

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

Факультет инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки 11.03.02

Практическая работа №4

Протоколы STP и EtherChannel.

Вариант 19

Выполнил:

Доценников Никита Андреевич

Группа: К3121

Проверил:

Антон Харитонов

Санкт-Петербург

2025

Цель.

Изучить принципы работы протоколов STP и RSTP для предотвращения петель в коммутируемых сетях, а также освоить настройку технологии EtherChannel для агрегирования каналов с целью повышения пропускной способности и отказоустойчивости сети.

STP.

Команда `show spanning-tree` выводит информацию об STP.

Для коммутатора 1.

The screenshot shows the CLI of a network switch with the 'CLI' tab selected. The command `Switch#show spanning-tree` has been executed, displaying STP information for two VLANs.

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
           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

At the bottom of the CLI window, there are 'Copy' and 'Paste' buttons, and a 'Top' link.

Для коммутатора 2.

Physical Config **CLI** Attributes

IOS Command Line Interface

```
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

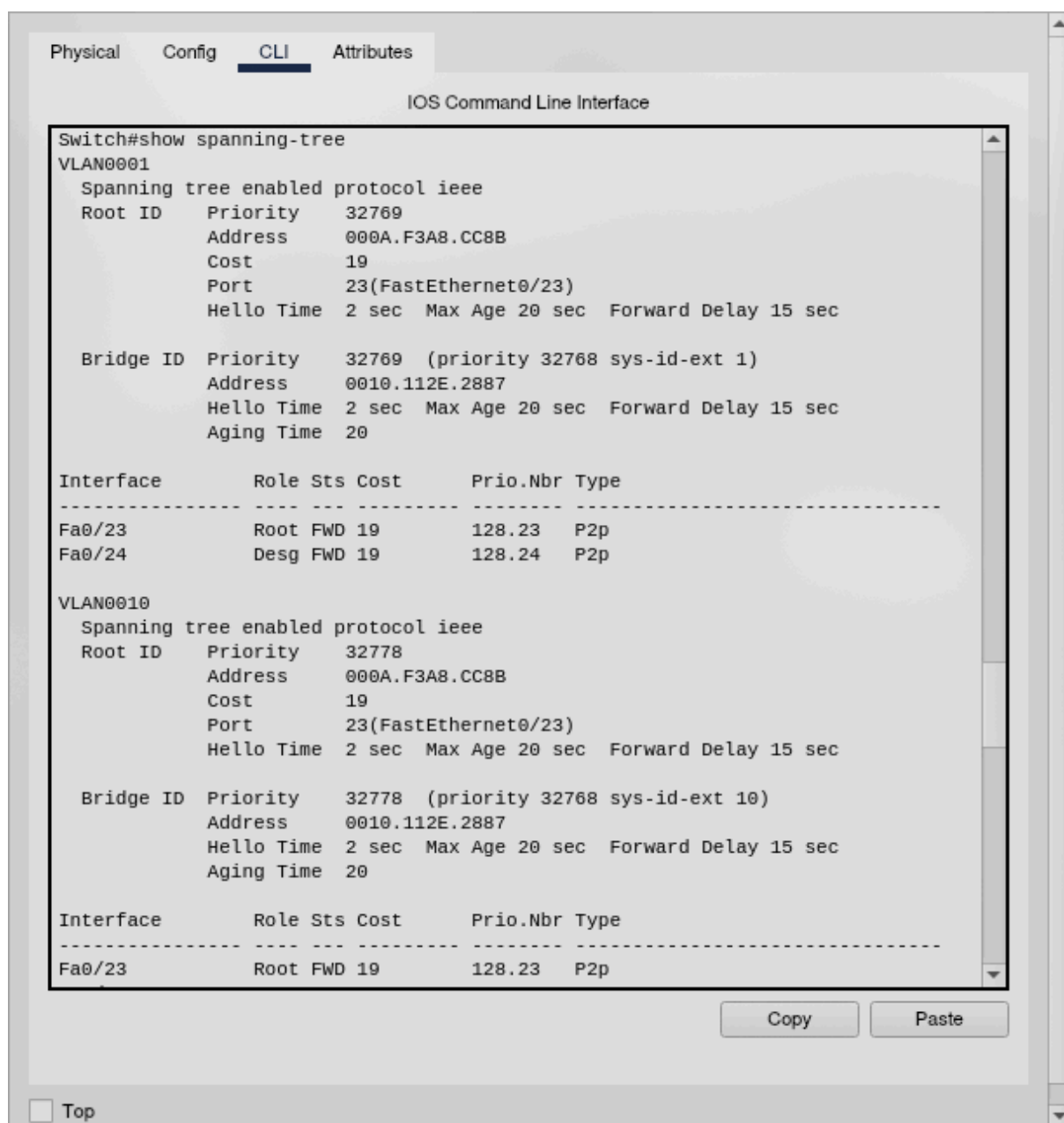
VLAN0010
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32778
Address    000A.F3A8.CC8B
Cost       19
Port       23(FastEthernet0/23)
Hello Time 2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32778 (priority 32768 sys-id-ext 10)
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
-----
Fa0/1         Desg FWD 19        128.1    P2p
```

☐ Top

Для коммутатора 3.



Рассмотрим приоритеты и адреса коммутаторов.

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

$$\text{priority} = 32768 + \text{vlan id}$$

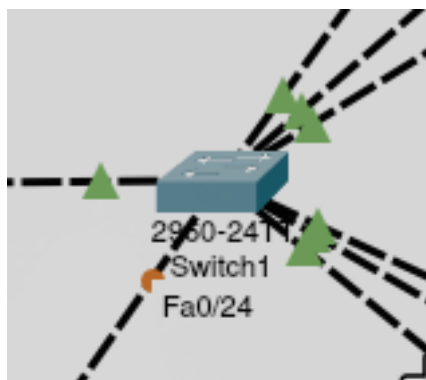
Так как vlan здесь 1, то у всех коммутаторов одинаковый приоритет (32768)

Первый коммутатор - корневой, так как у него меньше MAC адрес при одинаковых приоритетах.

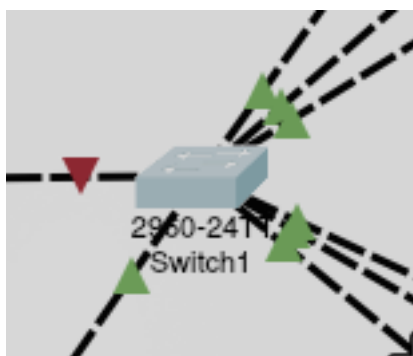
Остальные коммутаторы считает сколько ему будет стоить дойти до корневого коммутатора. Эта стоимость = сумма стоимостей всех устройств на пути кадра до корневого коммутатора (чем выше скорость канала, тем ниже его стоимость).

Сначала коммутатор отправляет BPDU и RPC (Root Path Cost) равен 0. Затем тот коммутатор, который находится ближе всего добавляет скорость порта на который пришел BPDU (10 Mbps - стоимость 100, 100 Mbps - стоимость 19, 1 Gbps - 4, 10 Gbps - 2). BPDU отправляется нижестоящим коммутаторам.

Ниже показано, что порт fa0/24 отключен (резервный).

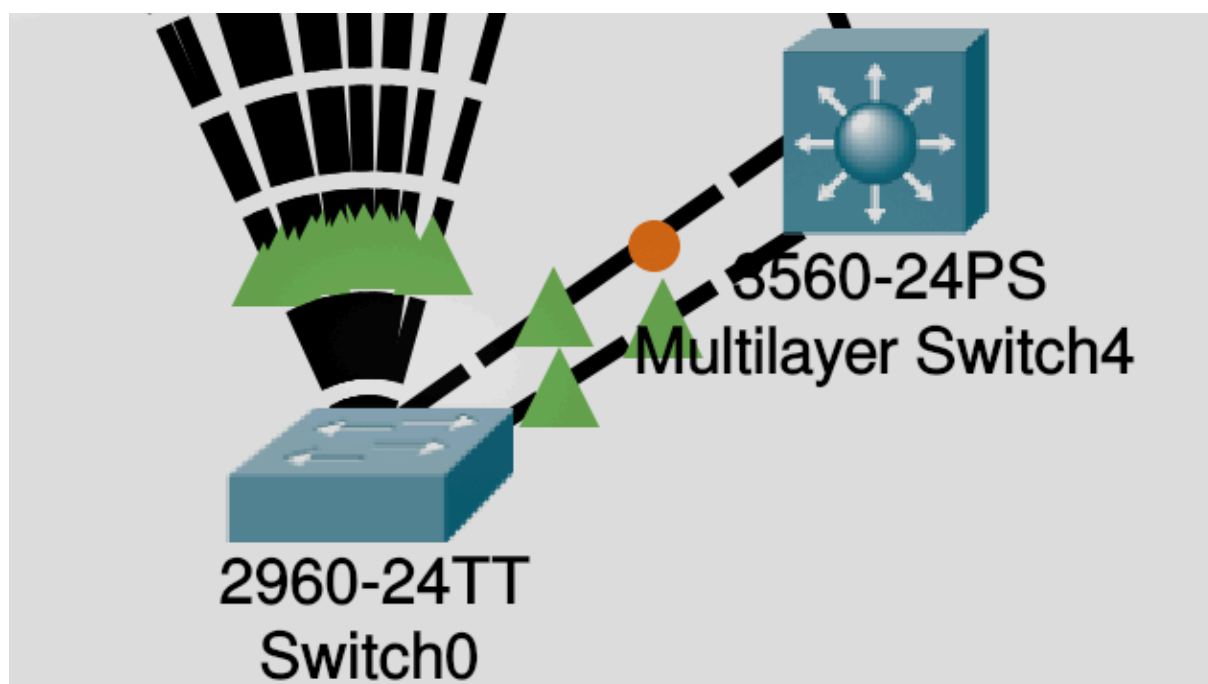


То есть если мы отключим другой порт, то включится резерв.



RSTP.

Необходимо создать коммутационную петлю между коммутатором третьего уровня с первым коммутатором.



Коммутатор третьего уровня - корневой.

```
Physical  Config  CLI  Attributes
IOS Command Line Interface

Switch>
Switch>enable
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
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
-----
Fa0/22      Desg FWD 19        128.22  P2p
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 rstp
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

--More--
```

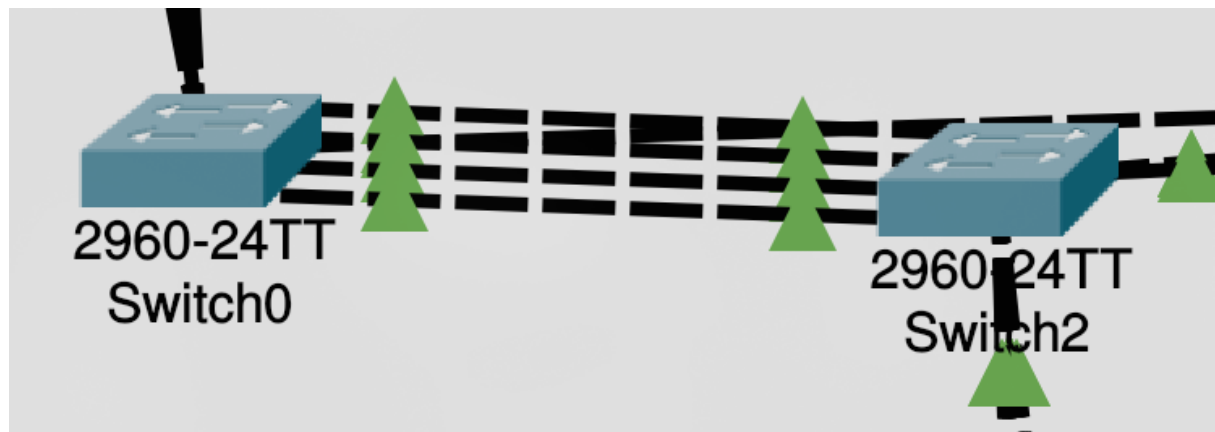
Copy Paste

☐ Top

Я отключил порт fa0/24 и через ≈ 35 секунд нашелся root коммутатор между коммутаторами. Включив RSTP (spanning-tree mode rapid-pvst) время очень сильно уменьшилось.

EtherChannel.

Подключив первый и третий коммутаторы с помощью четырех каналов, коммутатор отключает $n - 1$ портов (n - количество портов) во избежание петли. После того, как я включил агрегирование портов (channel-group 1 mode on) начали использоваться все порты.



Physical Config **CLI** Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch>
Switch>enable
Switch#show etherch
Switch#show etherchannel port
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:05m:27s
Logical slot/port        = 2/1      Number of ports = 4
GC                        = 0x00000000    HotStandBy port = null
Port state                = Port-channel
Protocol                  = PAGP
Port Security             = Disabled

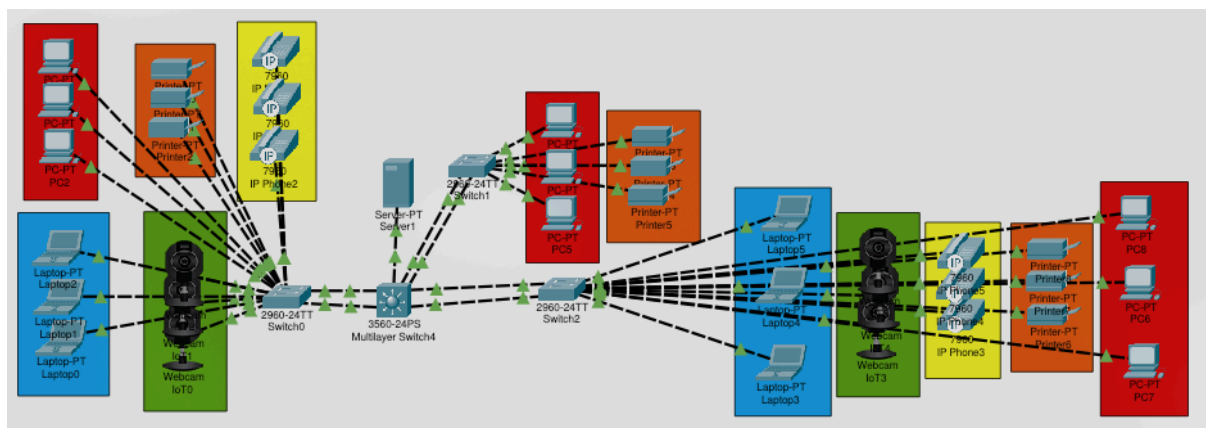
Ports in the Port-channel:

Index  Load  Port    EC state    No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
0      00     Fa0/22  On          0
0      00     Fa0/21  On          0
0      00     Fa0/20  On          0
0      00     Fa0/19  On          0
Time since last port bundled:  00d:00h:05m:27s    Fa0/19
Switch#
```

☐ Top

LACP.

В соответствии с заданием получилась такая схема:



На коммутаторах настроена агрегация каналов (channel-group x mode active, x - № группы канала). Номера совпадают с номерами коммутаторов.

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

Group: 1
-----

Port-channels in the group:
-----

Port-channel: Po1 (Primary Aggregator)
-----

Age of the Port-channel = 00d:00h:26m:33s
Logical slot/port = 2/1 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 Fa0/19 Active 0
0 00 Fa0/20 Active 0
Time since last port bundled: 00d:00h:26m:33s Fa0/20
Group: 2
-----

Port-channels in the group:
-----

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

Copy

Paste

IOS Command Line Interface

```
Port-channel: Po2    (Primary Aggregator)
-----
Age of the Port-channel   = 00d:00h:26m:33s
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:26m:33s Fa0/22
Group: 3

Port-channels in the group:

```
Port-channel: Po3    (Primary Aggregator)
-----
Age of the Port-channel   = 00d:00h:26m:33s
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:

Copy

Paste

Physical Config **CLI** Attributes

IOS Command Line Interface

```
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:26m:33s  Fa0/22
Group: 3
-----
                        Port-channels in the group:
                        -----

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

Age of the Port-channel   = 00d:00h:26m:33s
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    Fa0/23  Active      0
  0    00    Fa0/24  Active      0
Time since last port bundled:  00d:00h:26m:33s  Fa0/24
Switch#
```

Copy Paste

☐ Top

Заключение.

В ходе выполнения работы были изучены принципы работы протоколов STP и RSTP, а также отработана настройка технологии EtherChannel с использованием статической конфигурации и протокола LACP. На практике были реализованы сценарии предотвращения петель в коммутируемых сетях, оценено время сходимости STP и RSTP, а также продемонстрировано увеличение пропускной способности и отказоустойчивости при использовании агрегирования каналов. Поставленные цели достигнуты, оборудование функционирует в соответствии с заданием.