

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Кафедра прикладной математики и кибернетики

Сети ЭВМ и телекоммуникации

Практическое задание №6
«Сетевые мосты. Виртуальные локальные сети. Протокол STP»

Выполнил: Студент 2-го курса,
группы ИП-111
Гердележов Даниил Дмитриевич

Проверил преподаватель:
Крамаренко Константин Евгеньевич.

Новосибирск
2023

Выполнение работы:

1. Собрал конфигурацию сети, представленной на рисунке 1. Выделенный диапазон разделён на 2 равные подсети: 10.10.3.0/25 и 10.10.3.128/25.

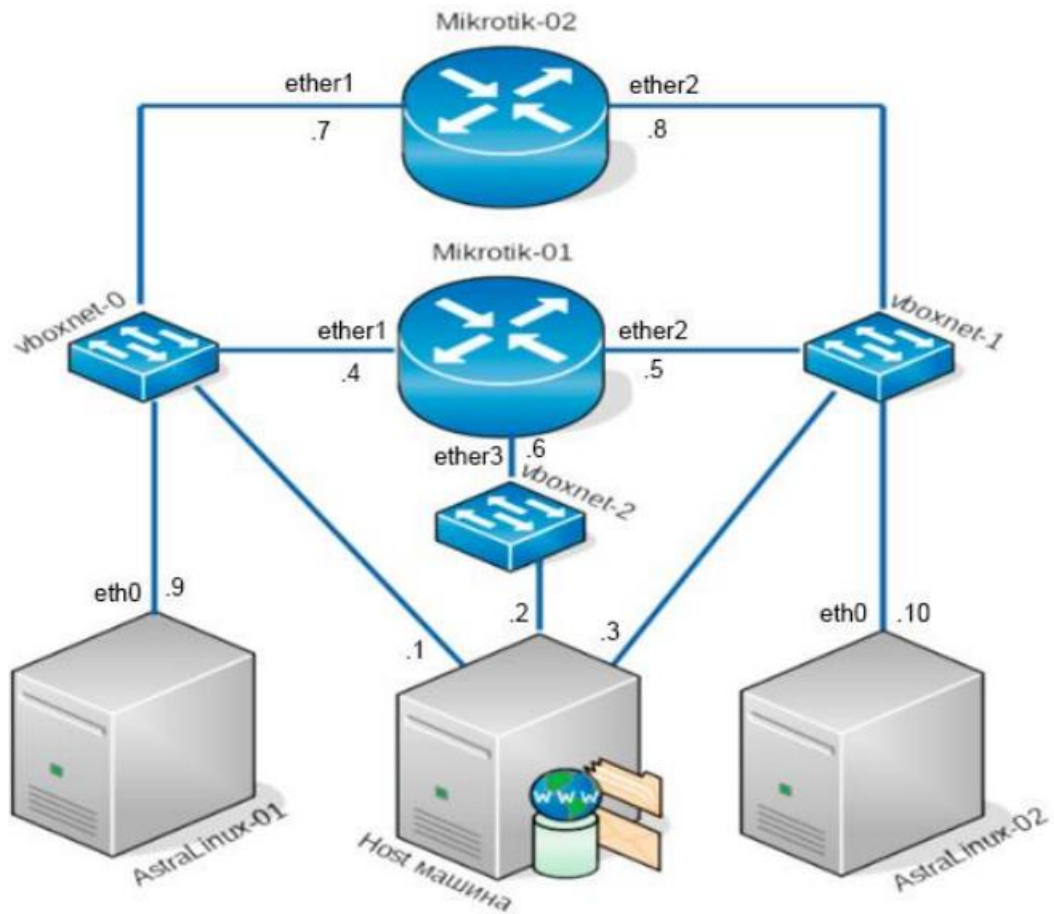


Рисунок 1 – Конфигурация сети для практического занятия

Виртуальные сети хоста			
Сети NAT		Облачные сети	
Имя	IPv4 префикс	IPv6 префикс	DHCP сервер
VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter	10.10.3.1/25		Выключен
VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter #3	10.10.3.2/25		Выключен
VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter #2	10.10.3.3/25		Выключен

Демонстрация выданных IP-адресов:

```
[admin@mt-01] > ip address print
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE
# ADDRESS      NETWORK      INTERFACE
0 10.10.3.4/25   10.10.3.0    ether1
1 10.10.3.5/25   10.10.3.0    ether2
2 10.10.3.6/25   10.10.3.0    ether3
```

```
[admin@mt-02] > ip address print
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE
# ADDRESS      NETWORK      INTERFACE
0 10.10.3.7/25   10.10.3.0    ether1
1 10.10.3.8/25   10.10.3.0    ether2
```

```
eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>
    link/ether 08:00:27:f1:47:41 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.9/25 brd 10.10.3.127 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft
    inet6 fe80::a00:27ff:fef1:4741/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft
admin@astral1:~$ _
```

```
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>
    link/ether 08:00:27:72:06:7d brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.10/25 brd 10.10.3.127 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft
    inet6 fe80::a00:27ff:fe72:67d/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft
owner@astral2:~$
```

Проверяем связанность между устройствами: пинг происходит только между хостом с роутерами и хостом с машинами astralinux. Это происходит из-за проблем с таблицами маршрутизации: из-за того, что все интерфейсы находятся в одной подсети, пакеты ходят по одним и тем же маршрутам, не добираясь до получателей.

```
[admin@mt-01] > ping 10.10.3.7
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                        STATUS
0 10.10.3.7                             56 128 276us                       timeout
1 10.10.3.7                             56 128 258us                       timeout
sent=2 received=0 packet-loss=100%
```

```
[admin@mt-01] > ping 10.10.3.8
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                        STATUS
0 10.10.3.8                             56 128 276us                       timeout
1 10.10.3.8                             56 128 258us                       timeout
sent=2 received=0 packet-loss=100%
```

```
[admin@mt-01] > ping 10.10.3.1
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                        STATUS
0 10.10.3.1                             56 128 276us                       56 128 258us
1 10.10.3.1                             56 128 258us                       56 128 258us
sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=258us avg-rtt=267us
max-rtt=276us
```

```
root@astral1:~# ping 10.10.3.1
PING 10.10.3.1 (10.10.3.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.10.3.1: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.355 ms
64 bytes from 10.10.3.1: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.139 ms
^C
--- 10.10.3.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1028ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.139/0.247/0.355/0.108 ms
```

```
[admin@mt-01] > ping 10.10.3.10
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                        STATUS
0 10.10.3.10                             56 128 276us                       timeout
1 10.10.3.10                             56 128 258us                       timeout
sent=2 received=0 packet-loss=100%
```

```
[admin@mt-01] > ping 10.10.3.9
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                        STATUS
0 10.10.3.9                             56 128 276us                       timeout
1 10.10.3.9                             56 128 258us                       timeout
sent=2 received=0 packet-loss=100%
```

2. На маршрутизаторе mikrotik-01 объединил интерфейсы в сетевой мост. Пинг проходит от каждого до каждого устройства.?

1 item				
		Name	Type	L2 MTU
- D	R	bridge1	Bridge	65535

3 items									
		#	Interface	Bridge	Horiz...	Trust...	Priority (hex)	Path Cost	PVID
- D		0	ether2	bridge1		no	80	10	1
- D		1	ether1	bridge1		no	80	10	1
- D		2	ether3	bridge1		no	80	10	1

```

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.1                          56 128 557us
    1 10.10.3.1                          56 128 258us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=258us avg-rtt=407us
  max-rtt=557us

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.2                          56 128 508us
    1 10.10.3.2                          56 128 267us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=267us avg-rtt=387us
  max-rtt=508us

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.3
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.3                          56 128 443us
    1 10.10.3.3                          56 128 259us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=259us avg-rtt=351us
  max-rtt=443us

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.7
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.7                          56  64 712us
    1 10.10.3.7                          56  64 300us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=300us avg-rtt=506us
  max-rtt=712us

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.8
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.8                          56  64 314us
    1 10.10.3.8                          56  64 308us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=308us avg-rtt=311us
  max-rtt=314us

[admin@mt-01] > ping 10.10.3.9
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME                    STATUS
    0 10.10.3.9                          56  64 499us
    1 10.10.3.9                          56  64 363us
  sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=363us avg-rtt=431us
  max-rtt=499us

```

```

owner@astral:~$ ping 10.10.3.4
PING 10.10.3.4 (10.10.3.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.10.3.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.476 ms
^C
--- 10.10.3.4 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.476/0.476/0.476/0.000 ms
owner@astral:~$ ping 10.10.3.6
PING 10.10.3.6 (10.10.3.6) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.10.3.6: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.480 ms
^C
--- 10.10.3.6 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.480/0.480/0.480/0.000 ms
owner@astral:~$ ping 10.10.3.8
PING 10.10.3.8 (10.10.3.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.10.3.8: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.964 ms
64 bytes from 10.10.3.8: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.401 ms
^C
--- 10.10.3.8 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.401/0.682/0.964/0.282 ms
owner@astral:~$

```

- Используя wireshark показал какой трафик доходит до host-машины в сети vboxnet-2. (весь широковещательный трафик из подсетей, подключенных к сетевому мосту bridge1 на mt-01 (адресованный даже не нашей хост-машине))

84	111.124460	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.10? Tell 10.10.3.4
85	112.109231	PcsCompu_94:b2:6b	Spanning-tree-(for...	STP	53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:be:f2:
86	112.178936	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.10? Tell 10.10.3.4
87	113.219058	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.10? Tell 10.10.3.4
88	114.111496	PcsCompu_94:b2:6b	Spanning-tree-(for...	STP	53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:be:f2:
89	116.028487	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.8? Tell 10.10.3.4
90	116.113605	PcsCompu_94:b2:6b	Spanning-tree-(for...	STP	53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:be:f2:
91	117.059252	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.8? Tell 10.10.3.4
92	118.098904	PcsCompu_be:f2:d5	Broadcast	ARP	42 Who has 10.10.3.8? Tell 10.10.3.4

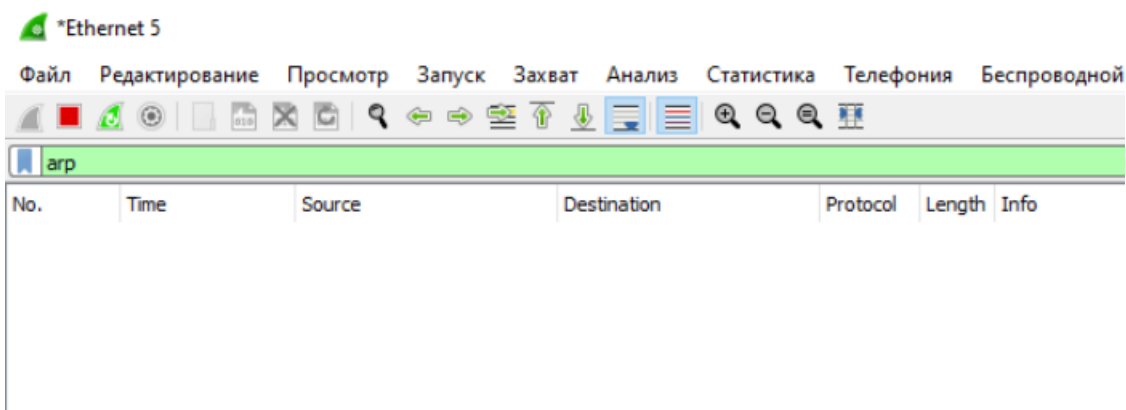
- В маршрутизаторе mikrotik-01 настроил VLAN с номером 2 для созданного сетевого моста. Изменил конфигурацию интерфейса с vboxnet-2 так, чтобы он использовал VLAN порта с номером 2. Включил фильтрацию VLAN на сетевом мосту.

VLAN Filtering <input checked="" type="checkbox"/>	
EtherType	0x8100
PVID	1
Frame Types	admit all
Ingress Filtering	<input checked="" type="checkbox"/>

PVID	2
------	---

		▲ Bridge	VLAN IDs	Current Tagged	Current Untagged
-	D	bridge1	2		ether3
-	D	bridge1	1		bridge1, ether2, ether1

Теперь ping и broadcast-пакеты не доходят до интерфейса ether3, так как он принадлежит VLAN 2, а все остальные интерфейсы - подсети VLAN 1. Для проверки наличия ARP-пакетов были проведены ping с astral до mt-01 ether1 и ether2. ARP-пакеты в подсети vboxnet2 на хосте отсутствуют, из-за чего также перестали проходить ping-пакеты от astral до хоста.



```

owner@astral1:~$ ping 10.10.3.2
PING 10.10.3.2 (10.10.3.2) 56(84) bytes of data.
^C
--- 10.10.3.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 1008ms
  
```

- На маршрутизаторе mikrotik-01 создал виртуальный интерфейс VLAN для созданного моста и виртуальной сети с номером 2. Назначил хост-машине, созданному виртуальному интерфейсу адреса из второй моей подсети. В виртуальных машинах astalinux создал виртуальные интерфейсы для обработки тегированного трафика в VLAN с номером 2. Назначил этим интерфейсам адреса из второй подсети. Продемонстрировал тегированный трафик в сетях vboxnet-0 и vboxnet-1 и показал, что этот трафик теряет тег в сети vboxnet-2.

The image contains three screenshots of the Mikrotik WinBox configuration interface for a VLAN interface named 'vlan2'.

- Top Left Screenshot:** Shows the 'VLAN' tab. The 'Enabled' checkbox is checked. The 'Name' is 'vlan2', 'Type' is 'VLAN', and 'MTU' is '1500'. The 'VLAN ID' is set to '2' and the 'Interface' is 'bridge1'.
- Top Right Screenshot:** Shows the 'IPv4' tab. The 'Enabled' checkbox is checked. The 'IPv4 address' is '10.10.3.129' and the 'IPv4 mask' is '255.255.255.128'.
- Bottom Screenshot:** Shows the 'Interface' tab. The 'Enabled' checkbox is checked. The 'Interface' is 'vlan2' and the 'Bridge' is 'bridge1'.

Создание виртуальных интерфейсов для обработки тегированного трафика в VLAN-2 и назначение этим интерфейсам адресов из второй подсети (10.10.3.131 и 10.10.3.132 соответственно) в виртуальных машинах astalinux.

(Чтобы добавить интерфейс eth0.2 с привязкой к VLAN-2, пропишем “ip link add link eth0 name eth0.2 type vlan id 2”).

Назначим ему IP адрес в файле /etc/network/interfaces.d/eth0:

Astra-1

```
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo
n 1000
    link/ether 08:00:27:f1:47:41 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.9/25 brd 10.10.3.127 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fef1:4741/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth0.2@eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
1000
    link/ether 08:00:27:f1:47:41 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.131/25 brd 10.10.3.255 scope global eth0.2
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fef1:4741/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Astra-2

```
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_
n 1000
    link/ether 08:00:27:72:06:7d brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.10/25 brd 10.10.3.127 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe72:67d/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth0.2@eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
1000
    link/ether 08:00:27:72:06:7d brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.3.132/25 brd 10.10.3.255 scope global eth0.2
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe72:67d/64 scope link
```

Перевод портов (интерфейсов) mt-01, в режим trunk (передающий пакеты с тегом VLAN).

В меню VLANs добавляю новое правило для VLAN-2: ставлю метку tagged на ether1, ether2 (интерфейсах, соединённых с vboxnet0 и vboxnet1 соответственно).

Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
Bridge	bridge1
VLAN IDs	2
Tagged	ether1 ether2
Untagged	

Пробуем пинговать все устройства сети: от astra1 (10.10.3.131) к astra2 (10.10.3.132).

Оба интерфейса хоста и маршрутизатора находятся в виртуальной сети VLAN-2.

В пакетах в подсетях vboxnet0 и vboxnet1, можно увидеть тэг соответствующий этой VLAN.

8451	573.602477	PcsCompu_f1:47:41	Broadcast	ARP	46	Who has 10.10.3.132? Tell 10.10.3.131
8470	578.695358	PcsCompu_f1:47:41	PcsCompu_72:06:7d	ARP	46	10.10.3.131 is at 08:00:27:f1:47:41

```
> Frame 8451: 46 bytes on wire (368 bits), 46 bytes captured (368 bits) on interface \Device\NPF_{28F6859A-4216-40A2-9A
> Ethernet II, Src: PcsCompu_f1:47:41 (08:00:27:f1:47:41), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
v 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, DEI: 0, ID: 2
    000. .... = Priority: Best Effort (default) (0)
    ...0 .... = DEI: Ineligible
    .... 0000 0000 0010 = ID: 2
    Type: ARP (0x0806)
v Address Resolution Protocol (request)
    Hardware type: Ethernet (1)
    Protocol type: IPv4 (0x0800)
    Hardware size: 6
    Protocol size: 4
    Opcode: request (1)
    Sender MAC address: PcsCompu_f1:47:41 (08:00:27:f1:47:41)
    Sender IP address: 10.10.3.131
    Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
    Target IP address: 10.10.3.132
```

В сети vboxnet2 тот же самый ARP-запрос, пришедший от astra1, не обладает тегом (как и требуется по заданию). Это происходит из-за того, что в подсети VLAN-2 интерфейсы обладают меткой untagged.


```

211 568.338599  PcsCompu_f1:47:41  Broadcast  ARP  56  who has 10.10.3.132? Tell 10.10.3.131
> Frame 211: 56 bytes on wire (448 bits), 56 bytes captured (448 bits) on interface \Device\NPF_{E3E39D0F-A487-4AC9-92
> Ethernet II, Src: PcsCompu_f1:47:41 (08:00:27:f1:47:41), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
▼ Address Resolution Protocol (request)
  Hardware type: Ethernet (1)
  Protocol type: IPv4 (0x0800)
  Hardware size: 6
  Protocol size: 4
  Opcode: request (1)
  Sender MAC address: PcsCompu_f1:47:41 (08:00:27:f1:47:41)
  Sender IP address: 10.10.3.131
  Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
  Target IP address: 10.10.3.132

```

- На хост машине запустил Wireshark. На маршрутизаторе mikrotik-02 объединил интерфейсы в сетевой мост с включением протокола STP.

2 items									
	#	Interface	Bridge	Horiz...	Trust...	Priority (hex)	Path Cost	PVID	
- D	0	ether1	bridge1		no	80	10	1	
- D	1	ether2	bridge1		no	80	10	1	

Enabled ☒

Name

Type Bridge

MTU ▼

Actual MTU

L2 MTU

MAC Address

ARP

ARP Timeout ▼

Admin. MAC Address ▼

Ageing Time

IGMP Snooping ☐

DHCP Snooping ☐

Fast Forward ☒

Protocol Mode ☐ none ☐ STP ☒ RSTP ☐ MSTP

Root Bridge	<input checked="" type="checkbox"/>
Root Bridge ID	8000.08:00:27:37:30:03
Regional Root Bridge ID	0.00:00:00:00:00:00
Root Path Cost	0
Root Port	none
Port Count	2
Designated Port Count	2

Root Bridge	<input type="checkbox"/>
Root Bridge ID	8000.08:00:27:37:30:03
Regional Root Bridge ID	0.00:00:00:00:00:00
Root Path Cost	10
Root Port	ether1
Port Count	4
Designated Port Count	2
MST Config Digest	

Проверка портов маршрутизаторов:

Оба порта mt-02 имеют статус designated, (т.е. являются портами с наименьшей стоимостью пути до корневого моста, и они будут использовать для доступа к нему). Также у каждого порта есть состояния: у ether1 и ether2 отмеченные состояния Learning и Forwarding, (т.е. они изучают MAC-адреса получаемых пакетов и пересылают пакеты дальше).

ether1 mt-02

Port Number	1
Role	designated port
Edge Port	<input type="checkbox"/>
Edge Port Discovery	<input checked="" type="checkbox"/>
Point To Point Port	<input checked="" type="checkbox"/>
External FDB	<input type="checkbox"/>
Sending RSTP	<input checked="" type="checkbox"/>
Learning	<input checked="" type="checkbox"/>
Forwarding	<input checked="" type="checkbox"/>

ether2 mt-02

Port Number	2
Role	designated port
Edge Port	<input type="checkbox"/>
Edge Port Discovery	<input checked="" type="checkbox"/>
Point To Point Port	<input checked="" type="checkbox"/>
External FDB	<input type="checkbox"/>
Sending RSTP	<input checked="" type="checkbox"/>
Learning	<input checked="" type="checkbox"/>
Forwarding	<input checked="" type="checkbox"/>

Порты mt-01:

ether1 является корневым портом

ether2 - alternate port (альтернативный корневой порт — действует как резервный для корневого (root port)).

ether3 и vlan-2 - designated port (действуют когда корневой порт заблокирован или утерян, альтернативный становится корневым).

ether2

Port Number	1
Role	alternate port
Edge Port	<input type="checkbox"/>
Edge Port Discovery	<input checked="" type="checkbox"/>
Point To Point Port	<input checked="" type="checkbox"/>
External FDB	<input type="checkbox"/>
Sending RSTP	<input checked="" type="checkbox"/>
Learning	<input type="checkbox"/>
Forwarding	<input type="checkbox"/>

ether3

Port Number	3
Role	designated port
Edge Port	<input checked="" type="checkbox"/>
Edge Port Discovery	<input checked="" type="checkbox"/>
Point To Point Port	<input checked="" type="checkbox"/>
External FDB	<input type="checkbox"/>
Sending RSTP	<input checked="" type="checkbox"/>
Learning	<input checked="" type="checkbox"/>
Forwarding	<input checked="" type="checkbox"/>

ether1

Port Number	2
Role	root port
Edge Port	<input type="checkbox"/>
Edge Port Discovery	<input checked="" type="checkbox"/>
Point To Point Port	<input checked="" type="checkbox"/>
External FDB	<input type="checkbox"/>
Sending RSTP	<input checked="" type="checkbox"/>
Learning	<input checked="" type="checkbox"/>
Forwarding	<input checked="" type="checkbox"/>

Так как ether2 является альтернативным корнем, он не участвует в пересылании трафика.

Пакеты в Wireshark которые относятся к протоколу STP, отправляются в сеть раз в 15 секунд (delay). В каждом таком пакете от портов можно увидеть, кто является корневым коммутатором в сети и роли, флаги самих же этих портов (learning/forwarding/...).

Пример стандартного STP-пакета:

```

8738 2286.589920 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
8751 2288.600183 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
8759 2290.611349 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
8768 2292.620165 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
8777 2294.631675 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03

Frame 8751: 53 bytes on wire (424 bits), 53 bytes captured (424 bits) on interface \Device\NPF_{28F6859A-4216-40A2-
IEEE 802.3 Ethernet
Logical-Link Control
Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
  BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)
  > BPDU flags: 0x3c, Forwarding, Learning, Port Role: Designated
  > Root Identifier: 32768 / 0 / 08:00:27:37:30:03
    Root Bridge Priority: 32768
    Root Bridge System ID Extension: 0
    Root Bridge System ID: PcsCompu_37:30:03 (08:00:27:37:30:03)
    Root Path Cost: 0
  > Bridge Identifier: 32768 / 0 / 08:00:27:37:30:03
    Port identifier: 0x8001
    Message Age: 0
    Max Age: 20
    Hello Time: 2
    Forward Delay: 15
    Version 1 Length: 0

```

После выключения маршрутизатора mt-02: через STP в сеть отправляются пакеты Topology Change (информирование об изменениях в существующем дереве). Выбирается новый Root Bridge и Root Port, некоторые порты меняют свои роли. После включения роутера снова происходит Topology Change и всё возвращается в исходное состояние.

```

206 82.909394 PcsCompu_be:f2:d5 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. TC + Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
207 82.909456 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. TC + Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
225 84.910043 PcsCompu_be:f2:d5 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. TC + Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
226 84.910169 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. TC + Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03
234 86.912516 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03 Co
238 88.914448 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03 Co
244 90.916955 PcsCompu_37:30:03 Spanning-tree-(for-... STP 53 RST. Root = 32768/0/08:00:27:37:30:03 Co

Frame 226: 53 bytes on wire (424 bits), 53 bytes captured (424 bits) on interface \Device\NPF_{28F6859A-4216-40A2-9A0
IEEE 802.3 Ethernet
Logical-Link Control
Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
  BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)
  > BPDU flags: 0x3d, Forwarding, Learning, Port Role: Designated, Topology Change
  > Root Identifier: 32768 / 0 / 08:00:27:37:30:03
    Root Bridge Priority: 32768
    Root Bridge System ID Extension: 0
    Root Bridge System ID: PcsCompu_37:30:03 (08:00:27:37:30:03)
    Root Path Cost: 0
  > Bridge Identifier: 32768 / 0 / 08:00:27:37:30:03

```

Все задания выполнены.