



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»**



**НГТУ | Факультет прикладной  
НЭТИ математики и информатики**

**Лабораторная работа №2  
Настройка протокола STP (IEEE 802.1D)**

**Студент**

**Истратенко Валерий**

**Новосибирск, 2024**

Все команды для настройки включены в отчет в текстовом виде вместе с скриншотами, чтобы наглядно отобразить ход работы.

nb! - отметка в тексте, "обратите особое внимание"!

1. Для заданной на схеме **schema-lab2** сети, состоящей из управляемых коммутаторов и персональных компьютеров настроить протокол STP, назначив явно один из коммутаторов корневым настройкой приоритета.

С помощью команды «spanning-tree vlan 1 priority 0» мы задали на порт 1 приоритет 0, сделав тем самым коммутатор 1 корневым.

```
vIOS-L2-01#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
vIOS-L2-01(config)#spanning-tree vlan 1 priority 0
vIOS-L2-01(config)#end
vIOS-L2-01#
*Dec  7 08:13:53.388: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
vIOS-L2-01#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    1
             Address     0c58.667b.5400
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    1      (priority 0 sys-id-ext 1)
             Address     0c58.667b.5400
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  15 sec
```

При проверке видно, что всё назначилось корректно, проблем не возникло.

```
vIOS-L2-01#show spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    1
             Address     0c58.667b.5400
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    1      (priority 0 sys-id-ext 1)
             Address     0c58.667b.5400
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  15 sec

Interface    Role  Sts Cost      Prio.Nbr  Type
-----
Gi0/0        Desg FWD 4         128.1     Shr
Gi0/1        Desg FWD 4         128.2     Shr
Gi0/2        Desg FWD 4         128.3     Shr
Gi0/3        Desg FWD 4         128.4     Shr
Gi1/0        Desg FWD 4         128.5     Shr
Gi1/1        Desg FWD 4         128.6     Shr
Gi1/2        Desg FWD 4         128.7     Shr
Gi1/3        Desg FWD 4         128.8     Shr
Gi2/0        Desg FWD 4         128.9     Shr

vIOS-L2-01#
```

После этого с помощью той же команды были настроены оставшиеся четыре коммутатора с приоритетом 16384, это можно увидеть на скриншотах под пунктом 3. При назначении приоритетов главное, чтобы он был кратным 4096 и не больше 65536.

2. Проверить доступность каждого с каждым всех персональных компьютеров (VPCS), результаты запротоколировать.

При проверке доступности каждого с каждым всех персональных компьютеров (VPCS) ошибок не возникло, первый компьютер связался с помощью команды (ping «IP-адрес ПК») с каждым другим компьютером, это показано на скриншоте ниже.

Другие компьютеры связались по тому же принципу без проблем.

```
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.2 255.255.255.0

PC1> ping 192.168.1.3

84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.547 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=2 ttl=64 time=6.859 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=3 ttl=64 time=7.620 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=4 ttl=64 time=6.138 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=5 ttl=64 time=8.411 ms

PC1> ping 192.168.1.4

84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=1 ttl=64 time=11.781 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=2 ttl=64 time=5.912 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=3 ttl=64 time=8.097 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=4 ttl=64 time=7.726 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=5 ttl=64 time=4.624 ms

PC1> ping 192.168.1.5

84 bytes from 192.168.1.5 icmp_seq=1 ttl=64 time=13.887 ms
84 bytes from 192.168.1.5 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.573 ms
84 bytes from 192.168.1.5 icmp_seq=3 ttl=64 time=7.369 ms
84 bytes from 192.168.1.5 icmp_seq=4 ttl=64 time=8.005 ms
84 bytes from 192.168.1.5 icmp_seq=5 ttl=64 time=2.237 ms

PC1> ping 192.168.1.6

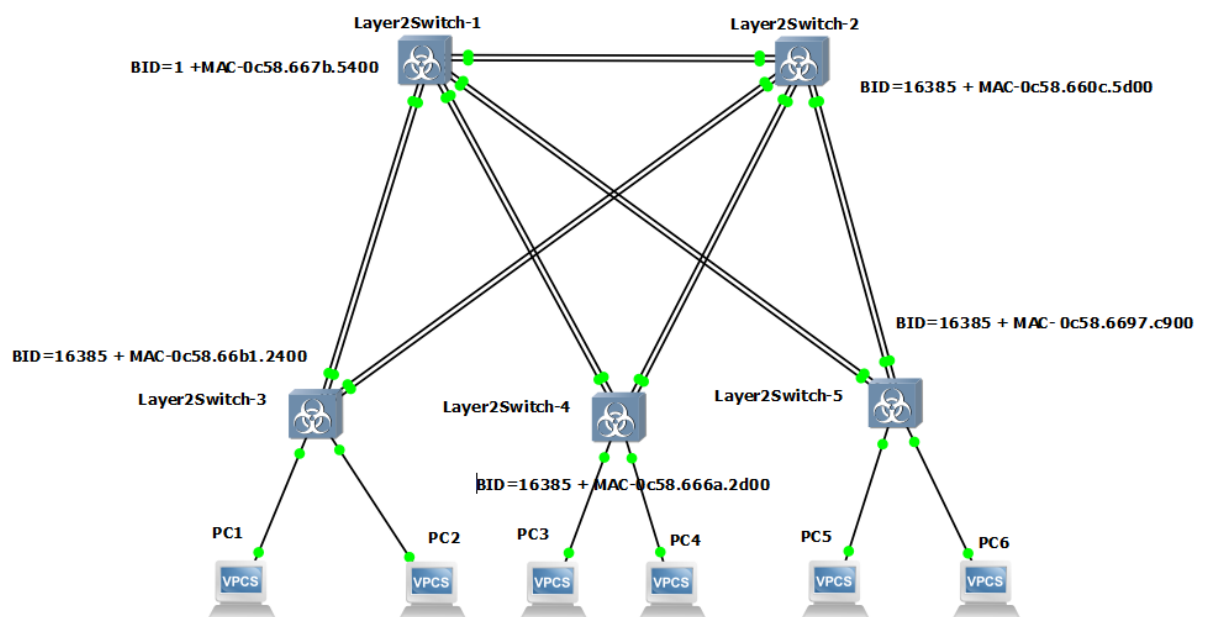
84 bytes from 192.168.1.6 icmp_seq=1 ttl=64 time=7.706 ms
84 bytes from 192.168.1.6 icmp_seq=2 ttl=64 time=7.168 ms
84 bytes from 192.168.1.6 icmp_seq=3 ttl=64 time=3.433 ms
84 bytes from 192.168.1.6 icmp_seq=4 ttl=64 time=17.434 ms
84 bytes from 192.168.1.6 icmp_seq=5 ttl=64 time=16.658 ms

PC1> ping 192.168.1.7

84 bytes from 192.168.1.7 icmp_seq=1 ttl=64 time=14.038 ms
84 bytes from 192.168.1.7 icmp_seq=2 ttl=64 time=7.110 ms
84 bytes from 192.168.1.7 icmp_seq=3 ttl=64 time=10.108 ms
84 bytes from 192.168.1.7 icmp_seq=4 ttl=64 time=15.161 ms
84 bytes from 192.168.1.7 icmp_seq=5 ttl=64 time=14.769 ms

PC1> 
```

3. На изображении схемы отметить BID каждого коммутатора и режимы работы портов (RP/DP/blocked) и стоимости маршрутов, результат сохранить в файл.



На скриншотах ниже Root ID — это BID корневого коммутатора, а Bridge ID — текущего устройства.

**Role:** Режим работы порта:

- **Root:** Root Port — порт, ведущий к корневому коммутатору.
- **Designated:** Designated Port — порт, отправляющий трафик дальше в сеть.
- **Alternate:** Alternate — резервный порт, который заблокирован для предотвращения петель.

**Status:**

- **Forwarding:** Порт активен и передаёт трафик.
- **Blocking:** Порт заблокирован (Alternate).

**Cost:** Стоимость маршрута для данного порта.

**Первый (корневой) коммутатор:**

```
Layer2Switch-1 - PuTTY
vIOS-L2-01#term len 0
vIOS-L2-01#show spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    1
             Address    0c58.667b.5400
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    1   (priority 0 sys-id-ext 1)
             Address    0c58.667b.5400
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/0                    Desg FWD 4         128.1 Shr
Gi0/1                    Desg FWD 4         128.2 Shr
Gi0/2                    Desg FWD 4         128.3 Shr
Gi0/3                    Desg FWD 4         128.4 Shr
Gi1/0                    Desg FWD 4         128.5 Shr
Gi1/1                    Desg FWD 4         128.6 Shr
Gi1/2                    Desg FWD 4         128.7 Shr
Gi1/3                    Desg FWD 4         128.8 Shr
Gi2/0                    Desg FWD 4         128.9 Shr

vIOS-L2-01#
```

**Второй коммутатор:**

```
Layer2Switch-2 - PuTTY
* Unauthorized use or distribution of this software is expressly
* Prohibited.
*****
vIOS-L2-01>en
vIOS-L2-01#sh spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    1
             Address    0c58.667b.5400
             Cost        4
             Port        1 (GigabitEthernet0/0)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    16385 (priority 16384 sys-id-ext 1)
             Address    0c58.660c.5d00
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/0                    Root FWD 4         128.1 Shr
Gi0/1                    Altn BLK 4         128.2 Shr
Gi0/2                    Desg FWD 4         128.3 Shr
Gi0/3                    Desg FWD 4         128.4 Shr
Gi1/0                    Desg FWD 4         128.5 Shr
Gi1/1                    Desg FWD 4         128.6 Shr
Gi1/2                    Desg FWD 4         128.7 Shr
Gi1/3                    Desg FWD 4         128.8 Shr
Gi2/0                    Desg FWD 4         128.9 Shr

vIOS-L2-01#
```

### Третий коммутатор:

```
Layer2Switch-3 - PuTTY
vIOS-L2-01#
vIOS-L2-01#show spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    1
              Address     0c58.667b.5400
              Cost        4
              Port        1 (GigabitEthernet0/0)
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID   Priority    16385 (priority 16384 sys-id-ext 1)
              Address     0c58.66b1.2400
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time   300 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/0                    Root FWD 4        128.1   Shr
Gi0/1                    Altn BLK 4        128.2   Shr
Gi0/2                    Altn BLK 4        128.3   Shr
Gi0/3                    Altn BLK 4        128.4   Shr
Gi1/0                    Desg FWD 4        128.5   Shr
Gi1/1                    Desg FWD 4        128.6   Shr

vIOS-L2-01#
```

### Четвертый коммутатор:

```
Layer2Switch-4 - PuTTY
vIOS-L2-01>en
vIOS-L2-01#sh spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    1
              Address     0c58.667b.5400
              Cost        4
              Port        1 (GigabitEthernet0/0)
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID   Priority    16385 (priority 16384 sys-id-ext 1)
              Address     0c58.666a.2d00
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time   300 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/0                    Root FWD 4        128.1   Shr
Gi0/1                    Altn BLK 4        128.2   Shr
Gi0/2                    Altn BLK 4        128.3   Shr
Gi0/3                    Altn BLK 4        128.4   Shr
Gi1/0                    Desg FWD 4        128.5   Shr
Gi1/1                    Desg FWD 4        128.6   Shr

vIOS-L2-01#
```

### Пятый коммутатор:

```
Layer2Switch-5 - PuTTY
vIOS-L2-01#sh spanning-tree vlan 1

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    1
             Address     0c58.667b.5400
             Cost        4
             Port        1 (GigabitEthernet0/0)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0c58.6697.c900
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300 sec

Interface                Role  Sts  Cost      Prio.Nbr  Type
-----
Gi0/0                    Root  FWD  4          128.1     Shr
Gi0/1                    Altn  BLK  4          128.2     Shr
Gi0/2                    Altn  BLK  4          128.3     Shr
Gi0/3                    Altn  BLK  4          128.4     Shr
Gi1/0                    Desg  FWD  4          128.5     Shr
Gi1/1                    Desg  FWD  4          128.6     Shr

vIOS-L2-01#
```

4. При помощи Wireshark отследить передачу пакетов hello от корневого коммутатора на всех линках (nb!), результаты включить в отчет.

Поля в анализе Hello-пакета:

- Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)

Это указывает, что пакет относится к протоколу STP.

- Protocol Version Identifier: Spanning Tree (0)

Версия STP, используемая в сети (в данном случае стандартная версия 0).

- BPDU Type: Configuration (0x00)

Указывает, что это BPDU-пакет типа Configuration (Hello-пакет является частью этого типа).

- BPDU Flags: 0x00

Флаги BPDU. Для Hello-пакетов обычно эти флаги равны 0.

- Root Identifier: 0 / 1 / 0c:58:66:7b:54:00

Это BID корневого коммутатора (Root Bridge Identifier).

Первое число 0 — приоритет (Root Priority).

Второе число 1 — VLAN ID.

MAC-адрес 0c:58:66:7b:54:00 — уникальный MAC корневого коммутатора.

- Root Path Cost: 0

Указывает стоимость пути от текущего коммутатора до корневого. Значение 0 говорит о том, что это сообщение отправлено корневым коммутатором.

- Bridge Identifier: 0 / 1 / 0c:58:66:7b:54:00

Это BID текущего коммутатора, отправившего пакет. В данном случае текущий коммутатор и есть корневой (его BID совпадает с Root Identifier).

- Port Identifier: 0x8001

Идентификатор порта, через который отправлен пакет.

- Message Age: 0

Возраст сообщения. Поскольку пакет отправлен корневым коммутатором, это значение равно 0.

Максимальное время жизни BPDU-пакета до того, как он будет считаться устаревшим (в секундах).

- Hello Time: 2

Интервал между отправкой Hello-пакетов (по умолчанию 2 секунды).

- Forward Delay: 15

Время задержки в состоянии Listening и Learning перед переходом в Forwarding (в секундах).

**Это захват линка, который идет от корневого коммутатора.**

**Везде данные аналогичны.**

The screenshot displays the Wireshark network protocol analyzer interface. The title bar indicates the capture is on 'Захват из Standard input [Layer2Switch-1 Ethernet0 to Layer2Switch-2 Ethernet0]'. The packet list pane shows a series of Spanning Tree Protocol (STP) BPDUs. Packet 1335 is selected, and its details are shown in the packet details pane. The details pane shows the Spanning Tree Protocol structure, including the Protocol Identifier (0x0000), Protocol Version Identifier (0), BPDU Type (Configuration), and various flags and timers.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1329	307.470207	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/200/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1330	307.471231	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/300/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1331	308.005361	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 0/1/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1332	308.959714	0c:58:66:0c:5d:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/100/0c:58:66:0c:5d:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1333	308.961697	0c:58:66:0c:5d:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/200/0c:58:66:0c:5d:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1334	308.963694	0c:58:66:0c:5d:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/300/0c:58:66:0c:5d:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1335	309.005032	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 0/1/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1337	309.467569	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/100/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001
1338	309.469917	0c:58:66:7b:54:00	Spanning-tree-(for...	STP	60	Conf. Root = 32768/200/0c:58:66:7b:54:00 Cost = 0 Port = 0x8001

Packet 1335 details:

- Frame 1335: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on 0
- Ethernet II, Src: 00:00:00:00:00:00, Dst: 00:00:00:00:00:00
- Logical-Link Control
- Spanning Tree Protocol
  - Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  - Protocol Version Identifier: Spanning Tree (0)
  - BPDU Type: Configuration (0x00)
  - BPDU flags: 0x00
  - Root Identifier: 0 / 1 / 0c:58:66:7b:54:00
  - Root Path Cost: 0
  - Bridge Identifier: 0 / 1 / 0c:58:66:7b:54:00
  - Port identifier: 0x8001
  - Message Age: 0
  - Max Age: 20
  - Hello Time: 2
  - Forward Delay: 15

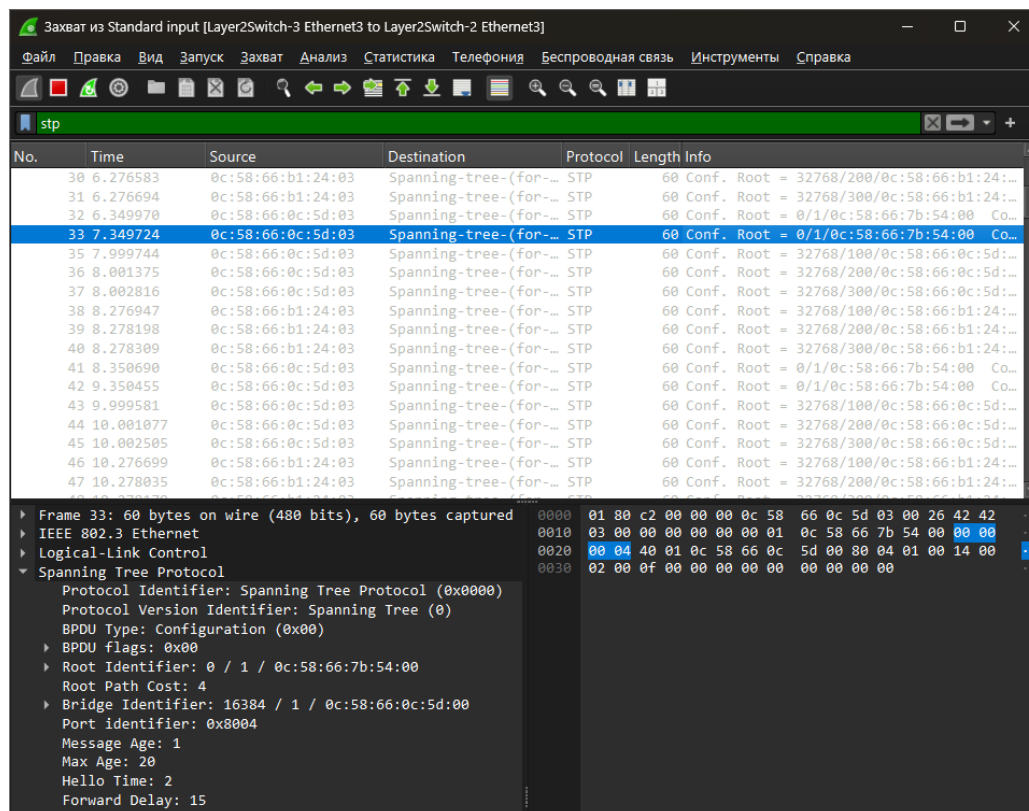
Packet bytes on wire (480 bits) / 60 bytes captured (480 bits) on 0

Пакеты: 3897 · Отображено: 3600 (92.4%)

Профиль: Default

**Это захват линка, который идет от любого другого, кроме корневого коммутатора.**

**Везде данные аналогичны, меняются только MAC-адреса.**



На всех линках, которые идут от коммутаторов (3-5) к конечным ПК анализ будет выглядеть так:

Всё аналогично предыдущим тестам на линках между коммутаторами, но здесь нет других портов, а только нужные нам hello-пакеты, которые идут от корневого коммутатора к ПК.

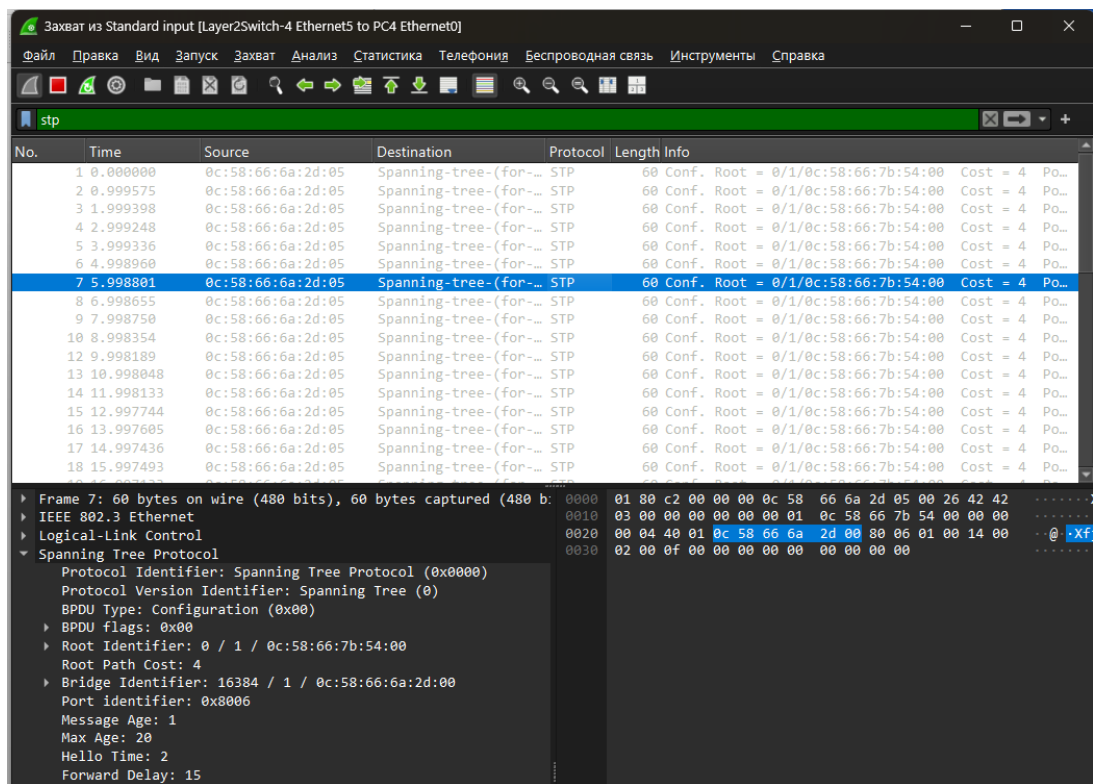
- **Root Path Cost: 4**  
Указывает стоимость пути от текущего коммутатора до корневого. Значение 4 говорит о том, что это сообщение было отправлено не корневым коммутатором.
- **Bridge Identifier: 16384 / 1 / 0c:58:66:8c:5d:00**  
Это BID текущего коммутатора, отправившего пакет.  
Это значение будет меняться, в зависимости от того, к какому коммутатору подключен ПК через линк, который мы просматриваем.

У нас все приоритеты (кроме корневого) равны, поэтому может меняться только MAC-адрес.

**Это захват линка, который идет от любого коммутатора к ПК.**

**Везде данные аналогичны, меняются только MAC-адреса.**





## 5. Изменить стоимость маршрута для порта RP произвольного назначенного (designated) коммутатора, повторить действия из п.3, результат сохранить в отдельный файл.

Мною был выбран коммутатор (Layer2Switch-3), с помощью следующих команд:

- `configure terminal`
- `interface <интерфейс RP>`
- `spanning-tree cost <новая стоимость>`
- `end`
- `wr`

была изменена стоимость маршрута для порта ROOT.

На скриншоте видно, что стоимость изменилась и теперь, коммутатор назначил корневым другой порт от корневого коммутатора, т.к. его стоимость меньше, а тот который мы изменили теперь заблокирован.

```
Layer2Switch-3 - PuTTY

vIOS-L2-01#conf term
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
vIOS-L2-01(config)#interface Gi0/0
vIOS-L2-01(config-if)#spanning-tree 10
^
% Invalid input detected at '^' marker.

vIOS-L2-01(config-if)#spanning-tree cost 10
vIOS-L2-01(config-if)#end
vIOS-L2-01#wr
*Dec 10 06:00:57.493: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
vIOS-L2-01#wr
Building configuration...
Compressed configuration from 5106 bytes to 1964 bytes[OK]
vIOS-L2-01#
*Dec 10 06:01:03.743: %GRUB-5-CONFIG_WRITING: GRUB configuration is being update
d on disk. Please wait...
*Dec 10 06:01:04.492: %GRUB-5-CONFIG_WRITTEN: GRUB configuration was written to
disk successfully.
vIOS-L2-01#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority      1
              Address      0c58.667b.5400
              Cost          4
              Port          2 (GigabitEthernet0/1)
              Hello Time    2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID   Priority    16385 (priority 16384 sys-id-ext 1)
              Address      0c58.66b1.2400
              Hello Time    2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time    15 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/0                    Altn BLK 10      128.1    Shr
Gi0/1                    Root FWD 4       128.2    Shr
Gi0/2                    Altn BLK 4       128.3    Shr
Gi0/3                    Altn BLK 4       128.4    Shr
Gi1/0                    Desg FWD 4       128.5    Shr
Gi1/1                    Desg FWD 4       128.6    Shr
```

6. Сохранить файлы конфигураций устройств в виде набора файлов с именами, соответствующими именам устройств.

Т.к. у нас 5 коммутаторов, соответственно у нас 5 файлов конфигурации устройств, которые я прилагаю вместе с отчётом. Названия идентичны названиям коммутаторов в системе.