

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики

Факультет инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки 11.03.02

Практическая работа №4

Вариант №19

Организация отказоустойчивой сети на основе коммутаторов.

Протоколы STP и EtherChannel.

Выполнил:

Швалов Даниил Андреевич

Группа: К33211

Проверил:

Харитонов Антон

Санкт-Петербург

2023

1. Введение

Цель работы: изучение и практическое ознакомление с основными принципами работы концентраторов и коммутаторов второго уровня в компьютерных сетях, а также организация отказоустойчивой сети на основе коммутаторов.

2. Ход работы

2.1. Работа с протоколами STP и RSTP

2.1.1. Тестирование протокола STP

С помощью команды `show spanning-tree` (рис. 1-3) выводится информация о STP для каждого из коммутаторов второго уровня. На рис. 1 видно, что первый коммутатор является корневым, об этом говорит надпись «This bridge is root».

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     000A.F3A8.CC8B
             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     000A.F3A8.CC8B
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface          Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/24             Desg FWD 19           128.24  P2p
Gi0/1              Desg FWD 19           128.25  P2p
Fa0/23             Desg FWD 19           128.23  P2p

VLAN0010
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32778
             Address     000A.F3A8.CC8B
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32778 (priority 32768 sys-id-ext 10)
             Address     000A.F3A8.CC8B
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
```

Рисунок 1 – Информация о STP на первом коммутаторе

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      32769
                Address       000A.F3A8.CC8B
                Cost         19
                Port        23(FastEthernet0/23)
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority      32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
                Address       0030.F2E6.8906
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
                Aging Time   20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/23         Root FWD 19        128.23   P2p
Fa0/24         Altn BLK 19        128.24   P2p

VLAN0010
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      32778
                Address       000A.F3A8.CC8B
                Cost         19
                Port        23(FastEthernet0/23)
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority      32778  (priority 32768 sys-id-ext 10)
```

Рисунок 2 – Информация о STP на втором коммутаторе

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      32769
                Address       000A.F3A8.CC8B
                Cost         19
                Port        23(FastEthernet0/23)
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority      32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
                Address       0010.112E.2887
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
                Aging Time   20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/24         Desg FWD 19        128.24   P2p
Fa0/23         Root FWD 19        128.23   P2p

VLAN0010
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      32778
                Address       000A.F3A8.CC8B
                Cost         19
                Port        23(FastEthernet0/23)
                Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority      32778  (priority 32768 sys-id-ext 10)
```

Рисунок 3 – Информация о STP на третьем коммутаторе

Определим, почему именно первый коммутатор был выбран в качестве корневого. Рассмотрим приоритеты и MAC-адреса каждого коммутатора (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица приоритетов и адресов коммутаторов

№	Приоритет	MAC-адрес
1	32769	000A.F3A8.CC8B
2	32769	0030.F2E6.8906
3	32769	0010.112E.2887

Значение приоритета 32769 выбрано для каждого из коммутаторов неслучайно. По умолчанию приоритет вычисляется по формуле: $32768 + \text{VLAN ID}$. В этом случае рассматривается VLAN ID равный 1.

Для определения корневого коммутатора используется приоритет и MAC-адрес устройства. Корневым коммутатором выбирается коммутатор с самым низким приоритетом, если приоритеты равны, то сравниваются MAC-адреса (тот который меньше, тот побеждает).

После того, как был определен корневой коммутатор, каждый остальных коммутатор должен найти один корневой порт, который будет вести к корневому коммутатору. Чтобы понять, какой порт лучше использовать, каждый некорневой коммутатор определяет стоимость маршрута от каждого своего порта до корневого коммутатора. Эта стоимость определяется суммой стоимостей всех устройств, которые нужно пройти кадр, чтобы дойти до корневого коммутатора. В свою очередь, стоимость канала определяется по его скорости (чем выше скорость, тем меньше стоимость). Процесс определения происходит следующим образом:

1. корневой коммутатор посылает BPDU с полем Root Path Cost, равным нулю;
2. ближайший коммутатор определяет скорость порта, на который пришел

BPDU, и добавляет стоимость согласно таблице 2;

3. далее этот второй коммутатор посылает BPDU нижестоящим коммутаторам, но уже с новым значением Root Path Cost.

Таблица 2 – Таблица скорости порта и стоимости STP

Скорость порта	Стоимость STP
10 Mbps	100
100 Mbps	19
1 Gbps	4
10 Gbps	2

На рис. 4 видно, что на втором коммутаторе был отключен и назначен резервным порт FastEthernet0/24.

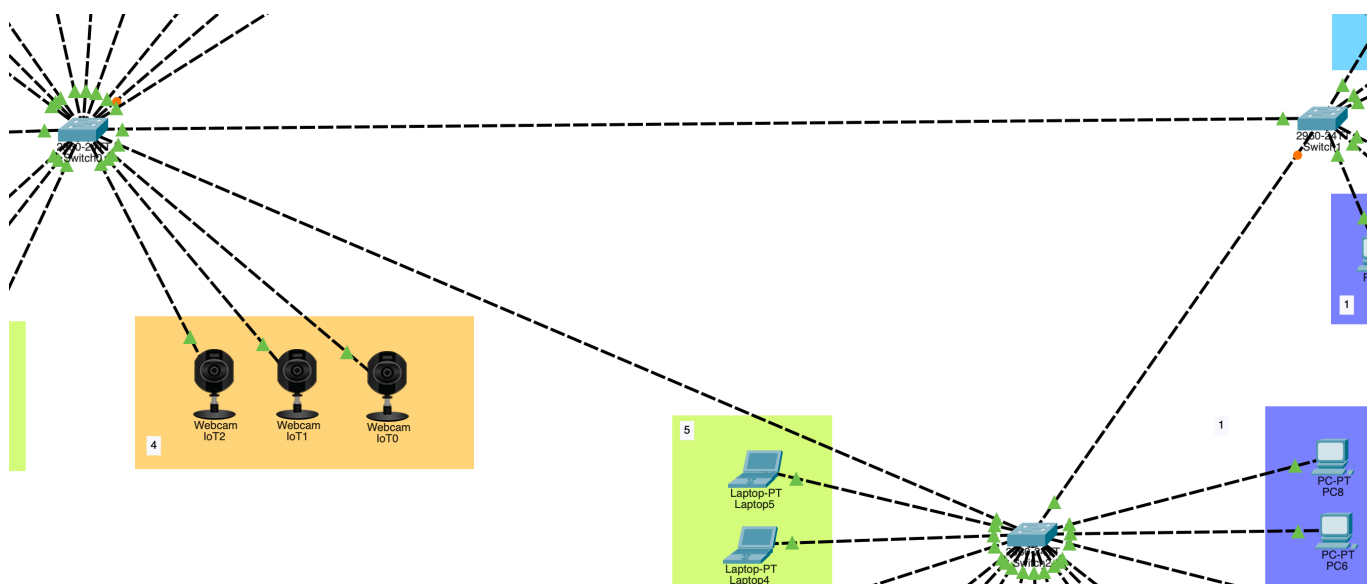


Рисунок 4 – Отключенные порты на коммутаторах

В случае, если вручную отключить порт FastEthernet0/23 на втором коммутаторе, то будет использован резервный порт FastEthernet0/24 (рис. 5).

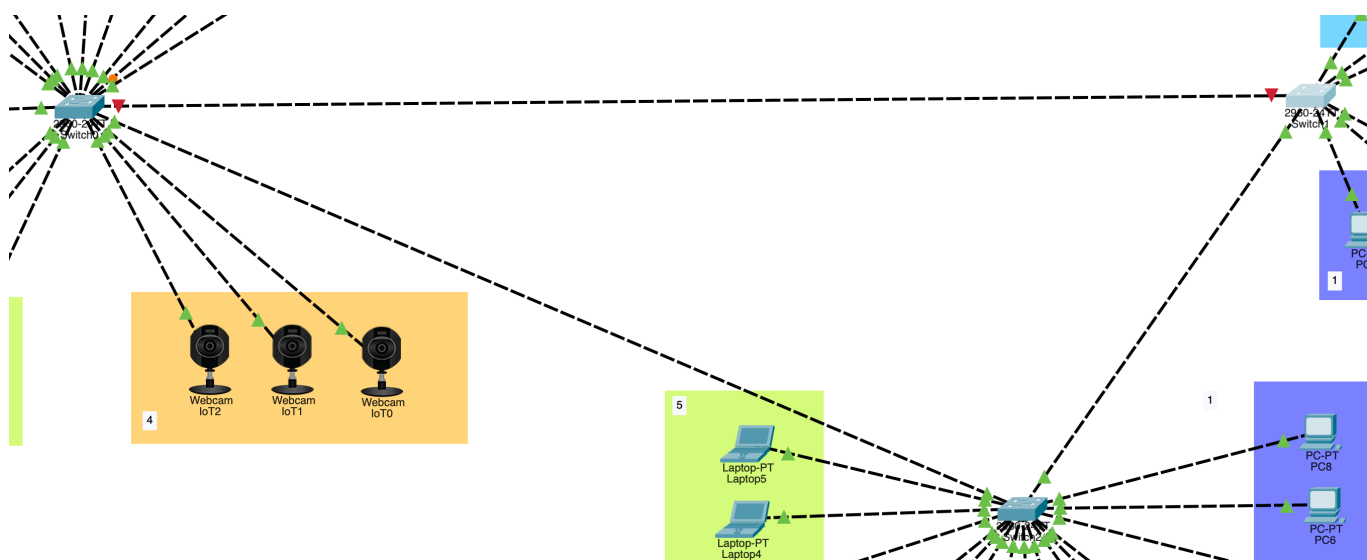


Рисунок 5 – Использование резервного порта

2.1.2. Тестирование протокола RSTP

Поскольку мой вариант соответствует 19 номеру, а остаток от деления на 4 равен 3, то в данном задании мне необходимо создать коммутационную петлю между коммутатором третьего уровня и соседним с ним коммутатором. В моем случае это первый коммутатор (рис. 6).

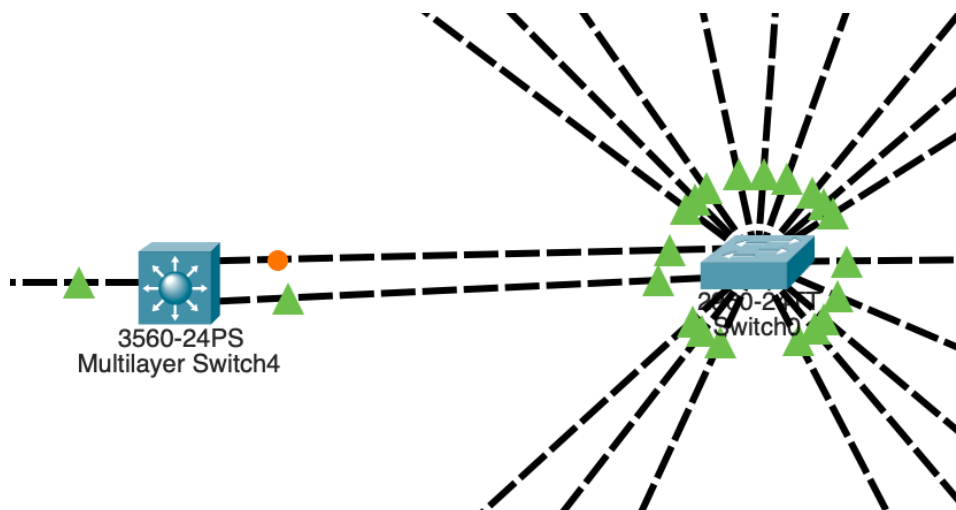


Рисунок 6 – Коммутационная петля между первым коммутатором и коммутатором третьего уровня

Как видно на рис. 7, в качестве корневого коммутатора был выбран первый коммутатор.

```

Switch#show span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID      Priority    32769
              Address     000A.F3A8.CC8B
              Cost        19
              Port        24 (FastEthernet0/24)
              Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

  Bridge ID    Priority    32769   (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address     00E0.F7B3.3EBE
              Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
              Aging Time   20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2          Altn BLK 19        128.2   P2p
Fa0/24         Root FWD 19        128.24  P2p

```

Рисунок 7 – Информация о STP на коммутаторе третьего уровня

Для того, чтобы определить время сходимости при использовании STP, отключим порт FastEthernet0/24 на коммутаторе третьего уровня. Примерно через 30 секунд коммутаторы смогли определить корневой коммутатор между собой.

С помощью команды `spanning-tree mode rapid-pvst` на обоих коммутаторах было включено использование RSTP. Теперь при отключении одного из портов коммутаторы практически моментально сходятся.

2.2. Работа с протоколом EtherChannel

2.2.1. Статическое агрегирование

В данном задании, поскольку номер моего варианта равен 19, мне необходимо соединить первый и третий коммутаторы с помощью четырех каналов. Как видно на рис. 8, после подключения коммутатор из-за STP отключает все порты, кроме одного, чтобы не было коммутационной петли.

С помощью команды `channel-group 1 mode on` на всех нужных интерфейсах на каждом из коммутаторов был включен режим агрегирования портов. Как показано на рис. 9, после выполнения данной команды начали использоваться все порты вместо одного.

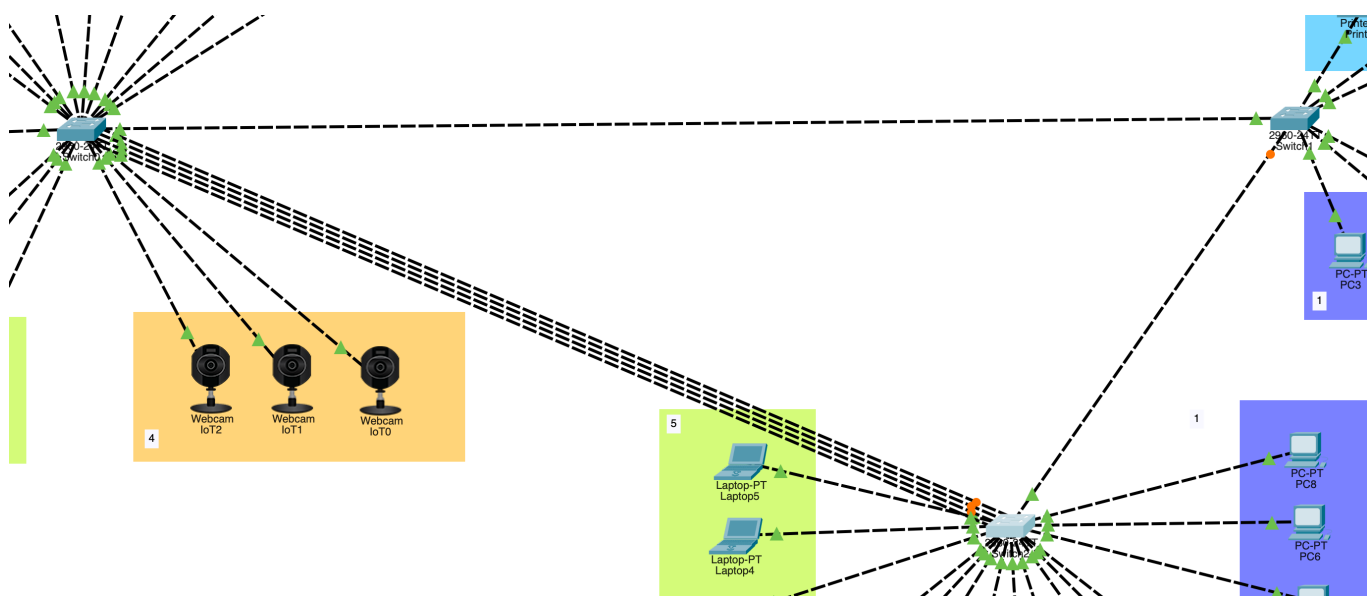


Рисунок 8 – Схема соединения коммутаторов

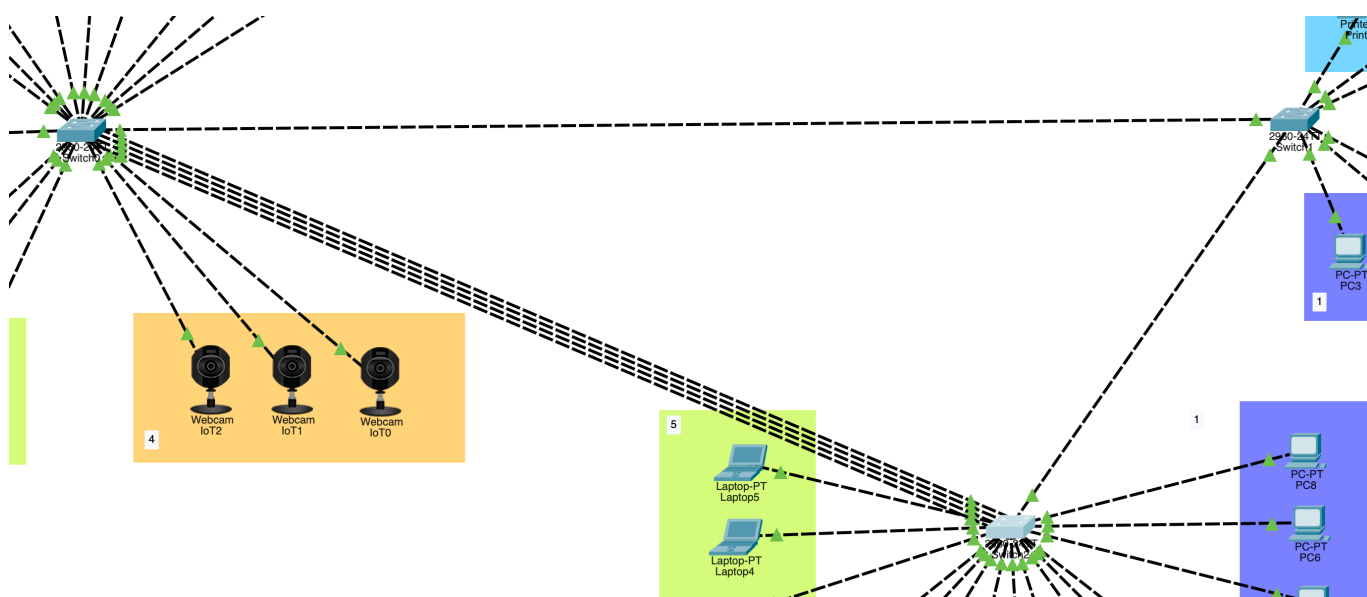


Рисунок 9 – Схема соединения коммутаторов

Чтобы удостовериться в том, что все агрегация портов успешно настроена, была выполнена команда `show etherchannel port-channel`. На рис. 10 видно, что все четыре порта, которые используются для подключения к другому коммутатору, агрегированы в один канал.


```

Switch#show etherchannel port-channel
      Channel-group listing:
      -----

Group: 1
-----
      Port-channels in the group:
      -----

Port-channel: Po1
-----

Age of the Port-channel   = 00d:00h:02m:12s
Logical slot/port        = 2/1           Number of ports = 4
GC                        = 0x00000000    HotStandBy port = null
Port state                = Port-channel
Protocol                  = PAGP
Port Security             = Disabled

Ports in the Port-channel:

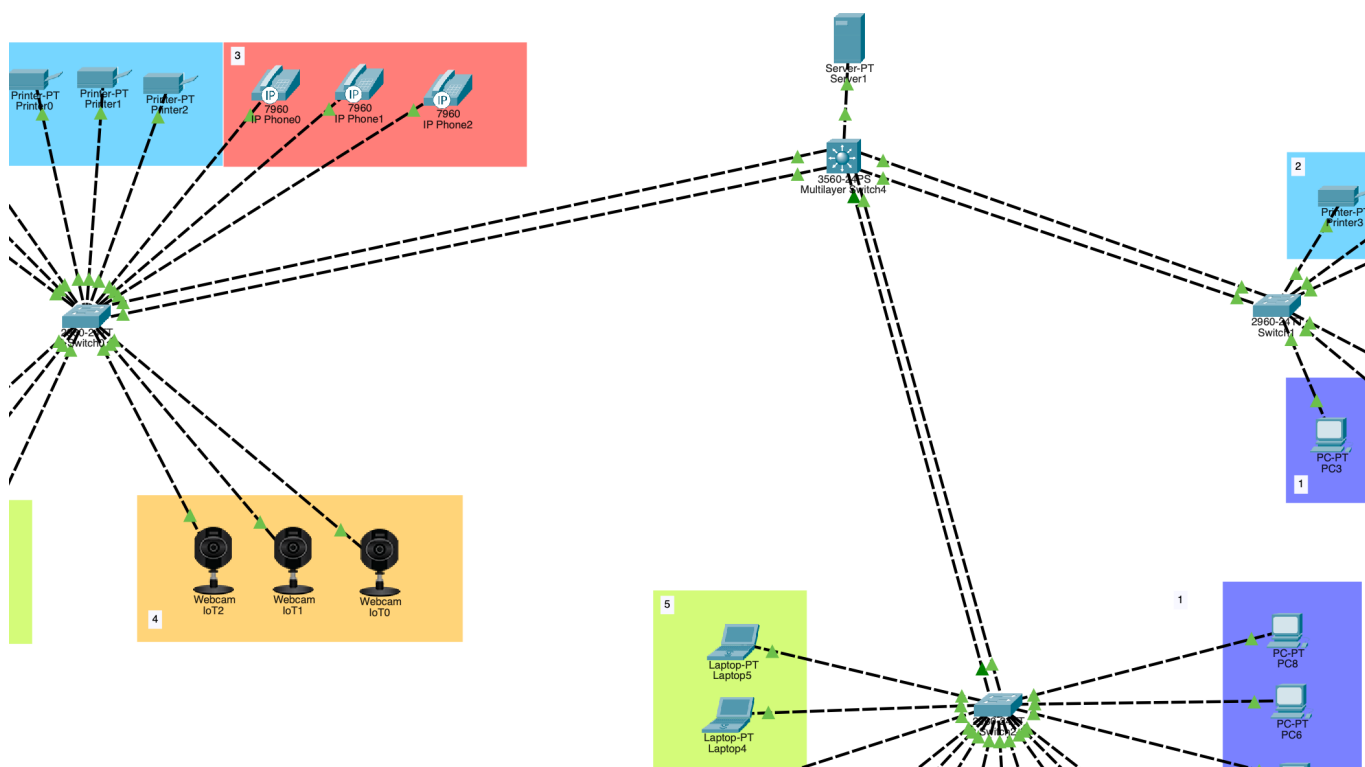
Index   Load   Port      EC state      No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
    0     00    Fa0/19    On             0
    0     00    Fa0/20    On             0
    0     00    Fa0/21    On             0
    0     00    Fa0/22    On             0
Time since last port bundled: 00d:00h:02m:12s   Fa0/22

```

Рисунок 10 – Информация о агрегации портов

2.2.2. Динамическое агрегирование LACP

После соединения всех коммутаторов так, как это указано в задании, получилась схема, изображенная на рис. 11. На первом, втором и третьем коммутаторах на необходимых портах была настроена агрегация каналов с помощью команды `channel-group N mode active`, где N — номер группы канала. Номера были назначены в соответствии с номером коммутатора, т. е. у первого коммутатора первый канал, у второго — второй, у третьего — третий. Также данная команда была использована и на соответствующих портах коммутатора третьего уровня.



С помощью команды `show etherchannel port-channel` на коммутаторе третьего уровня была выведена информация о агрегированных портах (рис. 12-14). Как можно видеть, все порты были успешно агрегированы.

Рисунок 12 – Первый канал агрегирования портов

```

Port-channel: Po2      (Primary Aggregator)
-----

Age of the Port-channel   = 00d:00h:07m:34s
Logical slot/port        = 2/2          Number of ports = 2
GC                        = 0x00000000    HotStandBy port = null
Port state                = Port-channel
Protocol                  = LACP
Port Security             = Disabled

Ports in the Port-channel:

Index   Load   Port      EC state      No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
    0     00    Fa0/21    Active         0
    0     00    Fa0/22    Active         0
Time since last port bundled:  00d:00h:00m:07s    Fa0/22

```

Рисунок 13 – Второй канал агрегирования портов

```

Port-channel: Po3      (Primary Aggregator)
-----

Age of the Port-channel   = 00d:00h:07m:16s
Logical slot/port        = 2/3          Number of ports = 2
GC                        = 0x00000000    HotStandBy port = null
Port state                = Port-channel
Protocol                  = LACP
Port Security             = Disabled

Ports in the Port-channel:

Index   Load   Port      EC state      No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
    0     00    Fa0/24    Active         0
    0     00    Fa0/23    Active         0
Time since last port bundled:  00d:00h:06m:15s    Fa0/23

```

Рисунок 14 – Третий канал агрегирования портов

3. Заключение

В ходе выполнения данной лабораторной работы я изучил и практически ознакомился с основными принципами работы концентраторов и коммутаторов второго уровня в компьютерных сетях, а также организовал отказоустойчивой сети на основе коммутаторов.