



ИРКУТСКИЙ ПОЛИТЕХ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Лекция по дисциплине
«Сети и телекоммуникации»

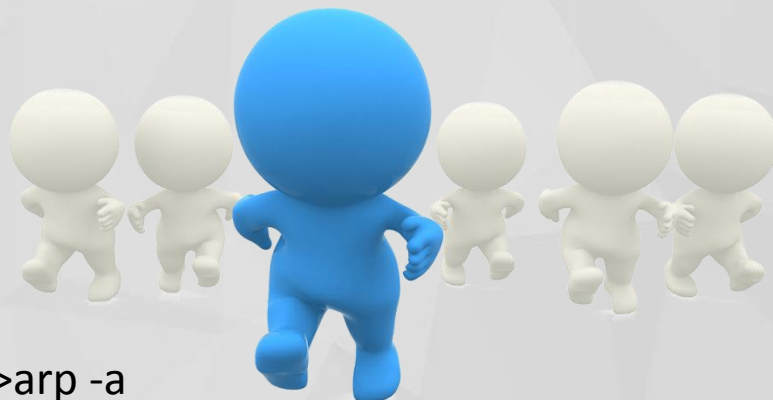
Коммутация. 2 уровень OSI

Руководитель лаборатории сетевых технологий
института ИТиАД ИРНИТУ:
Аношко Алексей Федорович
Telegram: @a_anoshko



ARP (Address Resolution Protocol)

Для определения соответствия между логическим адресом сетевого уровня (IP) и физическим адресом устройства (MAC) используется описанный в [RFC 826](#) протокол ARP (Address Resolution Protocol, протокол разрешения адресов).



```
C:\Users\anoshkoaf>arp -a
```

Интерфейс: 172.27.24.219 --- 0xb

адрес в Интернете	Физический адрес	Тип
172.27.24.36	00-1b-b9-b1-8d-69	динамический
172.27.24.40	90-e6-ba-d6-f4-13	динамический
172.27.24.41	00-01-6c-01-dc-42	динамический
172.27.24.176	04-d4-c4-aa-34-af	динамический
172.27.24.210	20-cf-30-8a-92-71	динамический
172.27.24.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	статический
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	статический



ARP (Address Resolution Protocol)

Формат сообщения ARP.

- тип сети (16 бит): **для Ethernet – 1**;
- тип протокола (16 бит): **h0800 для IP**;
- длина аппаратного адреса (8 бит);
- длина сетевого адреса (8 бит);
- тип операции (16 бит): **1 – запрос, 2 – ответ**;
- аппаратный адрес отправителя (переменная длина);
- сетевой адрес отправителя (переменная длина);
- аппаратный адрес получателя (переменная длина);
- сетевой адрес получателя (переменная длина).



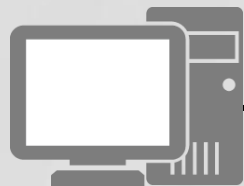
При этом, если запись не используется первые 2 минуты, то удаляется, а если используется, то время ее жизни продлевается еще на 2 минуты, при этом максимально – 10 минут для **Windows** и **Linux** (FreeBSD – 20 минут, **Cisco IOS** – 4 часа), после чего производится новый широковещательный ARP-запрос.



Gratuitous ARP

IP: 10.0.0.1/24

MAC: 00-01-02-03-04-AA



Хост А



FF-FF-FF-FF-FF-FF

00-01-02-03-04-AA

Dest IP : 10.0.0.1

Source IP : 0.0.0.0

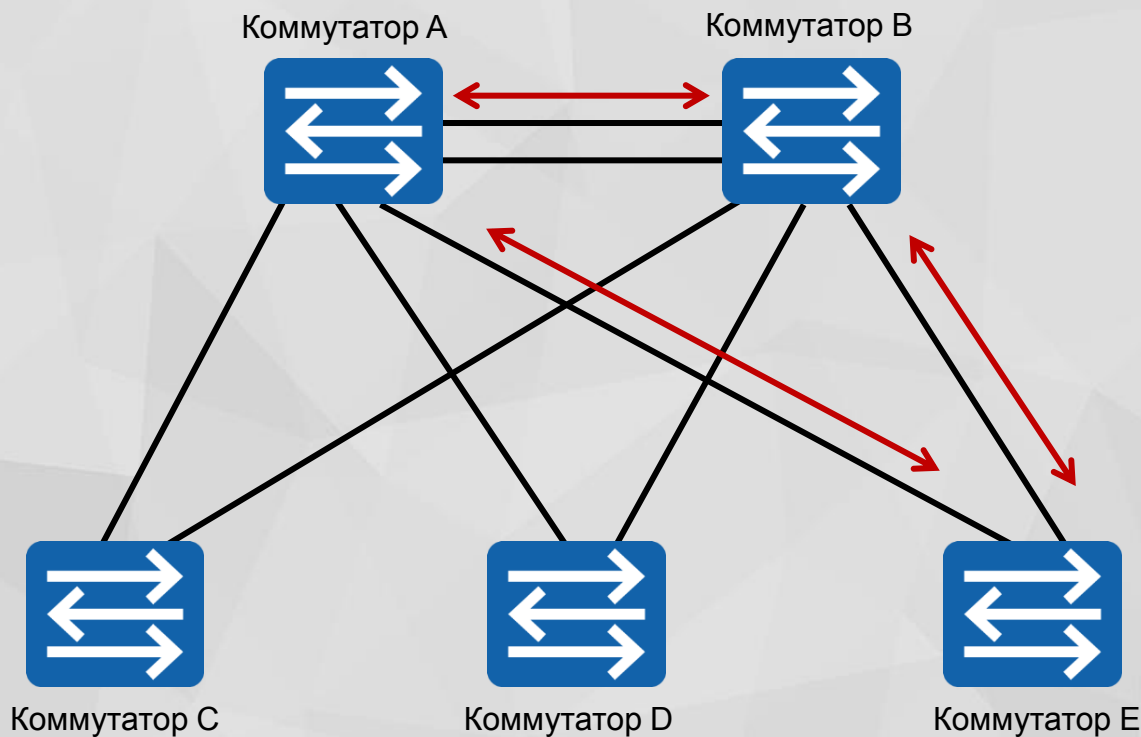
Dest MAC : 00-00-00-00-00-00

Source MAC : 00-01-02-03-04-AA

- В одной IP-сети возможна ситуация выделения одного и того же IP-адреса.
- Для обнаружения конфликтов IP-адресов используется ARP.



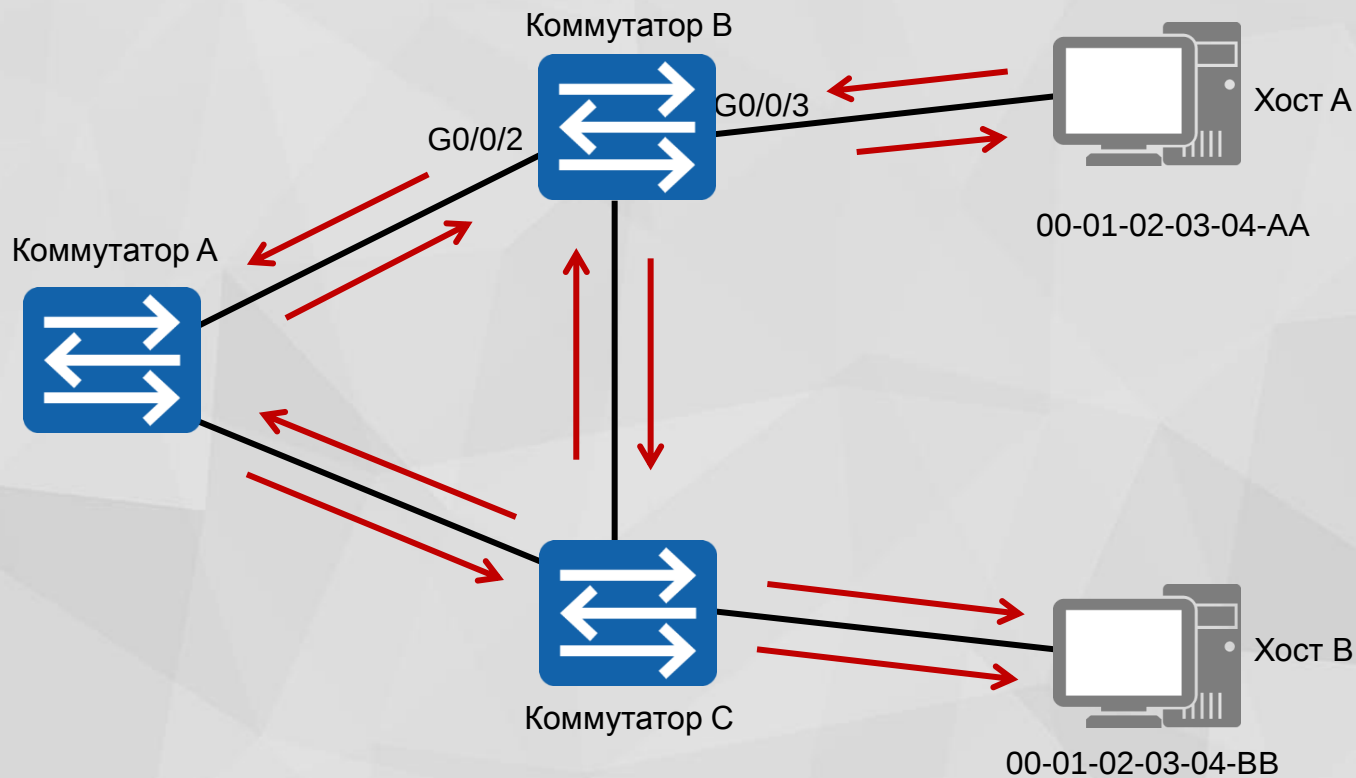
Протокол связующего дерева (STP)



- Резервирование в коммутационной сети сводит к минимуму сбои соединения, но генерирует потенциальные коммутационные петли.



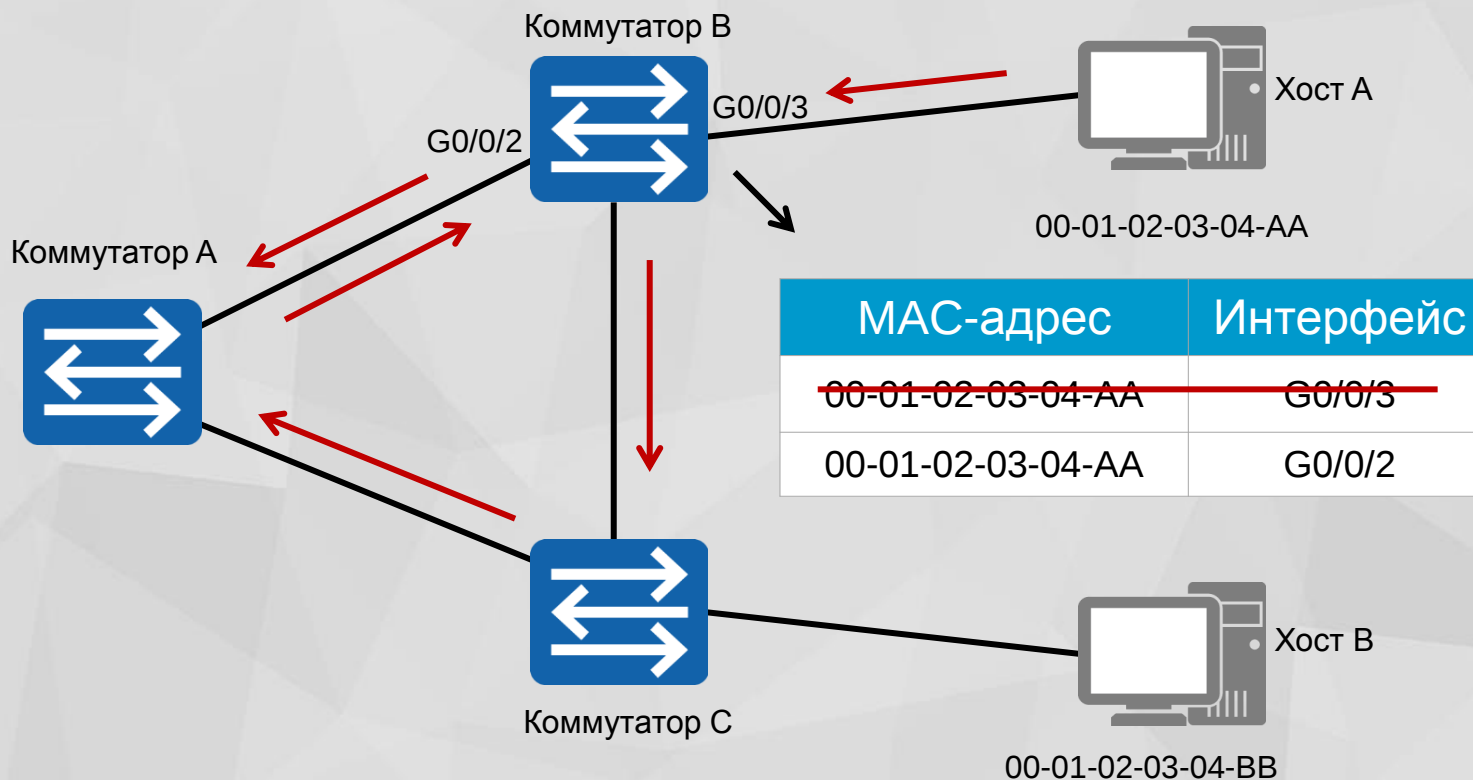
Широковещательные штормы



- Коммутационные петли приводят к возникновению широковещательных штормов и получению оконечными станциями дублированных кадров.



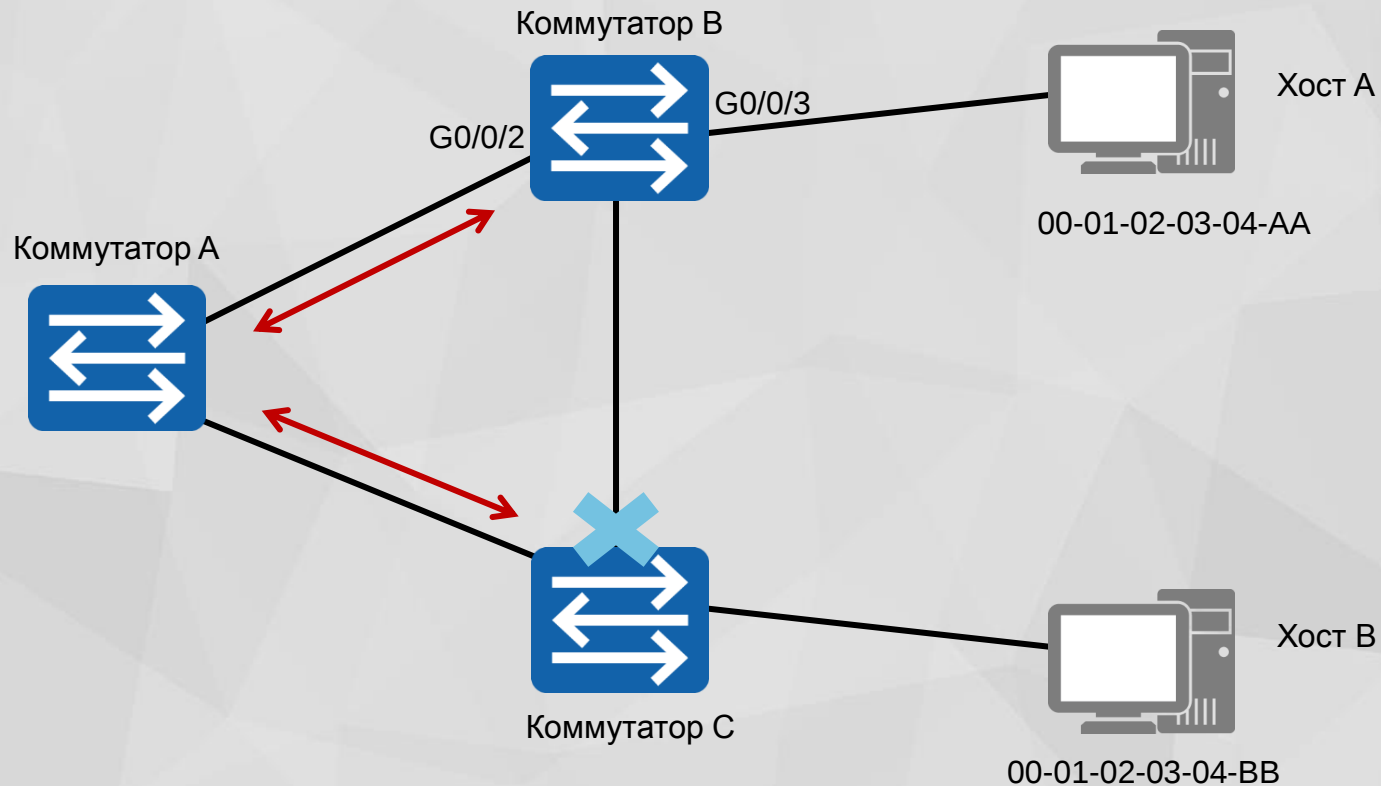
Нестабильность MAC-адресов



- Получение ранее переадресованных кадров генерирует ложные MAC-записи и нестабильность в таблице MAC-адресов.



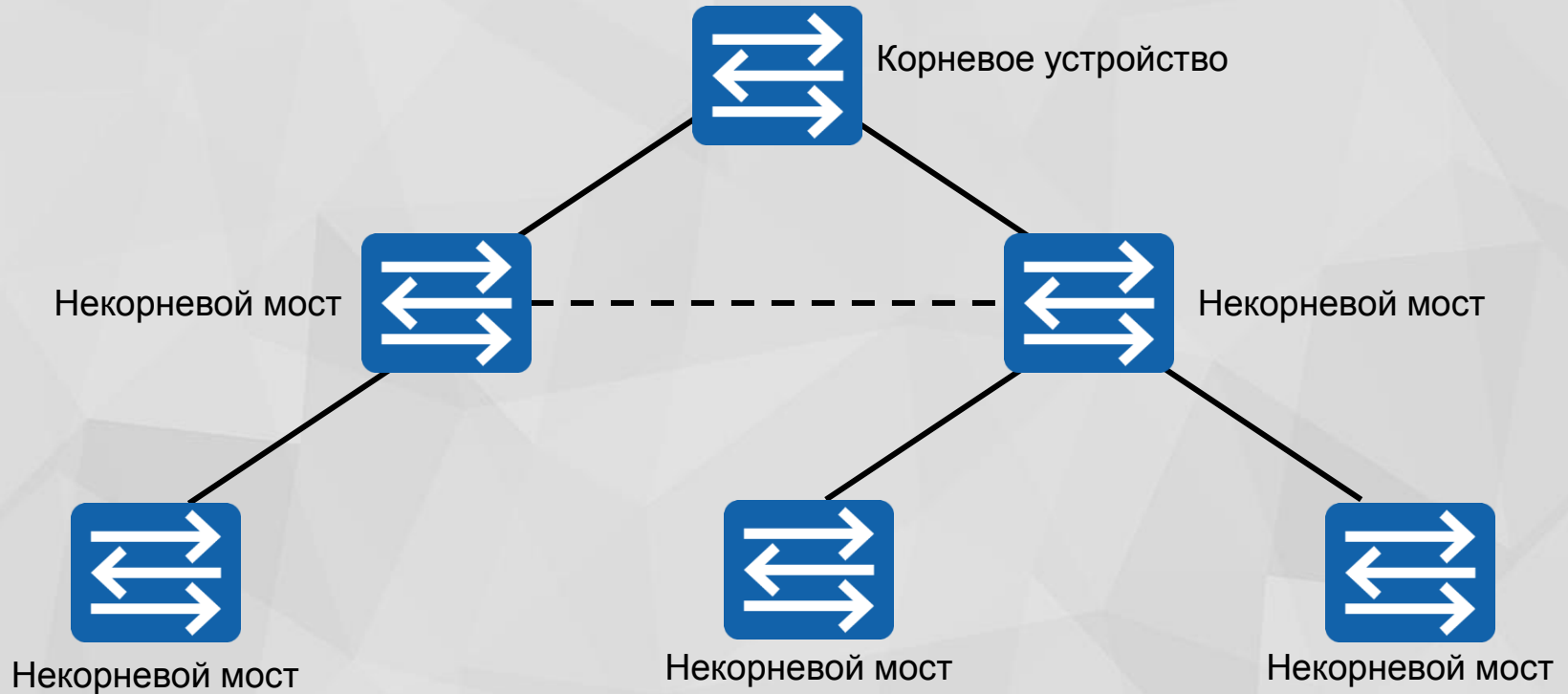
Решение проблем резервирования 2 уровня



- Петли устраняются за счет ограничения потока трафика по резервным путям.



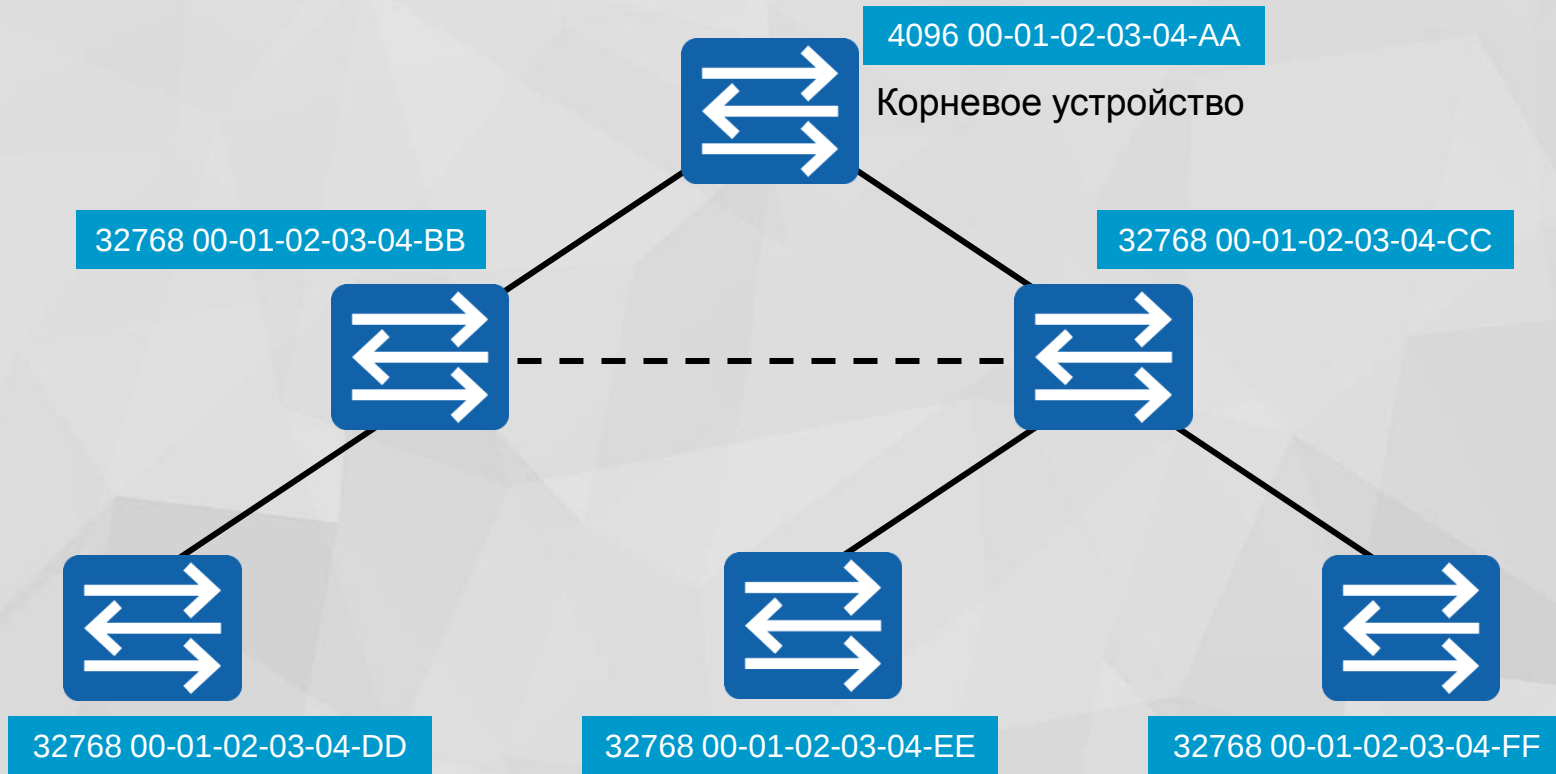
Корневой мост связующего дерева



- В результате STP создается инвертированная древовидная архитектура.
- Корневой мост представляет собой основу связующего дерева.



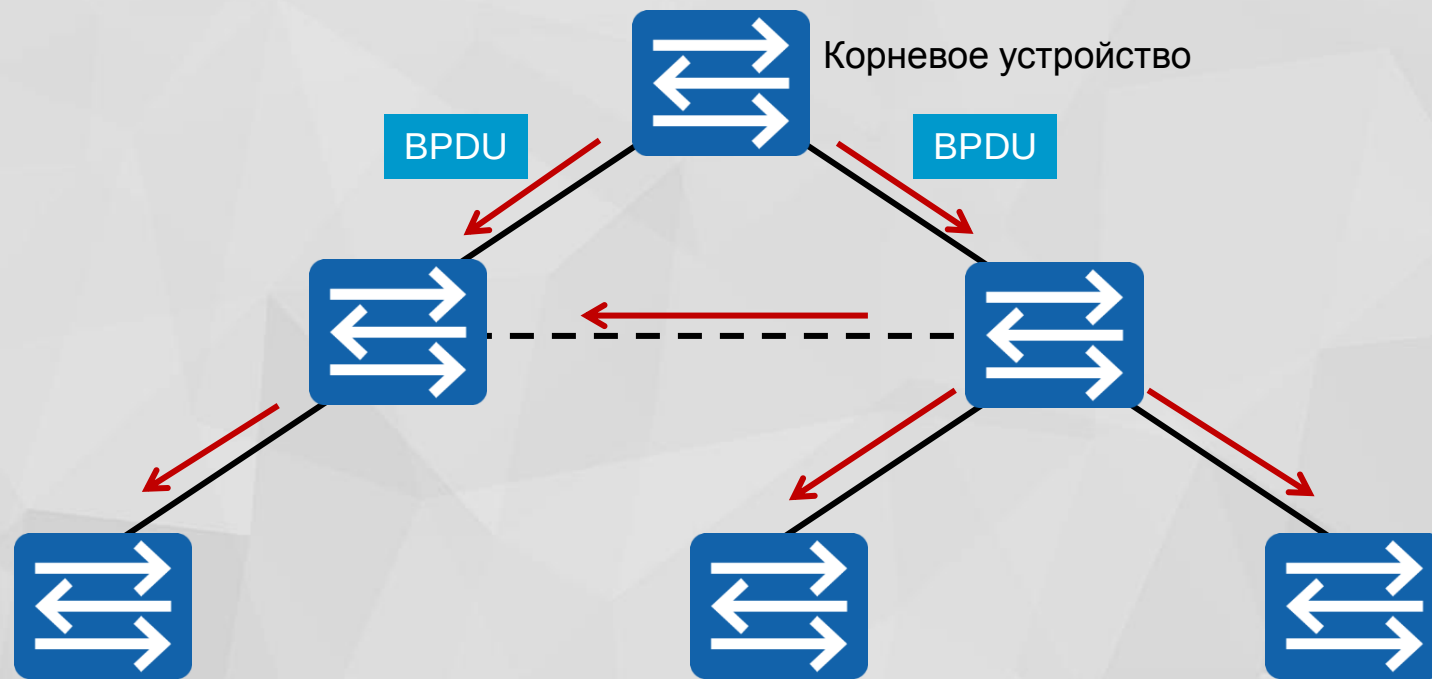
Идентификатор моста



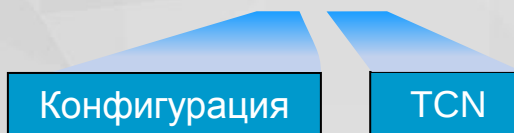
- Для выбора корневого моста используются идентификаторы моста.
- Приоритет моста можно изменять для принудительного выбора корня.



Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



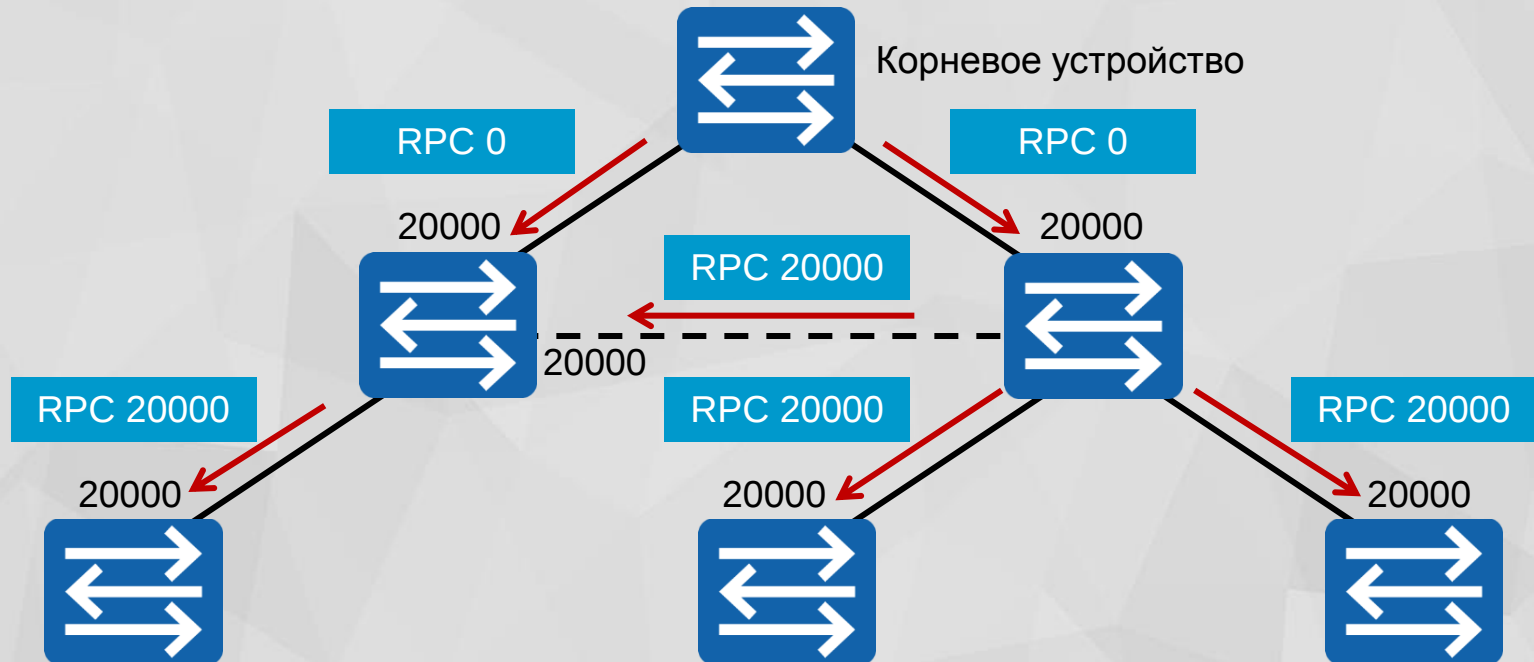
PID	PVI	Тип BPDU	Флаги	ID корня	RPC	ID моста	ID порта	Возраст сообщения	Макс. возраст	Время приветствия	FwdDelay
-----	-----	----------	-------	----------	-----	----------	----------	-------------------	---------------	-------------------	----------



Блок данных протокола моста (BPDU)



Стоимость пути



- Стоимость корневого пути переносится в BPDU и используется для определения кратчайшего пути к корневому каталогу.



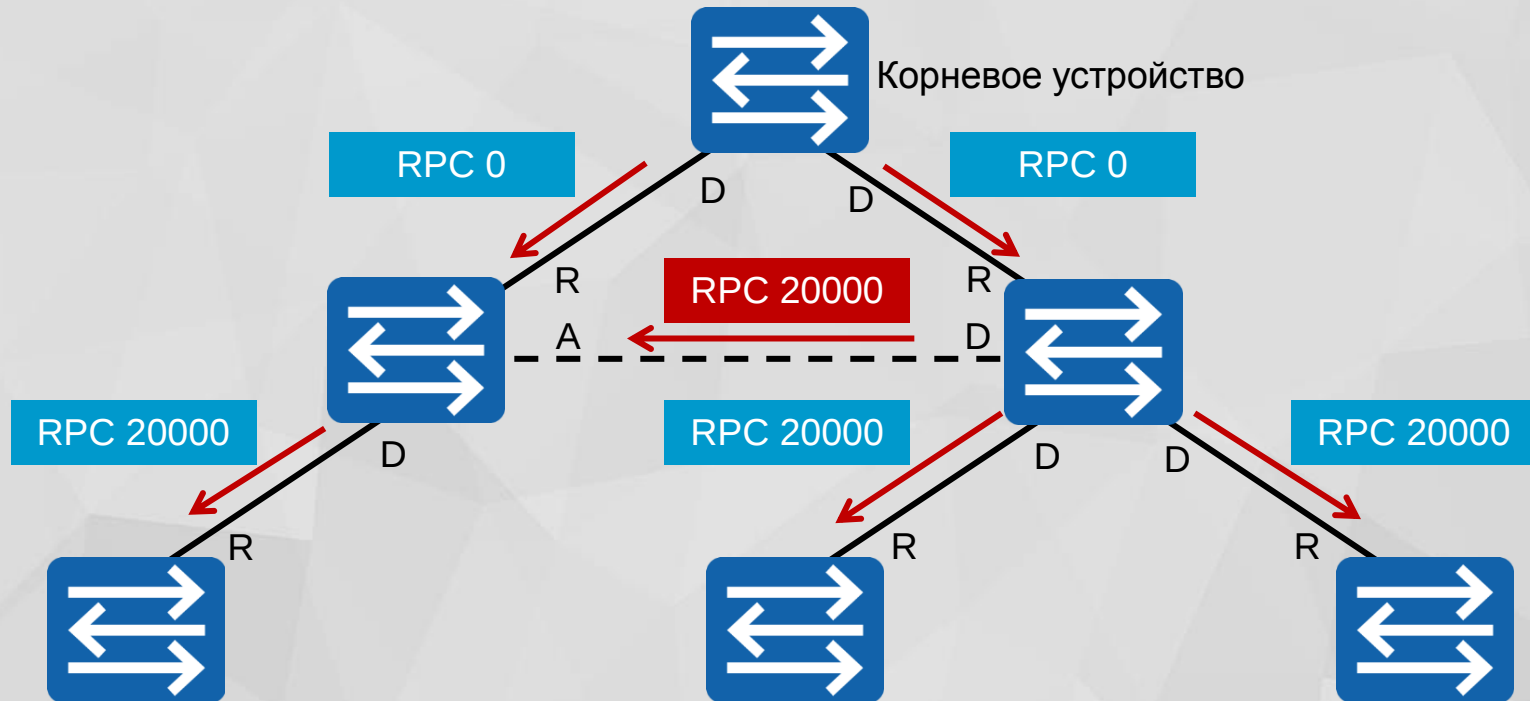
Стандарты стоимости пути

Скорость порта	802.1D	802.1t	Значение стоимости пути
10 Мбит/с	99	1999999	1999
100 Мбит/с	18	199999	199
1 Гбит/с	4	20000	20
10 Гбит/с	2	2000	2

- STP поддерживает различные стандарты стоимости пути.
- 802.1t – стандарт по умолчанию, используемый в коммутаторах Huawei.



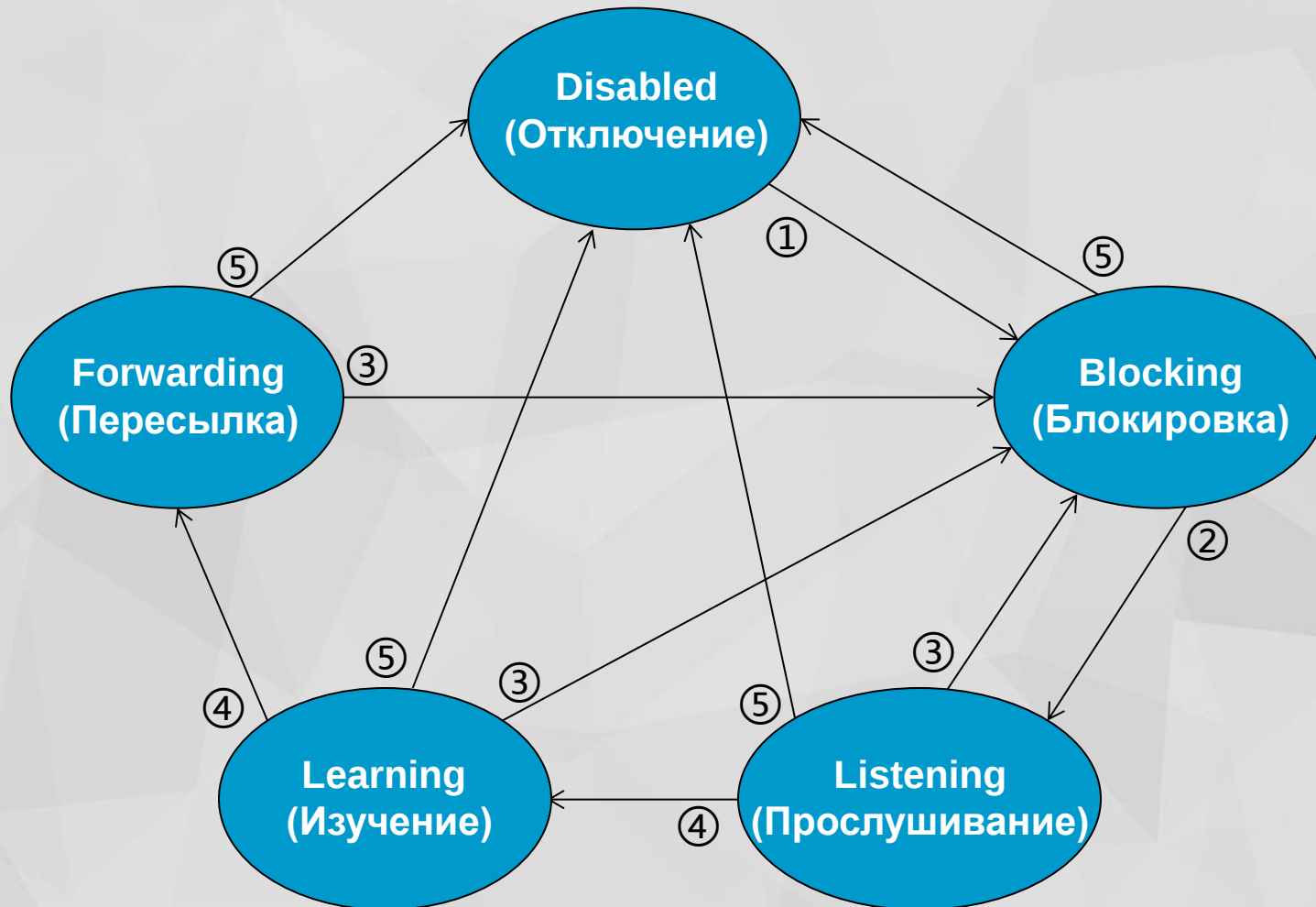
Роли порта связующего дерева



- Связующее дерево поддерживает следующие роли порта:
назначенный, корневой и альтернативный.
- Стоимость корневого пути позволяет определить роли порта.

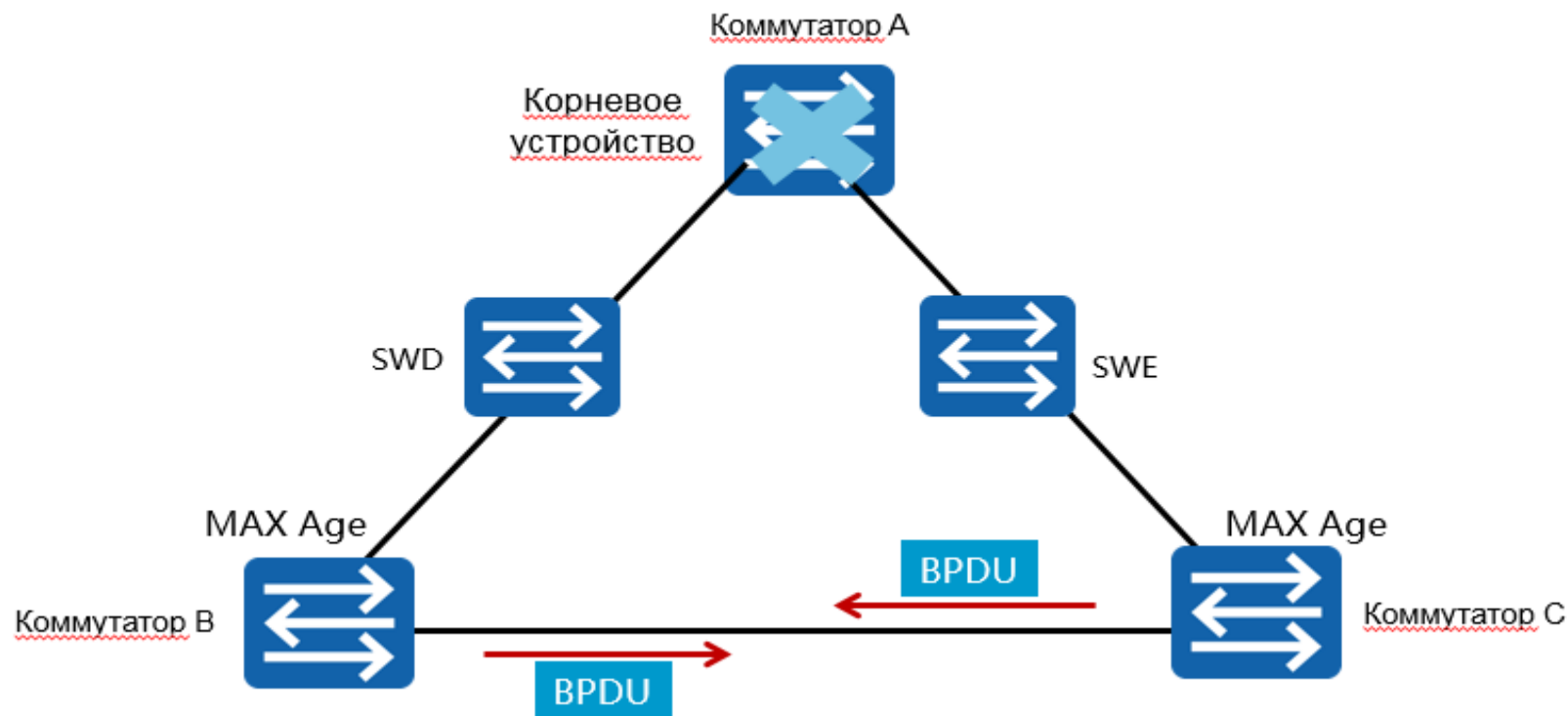


Смена состояний порта





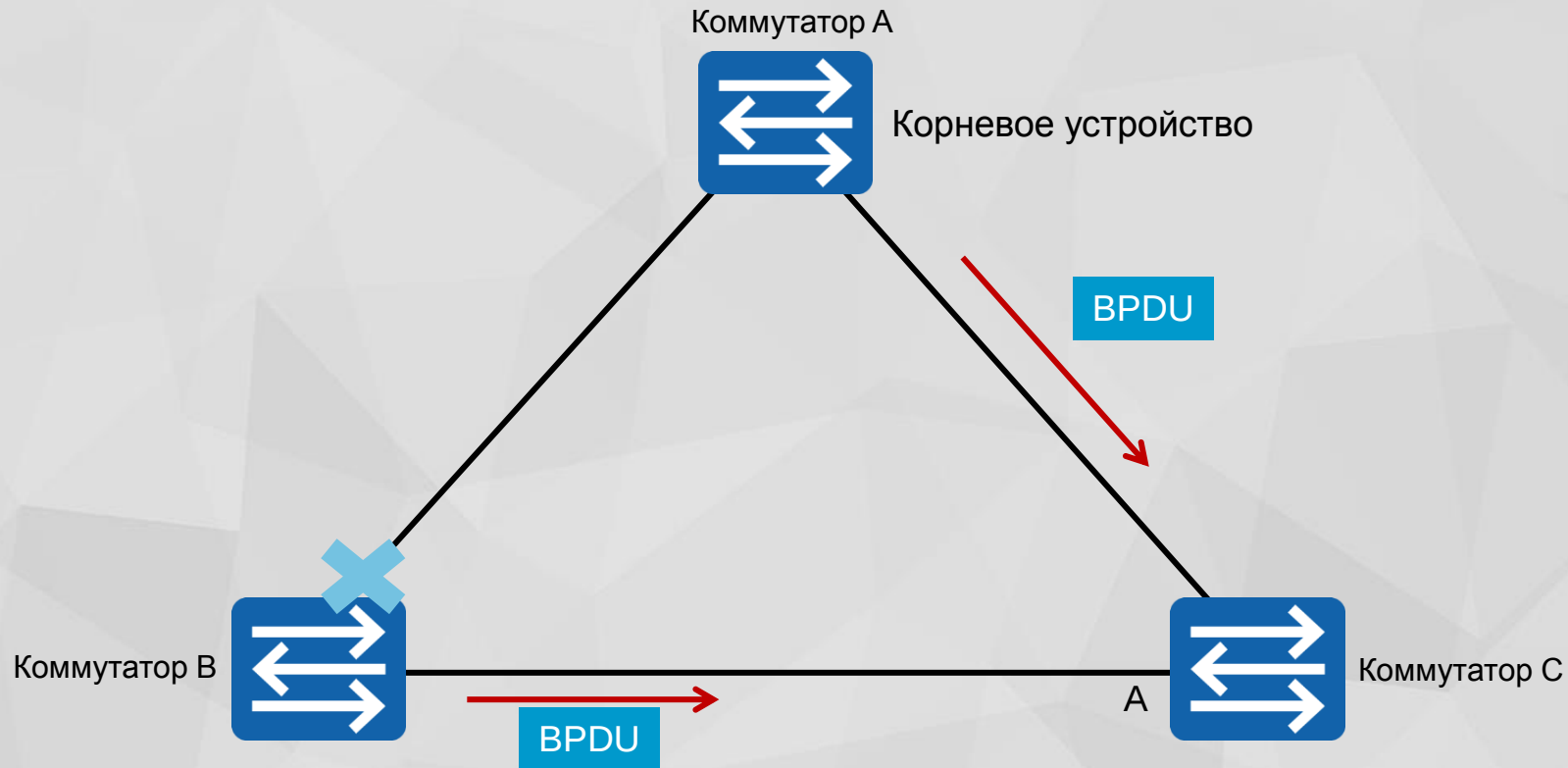
Сбой корневого устройства



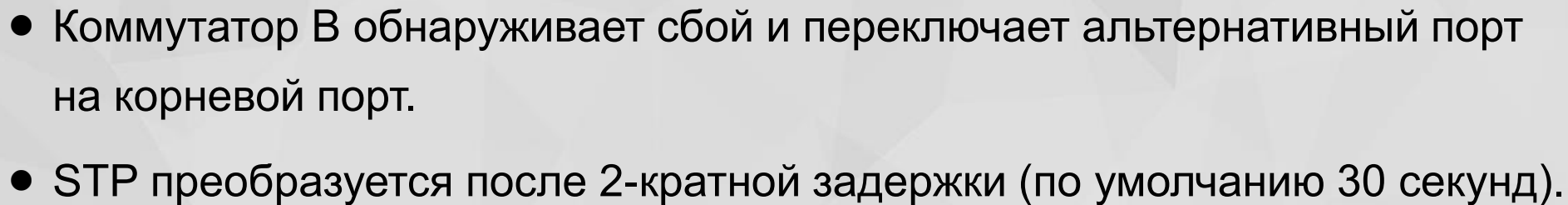
- Перед тем, как признать потерю корневого устройства, некорневые мосты ждут сообщение MAX Age.
- Затем запускается повторная сходимость (конвергенция), которая начинается с выбора корневого устройства.



Сбой непрямого канала

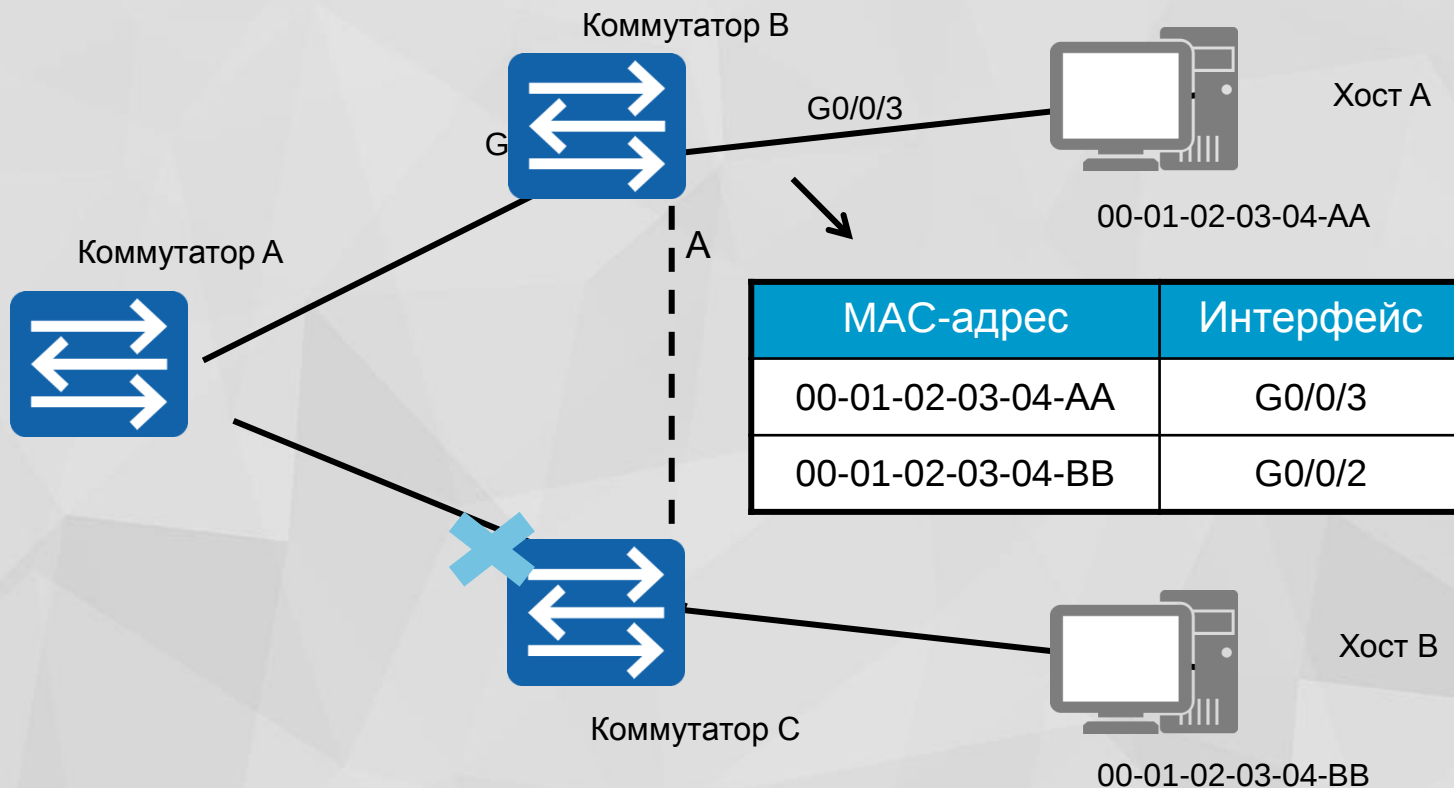


- Коммутатор В запускает выбор корневого устройства, но коммутатор С игнорирует BPDU.
- Корневой BPDU передается на коммутатор В после истечения периода MAX Age.

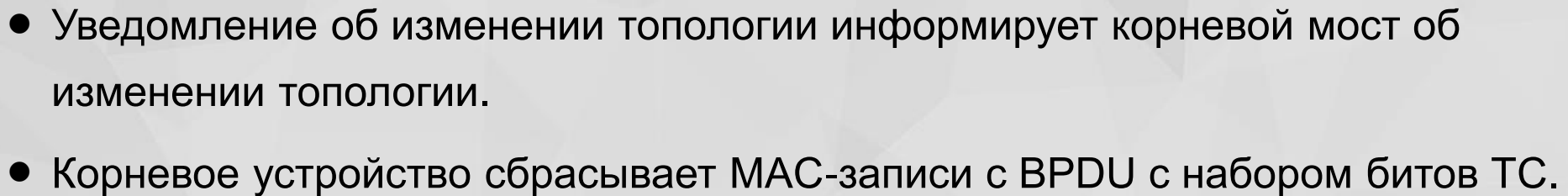




Нестабильность MAC-адресов при изменении топологии

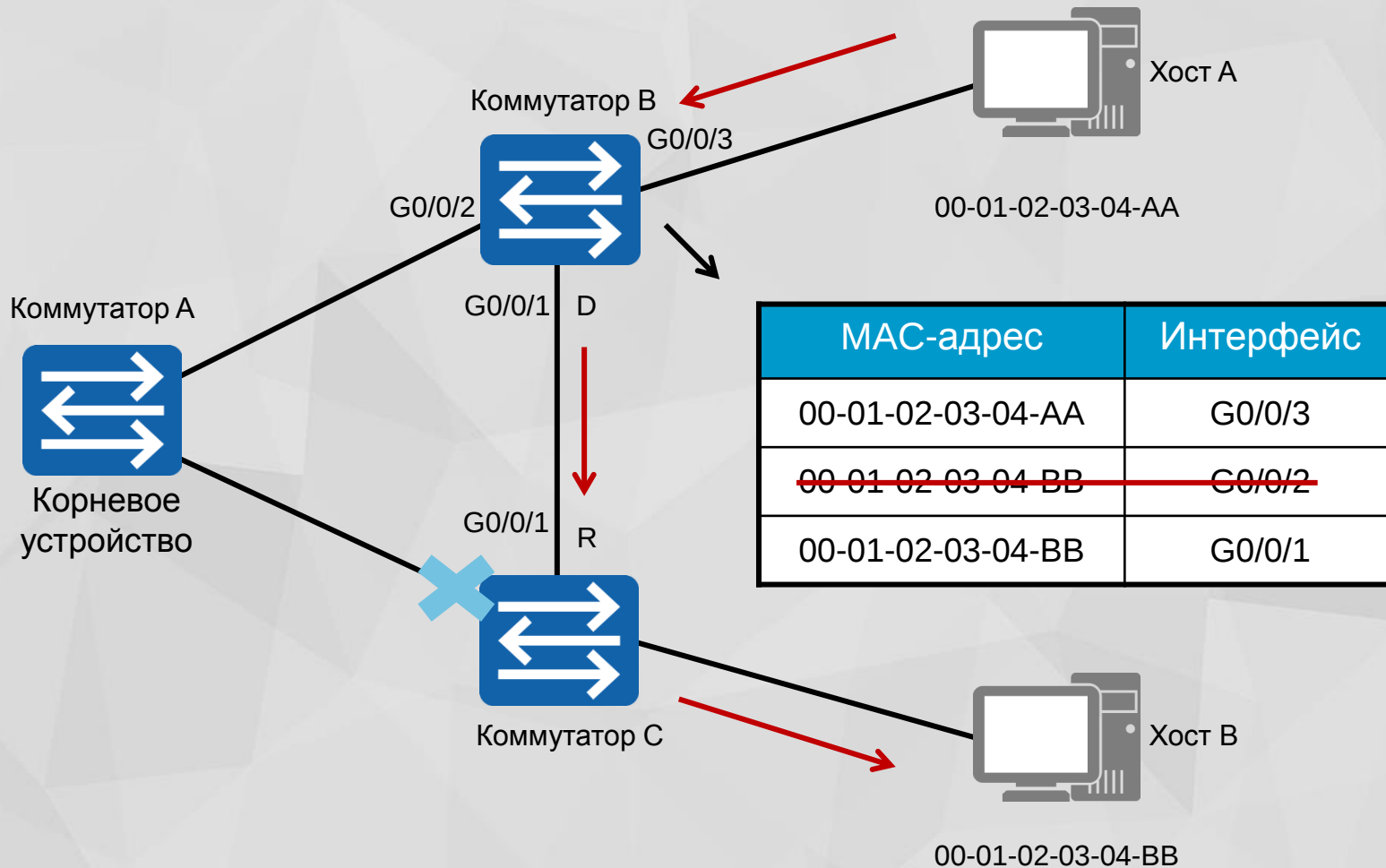


- Изменения в топологии STP могут аннулировать записи таблиц MAC-адресов.
- Срок действия записей таблицы MAC-адресов по умолчанию истекает только через 300 секунд.



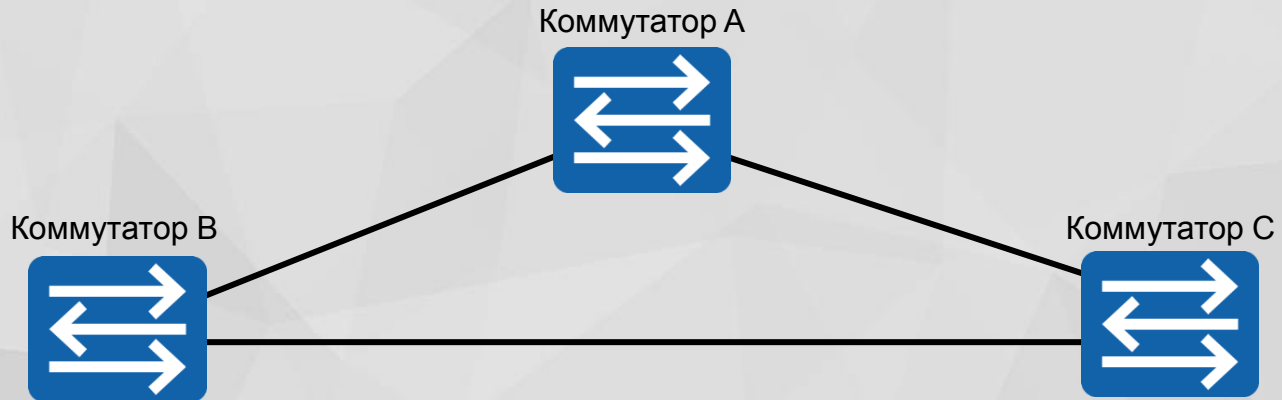


Обновление таблицы MAC-адресов при изменении топологии





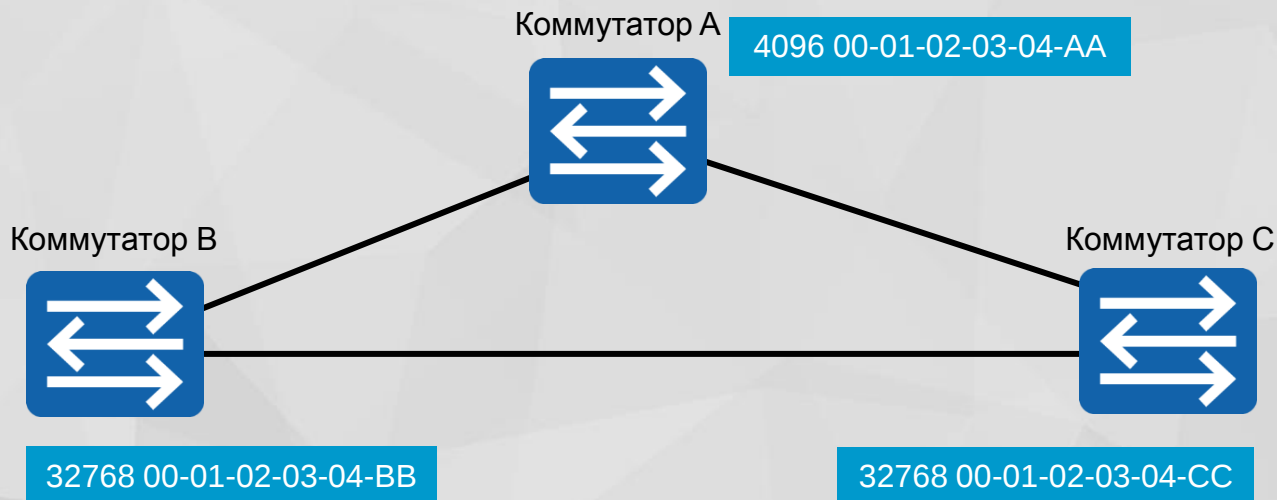
Режимы STP



```
[SWA]stp mode ?  
  mstp Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) mode  
  rstp Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) mode  
  stp  Spanning Tree Protocol (STP) mode  
[SWA]stp mode stp
```



Назначение корневого устройства



```
[SWA]stp priority 4096
Apr 15 2016 16:15:33-08:00 SWA DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID
1.3.6.1.4.1.2011.5.25.191.3.1 configurations have been
changed. The current change number is 4, the change loop
count is 0, and the maximum number of records is 4095.
```

- Корневое устройство можно установить вручную или установить коммутатор в качестве первичного.



Протокол быстрого связующего дерева (RSTP)

Стандарт на протокол связующего дерева, разработанный в 1998 году, имеет ряд ограничений и недостатков, например, медленное время сходимости (конвергенции).

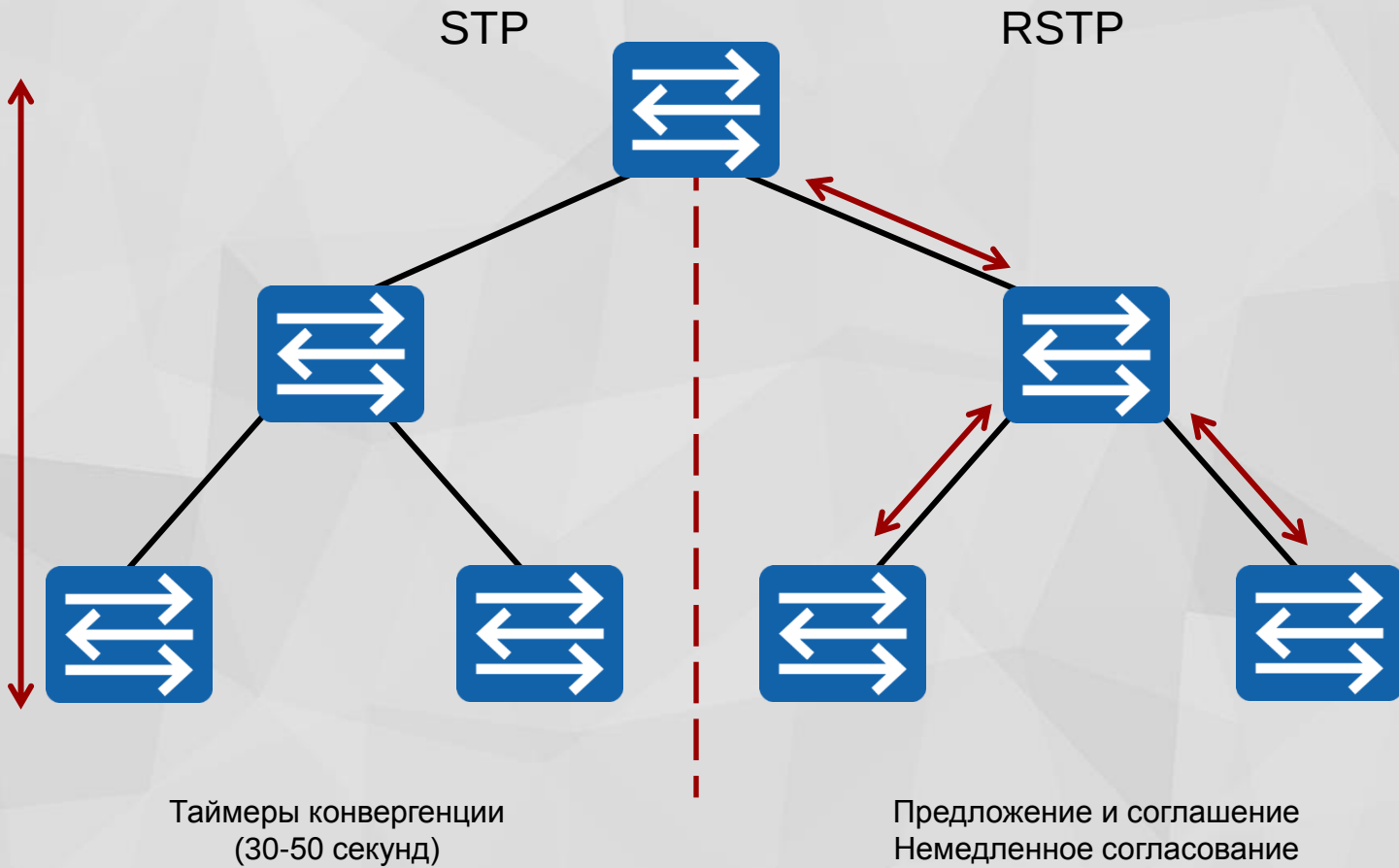
Для преодоления отдельных ограничений протокола STP был разработан протокол быстрого связующего дерева – Rapid Spanning Tree (RSTP).

Основные понятия и терминология протоколов STP и RSTP одинаковы.

Рассмотрим основные существенные отличия.

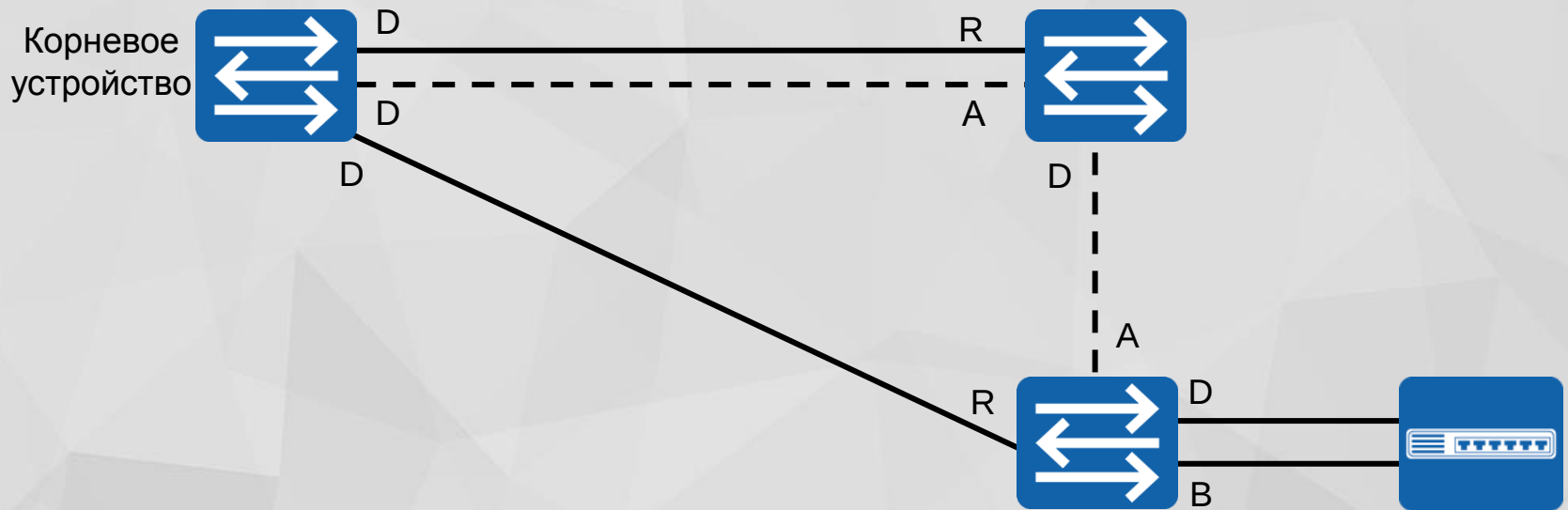


Недостатки STP





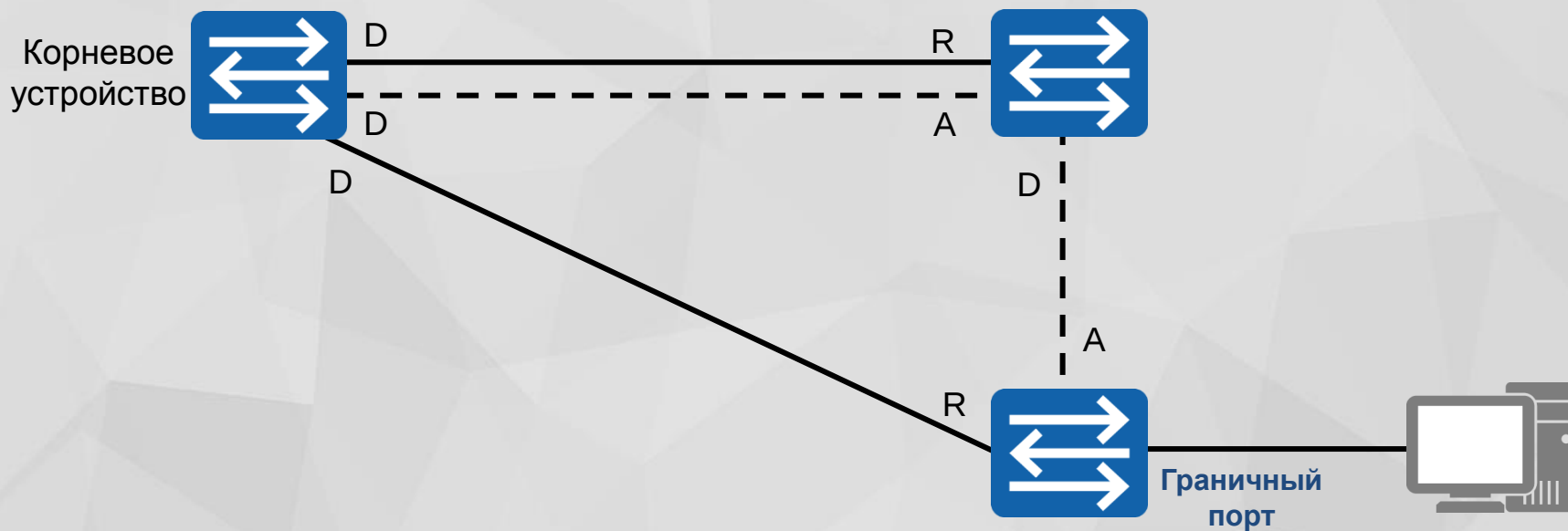
Роли порта RSTP



Роли	Описание
Резервный	Резервный путь к узлам в нисходящем направлении, где резервные каналы существуют в том же сегменте LAN, что и назначенный порт.
Альтернативный	Альтернативный путь к корневому мосту, отличающийся от пути, предоставляемого корневым портом коммутатора.



Граничные порты RSTP



- Системы, не участвующие в RSTP, подключаются к граничным портам.
- Граничные порты не получают BDPU и могут мгновенно пересылать данные.



Состояния порта RSTP

STP	RSTP	Роль порта
Отключение	Отбрасывание	Отключенный
Блокировка	Отбрасывание	Альтернативный или резервный
Прослушивание	Отбрасывание	Корневой или назначенный
Изучение	Изучение	Корневой или назначенный
Пересылка	Пересылка	Корневой или назначенный



RST BPDU

PID	PVI	BPDU Type	Flags	Root ID	RPC	Bridge ID	Port ID	Message Age	Max Age	Hello Time	Fwd Delay
-----	-----	-----------	-------	---------	-----	-----------	---------	-------------	---------	------------	-----------

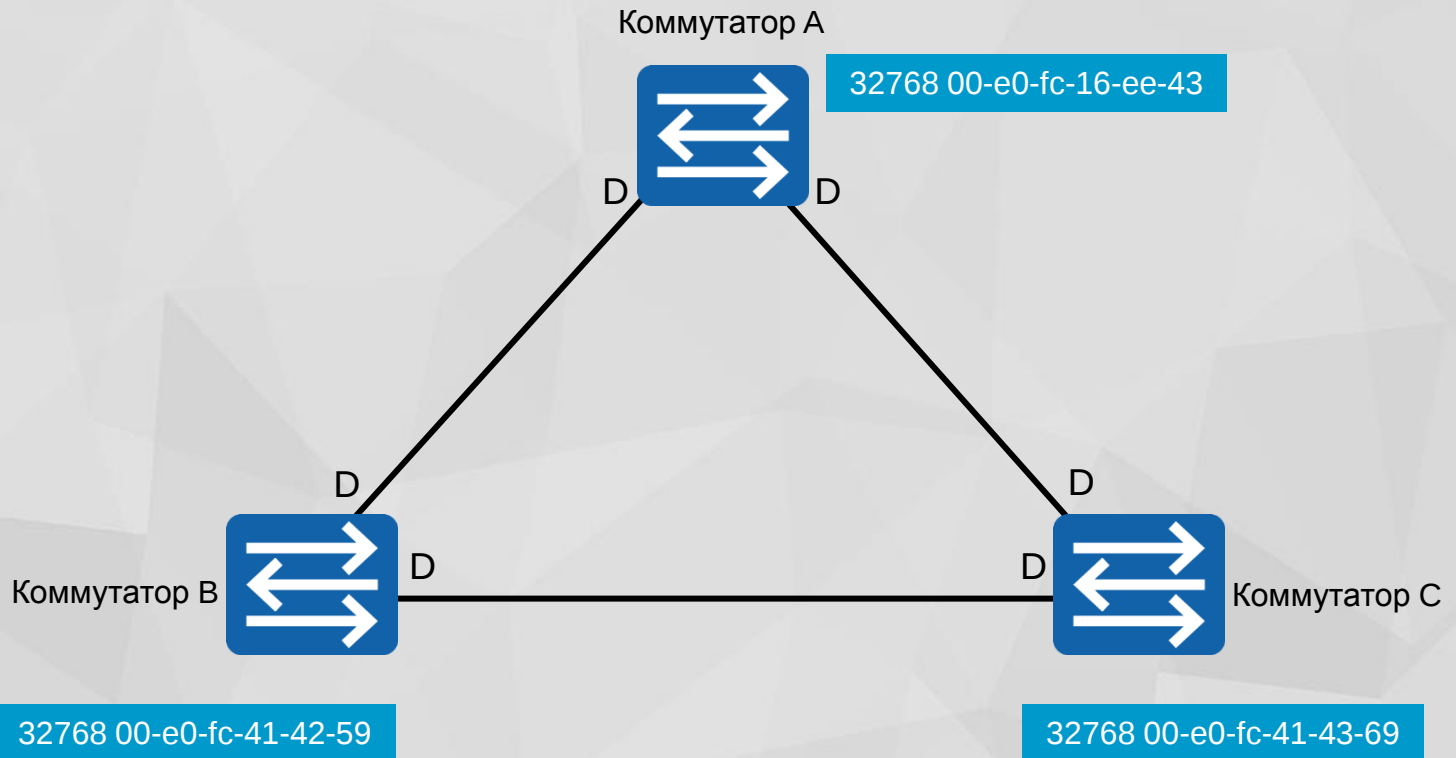
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCA	Соглашение	Пересылка	Распознавание	Роль порта		Предложение	TC

Роль порта = 00 Неизвестный
 01 Альтернативный/резервный порт
 10 Корневой порт
 11 Назначенный порт

- Неиспользуемые поля STP BPDU активны в RSTP.
- В RSTP появляются новые возможности.



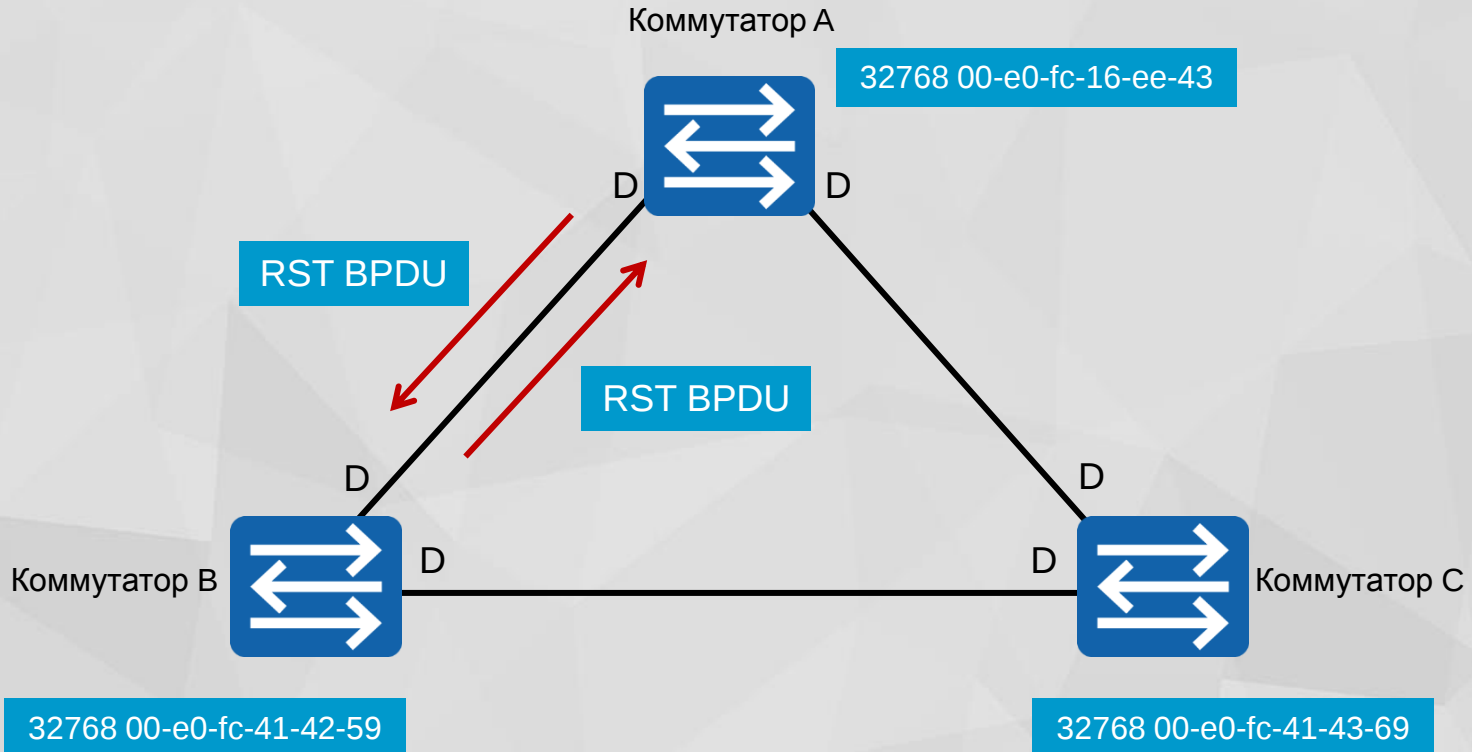
Конвергенция RSTP



- Все коммутаторы с поддержкой RSTP начинают функционировать как корневые мосты и отправляют RST BPDU.
- Для портов установлены роли назначенного порта и состояние отбрасывания (discarding).



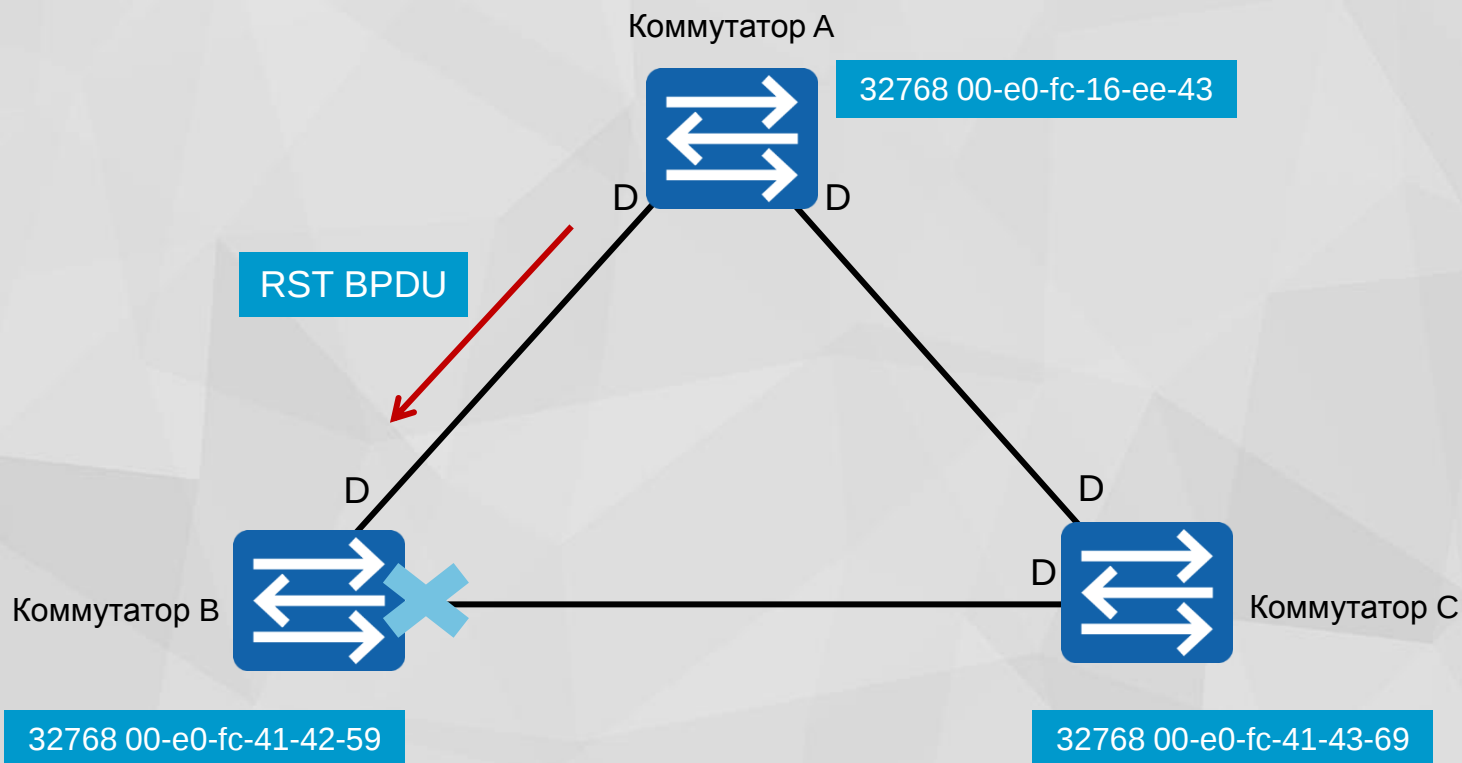
Предложение RST BPDU



- Предложения отправляются в RST BPDU во время выбора корневого устройства.
- Коммутатор игнорирует предложение, если у него имеется лучший вариант ID моста.



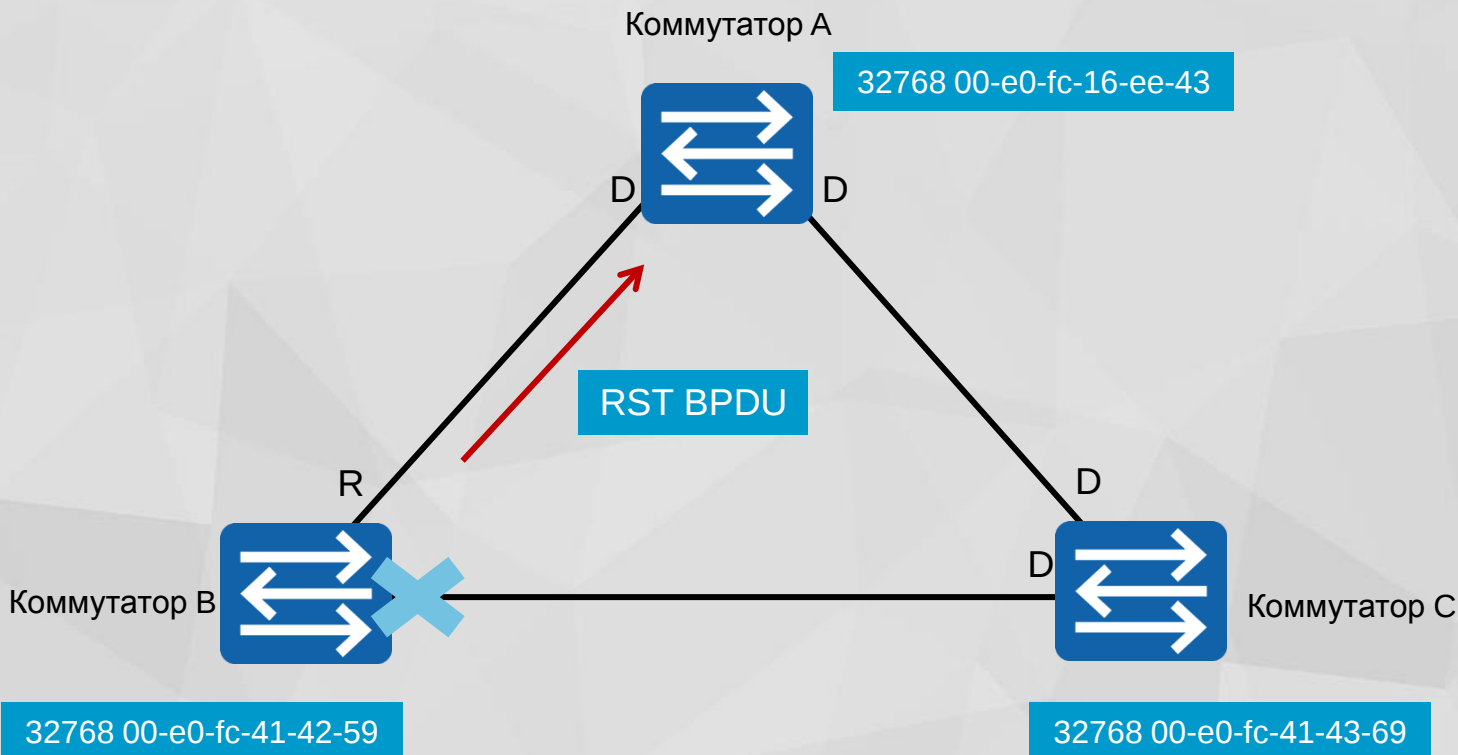
Процесс синхронизации RSTP



- При получении Superior BPDU (с наилучшими параметрами) коммутатор В прекращает отправку RST BDPDU, содержащего предложение, и начинает синхронизацию.



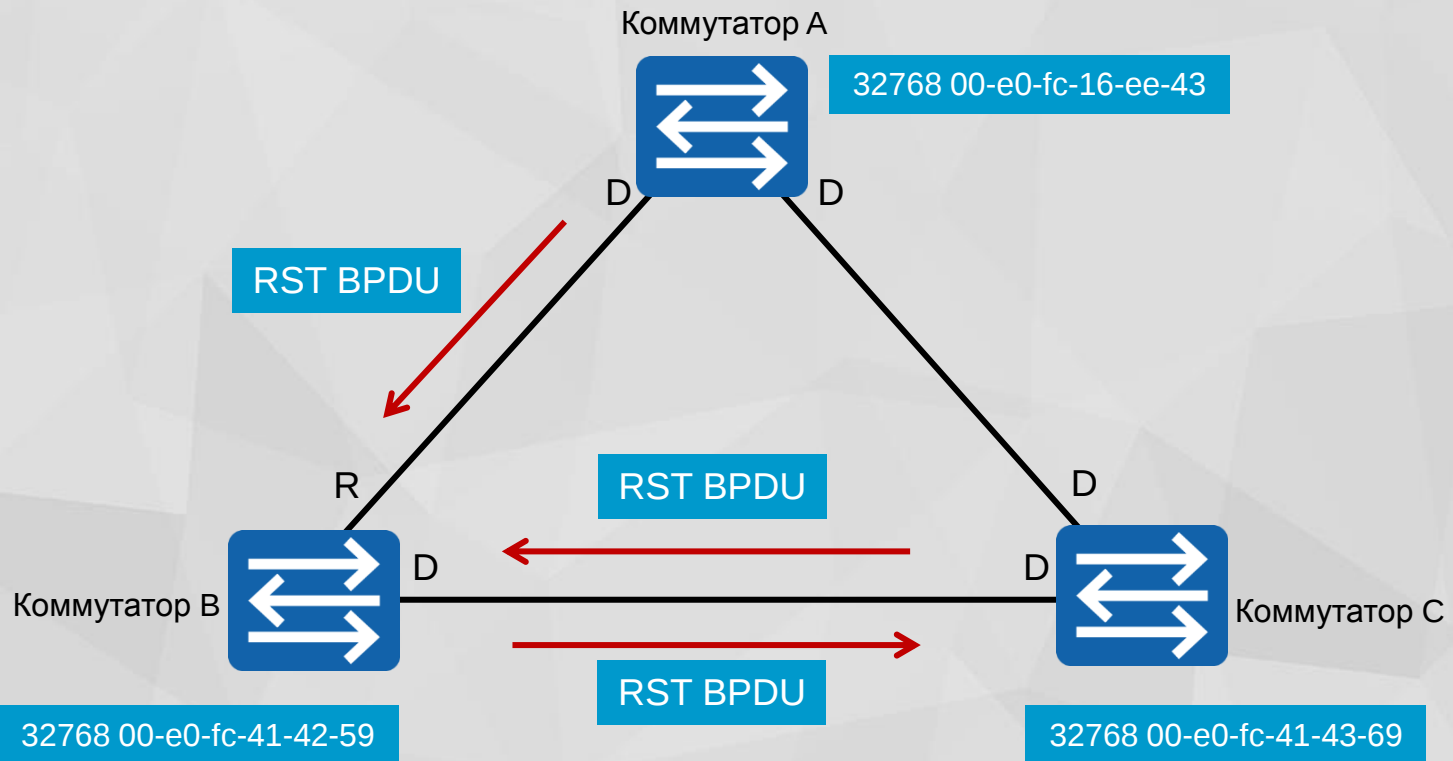
Соглашение RST BPDU



- После блокировки всех нижестоящих неограниченных назначенных портов коммутатор В отправляет RST BPDU с битом соглашения.



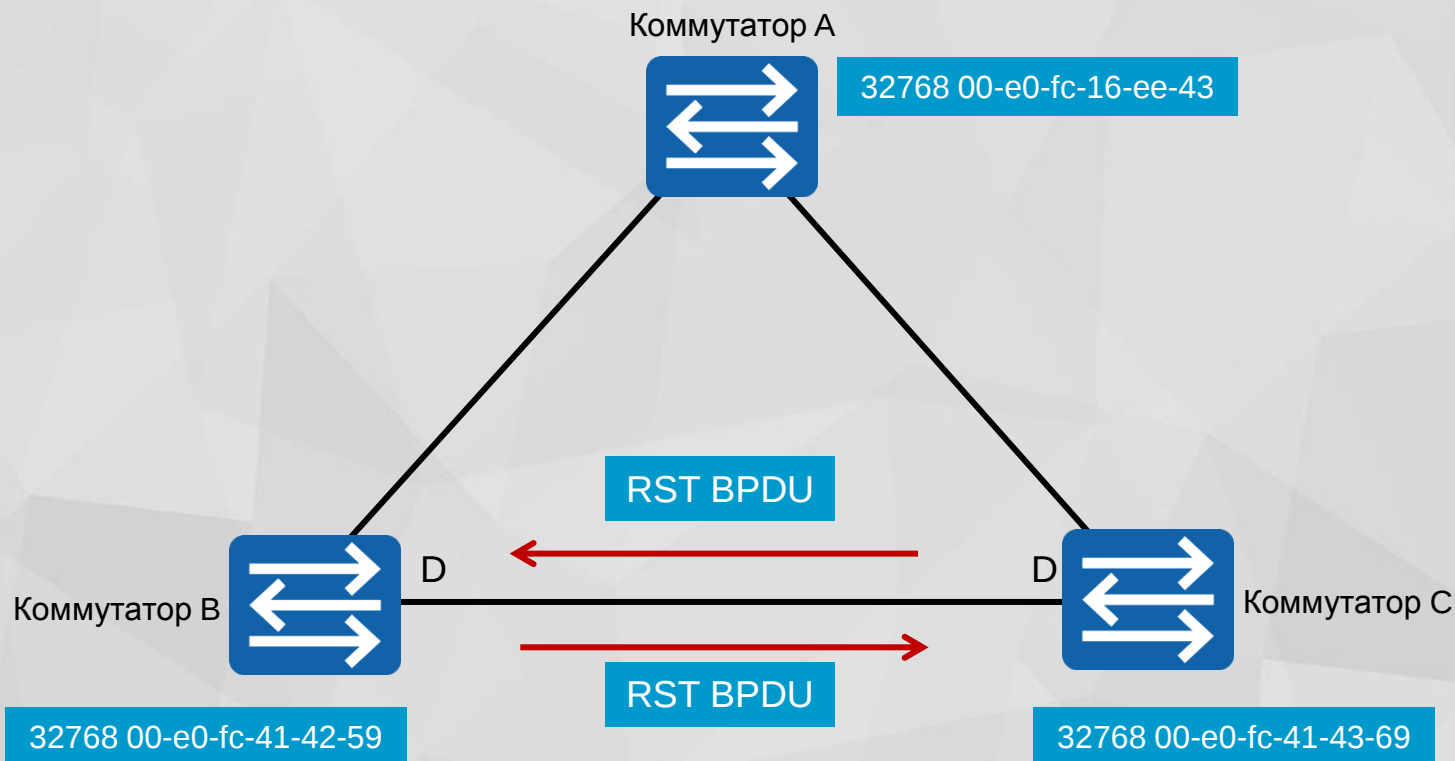
Конвергентный канал RSTP



- Нисходящий порт снова разблокирован и между коммутатором В и коммутатором С начинается новый этап синхронизации.



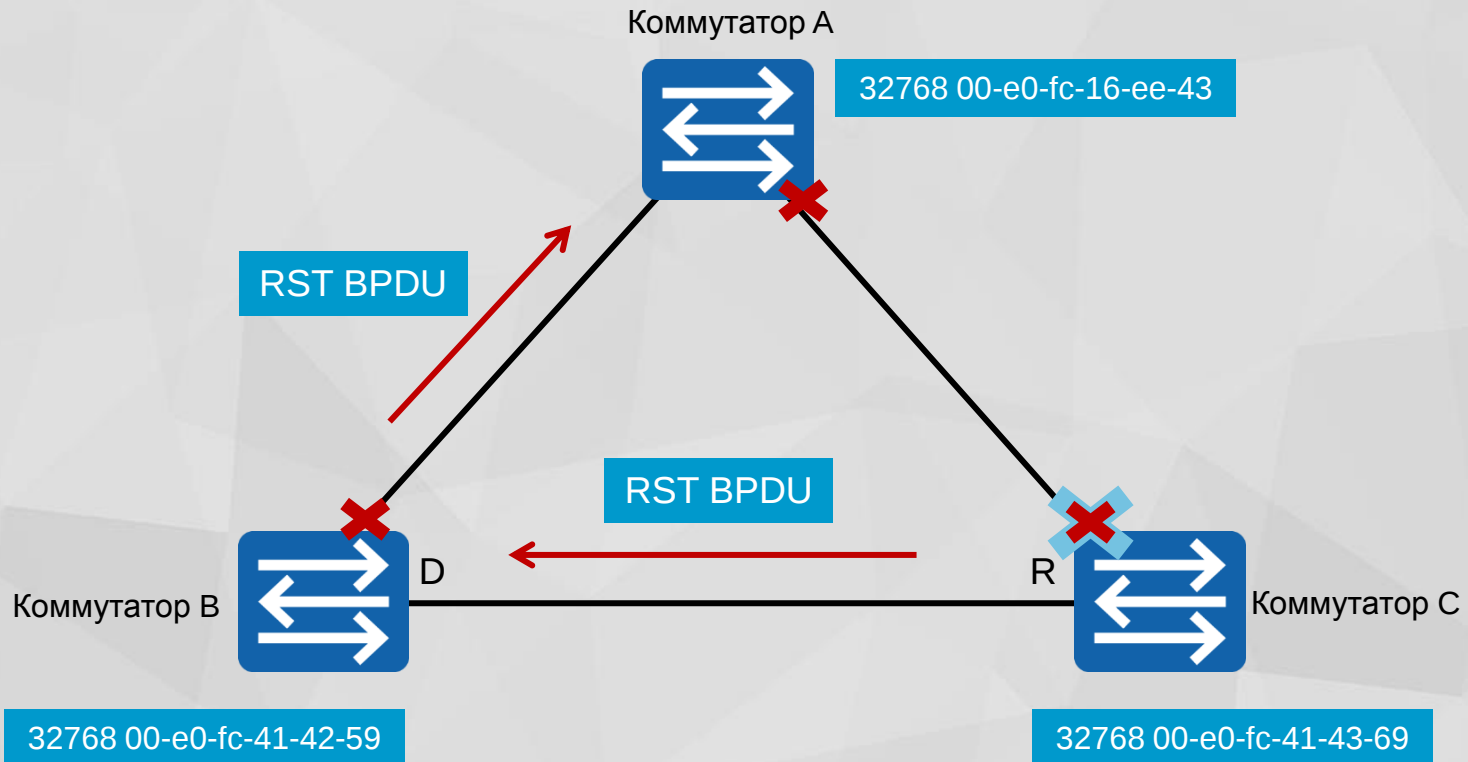
Сбой канала/корневого устройства



- Потеря восходящего RST BPDU сигнализирует о сбое канала/устройства.
- Конвергенция на основе предложений и соглашений.



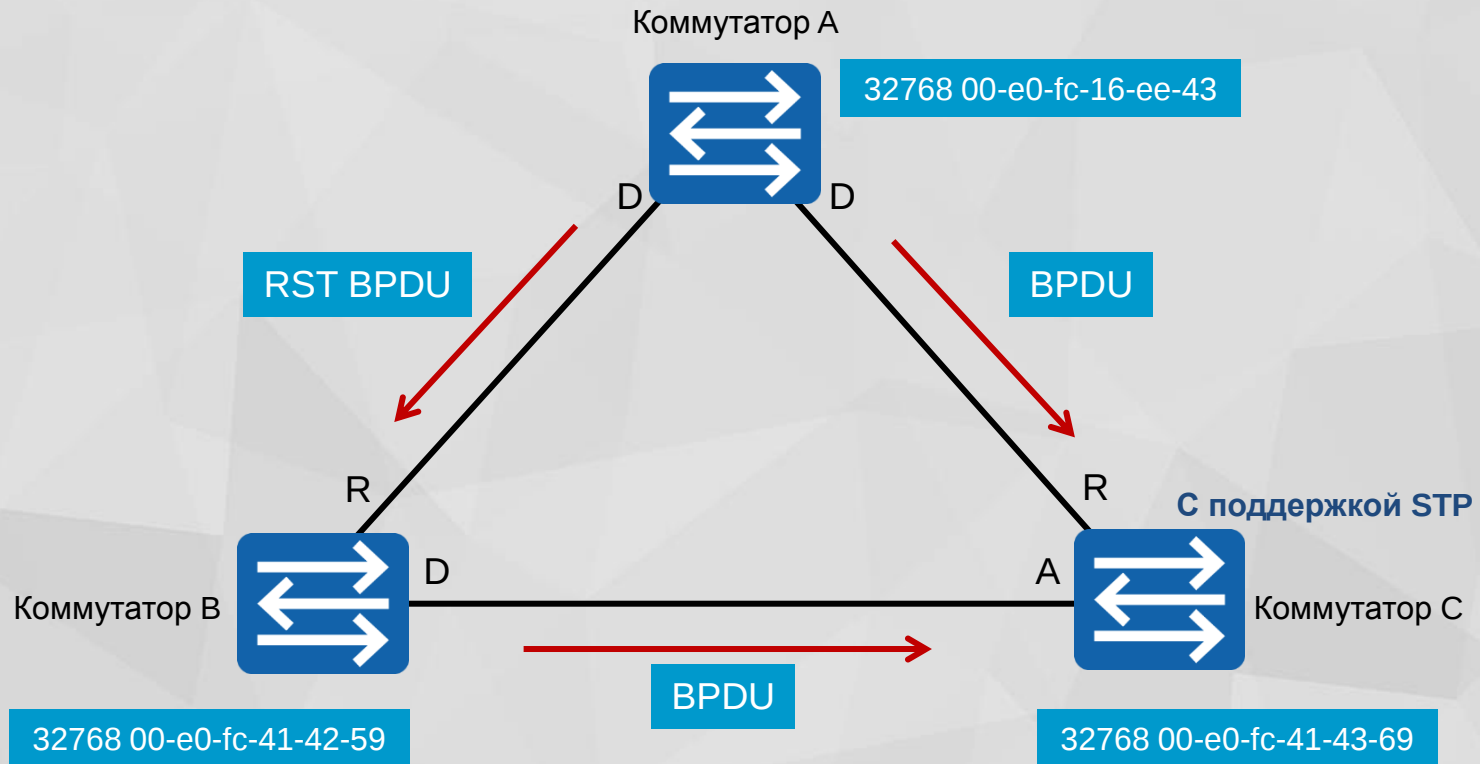
Процесс изменения топологии



- Во время отправки соглашения выполняется сброс адресов для всех портов, за исключением порта, на котором был получен RST BPD.



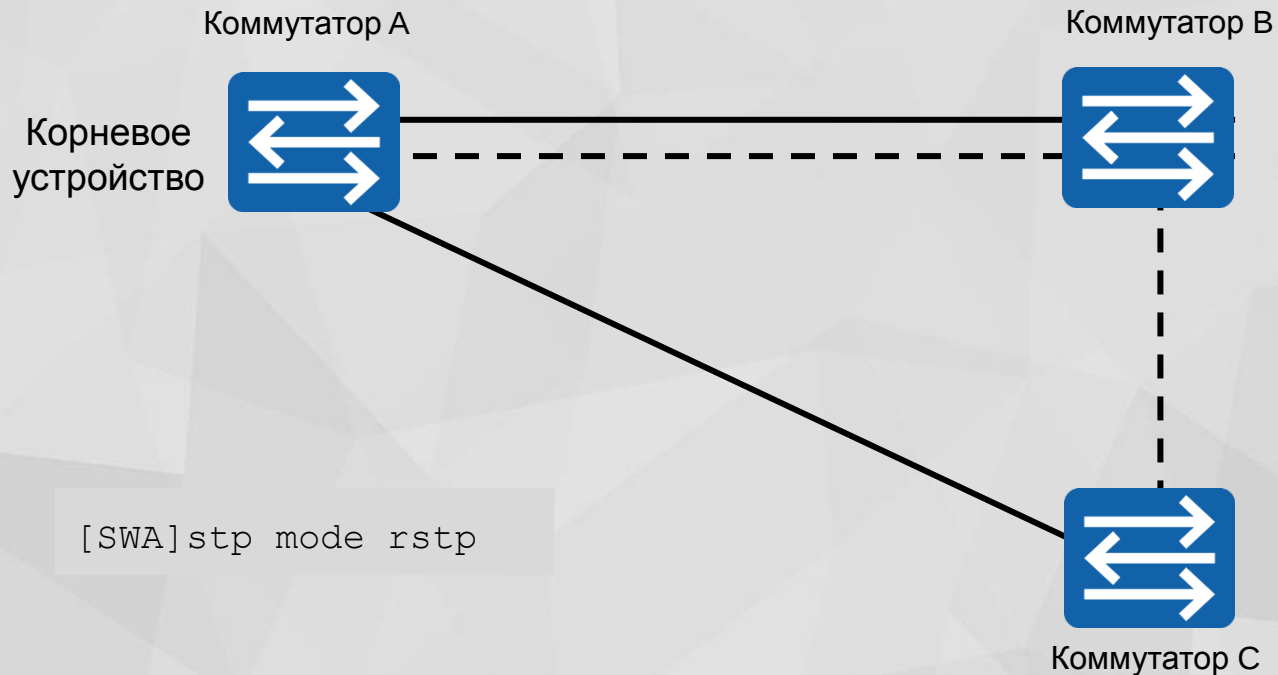
Взаимодействие STP



- Порты коммутатора RSTP возвращаются к STP при подключении к сегменту LAN, содержащему устройство с поддержкой STP.



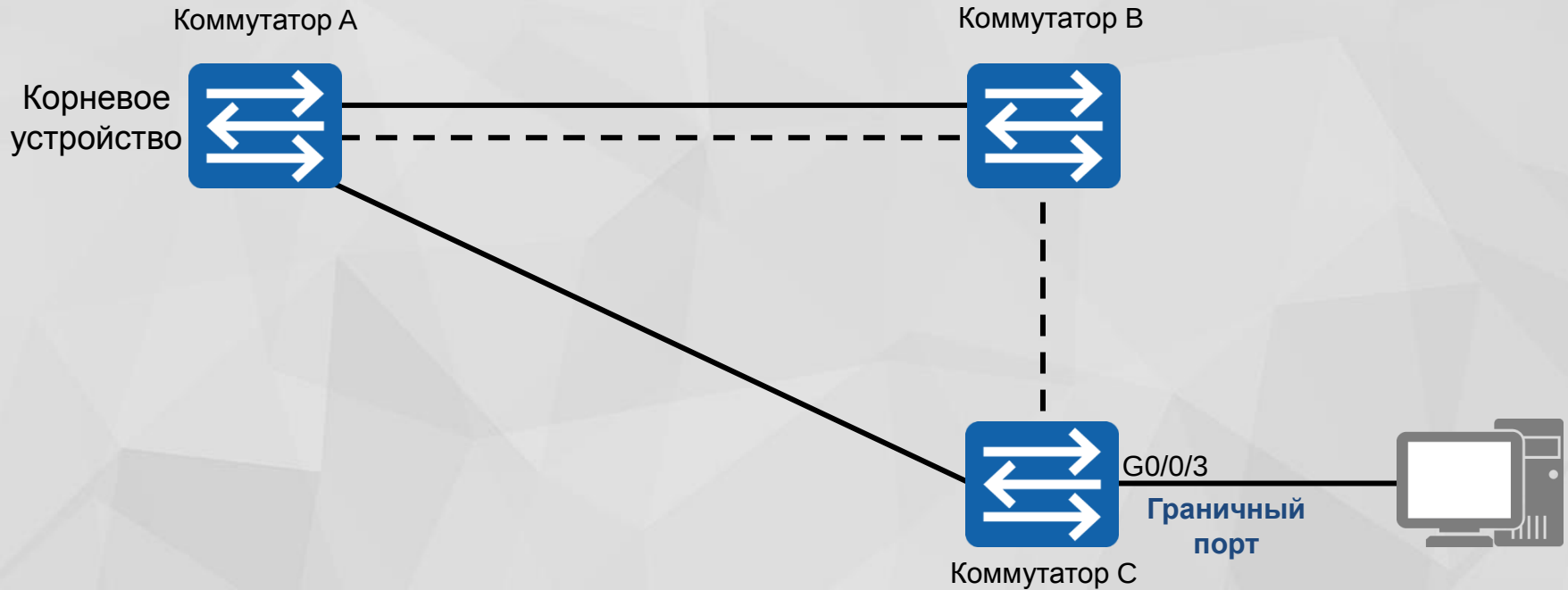
Настройка режима



- Команда *stp mode rstp* позволяет всем портам коммутатора генерировать RST BPDU.



Настройка граничного порта

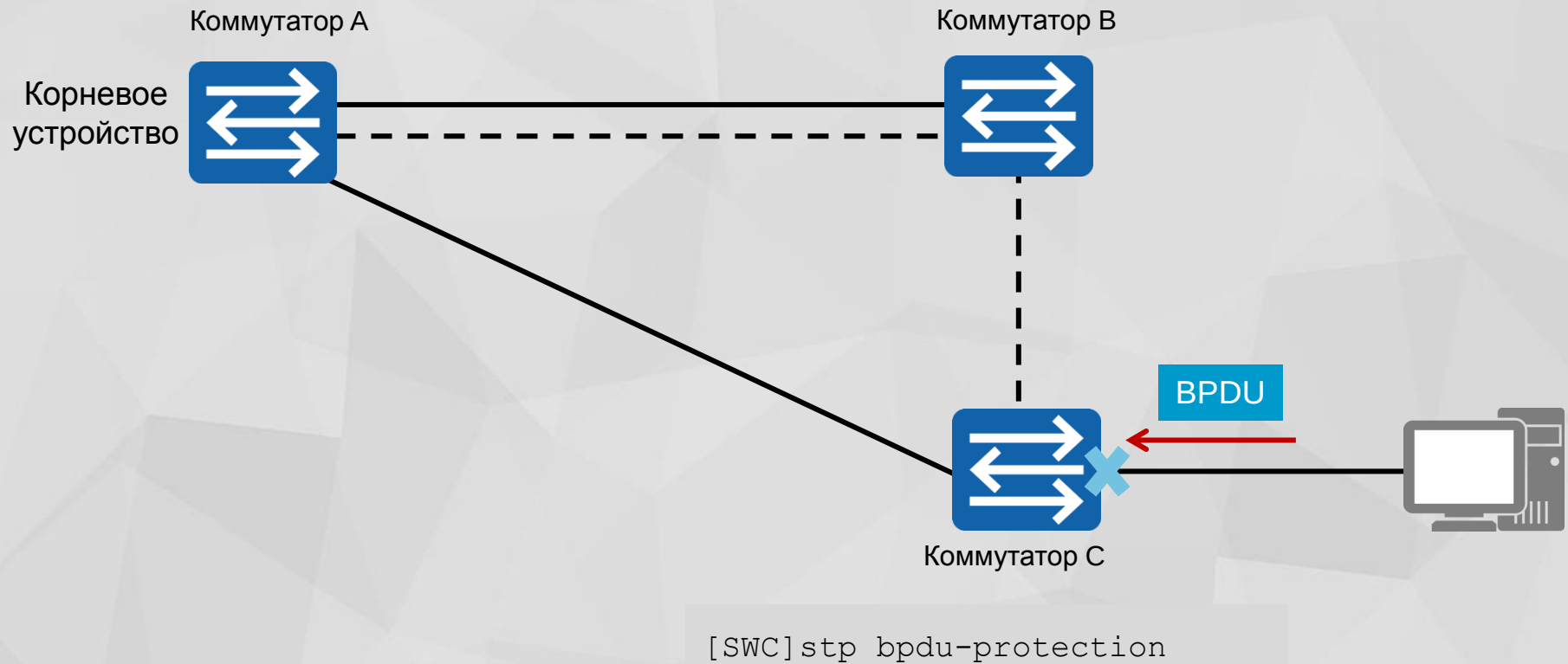


```
[SWC-GigabitEthernet0/0/3]stp edged-port enable
```

- Позволяет переводить граничный порт в состояние пересылки без задержек.
- Интерфейсы на S5700 являются неграничными портами по умолчанию.



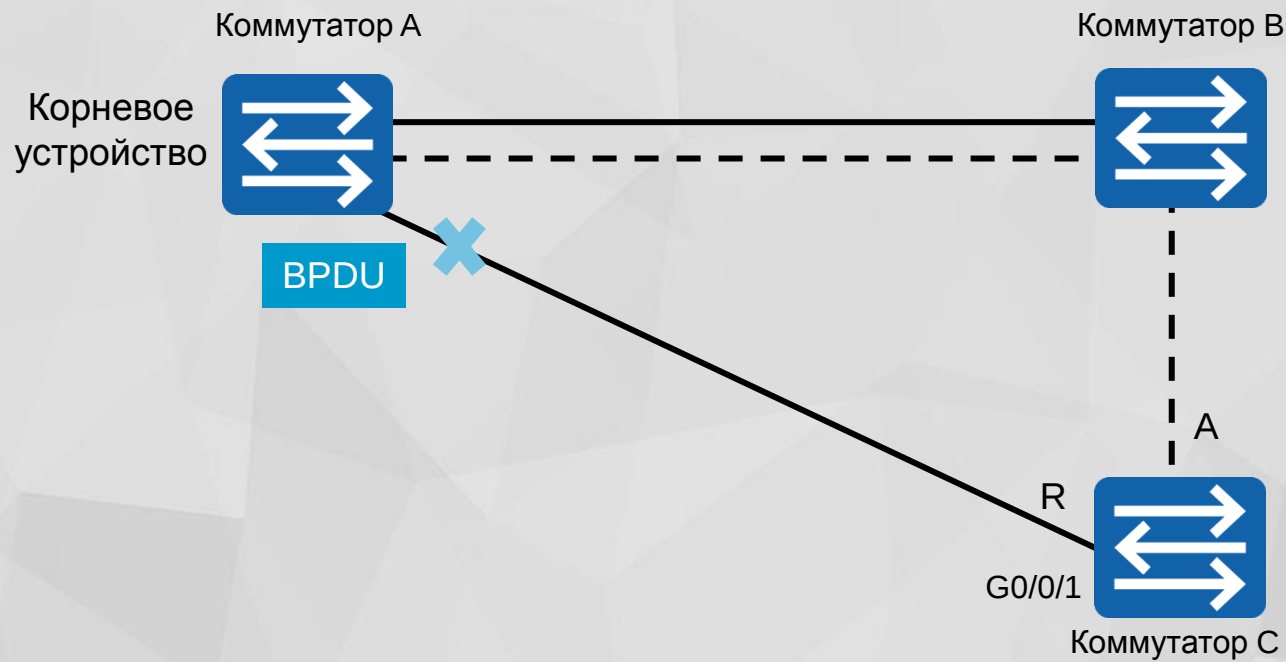
Защита BPDU



- Защита BPDU предотвращает умышленное внедрение BPDU в RSTP.



Защита от петель

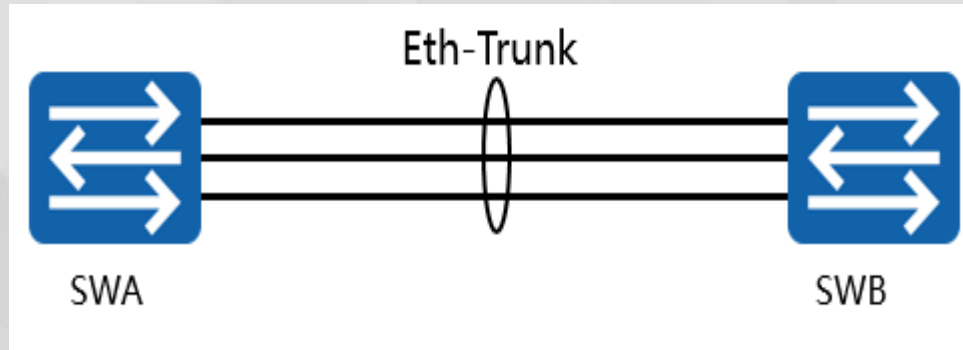


[SWC-GigabitEthernet0/0/1]stp loop-protection

- Если нижестоящий коммутатор не получает BPDU, корневой порт блокируется во избежание возникновения коммутационных петель.



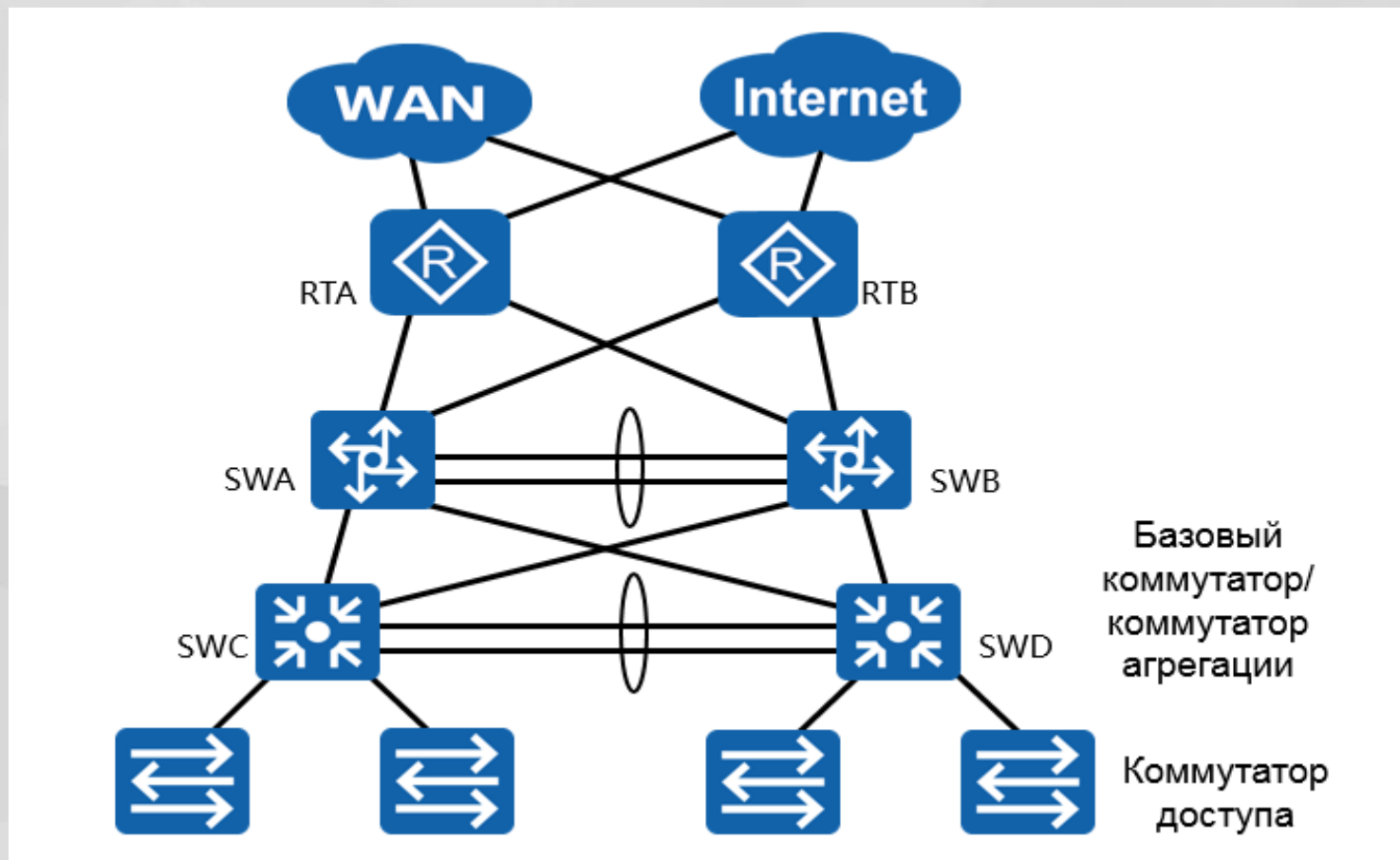
Агрегирование каналов



- Агрегирование каналов обеспечивает распределение нагрузки между каналами, а также повышение их пропускной способности и надежности.



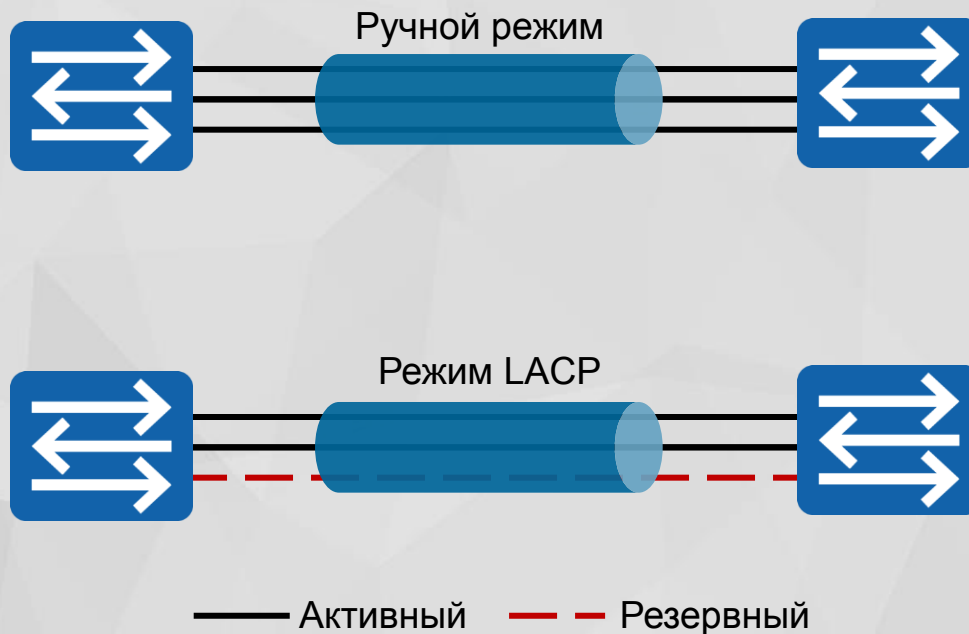
Применение в корпоративной сети



- Агрегирование каналов выполняется в критических точках для повышения пропускной способности.



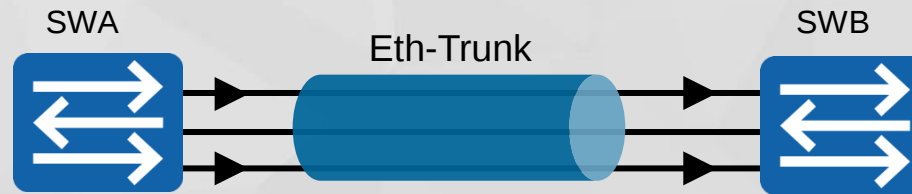
Режимы агрегирования каналов



- В ручном режиме выполняется распределение нагрузки между всеми каналами и переадресация данных
- В режиме LACP выполняется резервирование каналов для реализации избыточности



Управление потоком данных



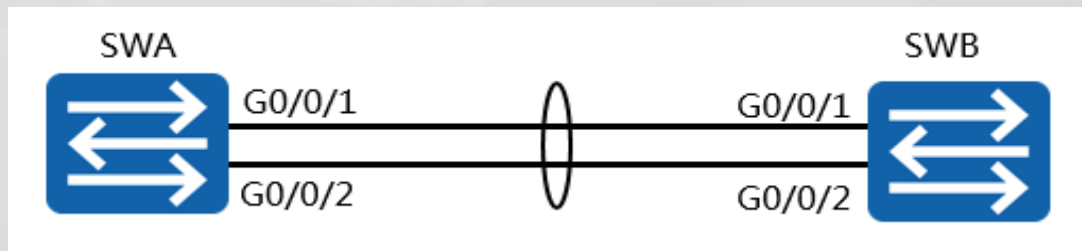
Дуплексный режим: Full
Скорость: 1000

Дуплексный режим: Full
Скорость: 1000

- Каналы связи должны поддерживать определенную последовательность потока данных.
- Необходимо также поддерживать согласованность физических интерфейсов-участников.



Конфигурирование агрегирования каналов второго уровня

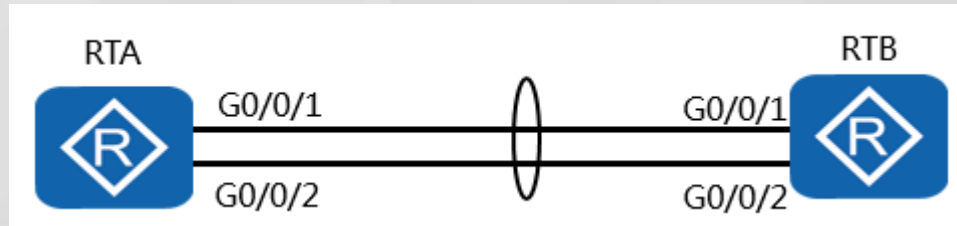


```
[SWA]interface Eth-Trunk 1
[SWA-Eth-Trunk1]interface GigabitEthernet0/0/1
[SWA-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
[SWA-GigabitEthernet0/0/1]interface GigabitEthernet0/0/2
[SWA-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
```

- Для агрегирования каналов необходима привязка физических интерфейсов к Eth-trunk.



Конфигурирование агрегирования каналов третьего уровня



```
[RTA]interface eth-trunk 1
[RTA-Eth-Trunk1]undo portswitch
[RTA-Eth-Trunk1]ip address 100.1.1.1 24
[RTA-Eth-Trunk1]quit
[RTA]interface GigabitEthernet 0/0/1
[RTA-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
[RTA-GigabitEthernet0/0/1] quit
[RTA]interface GigabitEthernet0/0/2
[RTA-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
[RTA-GigabitEthernet0/0/2] quit
```



Отображение результатов агрегирования

```
[RTA]display interface eth-trunk 1
```

```
Eth-Trunk1 current state : UP
```

```
Line protocol current state : UP
```

```
.....
```

PortName	Status	Weight
GigabitEthernet0/0/1	UP	1
GigabitEthernet0/0/2	UP	1

```
The Number of Ports in Trunk : 2
```

```
The Number of UP Ports in Trunk : 2
```

- Eth-trunk 1 имеет два интерфейса-участника.

