

Российский Университет Дружбы Народов

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

Презентация

выполненной лабораторной работы № 6

Адресация IPv4 и IPv6. Двойной стек

дисциплина: Сетевые технологии

Студент: Танрибергенов Эльдар.

Группа: НПИбд-02-20

Студ. билет № 1032208074

Москва, 2022 г.

Цели работы:

- Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

Ход работы:

1. Разбиение сети на подсети

Сделано:

- Охарактеризовал и разбил IPv4-сети на подсети
- Охарактеризовал и разбил IPv6-сети на подсети

1.1.Разбиение IPv4-сети на подсети

1.1.1.

Характеристика	Значение
Адрес сети	172.16.20.0/24
Длина префикса	24
Маска	255.255.255.0
Broadcast-адрес	172.16.20.255
Адрес сети в двоичной форме	10101100 00010000 00010100 00000000
Маска в двоичной форме	11111111 11111111 11111111 00000000
Broadcast-адрес в двоичной форме	10101100 00010000 00010100 11111111
Число подсетей	$2^{24} = 16777216$
Диапазон адресов узлов	172.16.20.1 – 172.16.20.254

Адрес подсети	Broadcast-адрес	Маска
10101100 00010000 00010100 10000000 172.16.20.128/25	10101100 00010000 00010100 11111111 172.16.20.255/25	11111111 11111111 11111111 10000000 255.255.255.128/25
10101100 00010000 00010100 01000000 172.16.20.64 /26	10101100 00010000 00010100 01111111 172.16.20.127 /26	11111111 11111111 11111111 11000000 255.255.255.192/26
10101100 00010000 00010100 11000000 172.16.20.192/26	10101100 00010000 00010100 11111111 172.16.20.255 /26	11111111 11111111 11111111 11000000 255.255.255.192/26

1.1.2.

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.64/26
Длина префикса	26
Маска	255.255.255.192
Broadcast-адрес	10.10.1.255
Адрес сети в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 01000000
Маска в двоичной форме	11111111 11111111 11111111 11000000
Broadcast-адрес в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 01111111
Число подсетей	$2^{26} = 67\ 108\ 864$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.65 – 10.10.1.126

Адрес подсети	Broadcast-адрес	Маска
00001010 00001010 00000001 01100000 10.10.1.96/27	00001010 00001010 00000001 01111111 10.10.1.127 /27	11111111 11111111 11111111 11100000 255.255.255.224 /27

Характеристика	Значение
Длина префикса	27
Число подсетей	$2^{27} = 134\,217\,728$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.97 – 10.10.1.126

1.1.3.

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.0/26
Длина префикса	26
Маска	255.255.255.192
Broadcast-адрес	10.10.1.63
Адрес сети в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 00000000
Маска в двоичной форме	11111111 11111111 11111111 11000000
Broadcast-адрес в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 00111111
Число подсетей	$2^{26} = 67\,108\,864$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.1 – 10.10.1.254

Адрес подсети	Broadcast-адрес	Маска
00001010 00001010 00000001 00010000 10.10.1.16/28	00001010 00001010 00000001 00011111 10.10.1.31/28	11111111 11111111 11111111 11110000 255.255.255.240/28

Характеристика	Значение
Длина префикса	28
Число подсетей	$2^{28} = 268\,435\,456$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.17 – 10.10.1.31

1.2.Разбиение IPv6-сети на подсети

1.2.1.

Характеристика	Значение
Адрес сети	2001:db8:c0de::/48
Длина префикса	48
Маска	ffff:ffff:ffff::
Тип	Индивидуальный (Unicast), глобальный
Префикс	2001:db8:c0de::
Двоичное представление префикса	0010000000000001 0000110110111000 1100000011011110 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000
Диапазон адресов для узлов сети	2001:db8:c0de::0001 – 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff

Разбиение на две подсети первым способом:

2001:db8:c0de:0001::/64

2001:db8:c0de:a000::/64

Вторым способом:

2001:db8:c0de:0000:0001::/64

2001:db8:c0de:0000:a000::/64

1.2.2.

Характеристика	Значение
Адрес сети	2a02:6b8::/64
Длина префикса	64
Маска	ffff:ffff:ffff:ffff::
Тип	Индивидуальный (Unicast), глобальный
Префикс	2a02:6b8::
Двоичное представление префикса	00101010000000010 0000011010111000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000
Диапазон адресов для узлов сети	2a02:6b8::0001 – 2a02:6b8::ffff

Разбиение на 2 подсети первым способом:

2a02:6b8:0001::/80

2a02:6b8:a000::/80

Разбиение на 2 подсети вторым способом:

2a02:6b8:0000:0001::/80

2a02:6b8:0000:a000::/80

2. Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Сделано:

- Повторил топологию сети из файла ЛР
- Настроил IPv4-адресацию для интерфейсов узлов PC1, PC2, Server
- Настроил IPv6-адресацию для интерфейсов узлов PC3, PC4, Server
- Настроил IPv4-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора FRR
- Настроил IPv4-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора VyOS
- Убедился, что устройства из подсети IPv4 не доступны для устройств из подсети IPv6 и наоборот
- Посмотрел и проанализировал захваченный на соединении сервера двойного стека адресации с коммутатором трафик ARP, ICMP, ICMPv6.

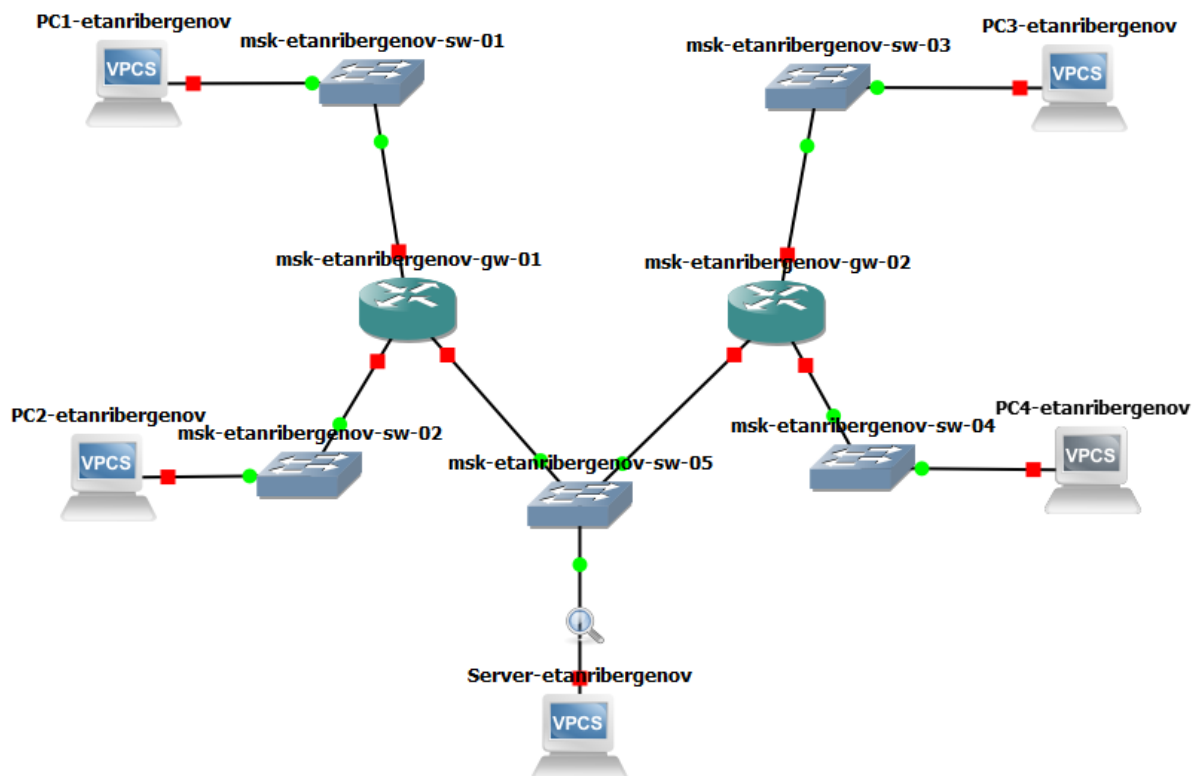


Рис.2.1. Топология сети с двумя локальными подсетями

```
VPCS> ip 172.16.20.10/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
VPCS : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> █
```

Рис.2.2. Настройка IPv4-адресации узла PC1

```
VPCS> ip 172.16.20.138/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
VPCS : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> █
```

Рис.2.3. Настройка IPv4-адресации узла PC2

```
VPCS> ip 64.100.1.10/24 64.100.1.1
Checking for duplicate address...
VPCS : 64.100.1.10 255.255.255.0 gateway 64.100.1.1

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> █
```

Рис.2.4. Настройка IPv4-адресации узла Server


```
PC1-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip
NAME          : VPCS[1]
IP/MASK       : 172.16.20.10/25
GATEWAY       : 172.16.20.1
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:02
LPORT        : 20048
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20049
MTU           : 1500

VPCS> show ipv6
NAME          : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
GLOBAL SCOPE    :
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:02
LPORT        : 20048
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20049
MTU           : 1500

VPCS> █
```

Рис.2.5. Конфигурация IPv4 и IPv6 на узле PC1

```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip
NAME          : VPCS[1]
IP/MASK       : 172.16.20.138/25
GATEWAY       : 172.16.20.129
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:01
LPORT        : 20046
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20047
MTU           : 1500

VPCS> show ipv6
NAME          : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    :
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:01
LPORT        : 20046
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20047
MTU           : 1500

VPCS> █
```

Рис.2.6. Конфигурация IPv4 и IPv6 на узле PC2

```
frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-etanribergenov-gw-01
msk-etanribergenov-gw-01(config)# exit
msk-etanribergenov-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
% Not all daemons are up, cannot write config.
msk-etanribergenov-gw-01#
msk-etanribergenov-gw-01#
```

Рис.2.7. Смена имени маршрутизатора

```
msk-etanribergenov-gw-01(config)# interface eth1
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.129/25
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# exit
msk-etanribergenov-gw-01(config)#
msk-etanribergenov-gw-01(config)#
```

Рис.2.8. Настройка IPv4-адресации маршрутизатора

```
msk-etanribergenov-gw-01#
msk-etanribergenov-gw-01# configure terminal
msk-etanribergenov-gw-01(config)# interface eth0
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# exit
msk-etanribergenov-gw-01(config)#
```

Рис.2.9. Настройка IPv4-адресации маршрутизатора

```
msk-etanribergenov-gw-01(config)# interface eth2
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# ip address 64.100.1.1/24
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-etanribergenov-gw-01(config-if)# exit
msk-etanribergenov-gw-01(config)# exit
msk-etanribergenov-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
% Not all daemons are up, cannot write config.
msk-etanribergenov-gw-01#
```

Рис.2.10. Настройка IPv4-адресации маршрутизатора

```
msk-etanribergenov-gw-01 - PuTTY
msk-etanribergenov-gw-01# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.1
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-etanribergenov-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 172.16.20.1/25
exit
!
interface eth1
 ip address 172.16.20.129/25
exit
!
interface eth2
 ip address 64.100.1.1/24
exit
!
end
```

Рис.2.11. Проверка конфигурации маршрутизатора

```
msk-etanribergenov-gw-01# show interface brief
Interface      Status  VRF      Addresses
-----
eth0            up      default  172.16.20.1/25
eth1            up      default  172.16.20.129/25
eth2            up      default  64.100.1.1/24
eth3            down    default
eth4            down    default
eth5            down    default
eth6            down    default
eth7            down    default
lo              up      default
msk-etanribergenov-gw-01#
```

Рис.2.12. Проверка настройки IPv4-адресации маршрутизатора

```
PC1-etanribergenov - PuTTY
MTU: : 1500

VPCS> ping 172.16.20.138

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=19.822 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=6.689 ms
^C
VPCS> trace 172.16.20.138
trace to 172.16.20.138, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.1 3.098 ms 13.398 ms 1.748 ms
 2 *172.16.20.138 10.964 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10/24

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=6.292 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.135 ms
^C
VPCS> trace 64.100.1.10/24
trace to 64.100.1.10, 24 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.1 7.146 ms 3.718 ms 4.645 ms
 2 *64.100.1.10 4.517 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> 
```

Рис.2.12. Пингование узлом PC1 узла PC2 и сервера с двойным стеком

```
PC2-etanribergenov - PuTTY
MTU: : 1500

VPCS> ping 172.16.20.10/25

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=15.363 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.397 ms
^C
VPCS> trace 172.16.20.10/25
trace to 172.16.20.10, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.129 5.409 ms 8.046 ms 6.980 ms
 2 *172.16.20.10 24.435 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10/24

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.166 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=8.359 ms
^C
VPCS> trace 64.100.1.10/24
trace to 64.100.1.10, 24 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.129 1.145 ms 2.400 ms 1.031 ms
 2 *64.100.1.10 8.382 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> 
```

Рис.2.12. Пингование узлом PC2 узла PC1 и сервера с двойным стеком

```
VPCS> ip 2001:db8:c0de:12::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> 
```

Рис.2.13. Настройка IPv6-адресации узла PC3

```
VPCS> ip 2001:db8:c0de:13::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> 
```

Рис.2.14. Настройка IPv6-адресации узла PC2

```
VPCS>
VPCS> ip 2001:db8:c0de:11::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:11::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> 
```

Рис.2.15. Настройка IPv6-адресации узла Server

```
PC3-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 20050
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20051
MTU        : 1500

VPCS> show ipv6

NAME           : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6803/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:12::a/64
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:03
LPORT        : 20050
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20051
MTU          : 1500

VPCS> █
```

Рис.2.16. Конфигурация IPv4 и IPv6 узла PC3

```
PC4-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20052
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20053
MTU        : 1500

VPCS> show ipv6

NAME           : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6804/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:13::a/64
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:04
LPORT        : 20052
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20053
MTU          : 1500

VPCS> █
```

Рис.2.17. Конфигурация IPv4 и IPv6 узла PC4

```
msk-etanribergenov-gw-02 - PuTTY

Welcome to VyOS - vyos ttyS0

vyos login: vyos
Password:
Linux vyos 5.4.156-amd64-vyos #1 SMP Thu Oct 28 18:19:14 UTC 2021 x86_64
Welcome to VyOS!

Check out project news at https://blog.vyos.io
and feel free to report bugs at https://phabricator.vyos.net

Visit https://support.vyos.io to create a support ticket.

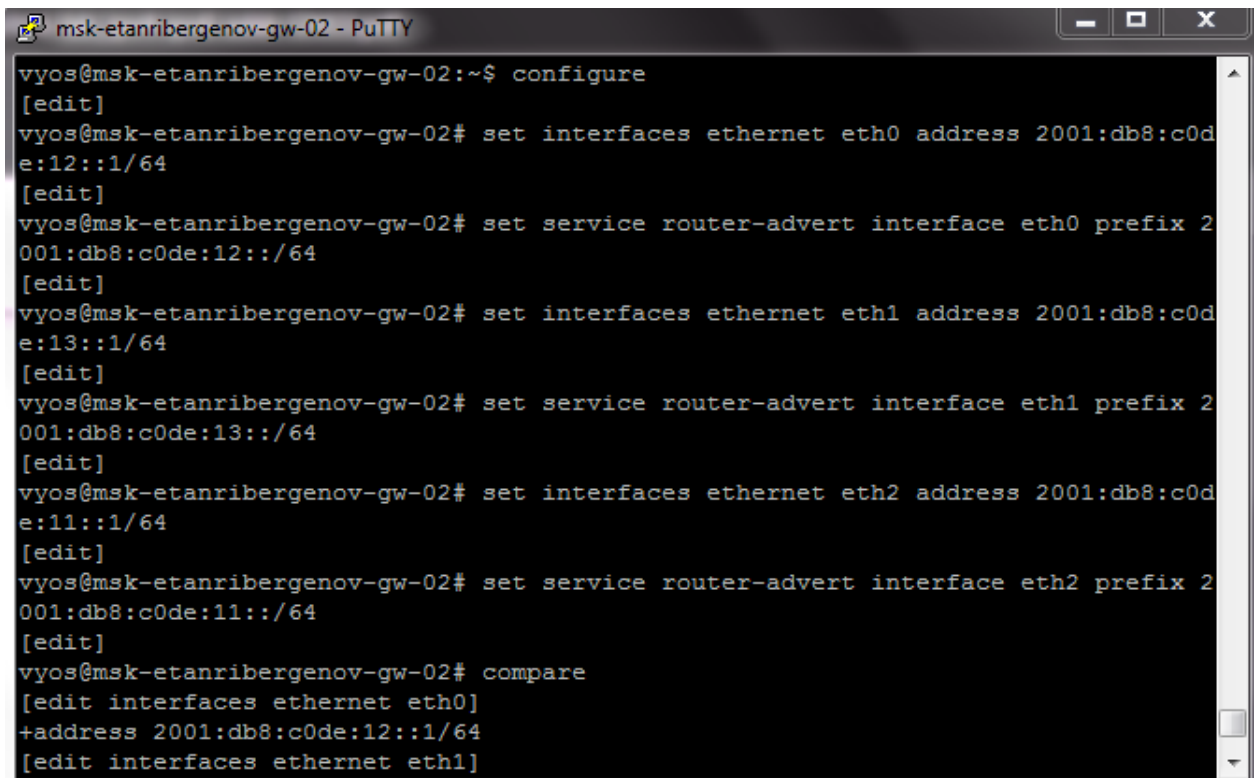
You can change this banner using "set system login banner post-login" command.

VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright
Use of this pre-built image is governed by the EULA you can find at
/usr/share/vyos/EULA
vyos@vyos:~$ install image
Welcome to the VyOS install program. This script
will walk you through the process of installing the
VyOS image to a local hard drive.
Would you like to continue? (Yes/No) [Yes]:
```

Рис.2.18. Установка системы на маршрутизатор VyOS

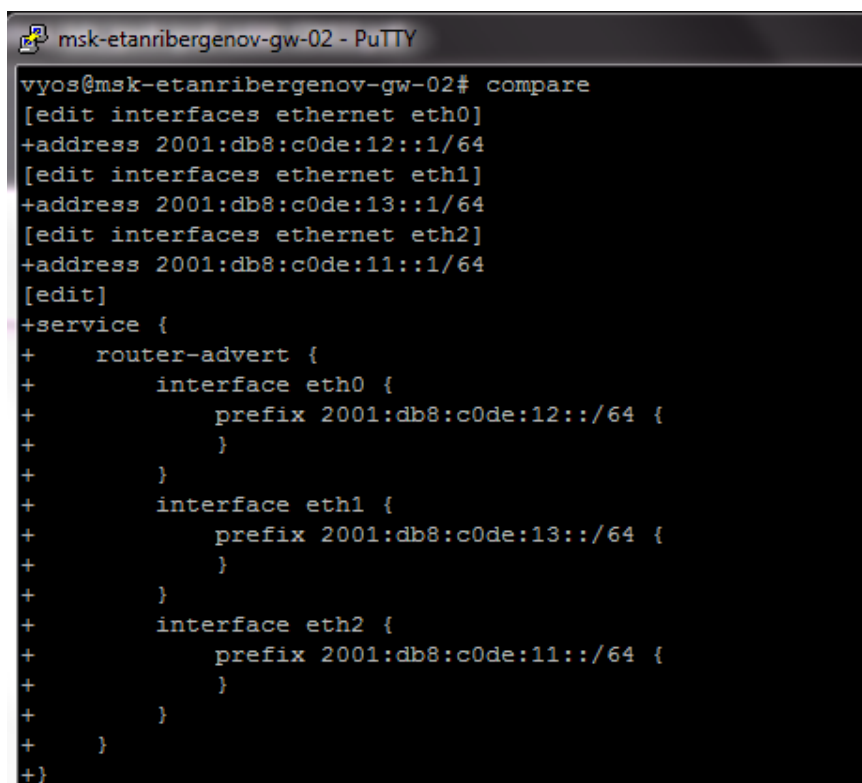
```
Use of this pre-built image is governed by the EULA you can
/usr/share/vyos/EULA
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name msk-etanribergenov-gw-02
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit system]
>host-name msk-etanribergenov-gw-02
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ reboot
```

Рис.2.19. Режим конфигурирования: изменение имени устройства



```
vyos@msk-etanribergenov-gw-02:~$ configure
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12::1/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0de:12::/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:13::1/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:c0de:13::/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::1/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# set service router-advert interface eth2 prefix 2001:db8:c0de:11::/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 2001:db8:c0de:12::1/64
[edit interfaces ethernet eth1]
```

Рис.2.20. Настройка IPv6-адресации маршрутизатора VyOS



```
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 2001:db8:c0de:12::1/64
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 2001:db8:c0de:13::1/64
[edit interfaces ethernet eth2]
+address 2001:db8:c0de:11::1/64
[edit]
+service {
+   router-advert {
+       interface eth0 {
+           prefix 2001:db8:c0de:12::/64 {
+               }
+           }
+       interface eth1 {
+           prefix 2001:db8:c0de:13::/64 {
+               }
+           }
+       interface eth2 {
+           prefix 2001:db8:c0de:11::/64 {
+               }
+           }
+   }
+}
```

Рис.2.21. Просмотр изменений в конфигурации


```
msk-etanribergenov-gw-02 - PuTTY
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:04:e3:ba:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:04:e3:ba:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:04:e3:ba:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-02#
```

Рис.2.22. Сохранение конфигурации и просмотр интерфейсов

```
PC3-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a/64

2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=19.679 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.098 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::a/64

trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  1.576 ms  1.647 ms  5.267 ms
 2 2001:db8:c0de:13::a  19.830 ms  27.375 ms  5.938 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::1/64

2001:db8:c0de:12::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=2.411 ms
2001:db8:c0de:12::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=1.876 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::1/64

trace to 2001:db8:c0de:12::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  2.257 ms  3.221 ms  2.866 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::1/64

2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=2.286 ms
```

Рис.2.23. Проверка соединения на узле PC3

```
PC3-etanribergenov - PuTTY
trace to 2001:db8:c0de:12::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1    2.257 ms   3.221 ms   2.866 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::1/64

2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=2.286 ms
2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=1.480 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::1/64

trace to 2001:db8:c0de:13::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    1.915 ms   1.879 ms   5.406 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::1/64

2001:db8:c0de:11::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=3.251 ms
2001:db8:c0de:11::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=2.253 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::1/64

trace to 2001:db8:c0de:11::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:11::1    7.671 ms   6.850 ms   3.067 ms

VPCS> █
```

Рис.2.24. Проверка соединения на узле PC3

```
PC4-etanribergenov - PuTTY
VPCS>
VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=10.381 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.417 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::a/64

trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    1.340 ms   2.090 ms   3.120 ms
 2 2001:db8:c0de:12::a    15.125 ms   3.586 ms   2.723 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::1/64 -o 2
Invalid options

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::1/64

2001:db8:c0de:12::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=1.245 ms
2001:db8:c0de:12::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=3.669 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::1/64

trace to 2001:db8:c0de:12::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1    7.240 ms   1.428 ms   5.707 ms
```

Рис.2.25. Проверка соединения на узле PC4

```
PC4-etanribergenov - PuTTY
VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::1/64

trace to 2001:db8:c0de:12::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1    7.240 ms   1.428 ms   5.707 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::1/64

2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=1.517 ms
2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=1.049 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::1/64

trace to 2001:db8:c0de:13::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    1.670 ms   3.069 ms   2.323 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::1/64

2001:db8:c0de:11::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=2.534 ms
2001:db8:c0de:11::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=2.462 ms
^C
VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::1/64

trace to 2001:db8:c0de:11::1, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:11::1   17.350 ms  21.791 ms  11.819 ms
```

Рис.2.26. Проверка соединения на узле PC4

```
VPCS>
VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64

host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable

VPCS> █
```

Рис.2.27. Пингование узла PC3 узлом PC1

```
VPCS> ping 172.16.20.10/25

host (172.16.20.10) not reachable

VPCS> █
```

Рис.2.28. Пингование узла PC1 узлом PC3

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 64.100.1.10 (Request)
2	1.000366	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 64.100.1.10 (Request)
3	2.002562	2001:db8:c0de:11::a	ff02::2	ICMPv6	62	Router Solicitation
4	231.995930	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 64.100.1.10 (Request)
5	232.996778	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 64.100.1.10 (Request)
6	233.996837	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 64.100.1.10 (Request)
7	1056.351393	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
8	1056.354009	::	ff02::1:ff42:2	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::e22:2eff:fe42...
9	1056.610364	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
10	1057.457845	fe80::e22:2eff:fe42...	ff02::16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
11	1057.487813	fe80::e22:2eff:fe42...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
12	1058.364354	fe80::e22:2eff:fe42...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
13	1058.368211	fe80::e22:2eff:fe42...	ff02::16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
14	1356.828771	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
15	1357.105179	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
16	1357.410626	::	ff02::1:ff60:2	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::eff:2aff:fe60...
17	1358.458217	fe80::eff:2aff:fe60...	ff02::16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
18	1358.462848	fe80::eff:2aff:fe60...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
19	1359.137518	fe80::eff:2aff:fe60...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2

▶ Frame 1: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits) on interface -, id 0
 ▶ Ethernet II, Src: Private_66:68:00 (00:50:79:66:68:00), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 ▶ Address Resolution Protocol (request/gratuitous ARP)

Рис.2.29. Захваченный трафик (ARP и ICMPv6)

23	1539.328131	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x05b9, seq=1/256, tt...
24	1539.328349	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x05b9, seq=1/256, tt...
25	1540.332912	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x06b9, seq=2/512, tt...
26	1540.333054	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x06b9, seq=2/512, tt...
28	1550.407424	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	86	Destination unreachable (Port unreachable)
30	1550.416939	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	86	Destination unreachable (Port unreachable)
32	1550.435181	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	86	Destination unreachable (Port unreachable)

▶ Frame 23: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface -, id 0
 ▶ Ethernet II, Src: 0c:22:2e:42:00:02 (0c:22:2e:42:00:02), Dst: Private_66:68:00 (00:50:79:66:68:00)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.20.10, Dst: 64.100.1.10
 ▶ Internet Control Message Protocol

Рис.2.30. Захваченный трафик (ICMP)

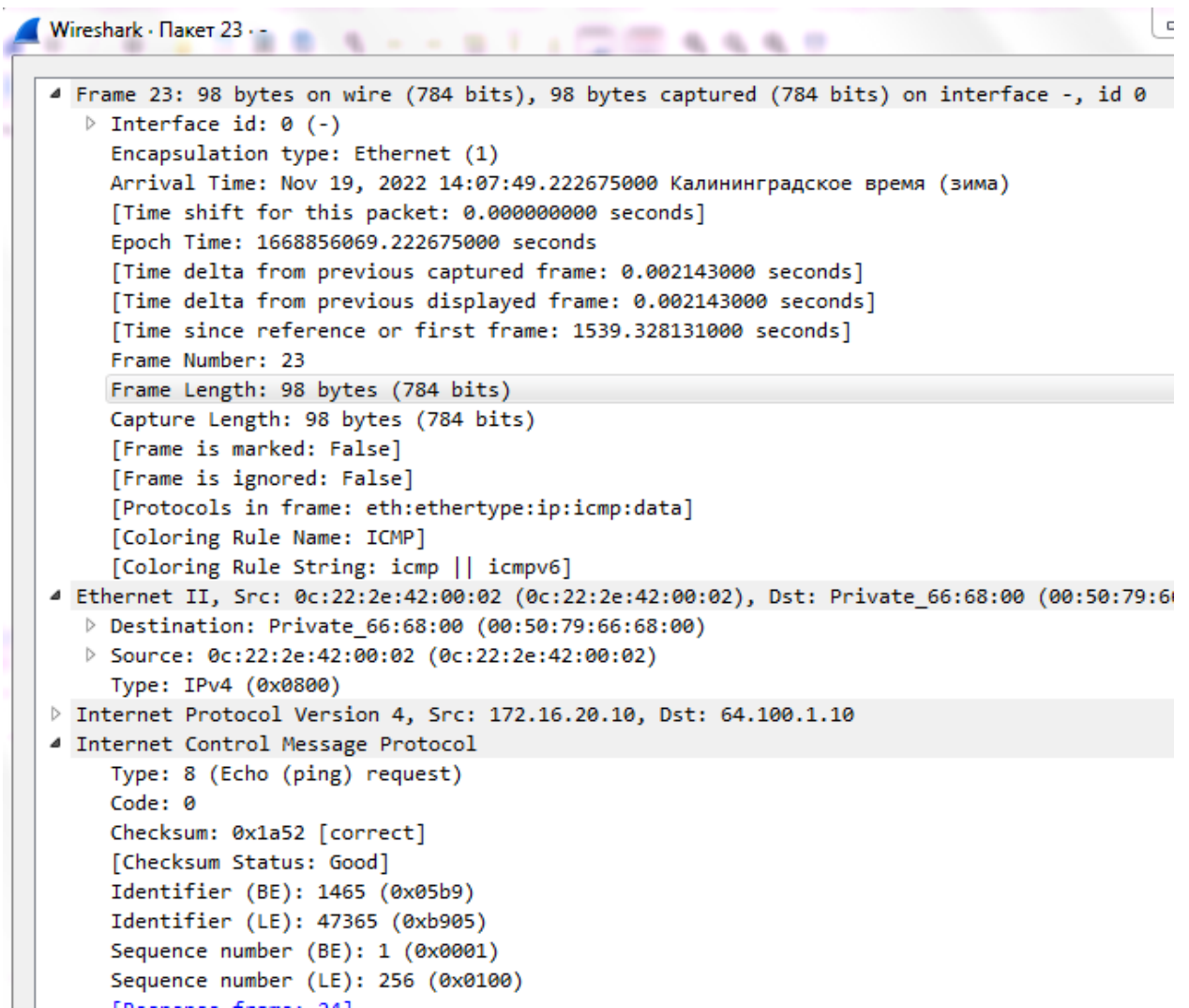


Рис.2.32. Пакет ICMP

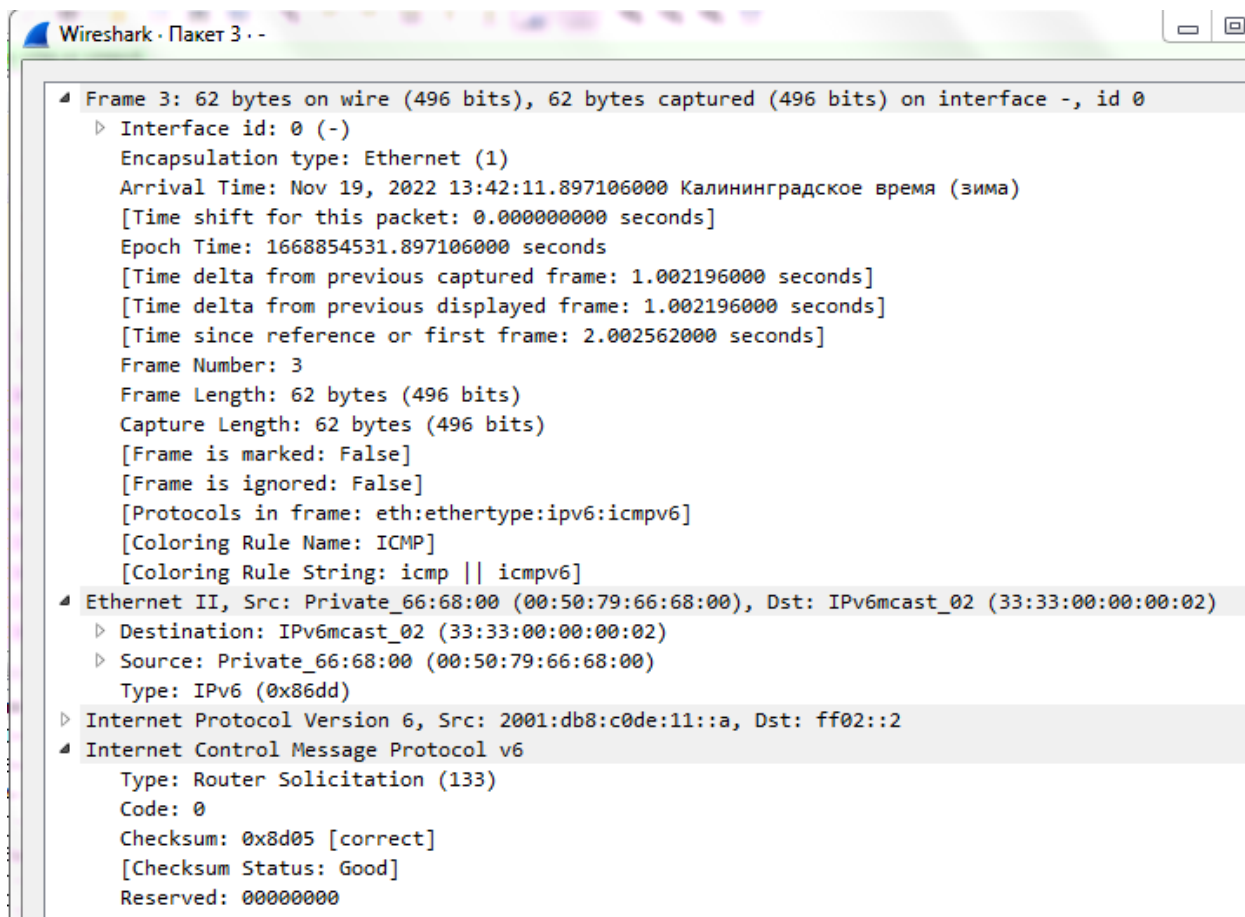


Рис.2.33. Пакет ICMPv6

3. Задание для самостоятельного выполнения



Рис. 3.1. Топология сети

1. Охарактеризовал подсети, указал, какие адреса в них входят.

Таблица 3.1. Характеристики первой подсети (IPv4)

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.96/27
Длина префикса	27
Маска	255.255.255.224
Broadcast-адрес	10.10.1.127
Адрес сети в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 01100000
Маска в двоичной форме	11111111 11111111 11111111 11100000
Broadcast-адрес в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 01111111
Число подсетей	$2^{27} = 134\ 217\ 728$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.97 – 10.10.1.126

Таблица 3.2. Характеристики первой подсети (IPv6)

Характеристика	Значение
Адрес сети	2001:DB8:1:1::/64
Длина префикса	64
Маска	ffff:ffff:ffff:ffff::
Тип	Индивидуальный (Unicast), глобальный
Префикс	2001:DB8:1:1::
Двоичное представление префикса	0010000000000001 0000110110111000 0000000000000001 0000000000000001 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000
Диапазон адресов узлов сети	2001:DB8:1:1::1 – 2001:DB8:1:1::ffff

Таблица 3.3. Характеристики второй подсети (IPv4)

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.16/28
Длина префикса	28
Маска	255.255.255.240
Broadcast-адрес	10.10.1.255
Адрес сети в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 00010000
Маска в двоичной форме	11111111 11111111 11111111 11110000
Broadcast-адрес в двоичной форме	00001010 00001010 00000001 11111111
Число подсетей	$2^{28} = 268\,435\,456$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.17 – 10.10.1.31

Таблица 3.4. Характеристики второй подсети (IPv6)

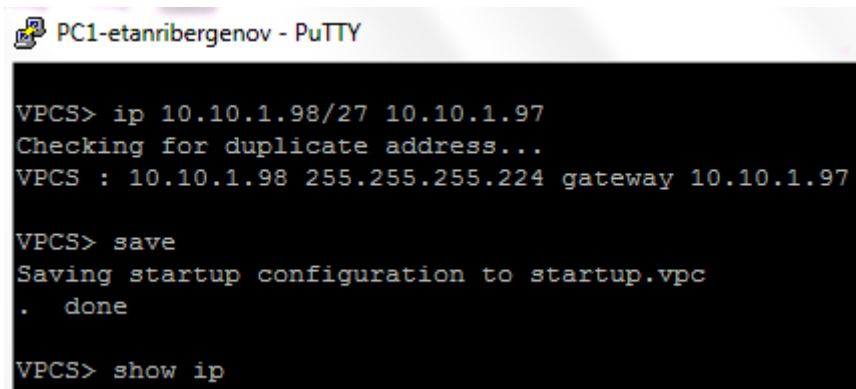
Характеристика	Значение
Адрес сети	2001:DB8:1:4::/64
Длина префикса	64
Маска	ffff:ffff:ffff:ffff::
Тип	Индивидуальный (Unicast), глобальный
Префикс	2001:DB8:1:4::
Двоичное представление префикса	00100000000000001 0000110110111000 00000000000000001 00000000000000100 00000000000000000 00000000000000000 00000000000000000 00000000000000000
Диапазон адресов узлов сети	2001:DB8:1:4::1 – 2001:DB8:1:4::ffff

- Предложил вариант таблицы адресации для заданной топологии и адресного пространства, причём для интерфейсов маршрутизатора выбрал наименьший адрес в подсети.

Таблица 3.5. Таблица адресации

Устройство	Интерфейс	IPv4-адрес	IPv6-адрес	Шлюз по умолчанию
gw-01	eth0	10.10.1.97/27	2001:DB8:1:1::1/64	
gw-01	eth1	10.10.1.17/28	2001:DB8:1:4::1/64	
PC-1	NIC	10.10.1.96/27	2001:DB8:1:1::a/64	10.10.1.97
PC-2	NIC	10.10.1.18/28	2001:DB8:1:4::a/64	10.10.1.17

3. Настроил IP-адресацию на маршрутизаторе VyOS и оконечных устройствах, причём на интерфейсах маршрутизатора установил наименьший адрес в подсети.



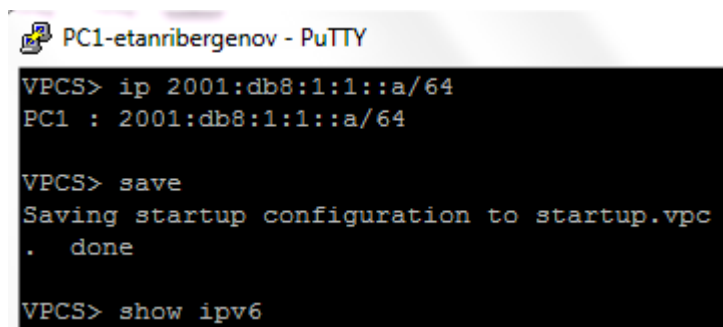
```
PC1-etanribergenov - PuTTY

VPCS> ip 10.10.1.98/27 10.10.1.97
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.98 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip
```

Рис. 3.2. Установка IP-адреса узлу PC1



```
PC1-etanribergenov - PuTTY

VPCS> ip 2001:db8:1:1::a/64
PC1 : 2001:db8:1:1::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ipv6
```

Рис. 3.3. Установка IPv6-адреса узлу PC1

```
PC1-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 10.10.1.98/27
GATEWAY    : 10.10.1.97
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20011
MTU        : 1500

VPCS> show ipv6

NAME       : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:1::a/64
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER : 0c:70:3f:9d:00:00
MAC           : 00:50:79:66:68:00
LPORT        : 20010
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20011
MTU          : 1500

VPCS> 
```

Рис. 3.4. Проверка настройки узла PC1

```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ip 10.10.1.18/28 10.10.1.17
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.18 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17

VPCS> save
```

Рис. 3.5. Установка IP-адреса узлу PC2

```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ip 2001:db8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ipv6
```

Рис. 3.6. Установка IPv6-адреса узлу PC2

```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> show ip
NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 10.10.1.18/28
GATEWAY    : 10.10.1.17
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:01
LPORT      : 20008
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20009
MTU        : 1500

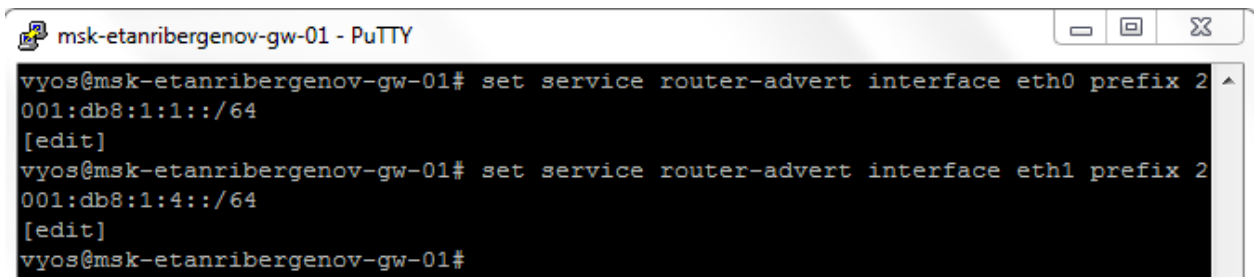
VPCS> show ipv6
NAME           : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:4::a/64
DNS             :
ROUTER LINK-LAYER : 0c:70:3f:9d:00:01
MAC             : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20008
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20009
MTU             : 1500

VPCS> 
```

Рис. 3.7. Проверка настройки узла PC2

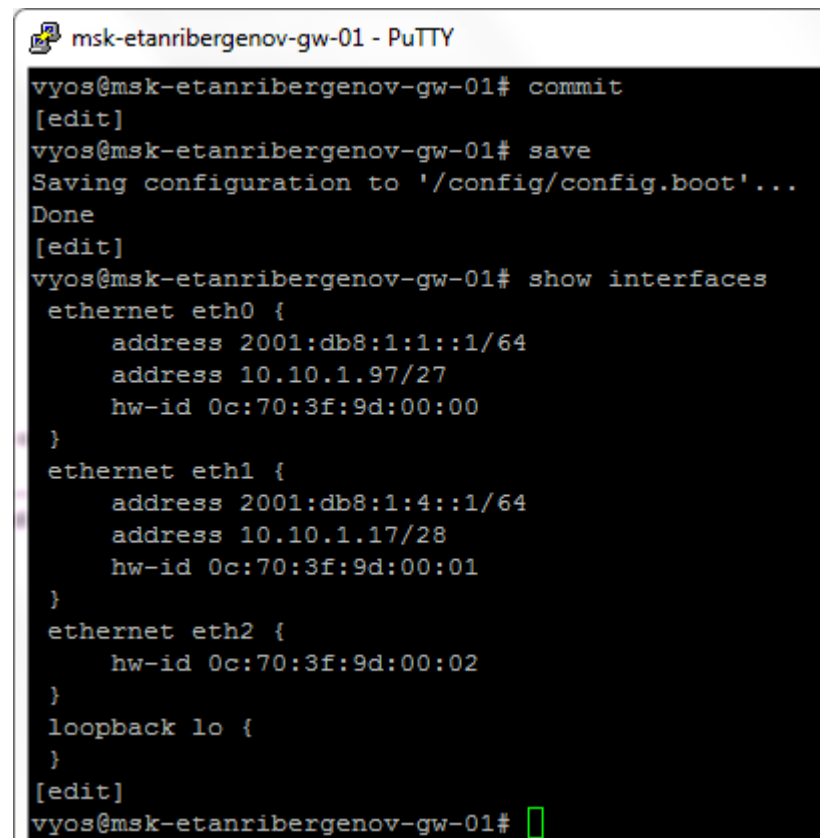
```
msk-etanribergenov-gw-01 - PuTTY
vyos@msk-etanribergenov-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:1:1::1/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:1:4::1/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
```

Рис. 3.8. Настройка IP- и IPv6-адресации маршрутизатора VyOS



```
msk-etanribergenov-gw-01 - PuTTY
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set service router-advert interface eth0 prefix 2
001:db8:1:1::/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2
001:db8:1:4::/64
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01#
```

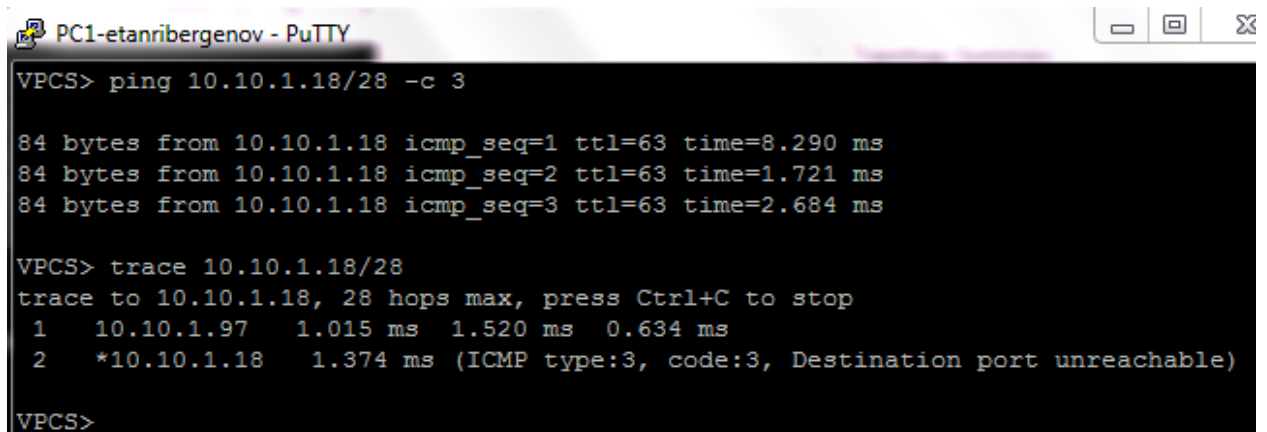
Рис. 3.9. Настройка IP- и IPv6-адресации маршрутизатора VyOS



```
msk-etanribergenov-gw-01 - PuTTY
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 2001:db8:1:1::1/64
    address 10.10.1.97/27
    hw-id 0c:70:3f:9d:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2001:db8:1:4::1/64
    address 10.10.1.17/28
    hw-id 0c:70:3f:9d:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    hw-id 0c:70:3f:9d:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
vyos@msk-etanribergenov-gw-01#
```

Рис. 3.10. Проверка интерфейсов маршрутизатора VyOS

4. Проверил подключение между устройствами подсети с помощью команд ping и trace. Успешно – сеть работает.



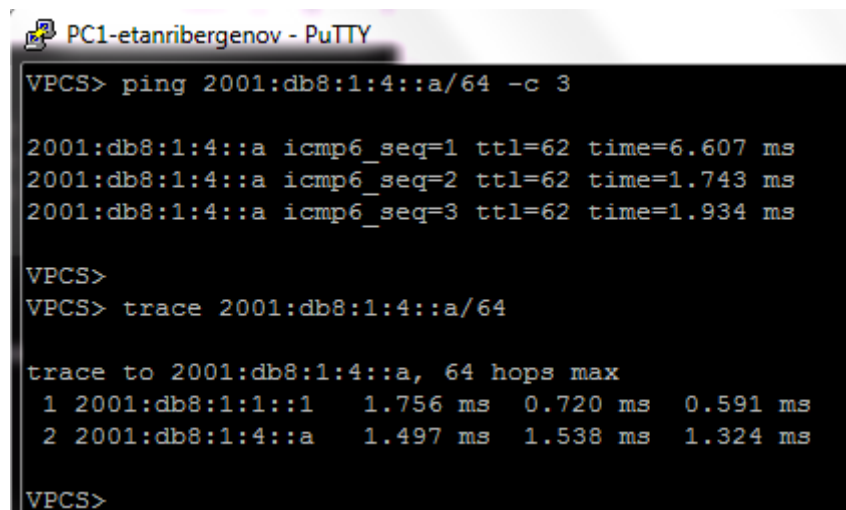
```
PC1-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ping 10.10.1.18/28 -c 3

84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=8.290 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.721 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.684 ms

VPCS> trace 10.10.1.18/28
trace to 10.10.1.18, 28 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.97    1.015 ms  1.520 ms  0.634 ms
 2  *10.10.1.18  1.374 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>
```

Рис. 3.11. Проверка IP-соединения на узле PC1



```
PC1-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ping 2001:db8:1:4::a/64 -c 3

2001:db8:1:4::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=6.607 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.743 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=1.934 ms

VPCS>
VPCS> trace 2001:db8:1:4::a/64

trace to 2001:db8:1:4::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:1::1 1.756 ms 0.720 ms 0.591 ms
 2 2001:db8:1:4::a 1.497 ms 1.538 ms 1.324 ms

VPCS>
```

Рис. 3.12. Проверка IPv6-соединения на узле PC1



```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ping 2001:db8:1:1::a/64 -c 3

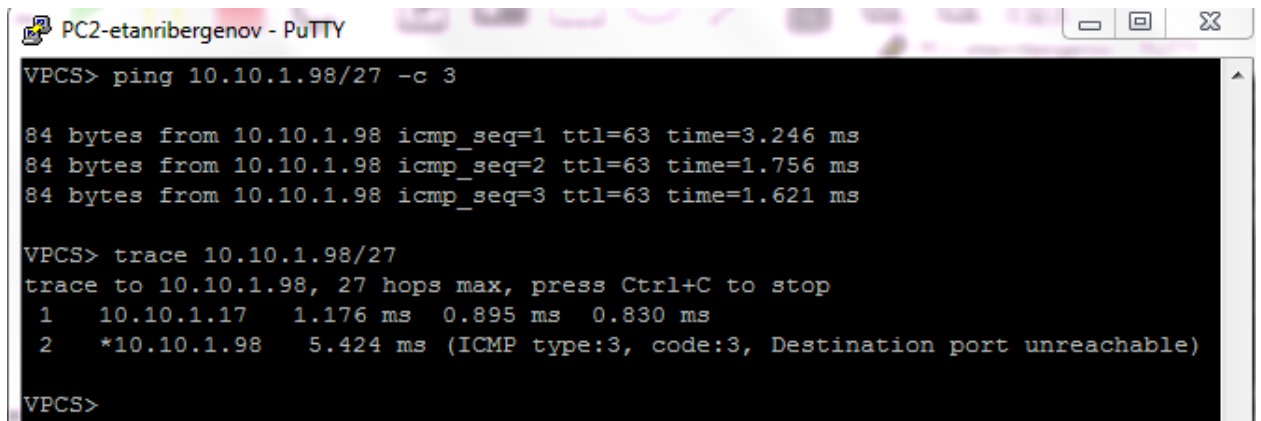
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.886 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.715 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.639 ms

VPCS> trace 2001:db8:1:1::a/64

trace to 2001:db8:1:1::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1 0.879 ms 1.660 ms 0.662 ms
 2 2001:db8:1:1::a 1.532 ms 1.394 ms 3.187 ms

VPCS>
```

Рис. 3.13. Проверка IP-соединения на узле PC2



```
PC2-etanribergenov - PuTTY
VPCS> ping 10.10.1.98/27 -c 3

84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.246 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.756 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.621 ms

VPCS> trace 10.10.1.98/27
trace to 10.10.1.98, 27 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.17    1.176 ms  0.895 ms  0.830 ms
 2  *10.10.1.98   5.424 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>
```

Рис. 3.14. Проверка IPv6-соединения на узле PC2

Вывод:

В результате выполнения лабораторной работы я изучил принципы распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.