

Практическая работа № 3

Тема: протоколы устранения петель (STP) и агрегирование 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.

STP – устранение петель

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

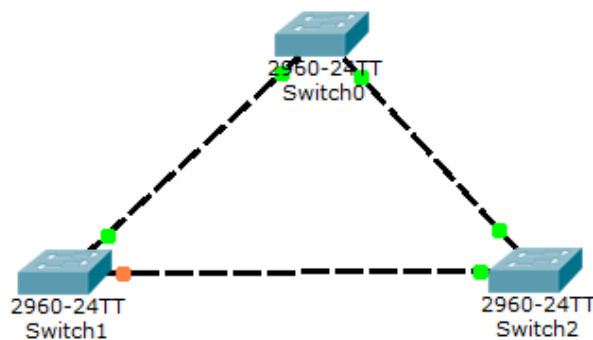


Рисунок 1 – Схема соединения трех коммутаторов

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.

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.

					<i>ИКСиС.09.03.02.070000.ПР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Клейменкин Д.				Практическая работа №3 «Протоколы устранения петель (STP) и агрегирование каналов (ETHERCHANNEL)»	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Береза А.Н.						2	
Реценз						ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты ИСТ-Тб21		
Н. Контр.								
Утверд.								

Все его порты находятся в режиме передачи и являются назначенными.

```
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.4228.CBEB
             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     0001.4228.CBEB
             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
```

Рисунок 2 – Команда show spanning-tree для switch 0

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#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.4228.CBEB
             Cost         19
             Port         2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     00D0.FF62.40EB
             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
Fa0/1                    Altn BLK 19        128.1    P2p
```

Рисунок 3 – Команда show spanning-tree для switch 2

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#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.4228.CBEB
             Cost        19
             Port        1(FastEthernet0/1)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.6409.BCA4
             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
Fa0/1                    Root FWD 19          128.1   P2p

```

Рисунок 4 – Команда show spanning-tree для switch 1

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 CNTL/Z.
Switch(config)#interface fa0/1
Switch(config-if)#shutdown

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

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

```

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#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.4228.CBEB
             Cost        19
             Port        2(FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     00D0.FF62.40EB
             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
Fa0/1                    Desg FWD 19          128.1   P2p

```

Рисунок 5 – Команда show spanning-tree для switch 1 после падения одного из линков

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

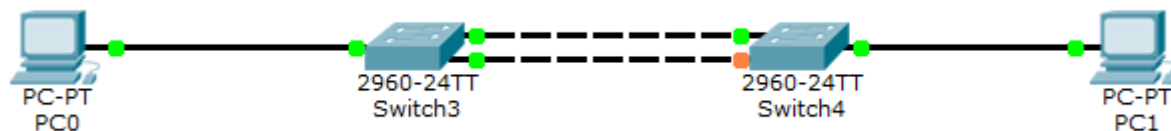


Рисунок 6 – Схема соединения с образованием коммутационной петли

Настроим IP-адресацию на компьютерах (рис. 7).

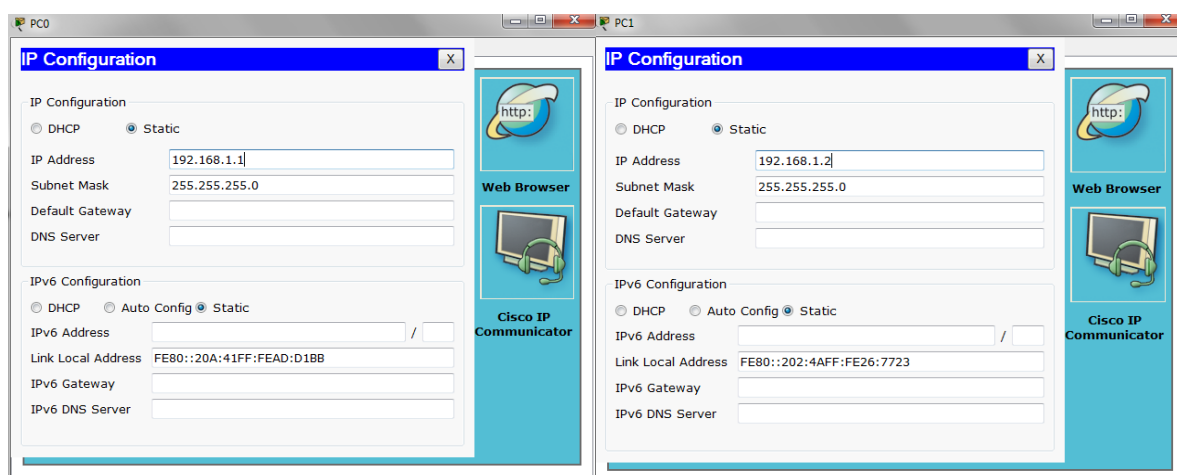


Рисунок 7 – Окна настройки IP-адресации

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=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms 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 = 2ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

PC>|
```

Рисунок 8 – Результат работы команды ping

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИКСиС.09.03.02.070000.ИП

Лист

5

Протокол STP сделал свою работу и один из портов находится в режиме заблокированного. Рассмотрим с помощью команды show spanning-tree Switch 3. Коммутатор является корневым и все его порты в режиме передачи.

```
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.96BC.2B6A
             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     0001.96BC.2B6A
             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
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.3	P2p

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

```
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.96BC.2B6A
             Cost         19
             Port         1 (FastEthernet0/1)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     00D0.9771.2D25
             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	Altn	BLK	19	128.2	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.3	P2p

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

```
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 do
wn

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

```

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms 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 = 2ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

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=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms 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 = 1ms, Maximum = 4ms, Average = 2ms

```

Рисунок 9 – 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. 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)#spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)#

```

Продельываем аналогичную операцию с Switch 4. Если воспользоваться командой show spanning-tree, можно увидеть, что включен режим RSTP (рис. 10).

```

Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)#exit
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
            Address     0001.96BC.2B6A
            Cost        19
            Port        1(FastEthernet0/1)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     00D0.9771.2D25
            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
Fa0/3                    Desg FWD 19        128.3    P2p

```

Рисунок 10 – Режим RSTP

Восстанавливаем работу коммутатора, на котором был «потушен» порт

```

Switch(config)#int fa0/2
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 t
o up

```

Рисунок 11 – Включение порта на коммутаторе Switch3

Переключение произошло моментально. Проверим связь командой ping.
Ping успешен (рис. 12)

```

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=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms 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 = 4ms, Average = 3ms

```

Рисунок 12 – Результат работы команды ping

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).

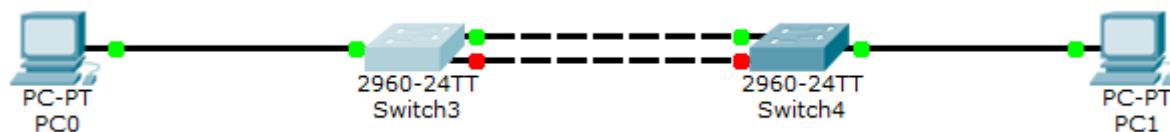


Рисунок 13 – Проверка переключения на резервный канал

Агрегация каналов – ETHER CHANNEL

Открываем Cisco Packet Tracer, добавляем 2 switch 2960 и 2 компьютера. Соединяем их. Пусть это будут порты FastEthernet 0/3 (рис. 13).

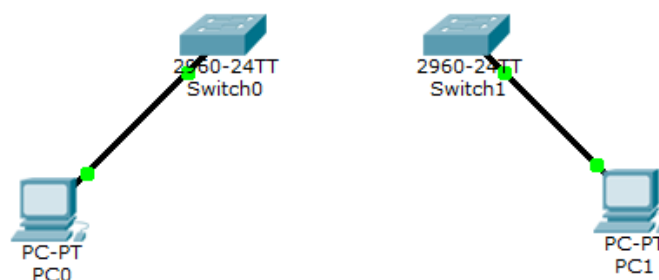


Рисунок 14 – Схема исследуемой сети

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 fa0/1-2`. Определяем данные интерфейсы в `channel-group 1 mode on`. Создался интерфейс Port-channel 1. Это логический интерфейс, который объединяет два физических интерфейса. Сохраняем.


```

Switch>en
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-group 1 mode on
Switch(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1

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

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

Switch(config-if-range)#and
^
% Invalid input detected at '^' marker.

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

```

Аналогично настраиваем Switch 1.

```

Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface range fa0/1-2
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch(config)#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

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

%LINEPROTO-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

```

Соединяем 2 коммутатора посредством FastEthernet 0/1 и FastEthernet 0/2. Происходит инициализации портов (рис. 14).

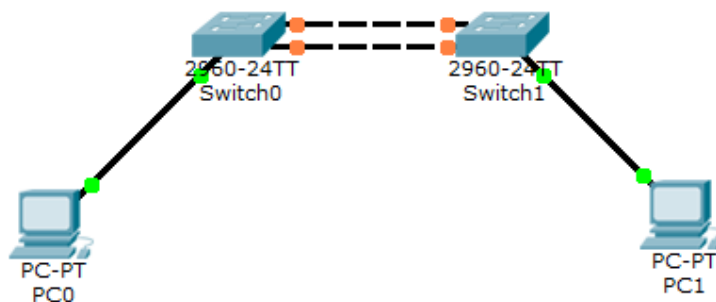


Рисунок 15 – Инициализация портов

Настраиваем IP-адресацию на компьютерах (рис. 15).

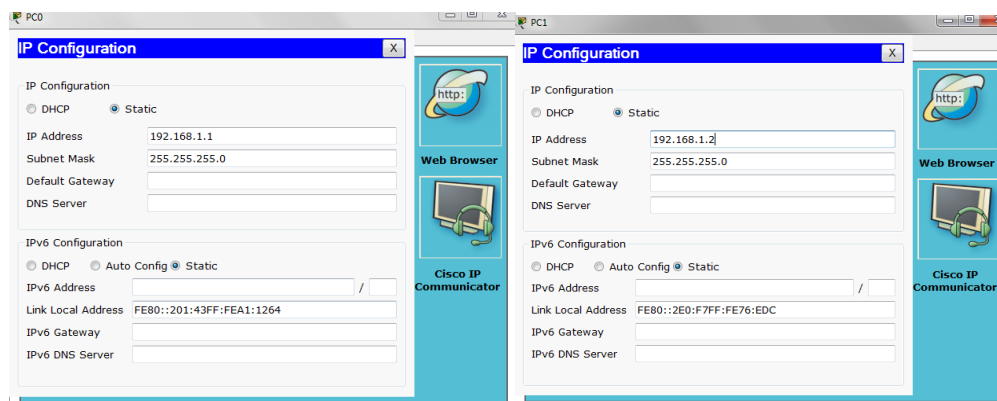


Рисунок 16 – Настройка IP-адресации на компьютерах

Линки поднялись и оба активны. Проверяем связь командой ping. Связь работает (рис. 16).

```
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=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms 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 = 4ms, Average = 2ms

PC>
```

Рисунок 17 – 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. Для проверки отказоустойчивости «потушим» FastEthernet 0/2 на switch1.

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa 0/2
Switch(config-if)#shutdown

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

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

Проверим связь командой ping. Ping успешен (рис. 17).

```
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=4ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms 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 = 4ms, Average = 1ms
```

Рисунок 18 – Проверка отказоустойчивости

Если посмотреть на схему, можно увидеть, что 1 канал до сих пор активен (рис. 18).

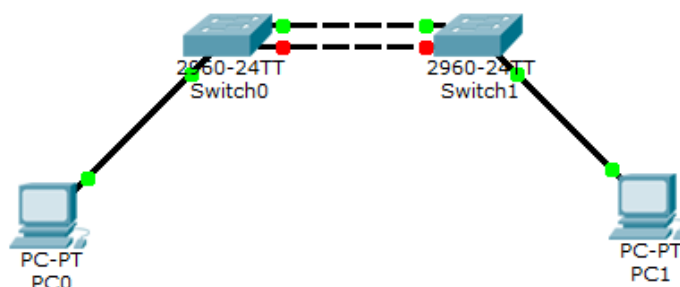


Рисунок 19 – Результаты моделирования сети

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
```

Связь восстановилась (рис. 19).

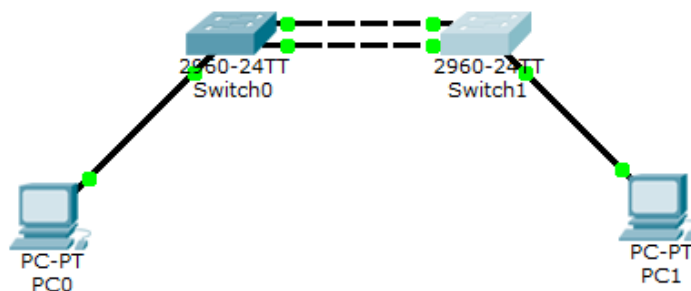


Рисунок 20 – Результаты моделирования сети

Добавляем switch 3560 и 3 switch 2960 (рис. 20).

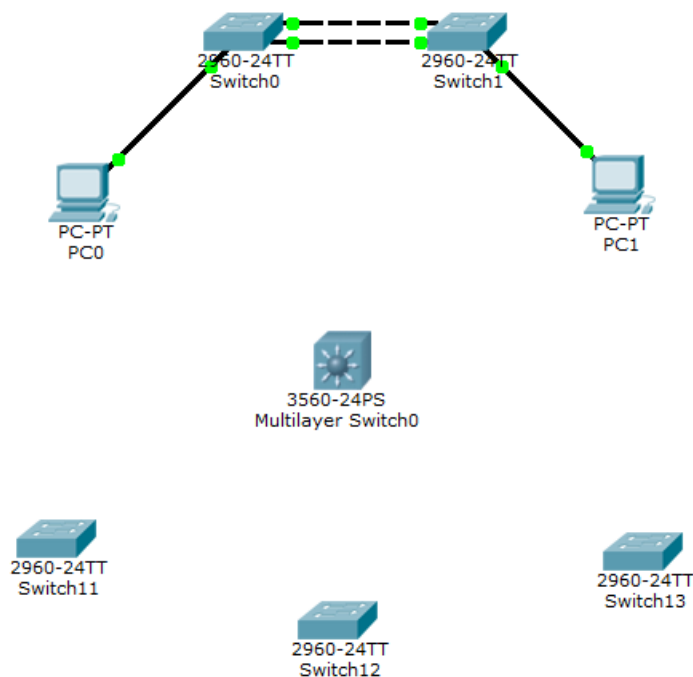


Рисунок 21 – Схема исследуемой сети

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

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

```

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)#
Creating a port-channel interface Port-channel 2
  
```

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

Сохраняем настройки.

```
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
```

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#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int 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#wr mem
Building configuration...
[OK]
```

Аналогичные действия производим на остальных двух коммутаторах.

Соединяем, используя тип кабеля: Copper StraightThrough (рис. 21).

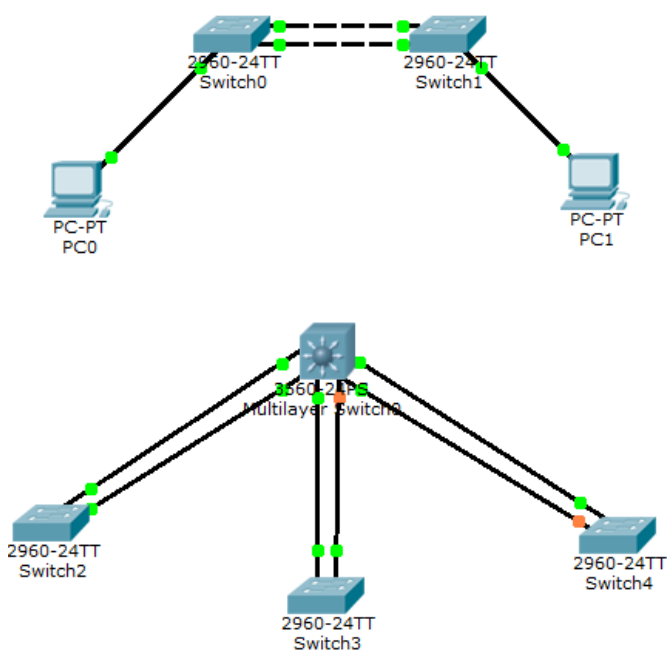


Рисунок 22 – Результаты моделирования сети

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

```
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(P) Fa0/2(P)

Рисунок 23 – Команда `show etherchannel summary`

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

```
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(SD)	LACP	Fa0/3(I) Fa0/4(I)
3	Po3(SD)	LACP	Fa0/5(I) Fa0/6(I)

Рисунок 24 – Команда `show etherchannel summary`

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?