

# Справочный лист по SEL Ethernet

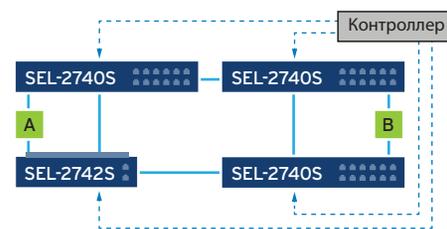
## STA

### Алгоритм связующего дерева



## SEL SDN

### Программно-определяемая сеть



### ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАРШРУТОВ ТРАФИКА

Коммутаторы строят маршруты пересылки пакетов на основе алгоритма, который назначает или блокирует каналы посредством образования древовидной топологии. Производительность сильно зависит от топологии, и маршруты восстановления трафика не формируются, пока не случится сбой.

Протокол быстрого связующего дерева (RSTP) и протокол множественных связующих деревьев (MSTP) являются реализациями алгоритма связующего дерева.

- Повышает восстанавливаемость сети. Широко поддерживается.
- Экономически эффективный.
- В большинстве случаев время восстановления после отказа составляет 20–50 мс.
- Время восстановления после отказа зависит от топологии и количества коммутаторов.

### Разработан для простоты использования в средах с устройствами от разных поставщиков.

- Это не протокол с нулевой потерей пакетов.
- Технология блокировки портов снижает пропускную способность системы.
- Некоторые поставщики добавляют к STA собственные функции.
- Сбои в работе сети при любых изменениях топологии.

Ethernet стандарта 802.3 с алгоритмом связующего дерева коммутаторами не используется. Все основные и резервные сетевые маршруты настраиваются программным контроллером потоков.

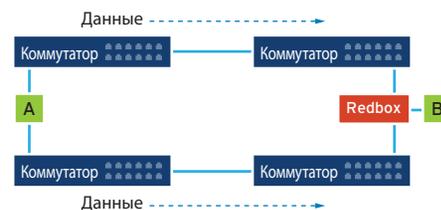
- Более быстрое переключение при отказе в течение <100 мс.
- Повышает восстанавливаемость сети независимо от топологии.
- Отсутствие отказов при изменении топологии.
- Экономически эффективный.

### Предлагает дополнительные преимущества для сетей ОТ.

- Архитектура политик запрета по умолчанию повышает уровень кибербезопасности.
- Устранение заблокированных портов STA позволяет использовать 100% пропускной способности системы.
- Автоматический сбор данных для соответствия нормативным требованиям в области кибербезопасности.

## PRP

### Протокол параллельного резервирования



### ДУБЛИРОВАНИЕ ТРАФИКА

PRP использует коммутаторы STA или SDN. Для передачи данных используются две полностью отдельные сети (резервирование). Разработан для создания сети передачи с нулевой потерей пакетов и переключением при отказе со скоростью 0 мс в условиях единой точки отказа (N+1).

Добавляет маркер RCT к передаваемым данным, что позволяет пакету проходить через стандартное сетевое оборудование.

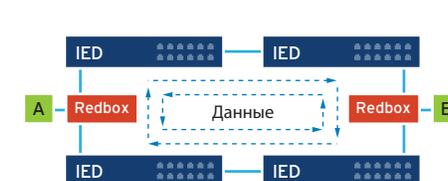
- Создает полностью резервированные пакеты Ethernet.
- Нет «темного» периода для отработки отказа.

### Подходит для сетевых сценариев, в которых требуется нулевая потеря пакетов в условиях единой точки отказа (N+1).

- Требуется дублирование всего сетевого оборудования.
- Требуется резервирование «традиционных» хостов без поддержки PRP.
- Для обеспечения восстанавливаемости требуется дополнительная сеть STA/SDN в каждой резервированной сети.
- Возможность восстановления в условиях единой точки отказа (N+1).

## HSR

### Высоконадежное однородное («бесшовное») резервирование



Требуется кольцевая архитектура, которая позволяет передавать данные в обоих направлениях кольца. Добавляет маркер управления избыточностью в качестве заголовка в пакет, тем самым вызывая необходимость в использовании сетевых устройств с поддержкой HSR, не совместимых со стандартными устройствами Ethernet.

- В кольцах HSR не используются коммутаторы STA или SDN.
- Немного более рентабелен, чем PRP.
- Создает полностью резервированные пакеты Ethernet.
- Нет «темного» периода для отработки отказа.

### Подходит для однородных сред, состояние которых контролируется персоналом.

- Требуется специализированное оборудование для уменьшения задержек, в частности с поддержкой EtherCAT®.
- Несовместимо со стандартным сетевым оборудованием (требуется дополнительный контур резервирования).
- Возможность восстановления в условиях единой точки отказа (N+1).

## Термины

### MRP (IEC 62439-2)

Протокол резервирования среды передачи

### CoS (IEEE 802.1p)

Класс обслуживания

### QoS

Качество обслуживания

### CIDR

Бесклассовая междоменная маршрутизация

### CRP (IEC 62439-4)

Протокол парного резервирования

### BRP (IEC 62439-5)

Протокол сигнального резервирования

### DRP (IEC 62439-6)

Протокол распределенного резервирования

### FRP

Протокол резервирования шины

### RRP (IEC 62439-7)

Протокол резервирования кольца

### OSPF

Протокол динамической маршрутизации (OSPF)

### NTP

Протокол сетевого времени

### PTP

Протокол точного времени

### RIP

Протокол маршрутной информации

### VRRP

протокол резервирования виртуального маршрутизатора (VRRP)

### HSRP

Протокол маршрутизатора горячего резервирования (HSRP)

### EIGRP

Расширенный протокол внутренней маршрутизации

### BGP

Протокол граничного шлюза

### MPLS-TP

Многопротокольная коммутация по меткам – транспортный профиль (MPLS-TP)

### Восстанавливаемость

Возобновление нормальной работы системы после сбоя с учетом возможности восстановления системы после большого количества сбоев.

### Избыточность

Дополнительные всегда находящиеся во включенном состоянии элементы, которые позволяют системе продолжать нормальную работу даже во время сбоя.

## Для справки

(объяснение, выбор клиента, ответ SEL)

### OpenFlow Proactive и Reactive (OpenFlow 1.3)

- Реактивные потоки требуют постоянно подключенного контроллера, проактивные потоки предварительно настроены и не требуют постоянной обработки данных.
- Для критически важных сетей заказчикам требуется поддержка проактивных потоков.
- Реализация SEL SDN поддерживает проактивные потоки.

### IPv4 и IPv6

- IPv4 поддерживает 4,2 миллиарда уникальных адресов; IPv6 поддерживает триллионы.
- В конечном итоге клиенты планируют перейти на IPv6, но это не является приоритетом.
- В будущем решения SEL будут поддерживать IPv6.

### Одноадресная, многоадресная и широковещательная передача

- Одноадресная рассылка предназначена для одного устройства, многоадресная рассылка (например, IEC 61850 GOOSE) предназначена для групп устройств, а широковещательная рассылка предназначена для всех устройств в локальной сети.
- Клиенты стремятся ограничить широковещательную рассылку и использовать одноадресную рассылку SCADA и многоадресную рассылку GOOSE.
- Шлюз SEL-3620/3622 поддерживает одноадресную рассылку, многоадресная и широковещательная рассылка доступна в SEL-2730M. SEL-2740S/2742S может осуществлять как одноадресную, так и многоадресную передачу. SDN упрощает настройку и обеспечивает гибкость для сетей МЭК-61850.

### Порт VLAN (PVID) и тегированный VLAN (VID, IEEE 802.1Q)

- Идентификаторы PVID обычно добавляются к нетегированному трафику, идентификаторы VID используются устройствами, поддерживающими VLAN (например, ИЭУ, использующими GOOSE).
- Клиенты используют виртуальные локальные сети для разделения трафика в локальных сетях.
- Коммутаторы SEL-2730M и SEL-2740S/2742S поддерживают как PVID, так и VID.

### RSTP и MSTP (оба стандарта IEEE 802.1D)

- RSTP объединяет сети с идентичной физической топологией.
- MSTP объединяет сети с виртуальными топологиями и поддерживает VLAN.
- Клиенты предпочитают RSTP, поскольку этот протокол предлагает лучшую производительность и проще настраивается.

### IRIG-B, NTP и PTP (IEEE 1588v2)

- IRIG-B является наиболее точным протоколом передачи времени (десятки наносекунд), за ним следует PTP (сотни наносекунд), и за ним идет NTP (миллисекунды).
- NTP и PTP предлагают синхронизацию времени через Ethernet (на один кабель меньше).
- SEL поддерживает IRIG-B на ИЭУ; PTP на сетевых часах со спутниковой синхронизацией SEL-2488, коммутаторах SDN SEL-2740S/2742S и реле серии SEL-400; и NTP на других устройствах связи.

## SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

Повышение безопасности, надежности и экономичности использования электроэнергии  
+1.509.332.1890 | sel\_eurasia@selinc.com | selinc.com/ru