

## Практическая работа №3

**Тема:** «Протоколы устранения петель (STP) и агрегирования каналов (Ether Channel)».

**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.

### 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).

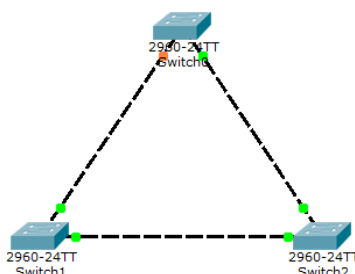
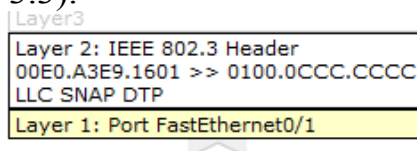


Рис.3.2. Схема соединения трех коммутаторов

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 (рис. 3.3).



1. FastEthernet0/1 receives the frame.

Рис.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 2 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.

					ИКСиС.09.03.02.050000 ПР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Благородов И.				Практическая работа №3 «Протоколы устранения петель (STP) и агрегирования каналов (Ether Channel)».	Лит.	Лист
Провер.	Берега А.Н.						Листов
Реценз							2
Н. Контр.						ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты ИСТ-Тб21	
Утверд.							

```
Switch>enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C9E2.BA40
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.C9E2.BA40
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             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 Fa0/2, который находится ближе к корневому коммутатору, является корневым, а другой порт является назначенным.

```
Switch>enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C9E2.BA40
             Cost         19
             Port         2(FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0005.5E15.B841
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             Aging Time  20

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

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>enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C9E2.BA40
             Cost         19
             Port         2(FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0030.A38A.0416
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             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
```

6. Приоритет у всех коммутаторов одинаковый - 32769. Switch 2 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).

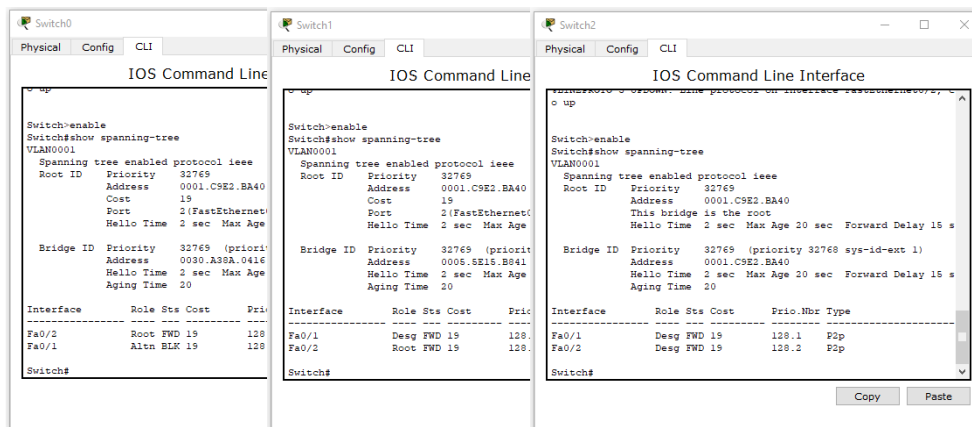


Рис.3.4. Выбор назначенного порта

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

```
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 admin
down

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

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#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
Address    0001.C9E2.BA40
Cost       19
Port       2 (FastEthernet0/2)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 s

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address    0030.A38A.0416
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 s
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
```

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

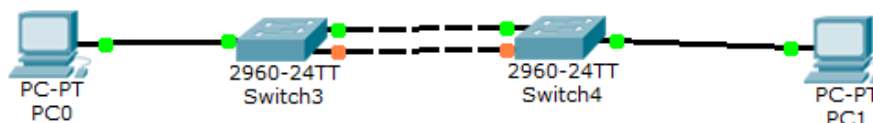


Рис.3.5. Схема соединения с образованием коммутационной петли

## 10. Настроим IP-адресацию на компьютерах (рис.3.6).

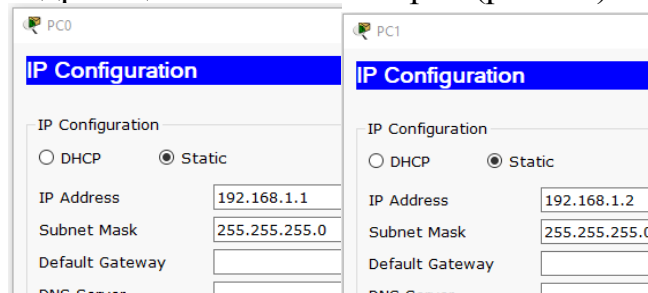


Рис.3.6. Окна настройки IP-адресации

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=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
```

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

## 11. Рассмотрим с помощью команды show spanning-tree Switch 4.

Коммутатор является корневым и все его порты в режиме передачи.

```
Switch>enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C71A.C048
             This bridge is the root
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.C71A.C048
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             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
```

## 12. Аналогично рассмотрим Switch 3. Видно, что порт Fa0/3 заблокирован.

```
Switch>enable
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C71A.C048
             Cost        19
             Port        2(FastEthernet0/2)
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0090.0C34.8054
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             Aging Time 20

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

13. 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 (рис. 3.7).

```
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 admin
wn

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, c
o down

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=1ms 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
```

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. 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.

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)#

Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.C71A.C048
             This bridge is the root
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.C71A.C048
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
             Aging Time 20

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

Switch#
```

15. Восстанавливаем работу коммутатора, на котором был «потушен» порт (рис. 3.8).

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
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, c
o up
```

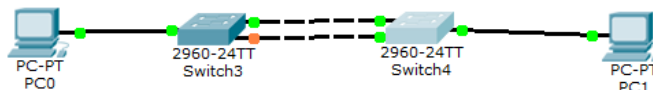


Рис.3.8. Включение порта на коммутаторе Switch4

Переключение произошло моментально. Проверим связь командой ping. Ping успешен (рис. 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=4ms 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
```

Рис.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).

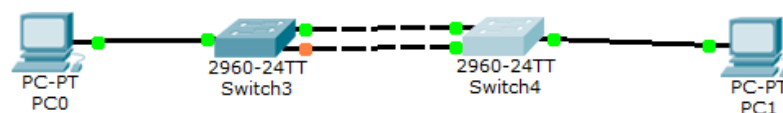


Рис.3.10. Проверка переключения на резервный канал

## 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).



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

```
Switch>
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-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, ch
up

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

Аналогично настраиваем Switch 1.

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

Происходит инициализации портов (рис. 3.12).

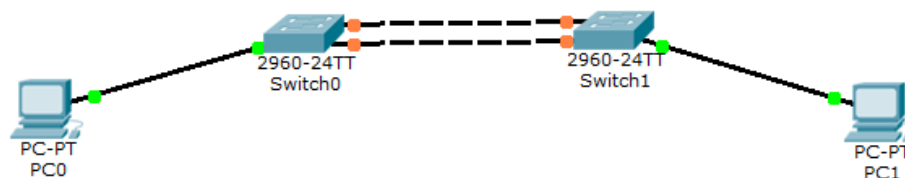


Рис.3.12. Инициализация портов

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

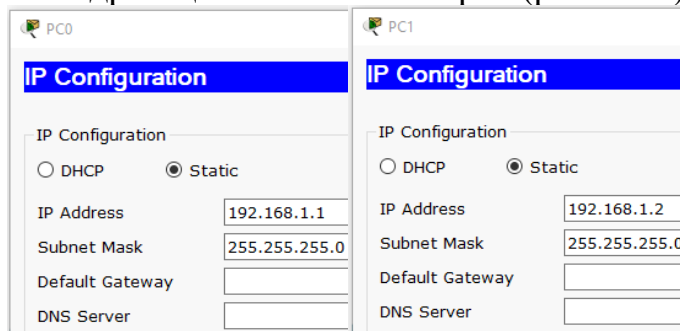


Рис.3.13. Настройка IP-адресации на компьютерах

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

```
PC>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=0ms 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 = 3ms, Average = 1ms
```

Рис.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.

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

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

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

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

```
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=3ms 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 = 3ms, Average = 1ms
```

Рис.3.15. Проверка отказоустойчивости

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

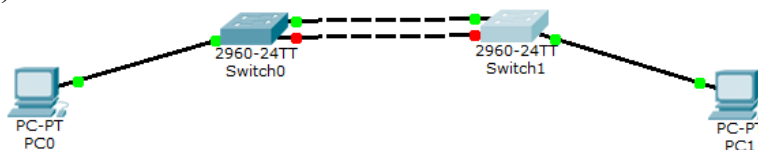


Рис.3.16. Результаты моделирования сети

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, c
o up
```



7. Связь восстановилась (рис. 3.17).

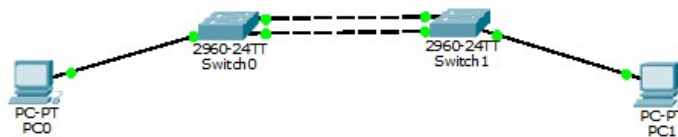


Рис.3.17. Результаты моделирования сети

8. Добавляем switch 3560 и 3 switch 2960 (рис. 3.18).

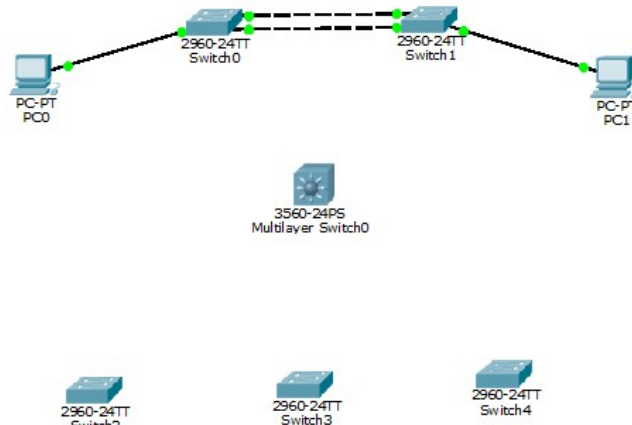


Рис.3.18. Схема исследуемой сети

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>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 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)#exit
Switch(config)#interface range fa0/3-4
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.

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

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 channel-protocol lacp и присваиваем channel-group 1 mode passive. Создался интерфейс Port-channel 1. Сохраняем.

```
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
```

Аналогичные действия производим на остальных двух коммутаторах.

12. Соединяем, используя тип кабеля: Copper Straight-Through (рис. 3.19).

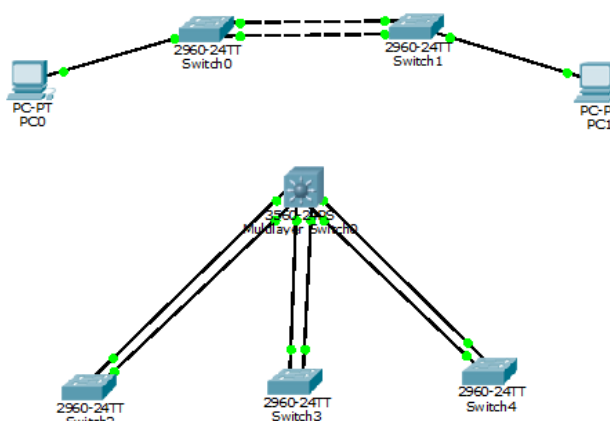


Рис.3.19. Результаты моделирования сети

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

```
Switch>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      Pol(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 lacp.

```

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?