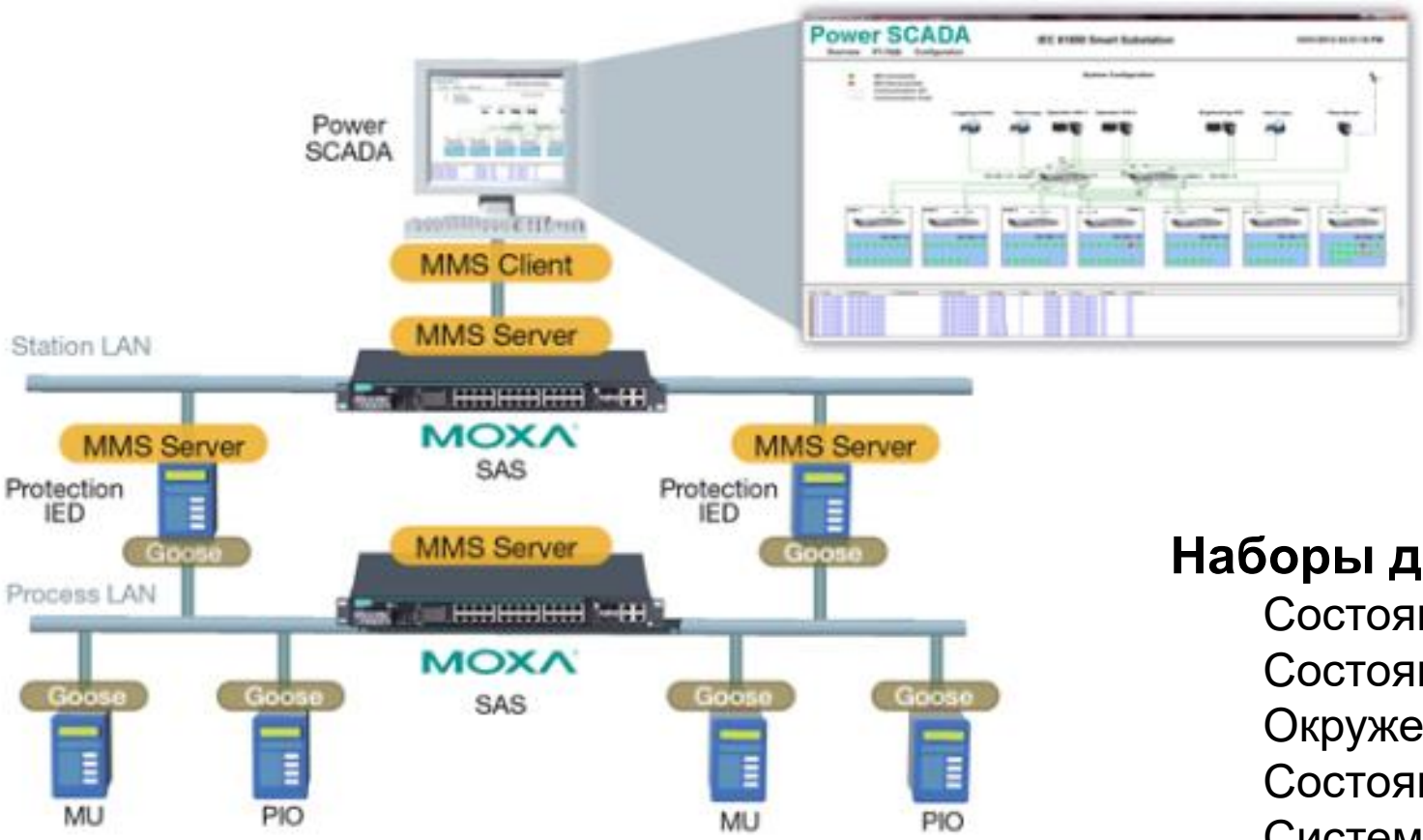
Синхронизация PTP в коммутаторе

- **Все элементы сети поддерживают режим прозрачных часов (Transparent Clock)**
- **Расчет только задержек между соседями (Peer-to-Peer delays)**
  (Расчет задержки от часов до конечного устройста (End-to-end path delay) не используется)
- **Предпочтительно использовать одношаговый режим (One-step)**
  (Доступны одношаговый (1-step) и двушаговый (2-step) режимы синхронизации)

- **Точность синхронизации**
  Система:
  1 мкс < 16 устройств
  Коммутатор:
  50 нс (IEEE 1588)
  Менее 1 мкс – (IRIG-B TTL)



Поддержка МЭК 61850-8-1 (MMS)



- SCADA запрашивает у коммутатора системные параметры, статус портов и статус GOOSE сообщений
- Коммутатор отсылает MMS сообщение в SCADA

Наборы данных (Data Sets):

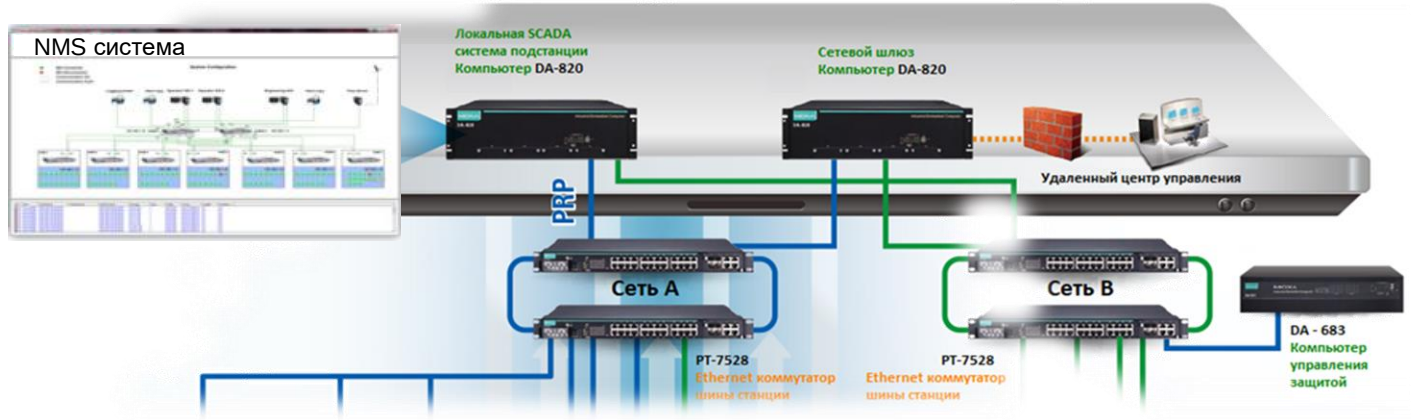
Состояние оптических портов
Состояние GOOSE потоков
Окружение коммутатора по LLDP
Состояние портов
Системные данные коммутатора

Диагностика и управление по протоколу SNMP

Simple Network Management Protocol - стандартный протокол сетевого управления.

По SNMP можно осуществлять:

- Управление коммутатором
- Запрос диагностической информации
- Сбор сигнализации о событиях



Принцип работы

SNMP Manager

Команды на запрос/считывание

Trap

SNMP Agent/SNMP устройство

Потеря связи
Изменение топологии

Примеры типовых проектов

АСУТП ПС на базе ПТК ARIS

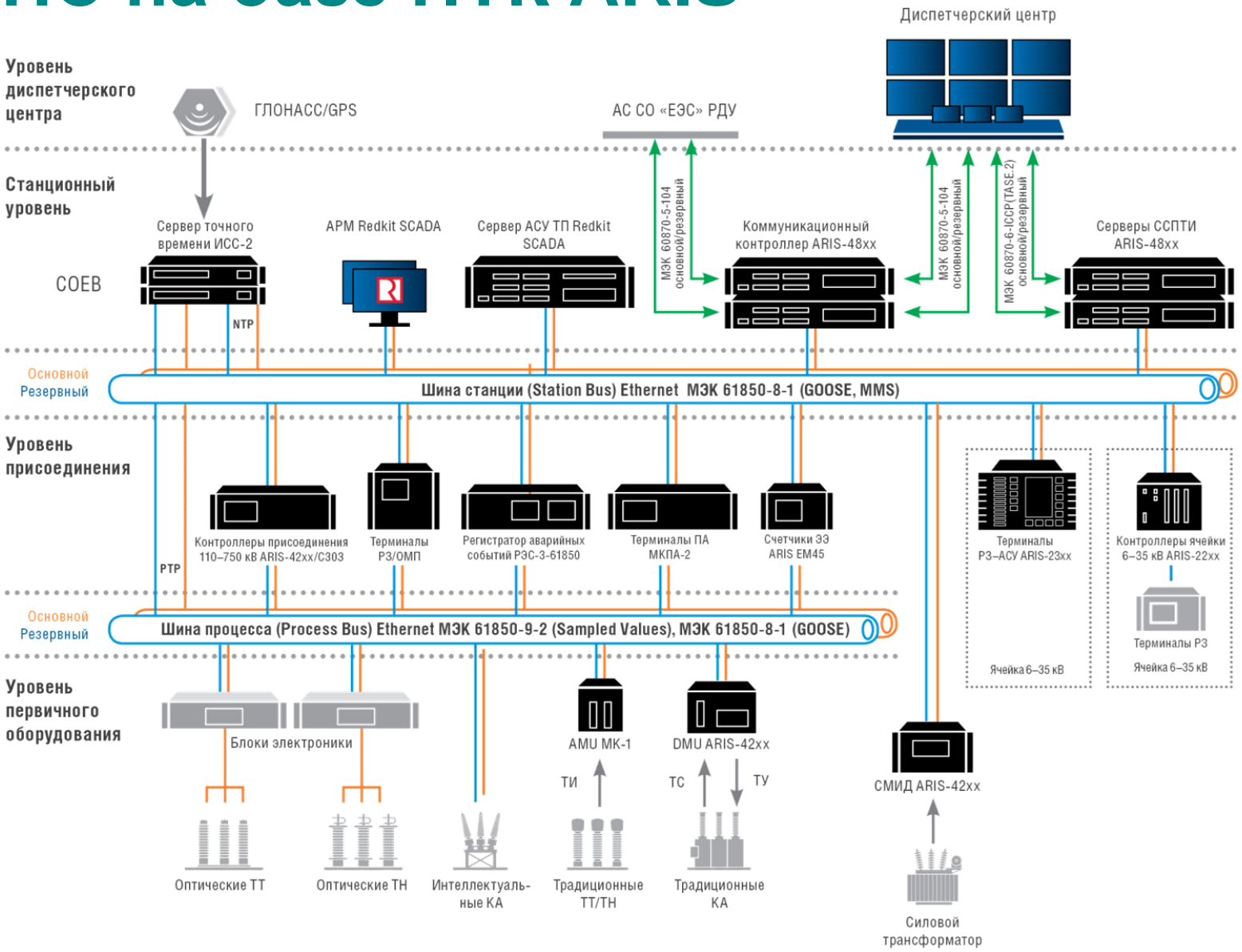
Типовое решение

Две независимых PRP сети с кольцом Turbo Ring

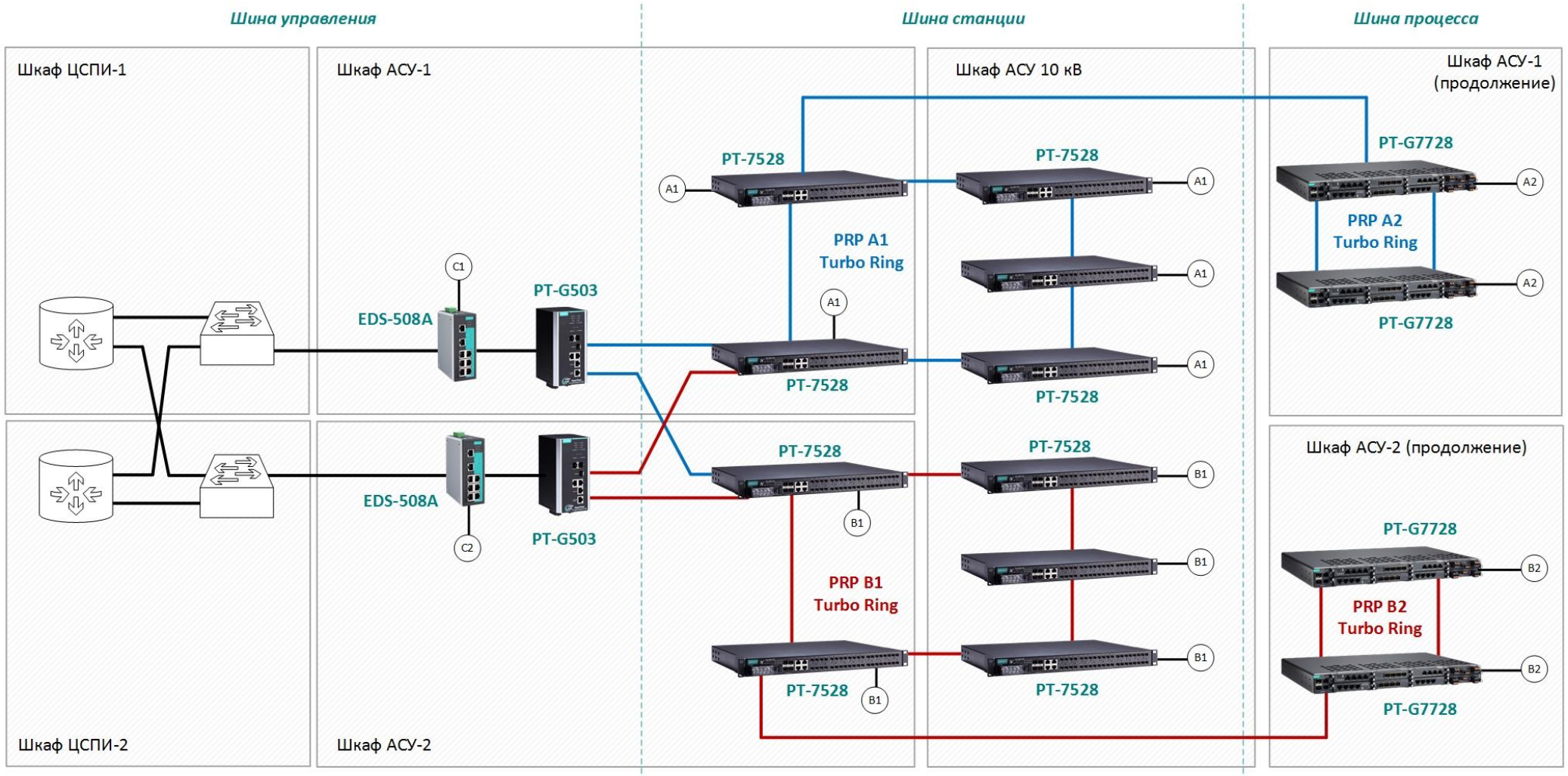
Оборудование:

- PT-7728 - коммутаторы 2 уровня в шину станции
- PT-G7728 – коммутаторы 2 уровня с PTP в шину процессов

Разработчик:
ООО «Прософт-Системы»



АСУ ТП ПС Сазанлей, III архитектура



A1/B1 – точки подключения конечных устройств нижнего уровня АСУ ТП к сетям PRP на шине станции

A2/B2 – точки подключения конечных устройств нижнего уровня АСУ ТП к сетям PRP на шине процесса

C1/C2 – точки подключения конечных устройств среднего и верхнего уровней АСУ ТП в общую сеть

Разработчик: ООО «Прософт-Системы»

ПТК UniSCADA цифровой ПС – Архитектура I типа

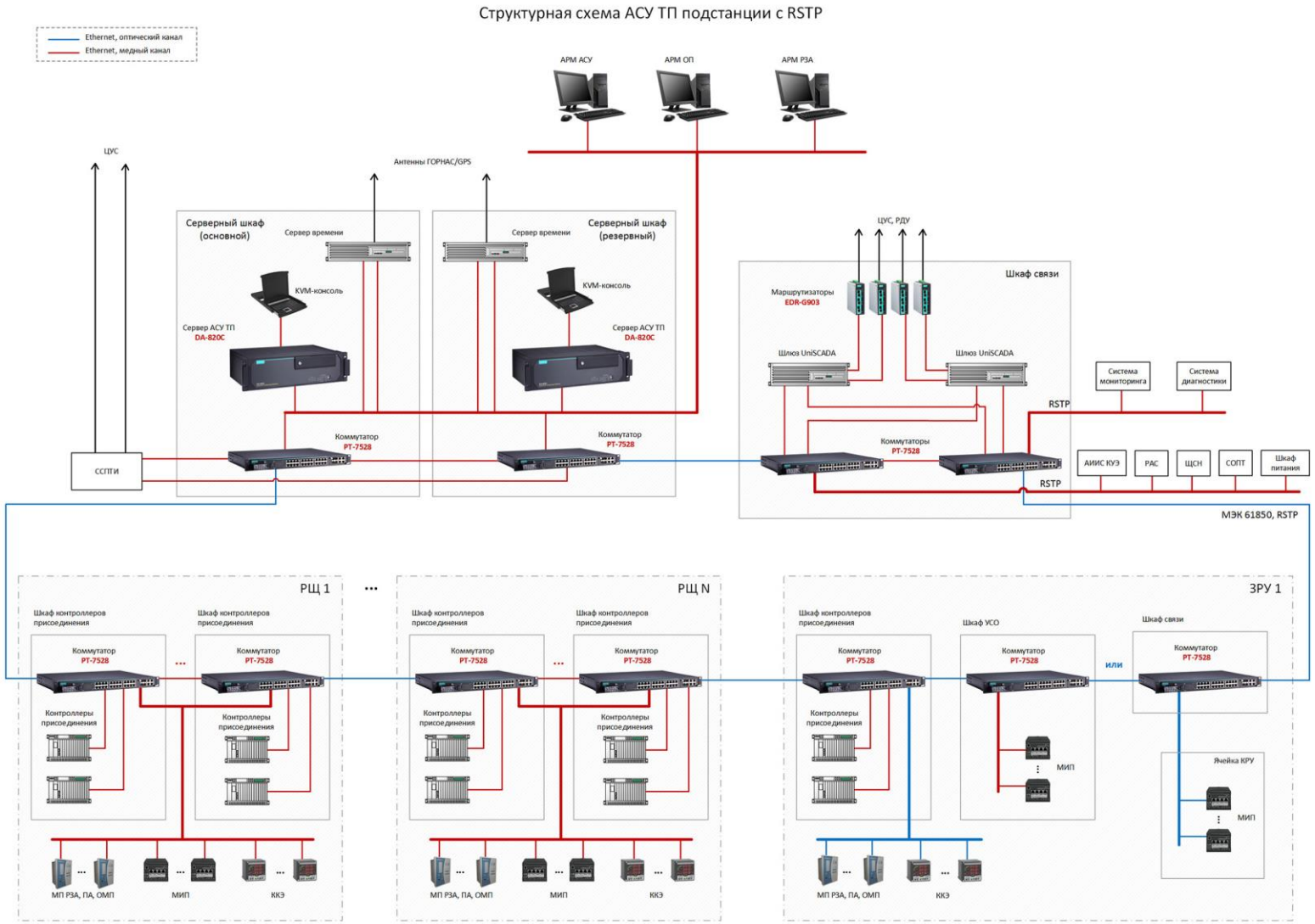
Типовое решение

Кольцевая топология с применением протокола RSTP или Turbo Ring

Оборудование:

- PT-7728 или 7528 - коммутаторы 2 уровня
- DA-820C – сервера АСУ ТП
- EDR-G902 – роутеры

Разработчик: ООО «Релематика»



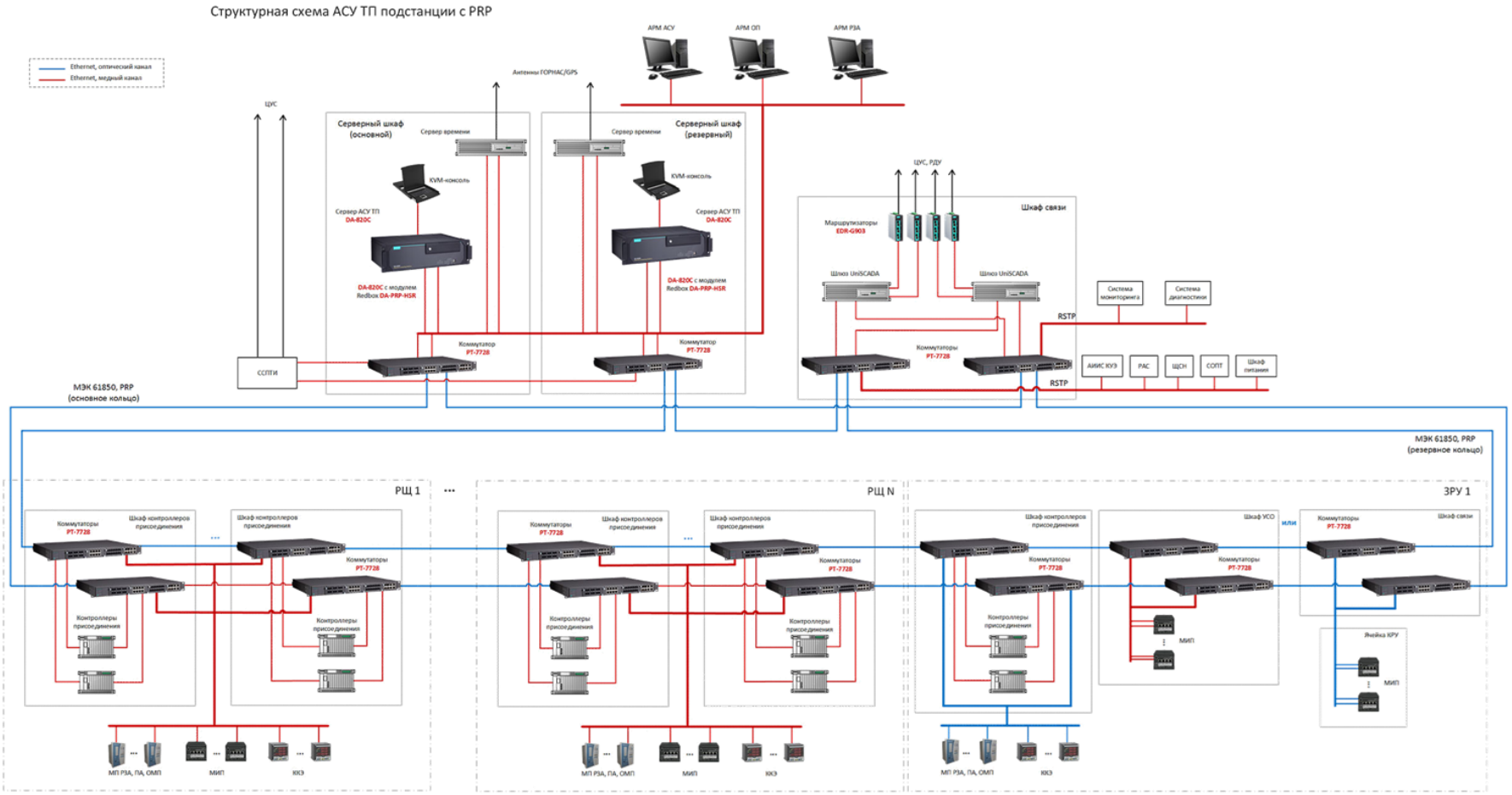
ПТК UniSCADA цифровой ПС – Архитектура II типа

Типовое решение

Две независимых PRP сети с кольцом RSTP или Turbo Ring

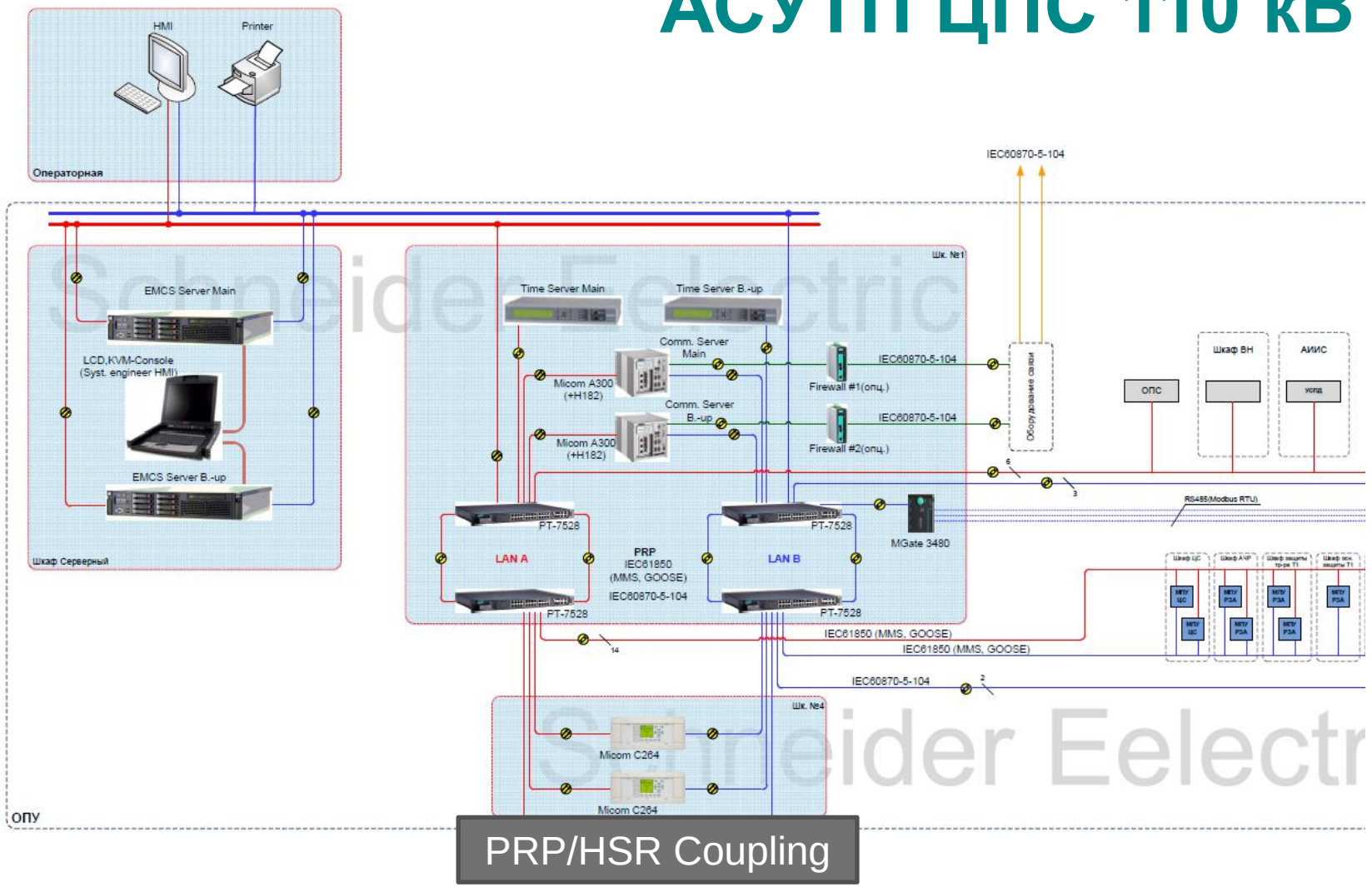
Оборудование:

- PT-7728 - коммутаторы 2 уровня
- DA-820C – сервера АСУ ТП с PRP платами
- PT-G503 – Redbox
- EDR-G902 – роутеры



Разработчик: ООО «Релематика»

АСУТП ЦПС 110 кВ



Разработчик: Schneider Electric

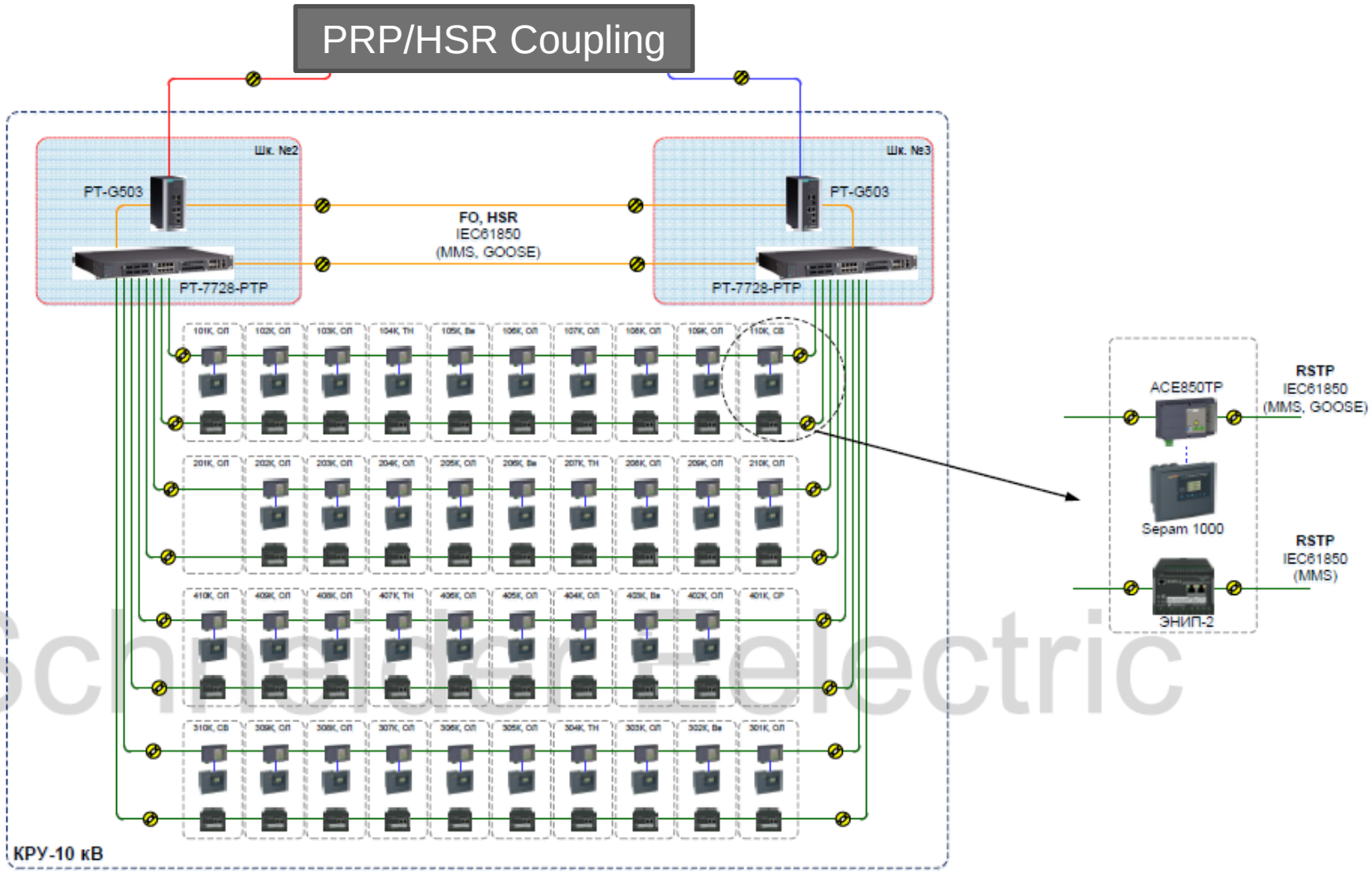
Оборудование:

- PT-7528 - коммутаторы 2 уровня
- NPort 3480 – преобразователь интерфейсов
- EDR-G902 - Firewall

Шина станции:
Представляет из себя две независимых PRP сети. Внутри каждой сети организовано дополнительное резервирование Turbo Ring

АСУТП ЦПС 110 кВ

Пример комбинирования PRP / HSR / RSTP на уровне процесса



Оборудование:

PT-7728-PTP
- HSR-кольцо
- RSTP Grouping

PT-G503
- сопряжение PRP и HSR систем

Шина процесса:
Построена на основе кольца HSR. Полевое оборудование подключается по цепочкам RSTP с помощью функции RSTP Grouping

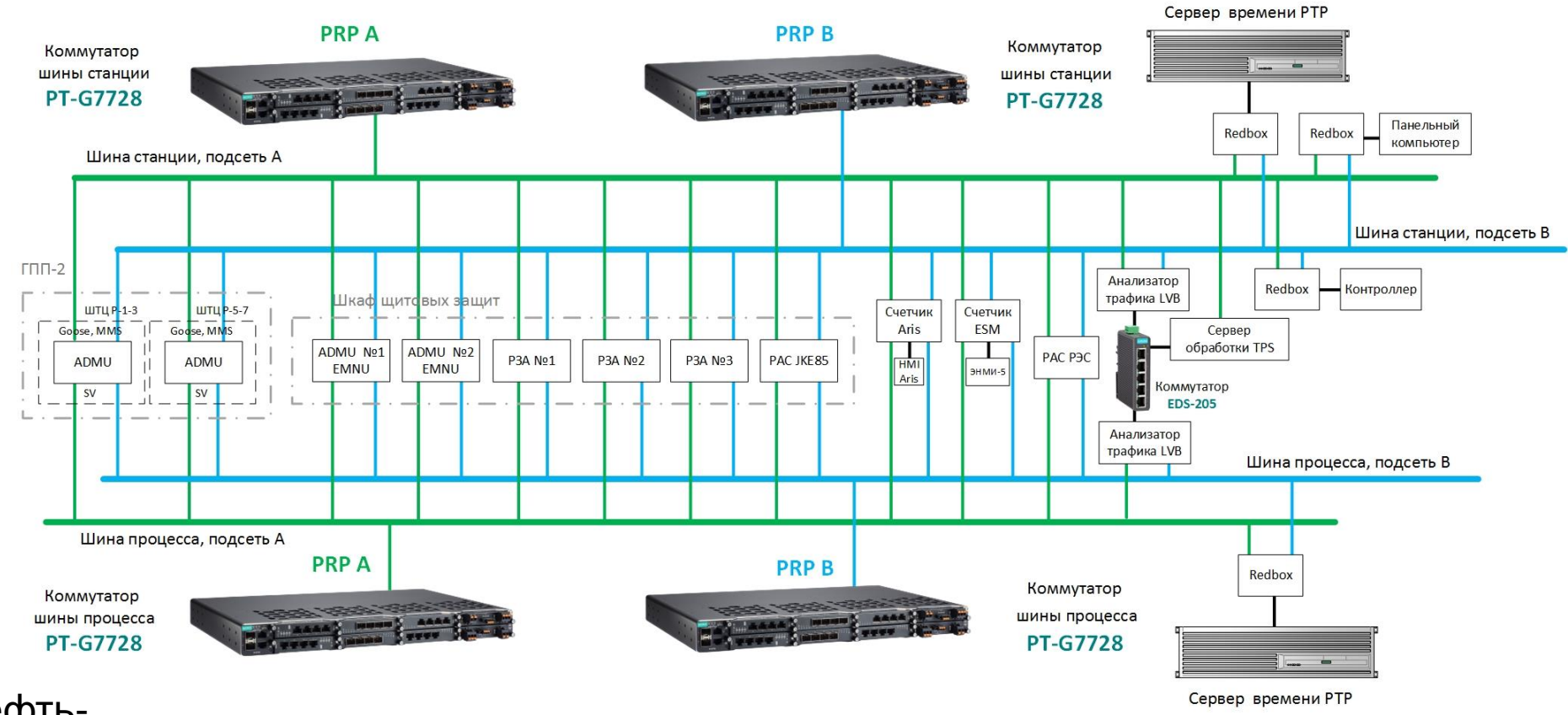
Schneider Electric

ПТК «Цифровая подстанция» на МНПЗ

Тестовый полигон

Оборудование:

- PT-G7728 – коммутаторы 2 уровня с PTP



Разработчик: АО «Электронмаш»

Заказчик: ООО «Газпромнефть-Энергосервис»

Спасибо!

Мизгунова Александра
ООО "Ниеншанц-Автоматика"
a.mizgunova@nnz.ru
тел. (812)326 5924 # 5175

MOXA®
Reliable Networks ▲ Sincere Service

© Moxa Inc. All rights reserved.