

# **Практическая работа № 3** **ПРОТОКОЛЫ УСТРАНЕНИЯ ПЕТЕЛЬ (STP) И АГРЕГИРОВАНИЯ** **КАНАЛОВ (ETHERCHANNEL)**

**Цель работы:** изучить метод устранения петель с помощью протокола Spanning Tree Protocol (STP), а также изучить метод организации отказоустойчивых каналов - агрегирование каналов с помощью протокола Ether Channel.

**Используемые средства и оборудование:** IBM/PC совместимый компьютер с пакетом Cisco Packet Tracer; лабораторный стенд Cisco.

## **. КРАТКАЯ ТЕОРИЯ**

Протокол STP формализует сеть (рисунок. 3.1, а) в виде графа (рисунок. 3.1, б), вершинами которого являются коммутаторы и сегменты сети.

Сегмент — это связная часть сети, не содержащая коммутаторов (и маршрутизаторов). Сегмент может быть разделяемым (во время создания алгоритма STP это был единственный тип сегмента) и включать устройства физического уровня — повторители/концентраторы, существование которых коммутатор, будучи устройством канального уровня, «не замечает». Сегмент также может представлять собой двухточечный канал, в коммутируемых локальных сетях это единственный тип сегмента.

					09.03.02.090000.000 ПР			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Климова Ю.В.</i>				<b>Практическая работа №3</b> «протоколы устранения петель (stp) и агрегиро- вания каналов »	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Берёза А.Н.</i>						1	18
						<i>ИСОиП (филиал) ДГТУ в</i> <i>г. Шахты</i> <i>Кафедра Информатика</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утв</i>								

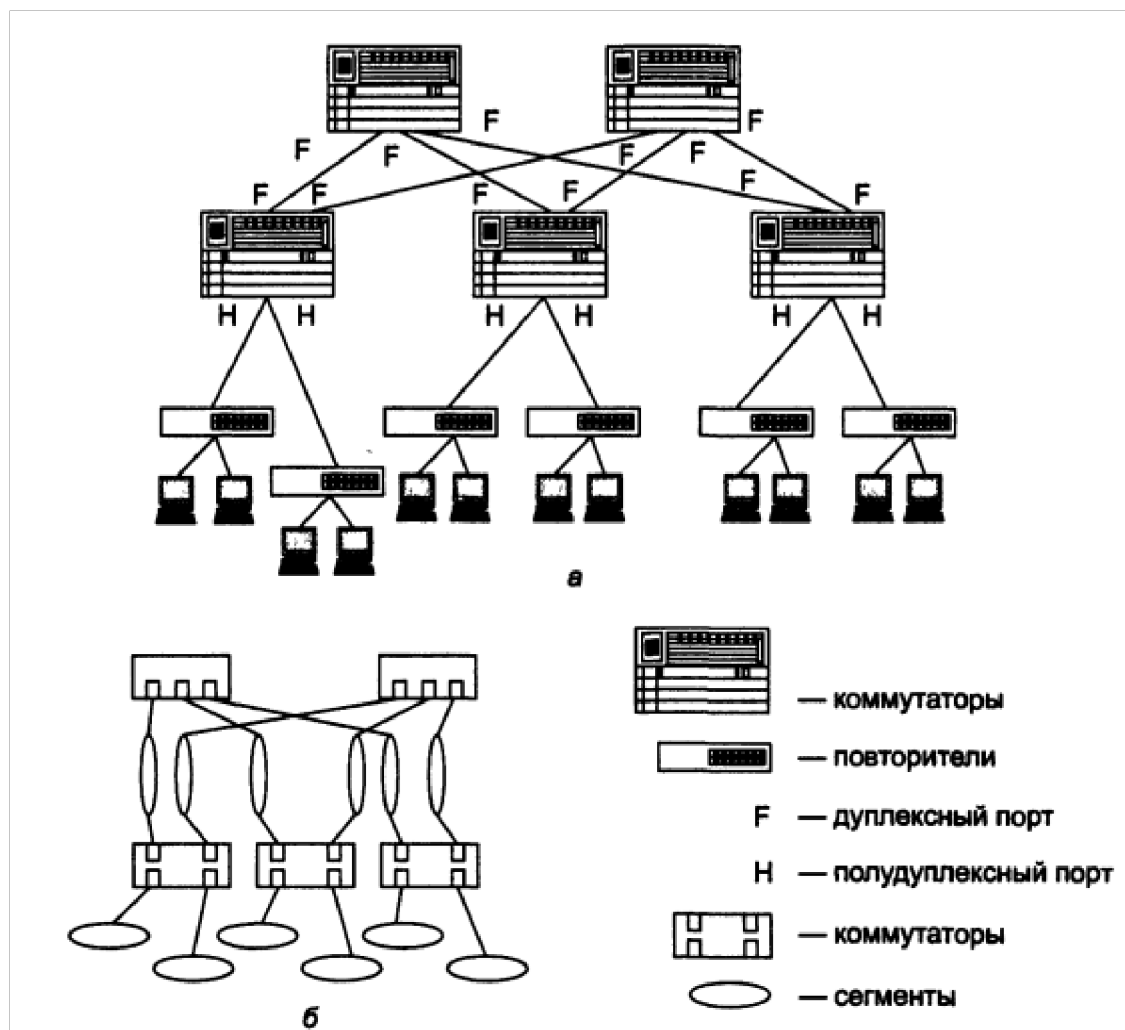


рисунок. 3.1. Формализованное представление сети в соответствии с алгоритмом STA

Протокол покрывающего дерева обеспечивает построение древо-видной топологии связей с единственным путем минимальной длины от каждого коммутатора и от каждого сегмента до некоторого выделенного корневого коммутатора — корня дерева. Единственность пути гарантирует отсутствие петель, а минимальность расстояния — рациональность маршрутов следования трафика от периферии сети к ее магистрали, роль которой исполняет корневой коммутатор.

В качестве расстояния в STA используется метрика — традиционная для протоколов маршрутизации величина, обратно пропорциональная пропускной способности сегмента. В STA метрика определяется так же как условное время передачи бита сегментом. В версии 802.1D-1998 эта величина является 16разрядной, а в версии 802.1 D-2004 — 32-разрядной.

В версии 1998 года выбраны следующие значения метрики: 10 Мбит/с — 100, 100 Мбит/с — 19, 1 Гбит/с — 4, 10 Гбит/с — 2. В текущей версии 802.1 D-2004 используются такие значения метрик, которые рас-

ширяют диапазон скоростей сегментов до 10 Тбит/с (то есть с большим запасом относительно сегодняшнего уровня максимальной для Ethernet скорости в 10 Гбит/с), давая такому сегменту значение 2; соответственно сегмент 100 Гбит/с получает значение 200, 10 Гбит/с — 2000, 1 Гбит/с — 20 000, 100 Мбит/с — 200 000, а 10 Мбит/с — 2 000 000.

Идентификатор коммутатора — это 8-байтовое число, шесть младших байтов которого составляют MAC-адрес его блока управления, обрабатывающего алгоритм STA (напомним, что портам коммутаторов и мостов для выполнения своей основной функции MAC-адреса не требуются), а два старших байта называются приоритетом коммутатора (значение по умолчанию равно 32 768) и конфигурируются вручную, что, как мы увидим далее, позволяет администратору сети влиять на процесс выбора корневого коммутатора.

Корневой порт коммутатора — это порт, который имеет кратчайшее расстояние до корневого коммутатора (точнее, до любого из портов корневого коммутатора).

Идентификатором порта служит 2-байтовое число. Младший байт содержит порядковый номер данного порта в коммутаторе, а значение старшего байта является приоритетом (значение по умолчанию равно 128) и задается администратором.

Назначенным коммутатором сегмента объявляется коммутатор, у которого расстояние до корневого коммутатора является минимальным.

Назначенный порт — это порт назначенного коммутатора сегмента, подключенный к данному сегменту.

Протокольными единицами данных моста (Bridge Protocol Data Unit, BPDU) называются специальные пакеты, которыми периодически обмениваются коммутаторы для автоматического определения конфигурации дерева. Пакеты BPDU переносят данные об идентификаторах коммутаторов и портов, а также о расстоянии до корневого коммутатора. Существует два типа сообщений, которые переносят пакеты BPDU: конфигурационные сообщения, называемые также сообщениями Hello, и сообщения с уведомлениями об изменении конфигурации. Для доставки BPDU используется групповой адрес 01:80:C2:00:00:00, позволяющий организовать эффективный обмен данными.

Интервал Hello — это интервал между генерацией сообщений Hello; он настраивается администратором и обычно составляет от 1 до 4 секунд; по умолчанию — 2 секунды.

*EtherChannel-каналы третьего уровня.*

- Канал EtherChannel представляет собой суммирование множества физических каналов в одно логическое соединение.
- Одно логическое соединение называется портом-каналом (port channel).

					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- На некоторых коммутаторах можно настроить такой канал для функционирования в качестве интерфейса третьего уровня.
- При назначении IP-адреса каналу он становится логическим интерфейсом третьего уровня.
- Если какой-либо канал выйдет из строя, интерфейс канала остается доступным через другие каналы.
- Функции EtherChannel-канала третьего уровня подобны функциям группы EtherChannel второго уровня по распределению трафика и установке каналов.

#### *Конфигурация функции.*

Канал EtherChannel предоставляет возможность связывать множество физических соединений в целях обеспечения большей пропускной способности для каналов, по которым транспортируется трафик нескольких узлов. Поскольку канал EtherChannel функционирует «почти» на физическом уровне, в один канал могут быть связаны несколько интерфейсов третьего уровня. После того как канал был сформирован, виртуальный интерфейс, который называется копалом, начинает функционировать как канал третьего уровня для всех его членов. Настройка группы EtherChannel включает в себя следующие этапы.

##### 1. Доступ к процессору коммутации третьего уровня.

Если процессор коммутации представляет собой плату, которая функционирует как подсистема в COS-устройстве, то для конфигурирования необходимо получить доступ к этому устройству. Для этого используется команда session. При использовании коммутатора, работающего с системой Supervisor 10S, вводить указанную команду не нужно, поскольку в таком случае он непосредственно подключен к процессору коммутации третьего уровня.

Система COS session mod

(режим привилегированного пользователя)

Параметр mod указывает номер модуля процессора коммутации.

Чтобы определить местоположение процессора в коммутаторе, если оно неизвестно, используется команда show modules. 2. Создание логического канала.

Система IOS interface port-channel number (режим глобальной конфигурации)

Для создания логического интерфейса канала эта команда вводится в режиме глобальной конфигурации. Интерфейс функционирует, как интерфейс третьего уровня для всех членов канала. Параметр number определяет номер группы канала, который будет назначен каждому члену канала. 3. Настройка протоколов в канале.

Система IOS ip address address netmas/c (режим конфигурирования интерфейса)

					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для настройки сетевой адресации на интерфейсе третьего уровня используются соответствующие команды. В приведенном выше примере демонстрируется конфигурирование IP-адреса.

4. Назначение физических интерфейсов третьего уровня группе каналов.

а) Выбор интерфейса.

Система IOS interface type mod/port  
(режим глобальной конфигурации)

Нужно выбрать интерфейс третьего уровня для назначения группе каналов. Поскольку создается канал третьего уровня, должен использоваться интерфейс также третьего уровня. Для коммутаторов, допускающих функционирование интерфейса в качестве интерфейса второго или третьего уровня, вводится команда по switchport, обеспечивающая функционирование интерфейса на третьем уровне.

б) Удаление адресации всех протоколов.

Система IOS no ip address  
(режим конфигурирования интерфейса)

Если интерфейсу присвоен адрес какого-либо протокола, например, IP, необходимо удалить адрес с помощью ключевого слова no и команды, устанавливающей адресацию. Например, для удаления IP-адреса с интерфейса используется команда no ip address.

в) Назначение интерфейса группе каналов.

Система IOS channel-group number node {auto | desirable | on}  
(режим конфигурирования интерфейса)

Для физического интерфейса третьего уровня, который планируется использовать как часть канала, применяется команда channel-group. Параметр number указывает, с каким интерфейсом канала порта связан данный физический интерфейс. Режимы (mode) определяют взаимодействие одной стороны канала с другой стороной.

г) Проверка работоспособности интерфейса.

Система IOS no shutdown  
(режим конфигурирования интерфейса)

Стандартным состоянием многих интерфейсов третьего уровня является shutdown (отключен). Чтобы интерфейс функционировал, следует включить его с помощью команды no shutdown.

д) Повторение этапов а-г для всех интерфейсов с одинаковой скоростью, которые будут членами данного канала.

*Проверка канала.*

После настройки канала можно проверить его работоспособность с помощью описанных ниже команд.

Система IOS show etherchannel number port-channel show interfaces type number etherchannel

					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

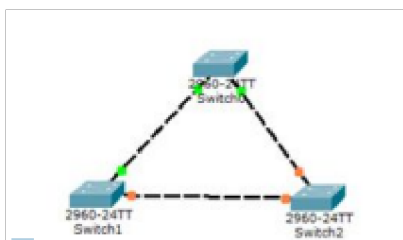
ля) (обе команды вводятся в режиме привилегированного пользователя)

При использовании команды `show etherchannel` параметр `number` определяет канал порта или номер группы для канала, состояние которого необходимо проверить. Команда `show interfaces` позволяет указать отдельные члены этого канала и просмотреть EtherChannel-параметры для данных интерфейсов.

## 2. STP - УСТРАНЕНИЕ ПЕТЕЛЬ

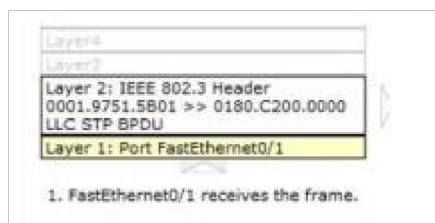
*Ход работы:*

1. Открываем Cisco Packet Tracer и добавляем 3 коммутатора 2960. Соединяем их. Происходит инициализация портов, и алгоритм STP уже работает (рис. 3.2).



рисунк.3.2. Схема соединения трех коммутаторов

2. Это можно увидеть, если переключиться в режим симуляции и посмотреть проходящие пакеты. Заглянем внутрь пакета. Можно увидеть, что протокол STP передает BPDU кадры. По умолчанию они передаются каждые 2 секунды. Перейдем в режим Real Time, чтобы дать завершиться инициализации портов (рисунк. 3.3).



рисунк.3.3. Режим симуляции (содержимое заголовка пакета)

3. В данный момент выбирается корневой коммутатор. Для того, чтобы определить какой коммутатор - корневой, зайдём в CLI switch 1 и перейдем в привилегированный режим. С помощью команды `show spanning-tree` можно увидеть, что данный коммутатор является корневым.

Все его порты находятся в режиме передачи и являются назначенными.

					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

```

Switch>en
Switch>enable
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0001.429D.6628
            This bridge is the root
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32769 sys-id-ext 1)
            Address    0001.429D.6628
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Desg FWD 19 128.1 P2p
Fa0/2 Desg FWD 19 128.2 P2p

```

4. Аналогично смотрим другие коммутаторы. Как видим, порт Fa0/1, который находится ближе к корневому коммутатору, является корневым, а другой порт является назначенным.

```

Switch>en
Switch>enable
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0001.429D.6628
            Cost        19
            Port        1 (FastEthernet0/1)
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32769 sys-id-ext 1)
            Address    0001.429D.6628
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Root FWD 19 128.1 P2p
Fa0/2 Desg FWD 19 128.2 P2p
Switch#

```

5. Аналогично проверяем 3 коммутатор. Порт Fa0/2 является корневым и находится в состоянии передачи, а другой порт является заблокированным, так как на данный сегмент есть назначенный порт у коммутатора Switch 0. Этот порт является резервным и активизируется в случае падения одного из «линков».

```

Switch>en
Switch>enable
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0001.429D.6628
            Cost        19
            Port        2 (FastEthernet0/2)
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32769 sys-id-ext 1)
            Address    0001.429D.6628
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Alt Root 19 128.1 P2p
Fa0/2 Root FWD 19 128.2 P2p
Switch#

```

6. Приоритет у всех коммутаторов одинаковый - 32769. Switch 1 выбран корневым, из-за того, что он имеет самый маленький MAC-адрес. То же самое можно сказать о выборе назначенного порта. Он выбран на Switch (Рис. 3.4).

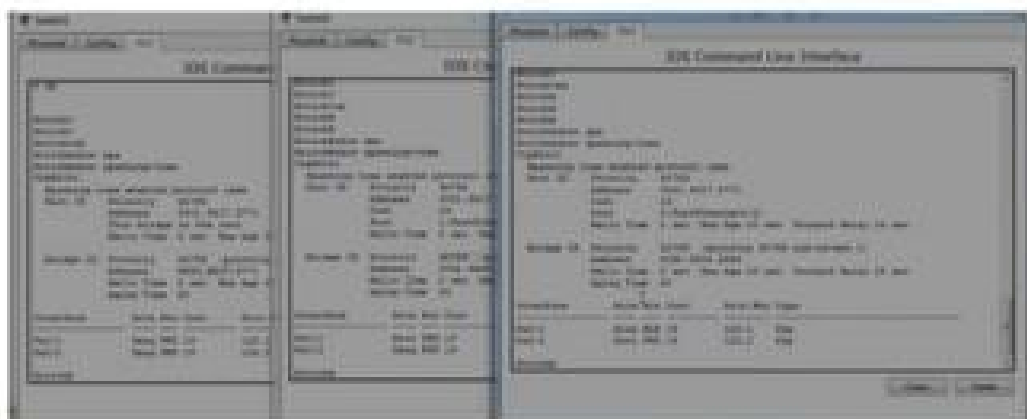


Рис.3.4. Выбор назначенного порта

7. Проверим, что протокол STP работает и попробуем потушить один из «линков». Для этого нужно положить Fa0/1 на коммутаторе Switch 0. Заходим в режим конфигурирования интерфейса Fa0/1 и выключаем порт.

```
Switch>en
Switch#enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int
Switch(config)#interface fa0/1
Switch(config-if)#shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-3-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down
```

Ждем переинициализацию портов.

8. Если зайти на соседний коммутатор и набрать show spanning-tree, видно, что порт перешел в состояние прослушивания, затем в режим обучения и в режим передачи.

Связь восстановилась при падении одного из активных «линков».

```
Switch>en
Switch#enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0001.429D.6E28
             Cost        19
             Port        2(FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0000.0047.0C83
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Desg FWD 19 128.1 80p
Fa0/2 Root FWD 19 128.2 80p
Switch#
```

9. Рассмотрим другой пример. Соберем схему из 2 коммутаторов 2960 и 2 компьютеров. Соединим. Образовалась коммутационная петля и начинает работу алгоритм STP (рисунки.3.5).





рисунок.3.5. Схема соединения с образованием коммутационной петли

10. Настроим IP-адресацию на компьютерах (рисунок.3.6).

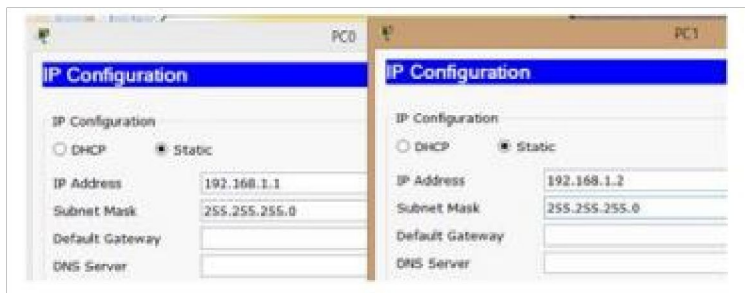


рисунок. 3.6. Окна настройки IP-адресации

Проверим связь командой ping. Связь работает.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

PC>
```

Протокол STP сделал свою работу и один из портов находится в режиме заблокированного.

11. Рассмотрим с помощью команды show spanning-tree Switch 3. Коммутатор является корневым и все его порты в режиме передачи.

```
Switch#en
Switch#enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0002.1700.043A
             This bridge is the root
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0002.1700.043A
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
             Aging Time 20

Interface    Role   Sts Cost      Prio Nbr Type
-----
Fa0/3       Desg FWD 19    128.3    P2p
Fa0/1       Desg FWD 19    128.1    P2p
Fa0/2       Desg FWD 19    128.2    P2p

Switch#
```

12. Аналогично рассмотрим Switch 4. Видно, что порт Fa0/2 заблокирован.

```

Switch>en
Switch>enable
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
            Address     0002.1708.043A
            Cost        19
            Port        1(FastEthernet0/1)
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     0000.0000.0000
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time   30

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2      Altn BLK 19   128.2 0/2p
Fa0/3      Desg FWD 19   128.3 0/3p
Fa0/1      Root FWD 19   128.1 0/1p
Switch#

```

13. Посмотрим, как отразится на пользователе время работы STP, то есть время сходимости. Для этого «потушим» порт Fa0/2 на Switch 3. Запустим ping. Видим, что связь нарушена (рис. 3.7).

```

Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
            Address     0002.1708.043A
            Cost        19
            Port        1(FastEthernet0/1)
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     0000.0000.0000
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time   30

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2      Desg FWD 19   128.2 0/2p
Fa0/3      Desg FWD 19   128.3 0/3p
Fa0/1      Desg FWD 19   128.1 0/1p
Switch#

Switch#ping 192.168.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1: timeout is 2 seconds:
!!!!!
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 100ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.000/0.000/0.000/0.000 ms
Switch#

```

рисунк. 3.7. Результат работы команды ping

Происходит инициализации портов. Порт, который был заблокирован, переходит в состояние прослушивания, затем режим обучения и в режим передачи. Все это время связь между пользователями нарушена. Связь восстановилась в течение 15-20 секунд.

14. Хотелось бы сократить время переключения. Для этого используется протокол RSTP. Настроим его. Для этого переходим к конфигурированию Switch 3, заходим в режим глобального конфигурирования, и вводим команду spanning-tree mode rapid - pvst.

```

Switch(config-if)#exit
Switch(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)#

```

Продельваем аналогичную операцию с Switch 4. Если воспользоваться командой show spanning-tree, можно увидеть, что включен режим RSTP.

```
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)#

Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32768
           Address    0002.1705.043A
           Cost      19
           Port      2 (FastEthernet0/2)
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    00E0.A3A3.36A0
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2       Root FWD 19        128.2   P2p
Fa0/3       Desg FWD 19        128.3   P2p

Switch#
```

15. Восстанавливаем работу коммутатора, на котором был «по-тушен» порт (рисунок. 3.8).

```
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#no shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-3-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

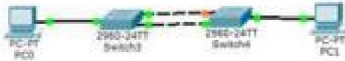


рисунок. 3.8. Включение порта на коммутаторе Switch4

Переключение произошло моментально. Проверим связь командой ping. Ping успешен (рисунок.3.9).

```
PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

рисунок. 3.9. Результат работы команды ping

16. Выключаем порт, чтобы посмотреть насколько быстро произойдет переключение на резервный канал. Проверяем связь командой ping и выключаем порт. Как видим, переключение произошло мгновенно (рис. 3.10).

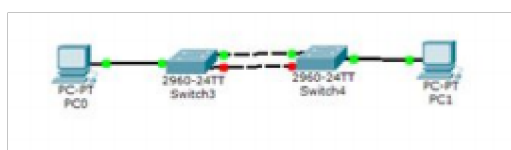


рисунок. 3.10. Проверка переключения на резервный канал

## АГРЕГАЦИЯ КАНАЛОВ – ETHER CHANNEL

### Ход работы:

1. Открываем Cisco Packet Tracer, добавляем 2 switch 2960 и 2 компьютера. Соединяем их. Пусть это будут порты FastEthernet 0/3 (рис. 3.11).



рисунок. 3.11. Схема исследуемой сети

2. Перед объединением 2 коммутаторов настроим порты FastEthernet 0/1 и FastEthernet 0/2, так как их будем объединять в агрегированный канал. Переходим в CLI Switch 0, заходим в режим глобального конфигурирования и редактируем оба интерфейса сразу, так как они будут содержать одинаковые настройки. Для этого используется команда `interface range fa0/12`. Определяем данные интерфейсы в `channel-group 1 mode on`.

Создался интерфейс Port-channel 1. Это логический интерфейс, который объединяет два физических интерфейса. Сохраняем.

```
C> up

Switch>
Switch#enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)#channel-group 1 mode on
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1

%LINE-5-CHANGED: Interface Port-channel 1, changed state to up

%INTERFACE-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel 1, changed state to up

Switch(config-if-range)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#
Building configuration...
[OK]
```

Аналогично настраиваем Switch 1.

3. Соединяем 2 коммутатора посредством FastEthernet 0/1 и FastEthernet 0/2.

Происходит инициализации портов (рисунок. 3.12).

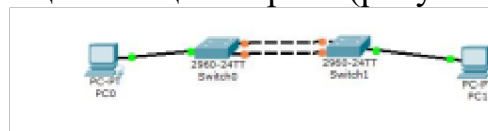


рисунок. 3.12. Инициализация портов

4. Настраиваем IP-адресацию на компьютерах (рисунок.3.13).

					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

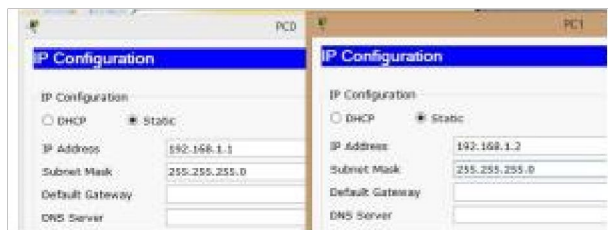


рисунок.3.13. Настройка IP-адресации на компьютерах

Линки поднялись и оба активны. Проверяем связь командой ping. Связь работает (рисунок.3.14).

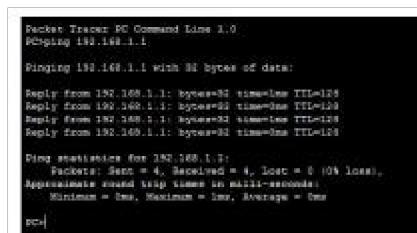
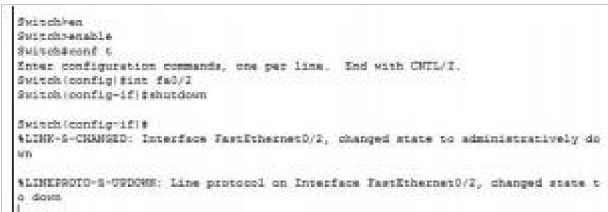


рисунок. 3.14. Проверка связи между коммутаторами

Таким образом, получили агрегированный канал между 2 коммутаторами. Канал уже не 100 мегабит, а 200 мегабит, поскольку оба «линки» являются активными.

5. Для проверки отказоустойчивости «потушим» FastEthernet 0/2 на switch1.



Проверим связь командой ping. Ping успешен (рисунок. 3.15).

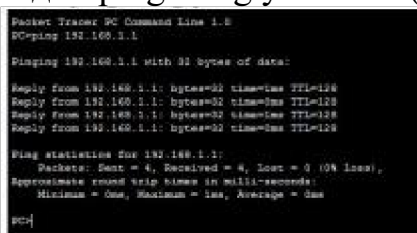


рисунок. 3.15. Проверка отказоустойчивости

Если посмотреть на схему, можно увидеть, что 1 канал до сих пор активен (рисунок. 3.16).

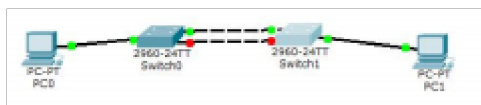


рисунок. 3.16. Результаты моделирования сети

## 6. Восстанавливаем работу FastEthernet 0/2 на switch1.

```
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up
```

## 7. Связь восстановилась (рисунок. 3.17).



рисунок. 3.17. Результаты моделирования сети

## 8. Добавляем switch 3560 и 3 switch 2960 (рисунок. 3.18).

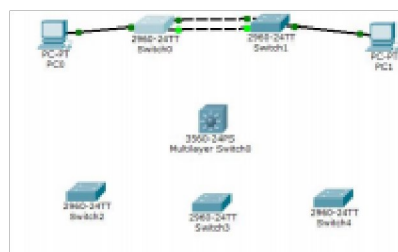


рисунок..3.18. Схема исследуемой сети

9. Подключаем каждый из коммутаторов 2 портами к центральному коммутатору, используя динамическое агрегирование. Переходим в CLI Switch 3560, заходим в режим глобального конфигурирования и редактируем интерфейсы, используя команду `interface range fa0/1-2`. Это будет первый агрегированный канал. Выбираем `channel-protocol lACP` и присваиваем `channel-group 1 mode active`. Создался интерфейс Port-channel 1. Выходим.

```
Switch(config)#int
Switch(config)#interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)#channel-protocol lACP
Switch(config-if-range)#channel-group 1
% Incomplete command.
Switch(config-if-range)#channel-group 1 mode active
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1
```

10. Аналогично настраиваем Port-channel 2, используя порты fast ethernet 0/ 3-4.



```
Switch(config-if-range)#channel-protocol lacp
Switch(config-if-range)#channel-group 2
% Incomplete command.
Switch(config-if-range)#channel-group 2 mode active
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 2

Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#
```

```
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#int range fa0/5-6
Switch(config-if-range)#channel-protocol lacp
Switch(config-if-range)#channel-group 3 mode active
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 3

Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#
```

Аналогично настраиваем Port-channel 3, используя порты fast ethernet 0/ 5-6. Сохраняем настройки.

11. Переходим к настройке коммутаторов уровня доступа.

Переходим в CLI коммутатора switch 2, заходим в режим глобального конфигурирования и редактируем интерфейсы, используя команду interface range fa0/1-2. Выбираем channelprotocol lacp и присваиваем channel-group 1 mode passive.

Создался интерфейс Port-channel 1. Сохраняем.

```
Switch>en
Switch>enable
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int
Switch(config)#interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)#channel-protocol lacp
Switch(config-if-range)#channel-group 1 mode passive
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1

Switch(config-if-range)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#wr mem
Building configuration...
[OK]
Switch#
```

Аналогичные действия производим на остальных двух коммутаторах.

12. Соединяем, используя тип кабеля: Copper StraightThrough (рисунок. 3.19).

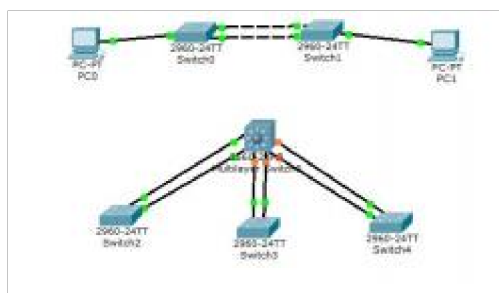


рисунок. 3.19. Результаты моделирования сети

13. Посмотреть статус порта для 1 примера можно с помощью команды show etherchannel summary. Здесь не используется никакой протокол, настроена статическая агрегация.

```

Switch>en
Switch>enable
Switch#show etherchannel summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3        S - Layer2
       U - in use        f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators:          1

Group  Port-channel  Protocol    Ports
-----+-----
1      Po1(SU)        -           Fa0/1(P) Fa0/2(P)
Switch#

```

14. Посмотреть статус порта для 2 примера можно с помощью команды show etherchannel summary. Здесь используется протокол lscr.

```

Switch>en
Switch>enable
Switch#show etherchannel summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3        S - Layer2
       U - in use        f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 3
Number of aggregators:          3

Group  Port-channel  Protocol    Ports
-----+-----
1      Po1(SU)        LACP        Fa0/1(P) Fa0/2(P)
2      Po2(SU)        LACP        Fa0/3(P) Fa0/4(P)
3      Po3(SU)        LACP        Fa0/5(P) Fa0/6(P)
Switch#

```

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризуйте протокол STP.
2. Каков принцип действия протокола STP?
3. Охарактеризуйте проблемы, возникающие в случае отказа от применения протокола STP в локальной сети с избыточными каналами связи.
4. Назовите режимы работы портов, задействованных в STP.
5. Охарактеризуйте протокол RSTP.
6. Охарактеризуйте технологию агрегирования каналов.
7. Какие существуют методы агрегирования?
8. Охарактеризуйте протокол LACP.
9. Каковы достоинства технологии EtherChannel?
10. Каковы ограничения технологии EtherChannel?

					09.03.02.090000.000 ПП	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



					09.03.02.090000.000 ПР	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		