Автоматизация электрических подстанций

Денисов Павел
Технический консультант

BUILT FOR
THE HUMAN
NETWORK

CISCO

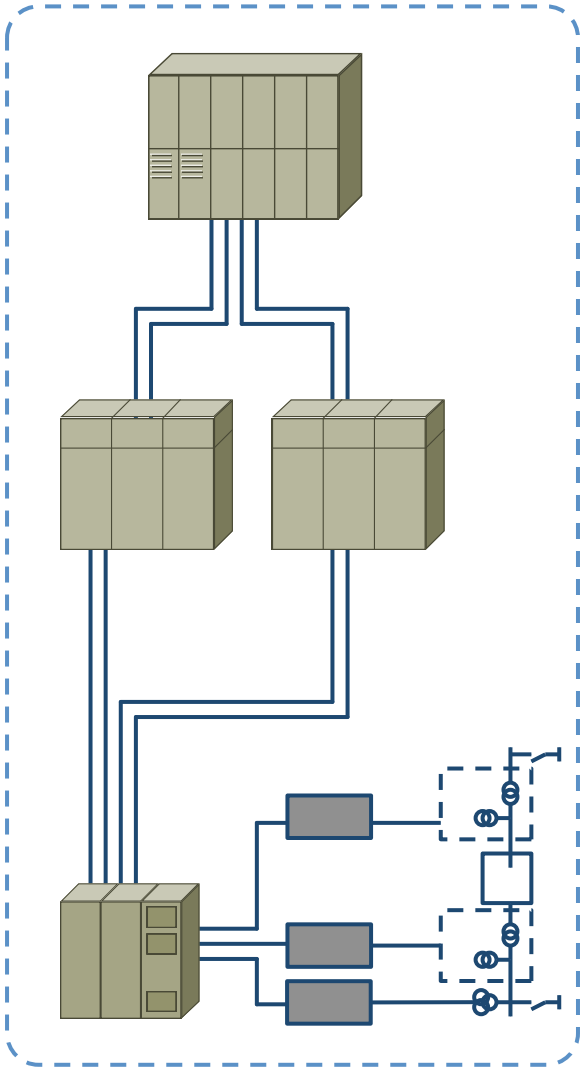
Содержание

- Постановка задачи
- Основные типы трафика
- Синхронизация времени
- Топология сети связи
- Методы повышения отказоустойчивости
- Дополнительные технологии
- Информационная безопасность
- Оборудование Cisco для подстанции

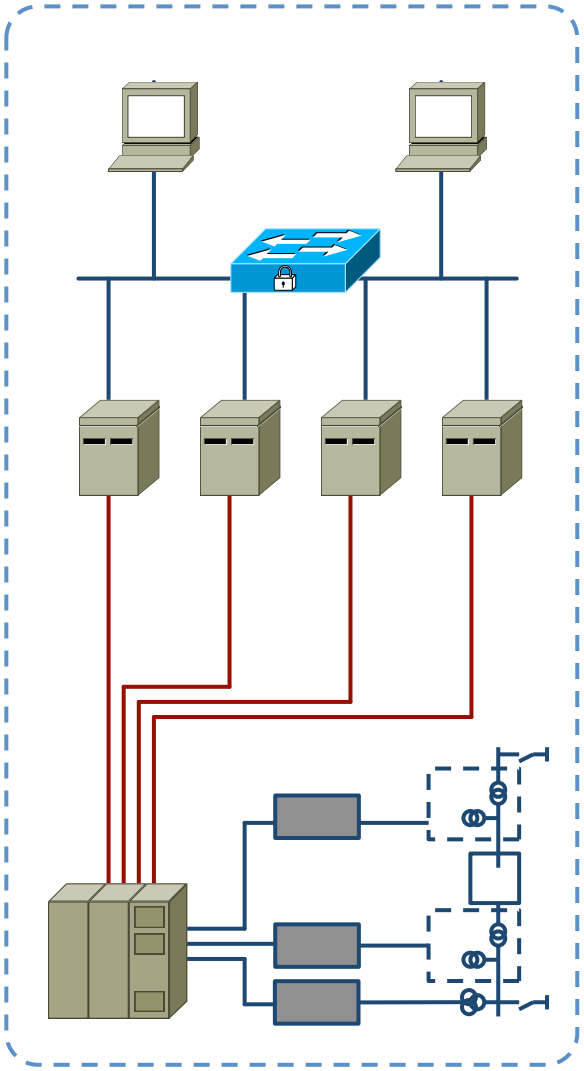
Постановка задачи

Эволюция архитектуры подстанции

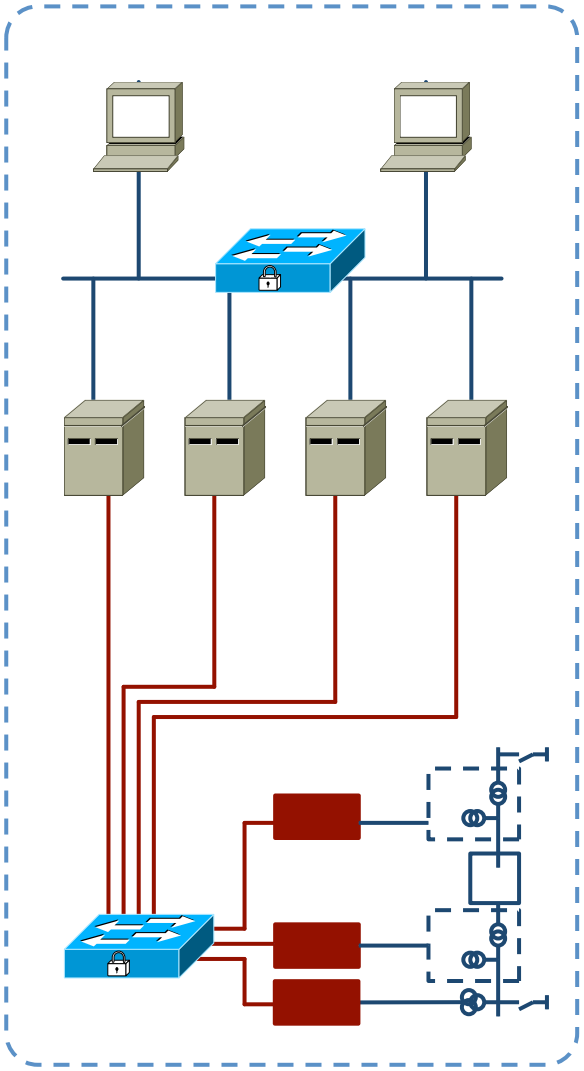
Классическая архитектура



Современная архитектура



Перспективная архитектура



Преимущества цифровой подстанции

Унификация протоколов информационного обмена

Совместимость устройств разных производителей

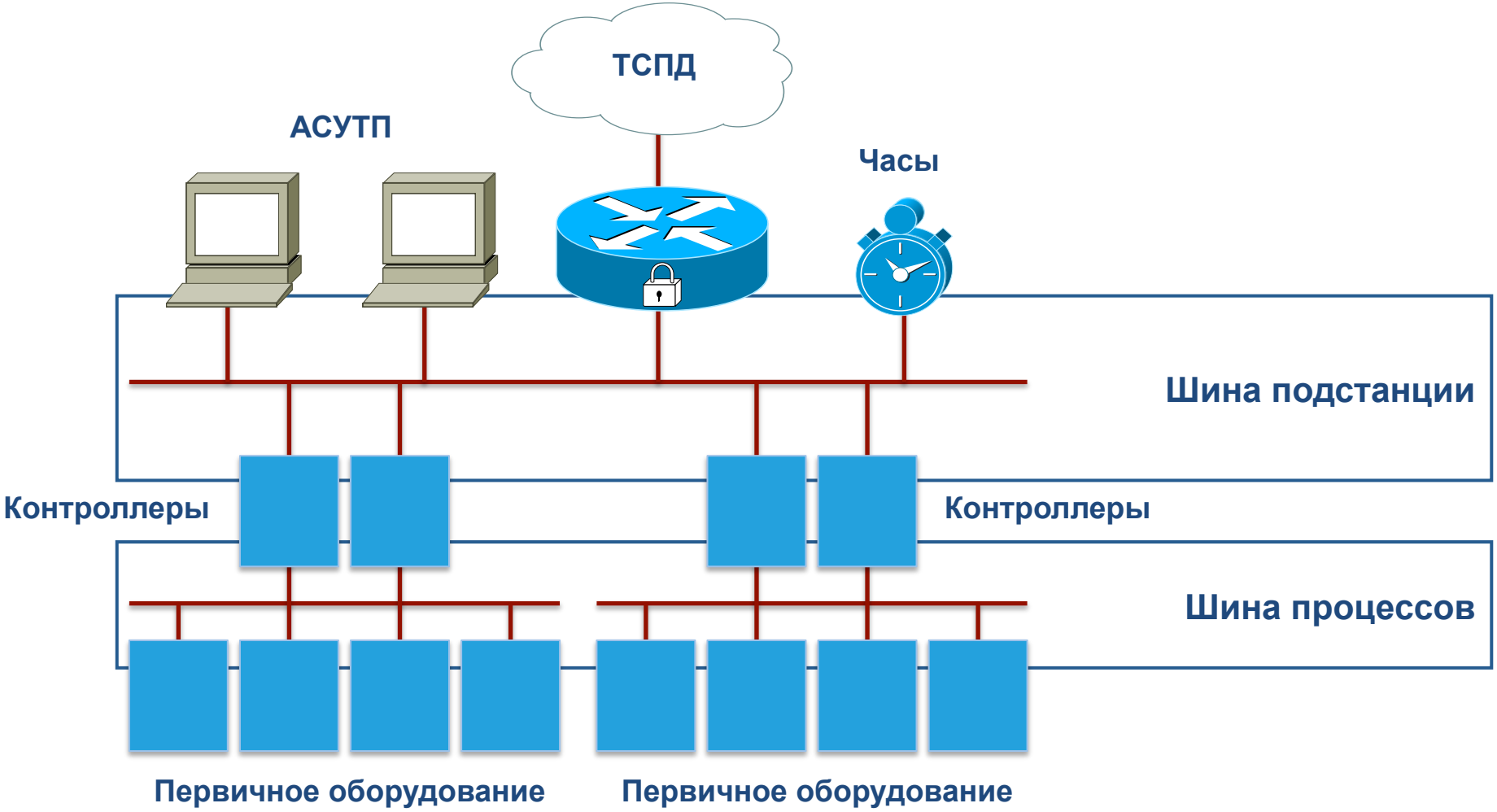
Сокращение кабельного хозяйства

Передача информации в цифровой форме

Сокращение метрологических потерь

Упрощение способов тиражирования информации

Архитектура цифровой подстанции



Основные типы трафика

Организация информационного обмена

MMS (61850-8.1), Manufacturing Message Specification

Протокол использует клиент-серверную архитектуру. Для передачи данных используется стек TCP/IP. Данный тип сообщений предназначен для информационного обмена между серверами АСУТП и контроллерами, расположенными на шине подстанции или шине процессов

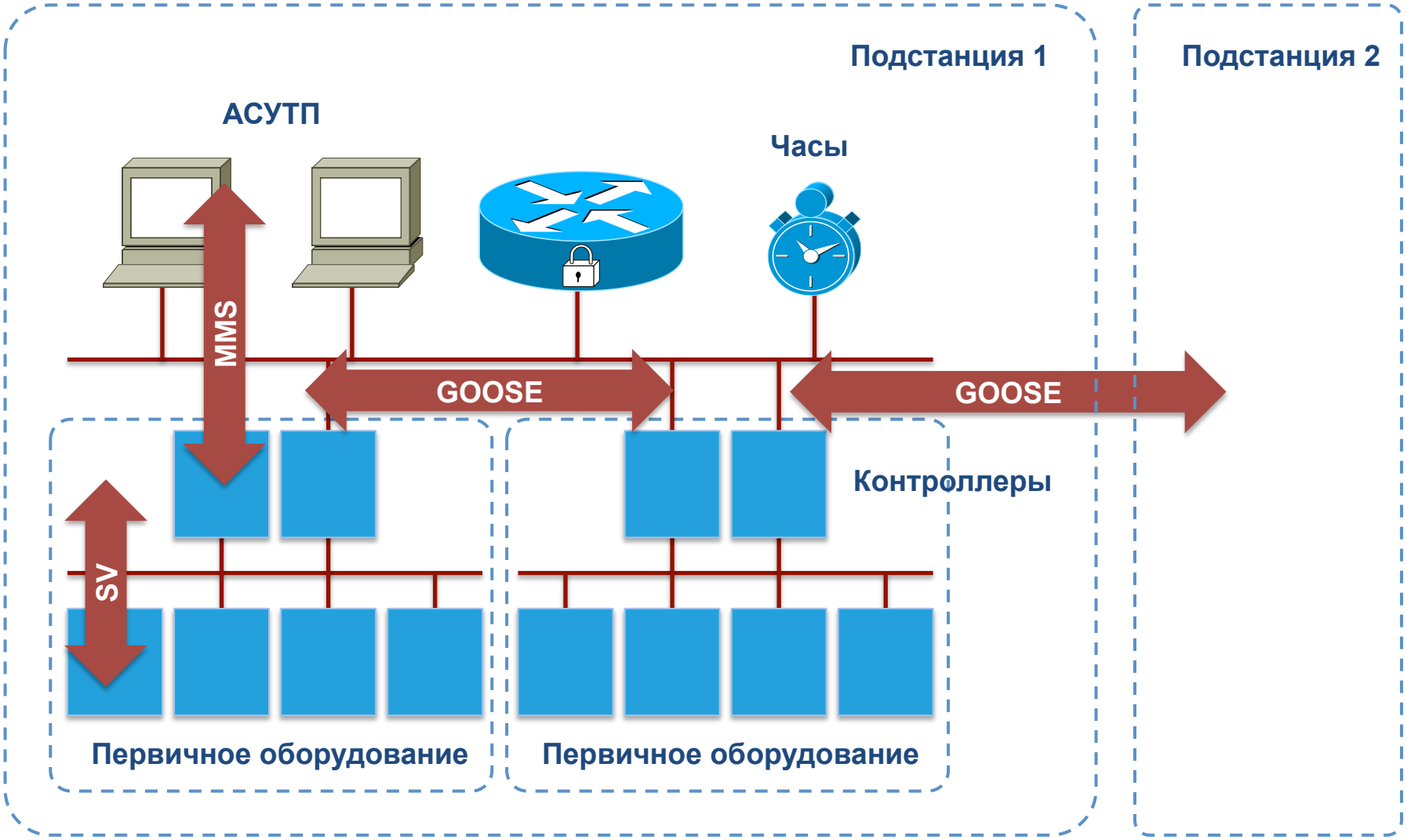
GOOSE (61850-8.1), Generic Object Oriented Substation Event

GOOSE сообщения предназначены для «горизонтального» обмена сообщениями о состоянии или смене состояния между контроллерами. Протокол использует Publish/Subscribe модель и широковещательный или многоадресный способ рассылки. Сообщения данного протокола не используют сетевой и транспортный уровни и упаковываются непосредственно в Ethernet кадры. Обычно присутствует на шине подстанции.

SV (61850-9-2), Sampled Values

Данный тип сообщений предназначен для передачи информации о значениях мгновенных измерений различных параметров. Протокол использует Publish/Subscribe модель и широковещательный или многоадресный способ рассылки. Сообщения данного протокола не используют сетевой и транспортный уровни и упаковываются непосредственно в Ethernet кадры. Обычно присутствует на шине процессов, но может использоваться и на шине подстанции.

Организация информационного обмена



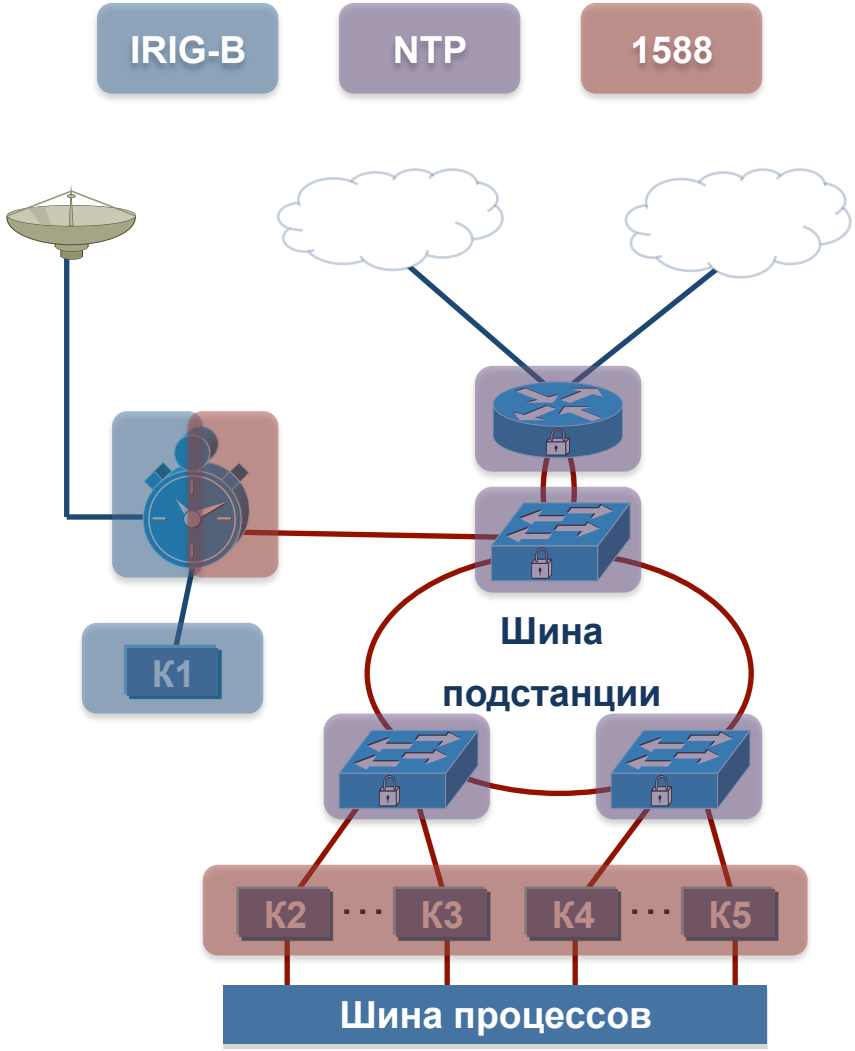
Синхронизация времени

Технологии синхронизации времени

Стандарт IRIG-B
Для приема синхросигнала от системы GPS.
Точность от 100 нСек до 1мкСек.

Протокол NTP
Для синхронизации времени сетевого оборудования. Точность до 1 мСек.

Протокол IEEE1588
Для синхронизации времени контроллеров
Точность до 1 мкСек.



Профайлы в IEEE1588v2

IEEE1588 Telecom profile

Сетевое оборудование работает в режиме E2E Transparent Clock

При расчете корректировки задержки учитывается время на коммутацию пакета внутри устройства

Для передачи сообщений используется UDP/IP или Ethernet

IEEE1588 Power profile

Модификация протокола для использования в СПД электроэнергетики

Обеспечивается точность до 1мкс для цепочки из 16 устройств

Для передачи используется Ethernet-кадр (Ethertype 0x88F7) и Multicast MAC

Коммутатор работает в режиме P2P Transparent Clock

P2P режим предусматривает измерение задержки на всех портах устройства

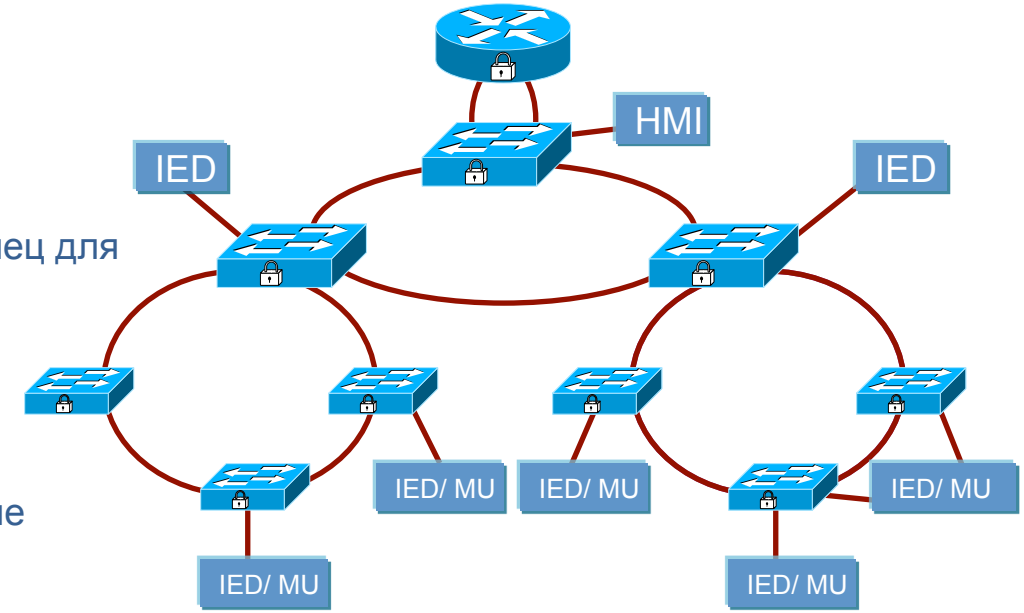
При расчете корректировки задержки учитывается время на коммутацию и задержка в канале

Топология сети связи

Использование кольцевых топологий

Достоинства
Высокая масштабируемость
Быстрая сходимость при отказах
Поддержка крупных внедрений за счет использования иерархической топологии
Возможность использования иерархии колец для уменьшения чувствительности к сбоям

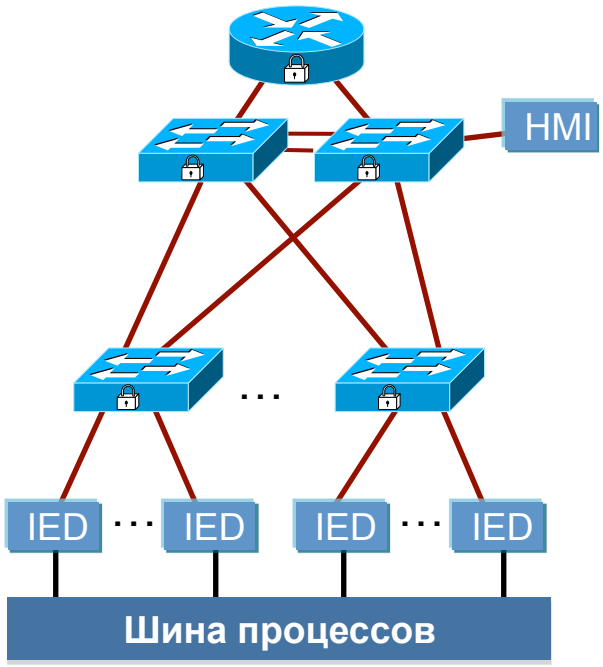
Недостатки
Разделяемая полоса пропускания кольца
Чувствительность к сбоям
Отказ коммутатора вызывает перестроение кольца
Менее прогнозируемая задержка при перестроении кольца



Использование топологий типа двойная звезда

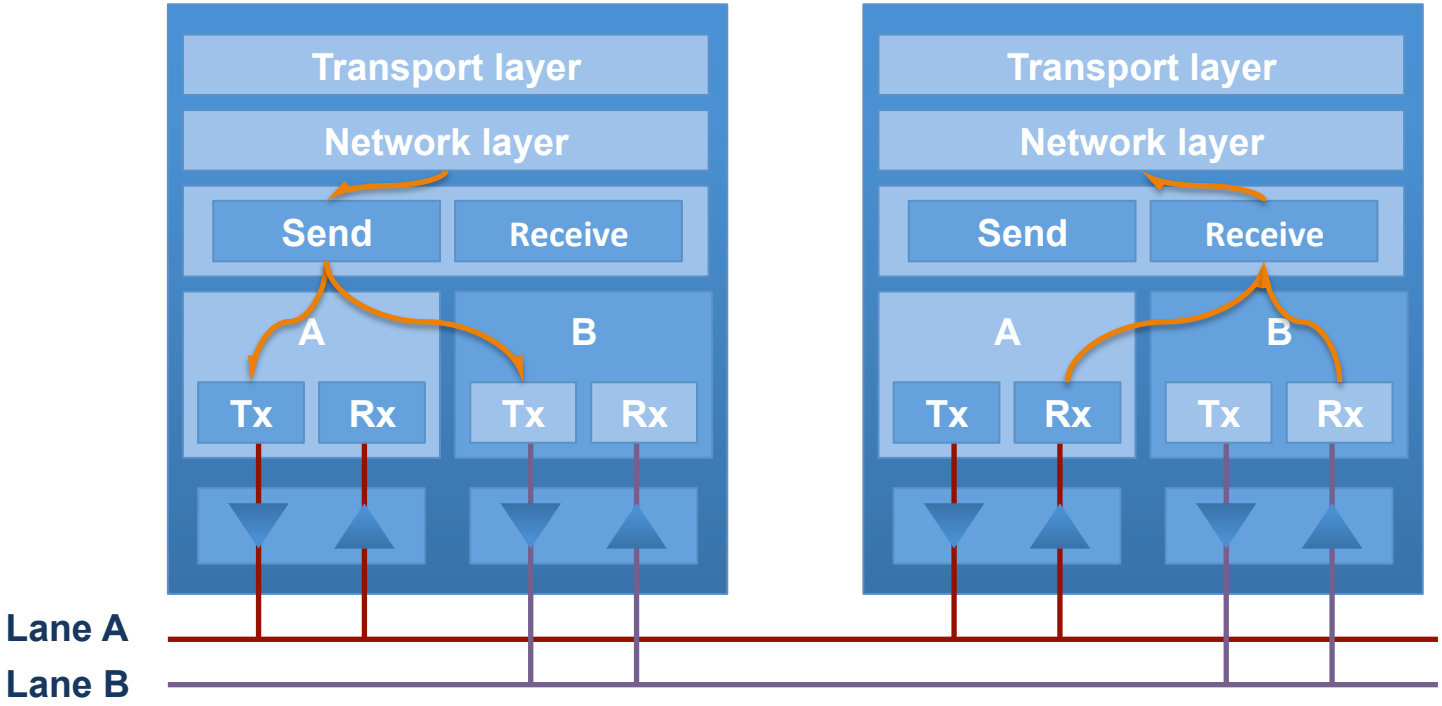
Достоинства
Иерархическая структура
Четкая изоляция отказов
Быстрая сходимость при отказах
Фиксированная полоса пропускания для каждого коммутатора
Стабильные параметры при крупных решениях

Недостатки
Требуется большее количество оптических каналов



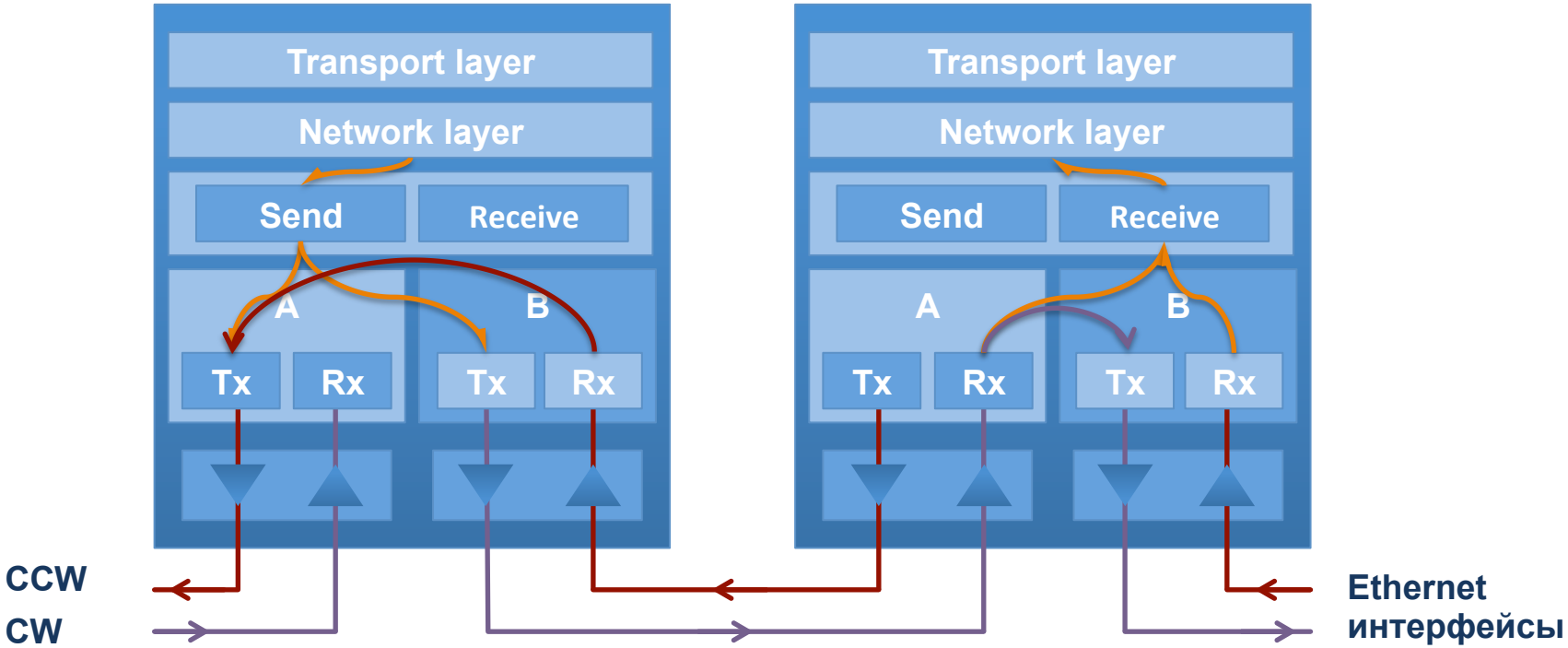
Методы повышения отказоустойчивости

Технология PRP



Parallel Redundancy Protocol описан в стандарте IEC 62439-3
Две физически разделенные сети
Каждый кадр передается по обоим сетям
Оконечное устройство отвечает за распознавание и удаление дубликатов
Не предъявляет требований к сетевой инфраструктуре
Имеет более широкое распространение

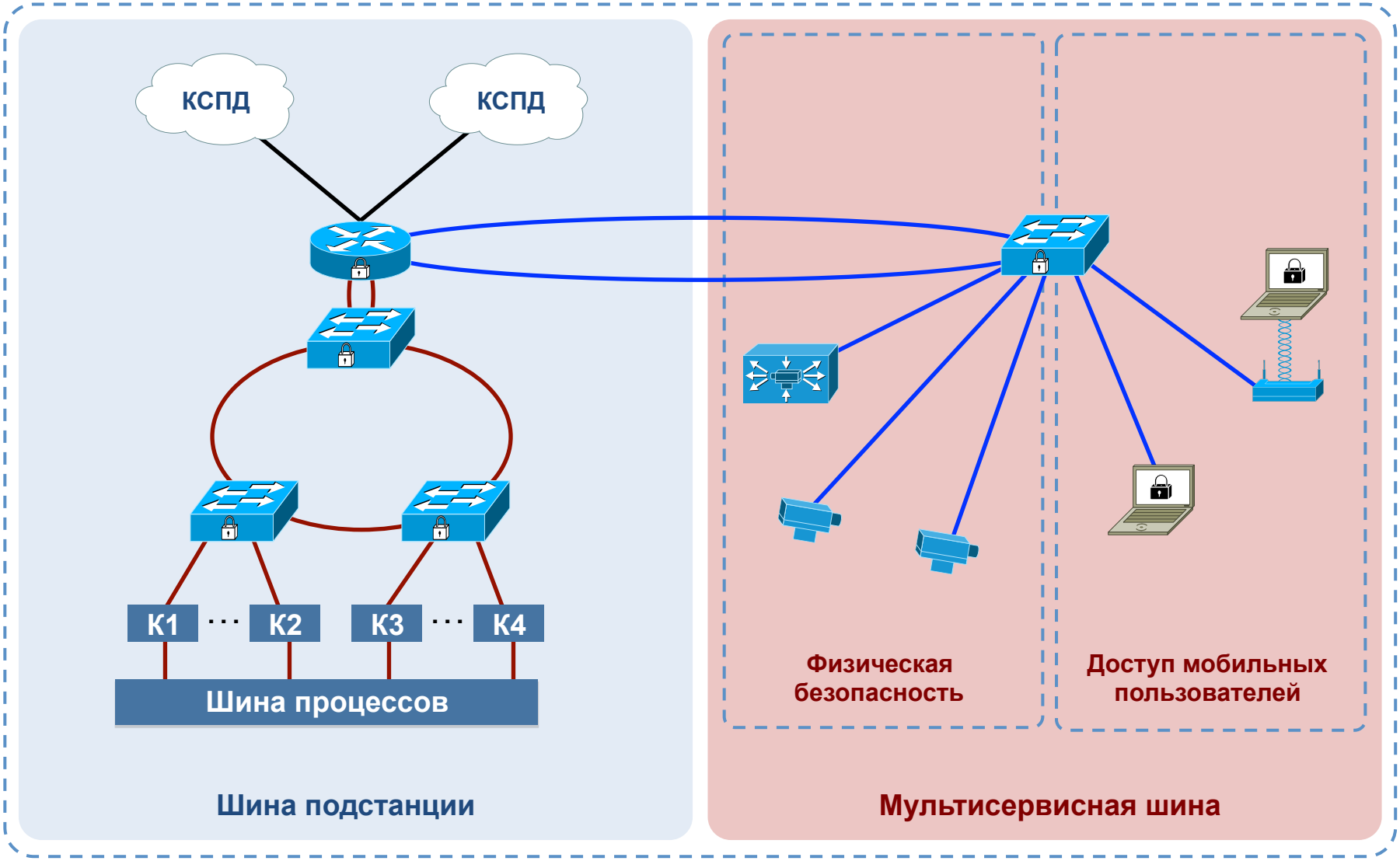
Технология HSR



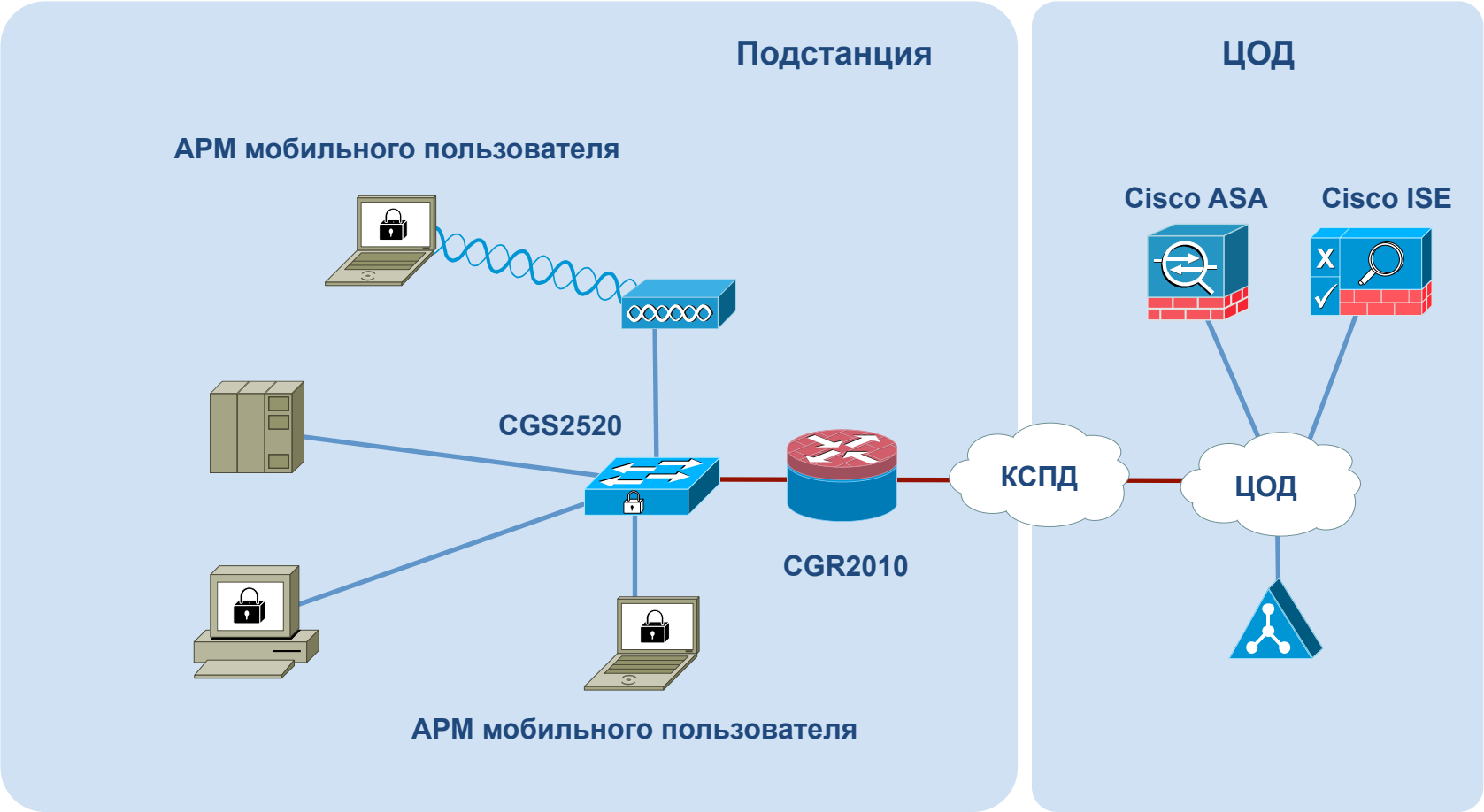
Технология High-availability Seamless Redundancy описана в стандарте IEC 62439-3
Две физически разделенных сегмента
Каждый кадр передается по обоим сегментам
Устройство анализирует каждый полученный кадр
На основе анализа принимается решение о локальной обработке или пересылке
Сетевая инфраструктура не требуется или
Имеет ограниченное распространение

Дополнительные технологии

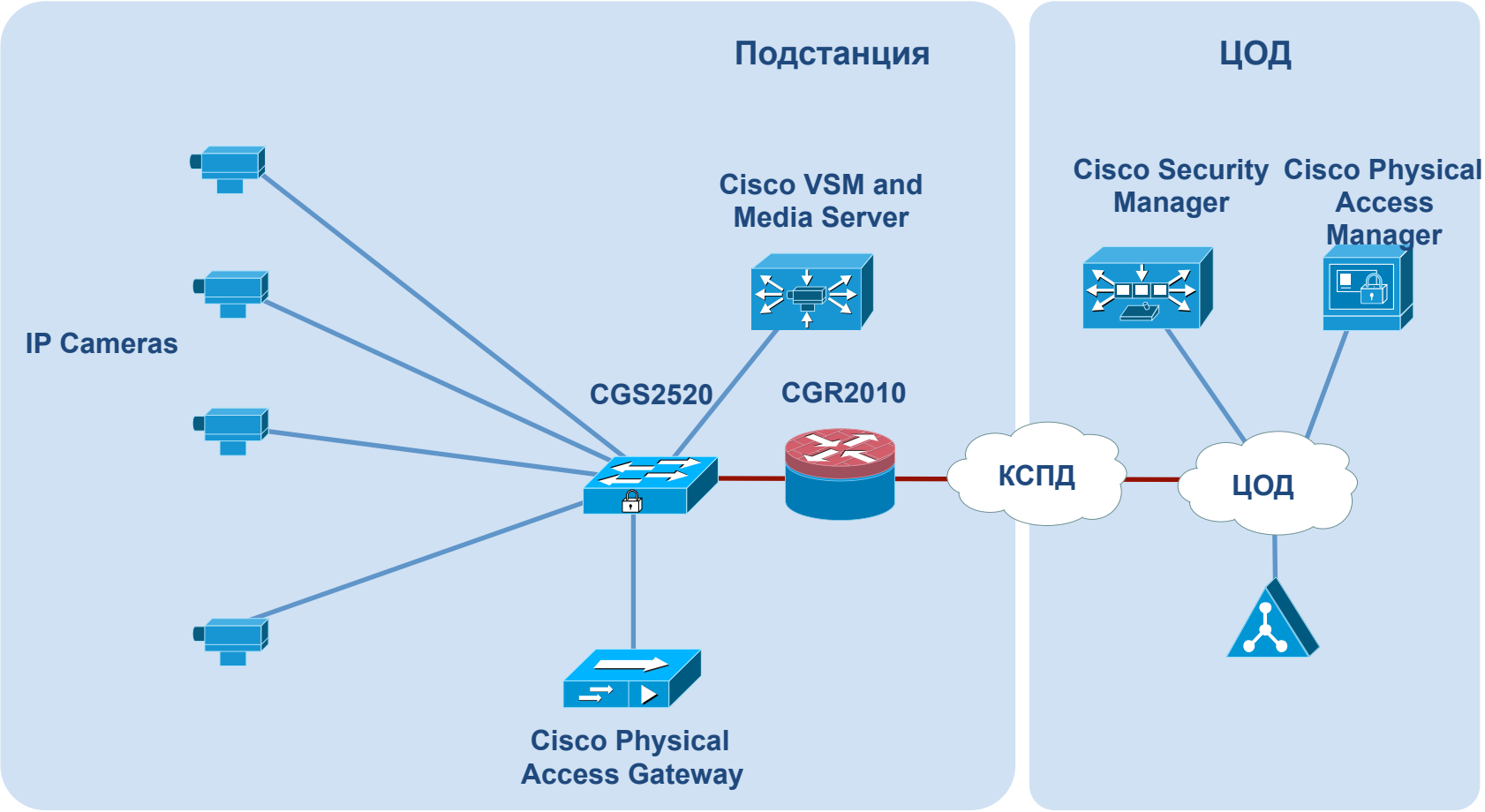
Мультисервисная архитектура подстанции



Подсистема доступа мобильных пользователей



Подсистема физической безопасности



Информационная безопасность

Разделение потоков данных

Разделение потоков данных в КСПД

Для разделения потоков данных используется MPLS VPN

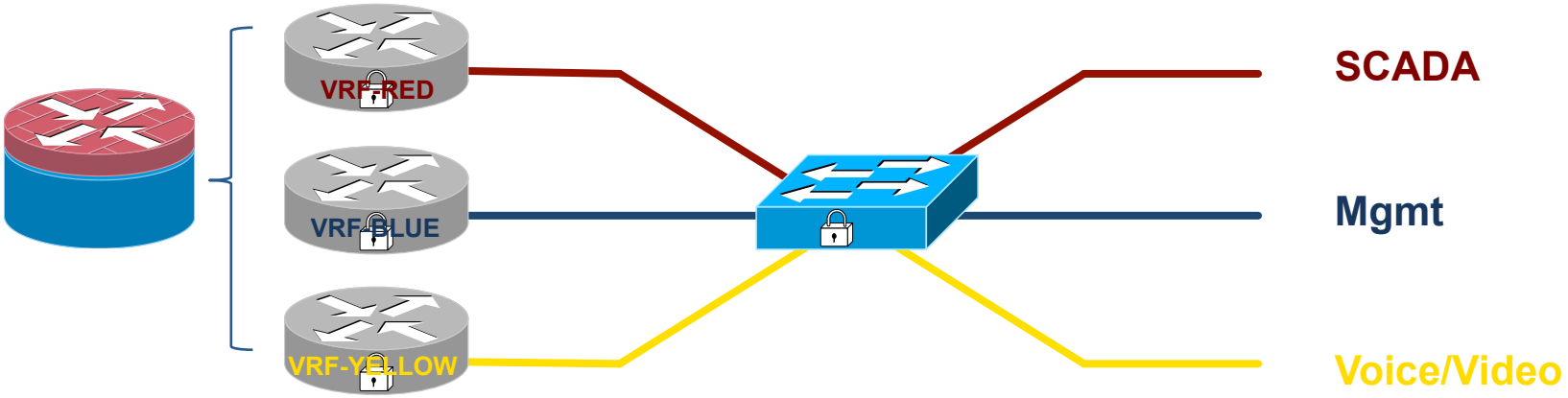
Разделение потоков данных внутри подстанции

Шина подстанции отделена от мультисервисной шины на физическом уровне

Для каждой из подсистем выделяется отдельный VLAN

Пограничный маршрутизатор работает в Multi-VRF режиме

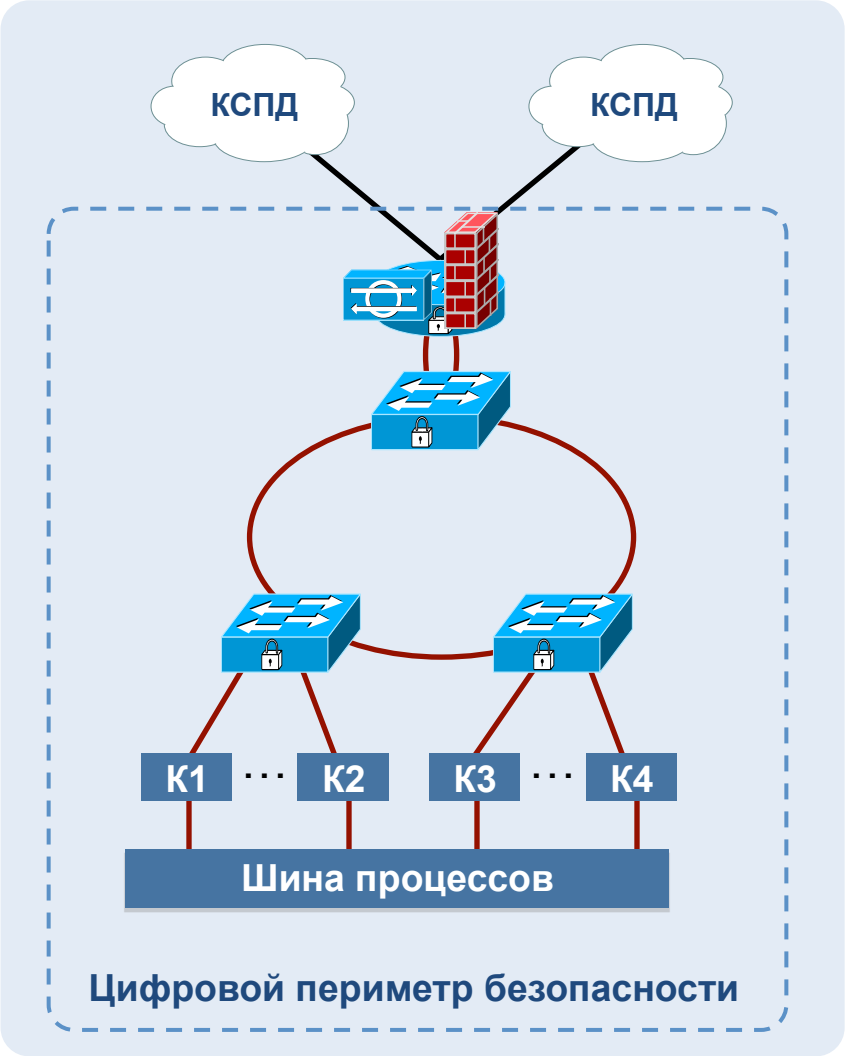
VLAN’ы распределяются по виртуальным контекстам (VRF’ам) маршрутизатора



Встроенные средства сетевой безопасности

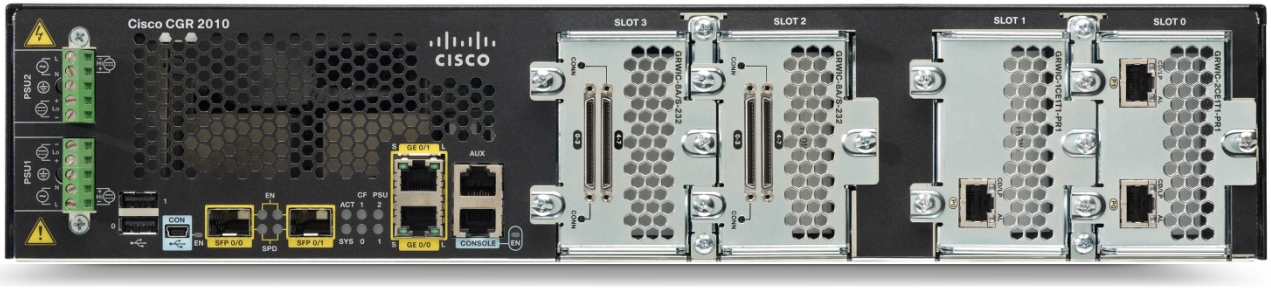
Маршрутизатор CGR2010
Использование ZBFW
Зоны с разным уровнем доверия
Контролируемый обмен между зонами
Использование IPS

Коммутатор CGS2520
Разделение потоков данных по VLAN
Только один MAC на порту
Фиксирование известных MAC-адресов
Использование L2-Security
Все неактивные порты отключаются



Оборудование серии Connected Grid

Маршрутизатор серии CGR2010



Специальная разработка для использования в электроэнергетических проектах

Соответствие стандартам IEC61850-3 и IEEE1613

Нет движущихся частей

Два источника электропитания, работающих в режиме резервирования

Расширенный диапазон рабочих температур

Поддержка SCADA приложений в режиме IPS

Стандартные технологии Cisco

Поддержка протоколов маршрутизации для IPv4 и IPv6 (OSPF, EIGRP, BGP, RIP)

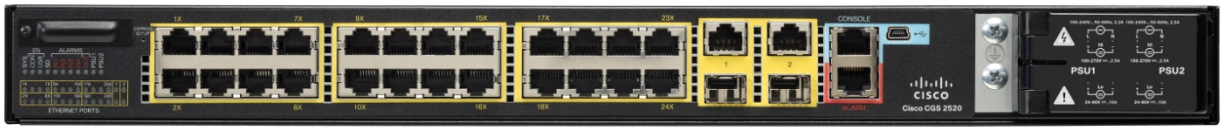
Технологии MPLS VPN и VRF

Средства для обеспечения информационной безопасности (IPS, ZBF, SSL/IPSEC VPN)

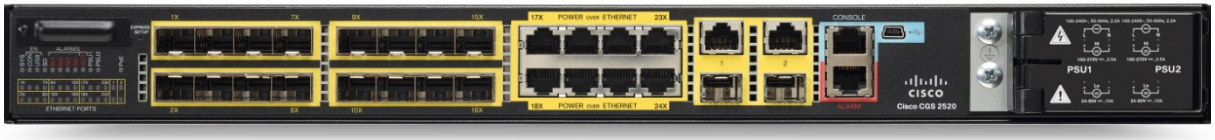
Расширенный набор технологий для обеспечения QoS

Коммутаторы серии CGS2520

CGS-2520-24TC



CGS-2520-16S-8PC



Специальная серия для использования в электроэнергетических проектах

Соответствие стандартам IEC61850-3 и IEEE1613

Нет движущихся частей

Два источника электропитания, работающих в режиме резервирования

Расширенный диапазон рабочих температур

Хранение конфигурации на карте памяти

Поддержка IEEE1588v2

Поддержка кольцевых топологий и топологий типа звезда

Обеспечение доставки GOOSE сообщений за счет механизмов QoS и REP/Flexlink

Возможность модернизации ПО до L3 типа

Вопросы?

BUILT FOR
THE HUMAN
NETWORK

CISCO

Спасибо!

BUILT FOR
THE HUMAN
NETWORK

CISCO