

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 в виде графа вершинами которого являются коммутаторы и сегменты сети. Сегмент — это связная часть сети, не содержащая коммутаторов. 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.

Протокол покрывающего дерева обеспечивает построение древовидной 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 STP используется метрика — традиционная для протоколов маршрутизации величина, обратно пропорциональная пропускной способности сегмента. В STP метрика определяется так же как услов

					<i>ИКСиС.09.03.02.050000 ПР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Ермошина В.А				Практическая работа № 3 Протоколы устранения петель (stp) и агрегирования каналов (etherchannel)	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Берёза А.Н.						2	10
Реценз						ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты ИСТ-Тб21		
Н. Контр.								
Утверд.								

ное время передачи бита сегментом. В версии 802.1D-1998 эта величина является 16-разрядной, 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 расширяют 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, отрабатывающего 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. 34

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

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

					<i>ИКСиС.09.03.02.050000 ПР</i>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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).
- ☐ 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 выхолит 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 способно-

					ИКСиС.09.03.02.050000 ПР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сти 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 F.therChannсI 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 капала. 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)

					ИКСиС.09.03.02.050000 ПР	Лист
						5
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 mode {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)

					<i>ИКСиС.09.03.02.050000 ПР</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 (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.

1. STP - устранение петель

1.Открыла Cisco Packet Tracer и добавила 3 коммутатора 2960. Соединила их. Происходит инициализация портов, и алгоритм STP уже работает

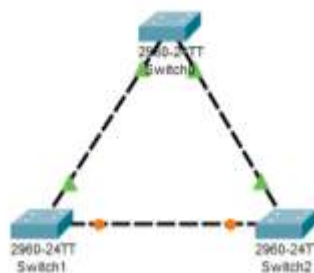


Рис.1. Схема соединения трех коммутаторов

2. Это можно увидеть, если переключиться в режим симуляции и посмотреть проходящие пакеты. Заглянула внутрь пакета и увидела, что протокол STP передает BPDU кадры. Перешла в режим Real Time, чтобы дать завершиться инициализации портов

```
Layer 2: IEEE 802.3 Header
0001.6433.BD01 >> 0180.C200.0000 LLC
STP BPDU
Layer 1: Port FastEthernet0/1
```

					ИКСиС.09.03.02.050000 ПР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рис.2. Режим симуляции (содержимое заголовка пакета)

3. В данный момент выбирается корневой коммутатор. Для определения какой коммутатор - корневой, зашла в CLI switch 1 и перешла в привилегированный режим. С помощью команды show spanning-tree можно увидеть, что данный коммутатор является корневым.

```
Switch# show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.97A7.57BD
             Cost        19
             Port        3(FastEthernet0/3)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     00E0.8F83.E886
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1     Altn BLK 19   128.1 P2p
Fa0/3     Root FWD 19   128.3 P2p
```

Все его порты находятся в режиме передачи и являются назначенными.

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

```
Switch# show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.97A7.57BD
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.97A7.57BD
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

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

5. Аналогично проверила 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».

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

Switch# show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0001.97A7.57BD
            Cost        19
            Port        3(FastEthernet0/3)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     00E0.2F83.E886
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  20

Interface             Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1                 Altn BLK 19          128.1   P2p
Fa0/3                 Root FWD 19          128.3   P2p
```

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

```
Switch# show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0001.97A7.57BD
            Cost        19
            Port        3(FastEthernet0/3)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

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

Switch# show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0001.97A7.57BD
            Cost        19
            Port        3(FastEthernet0/3)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

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#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTRL/Z.
Switch(config)#interface Fa0/1
Switch(config-if)#shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to
administratively down

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

8. Зашла на соседний коммутатор и набрала 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#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0003.E4AE.E8A0
             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     0003.E4AE.E8A0
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
             Aging Time 20

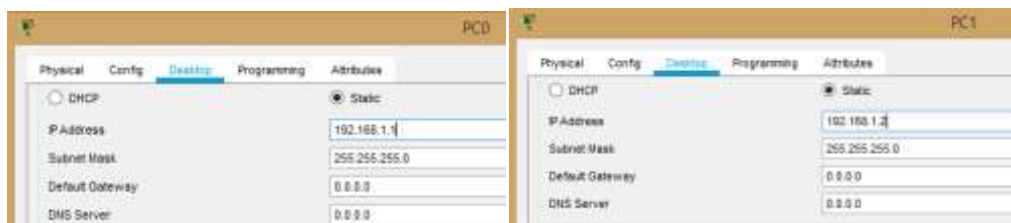
Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/20 Desg FWD 19 128.2 Fp
Switch#

```

9. Собрала схему из 2 коммутаторов 2960 и 2 компьютеров. Соединила. Образовалась коммутационная петля и начинает работу алгоритм STP



10. Настроила IP-адресацию на компьютерах



Проверила связь командой ping. Связь работает.

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=113ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=3ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 113ms, Average = 31ms

```

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

11. Рассмотрела с помощью команды show spanning-tree Switch 3.

```

Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0005.5250.0734
             Cost        19
             Port        3 (Fa0/24)
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0005.5250.0734
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
             Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/20 Root FWD 19 128.3 Fp
Fa0/21 Desg FWD 19 128.1 Fp
Fa0/24 Altn BLK 19 128.4 Fp
Switch#

```

Коммутатор является корневым и все его порты в режиме передачи.

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

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     0005.6E90.B734
             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     0005.6E90.B734
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2        Desig FWD 19        128.2   P2p
Fa0/3        Desig FWD 19        128.3   P2p
Fa0/4        Desig FWD 19        128.4   P2p

Switch#
```

13. Посмотрела, как отразилось на пользователе время работы STP, то есть время сходимости. Для этого «потушила» порт Fa0/2 на Switch 3. Запустила ping. Видно, что связь нарушена (рис. 3.7).

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface fa0/2
Switch(config-if)#shutdown

Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>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=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms 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 = 15ms, Average = 6ms
```

Рис.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. Настроила его. Для этого перешла к конфигурированию Switch 3, зашла в режим глобального конфигурирования, и ввела команду spanning-tree mode rapid - pvst.

Проделала 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#
*RTG-3-CONFIG_1: Configured from console by console
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32768
            Address     0002.1700.0438
            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     0002.1700.0438
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time   20

Interface           Role Sts Cost      Prio-Grp Type
-----
FastEthernet0/2     Root FWD 19        128.2   STP
FastEthernet0/3     Desg FWD 19        128.3   STP
```

15. Восстановила работу коммутатора, на котором был «потушен» порт Переключение произошло моментально. Проверим связь командой ping. Ping успешен

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>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=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms 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 = 15ms, Average = 6ms
```

16. Выключила порт, чтобы посмотреть насколько быстро произойдет переключение на резервный канал. Проверила связь командой ping и выключаем порт. Как видим, переключение произошло мгновенно



2. Агрегация каналов – ether channel

1. Открыла Cisco Packet Tracer, добавила 2 switch 2960 и 2 компьютера. Соединила их.



2. Перед объединением 2 коммутаторов настроила порты FastEthernet 0/1 и FastEthernet 0/2, так как их будем объединять в агрегированный канал. Перешла в CLI Switch 0, зашла в режим глобального конфигурирования и отредактировала оба интерфейса сразу, так как они будут содержать одинаковые настройки. Для этого используется команда interface range fa0/1-2. Определи-

ла данные интерфейсы в channel-group 1 mode on. Создался интерфейс Port-channel 1. Это логический интерфейс, который объединяет два физических интерфейса.

```
Switch>enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)#
Switch(config-if-range)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Аналогично настроила Switch 1.

```
Switch(config)#interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)#channel-group 1 mode o
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1

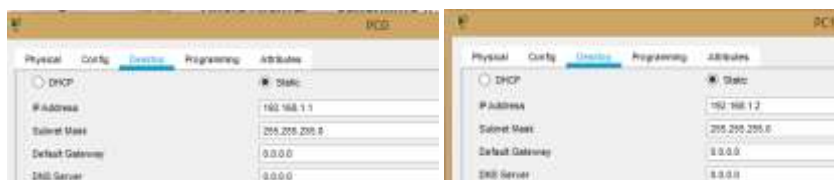
Switch(config-if-range)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Switch#
```

3. Соединила 2 коммутатора посредством FastEthernet 0/1 и FastEthernet 0/2. Происходит инициализации портов



4. Настраиваем IP-адресацию на компьютерах



Линки поднялись и оба активны. Проверила связь командой ping. Связь работает

```
C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=3ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 6ms, Average = 2ms
```

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

```

Switch>enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface fa0/2
Switch(config-if)#shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to
administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2,
changed state to down

```

Проверила связь командой ping. Ping успешен (рис. 3.15).

```

C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 6ms, Maximum = 7ms, Average = 3ms

```

Если посмотреть на схему, можно увидеть, что 1 канал до сих пор ак-
ТИВЕН



6. Восстановила работу FastEthernet 0/2 на switch1.

```

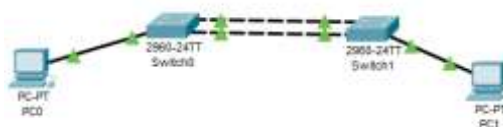
Switch(config-if)#no shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up

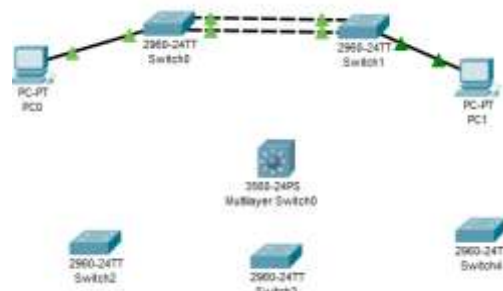
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2,
changed state to up

```

7. Связь восстановилась



8. Добавила switch 3560 и 3 switch 2960



9. Подключила каждый из коммутаторов 2 портами к центральному коммутатору, используя динамическое агрегирование. Перешла в CLI Switch

					ИКСиС.09.03.02.050000 ПР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

```
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
```

```
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#int range fa0/3-4
Switch(config-if-range)#channel-protocol lacp
Switch(config-if-range)#channel-group 2 mode active
Switch(config-if-range)#
```

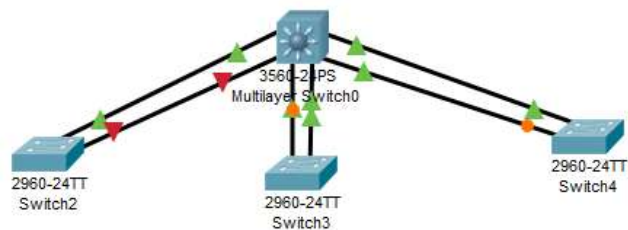
```
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#int range fa0/5-6
Switch(config-if-range)#channel-protocol lmp
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch(config-if-range)#channel-protocol lmp
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)#
```

```
Switch>enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
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
```

12. Соединяем, используя тип кабеля: Copper Straight-Through



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

```
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)          LACP        Fa0/1(D) Fa0/2(P)
Switch#
```

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

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?