

Лабораторная работа №6

Дисциплина: Сетевые технологии

Бахи сиди али темассини

2026-02-16

Содержание I

1 Цель работы

- Изучить принципы распределения адресного пространства IPv4 и IPv6
- Освоить методы разбиения сетей на подсети
- Настроить и проверить работу двойного стека IPv4/IPv6
- Проанализировать изоляцию подсетей и сетевой трафик

2 Разбиение IPv4-сети на подсети (Задание 1)

Исходная сеть: 172.16.20.0/24

- Маска: 255.255.255.0
- Диапазон узлов: 172.16.20.1 – 172.16.20.254
- Broadcast: 172.16.20.255

Требуется: 3 подсети на 126 / 62 / 62 узла

3 IPv4: Результат разбиения

- **Подсеть 1:** 172.16.20.0/25
 - Узлы: 172.16.20.1 – 172.16.20.126
 - Broadcast: 172.16.20.127
- **Подсеть 2:** 172.16.20.128/26
 - Узлы: 172.16.20.129 – 172.16.20.190
 - Broadcast: 172.16.20.191
- **Подсеть 3:** 172.16.20.192/26
 - Узлы: 172.16.20.193 – 172.16.20.254
 - Broadcast: 172.16.20.255
- Подсети не пересекаются
- Адресное пространство использовано полностью

4 Разбиение IPv4-сети (Задание 2)

Исходная сеть: 10.10.1.64/26

- Маска: 255.255.255.192
- Диапазон узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.126

Выделение подсети на 30 узлов:

- Новый префикс: /27
- Подсеть: 10.10.1.64/27
- Диапазон узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.94
- Broadcast: 10.10.1.95

5 Разбиение IPv4-сети (Задание 3)

Исходная сеть: 10.10.1.0/26

- Диапазон узлов: 10.10.1.1 – 10.10.1.62

Подсеть на 14 узлов:

- Префикс: /28
- Подсеть: 10.10.1.0/28
- Узлы: 10.10.1.1 – 10.10.1.14
- Broadcast: 10.10.1.15

6 Разбиение IPv6-сети (Задание 1)

Исходная сеть: 2001:db8:c0de::/48 (документационное пространство IPv6)

- Диапазон адресов:
 - 2001:db8:c0de:: – 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

7 IPv6: Способ 1 – Subnet ID

- Используется 1 бит Subnet ID
- Новый префикс: /49

Результат:

- 2001:db8:c0de:0000::/49
- 2001:db8:c0de:8000::/49
- Деление на две равные подсети
- Interface ID остаётся 64-битным

8 IPv6: Способ 2 – Interface ID

- Выбрана подсеть /64
- Используется 1 бит Interface ID
- Новый префикс: /65

Результат:

- 2001:db8:c0de:0000::/65
- 2001:db8:c0de:0000:8000::/65
- Деление внутри одной /64
- Уменьшение Interface ID до 63 бит

9 Настройка двойного стека IPv4/IPv6 – Топология

- Создан проект в GNS3
- Используются FRR (IPv4) и VyOS (IPv6)
- Включён захват трафика

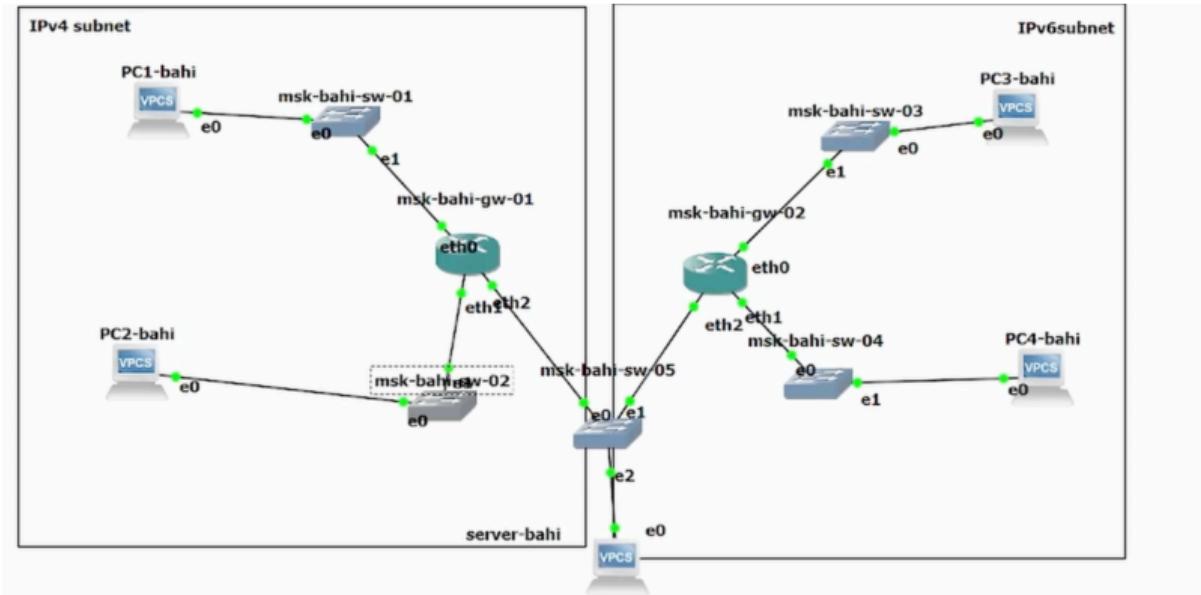
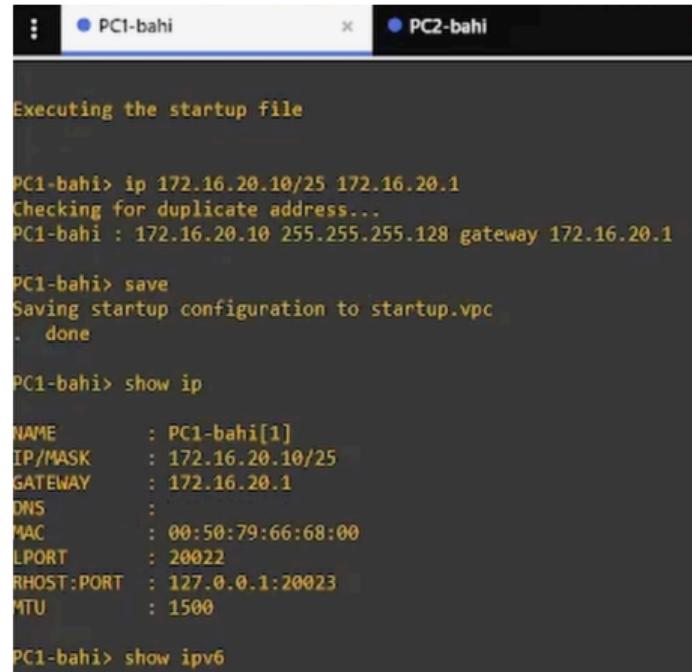


Рисунок 1: Топология сети IPv4 и IPv6

10 IPv4: Настройка PC1

- Адрес: 172.16.20.10/25
- Шлюз: 172.16.20.1
- Проверка: show ip, show ipv6



The terminal window shows the configuration process for PC1-bahi:

```
Executing the startup file

PC1-bahi> ip 172.16.20.10/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
PC1-bahi : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

PC1-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

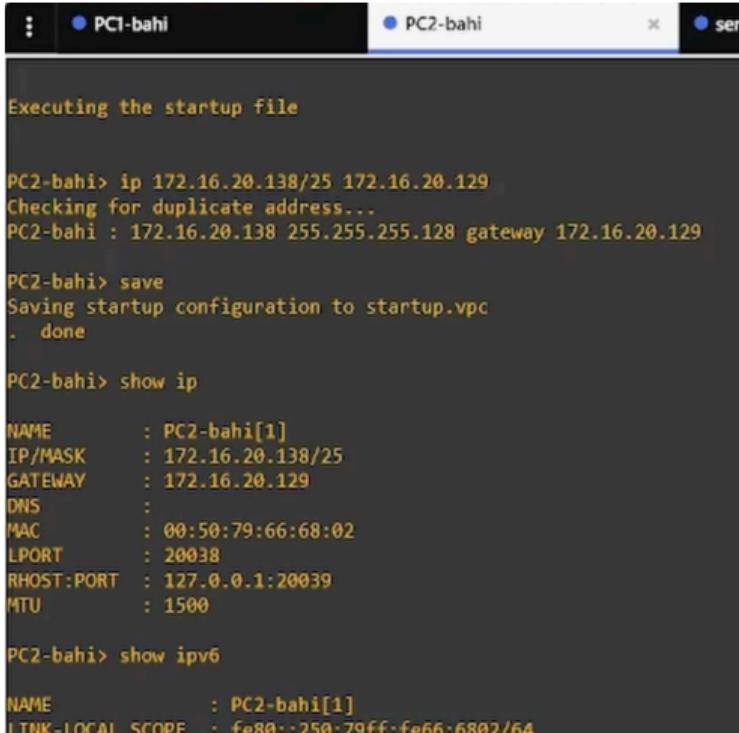
PC1-bahi> show ip

NAME      : PC1-bahi[1]
IP/MASK   : 172.16.20.10/25
GATEWAY   : 172.16.20.1
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20022
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20023
MTU       : 1500

PC1-bahi> show ipv6
```

11 IPv4: Настройка PC2

- Адрес: 172.16.20.138/25
- Шлюз: 172.16.20.129



The screenshot shows a terminal window titled "PC2-bahi". The window displays the execution of a startup file, followed by the configuration of an IP address, saving the configuration, and displaying current and IPv6 interface information.

```
Executing the startup file

PC2-bahi> ip 172.16.20.138/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
PC2-bahi : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

PC2-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC2-bahi> show ip

NAME      : PC2-bahi[1]
IP/MASK   : 172.16.20.138/25
GATEWAY   : 172.16.20.129
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:02
LPORT     : 20038
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20039
MTU       : 1500

PC2-bahi> show ipv6

NAME      : PC2-bahi[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
```

12 IPv4: Настройка сервера

- Адрес: 64.100.1.10/24
- Шлюз: 64.100.1.1

```
VPCS> ip 64.100.1.10/24 64.100.1.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 64.100.1.10 255.255.255.0 gateway 64.100.1.1

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

VPCS> show ip

NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 64.100.1.10/24
GATEWAY   : 64.100.1.1
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 10010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10011
MTU:      : 1500

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
```



13 FRR: Настройка интерфейсов

- eth0 – 172.16.20.1/25
- eth1 – 172.16.20.129/25
- eth2 – 64.100.1.1/24

```
frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-user-gw-01
msk-user-gw-01(config)# hostname msk-user-gw-01
msk-user-gw-01(config)# hostname msk-bahi-gw-01
msk-bahi-gw-01(config)# exit
msk-bahi-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-bahi-gw-01# configure terminal
msk-bahi-gw-01(config)# interface eth0
msk-bahi-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-bahi-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-bahi-gw-01(config-if)# exit
msk-bahi-gw-01(config)# interface eth1
```



14 FRR: Проверка running-config

- Проверены IPv4-адреса интерфейсов
- Конфигурация сохранена

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

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-bahi-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
    ip address 172.16.20.1/25
exit
!
interface eth1
```

15 FRR: Состояние интерфейсов

- Интерфейсы в состоянии *up*
- Адреса назначены корректно

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

msk-bahi-gw-01#
```

Рисунок 7: FRR interface brief

16 IPv4: Проверка связности PC2 → PC1

- Использованы ping и trace
- Потерь пакетов нет

```
PC1-bahi> ping  
PC1-bahi> ping 172.16.20.10/25  
  
172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms  
172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms  
172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms  
172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms  
172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms  
  
PC1-bahi> trace 172.16.20.10/25  
traceroute to 172.16.20.10, 25 hops max  
 1 172.16.20.10      0.001 ms  
  
PC1-bahi> Z
```

Рисунок 8: Ping PC2 → PC1

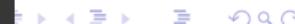
17 IPv4: Проверка PC2 → Server

- Связность подтверждена
- Корректный маршрут через FRR

```
PC2-bahi> ping 172.16.20.1/25
host (172.16.20.129) not reachable

PC2-bahi> ping 172.16.20.138/25
172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms

PC2-bahi> traceroute 172.16.20.138/25
traceroute to 172.16.20.138, 25 hops max
 1 172.16.20.138      0.001 ms
```



18 IPv6: Настройка сервера

- IPv6: 2001 : db8 : c0de : 11 :: a/64
- Dual Stack

```
Checking for duplicate address...
PC3-bahi : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

PC3-bahi> ip 2001:db8:c0de:12::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::a/64

PC3-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
· done

PC3-bahi> █
```

Рисунок 10: Server IPv6

19 IPv6: Настройка PC3

- IPv6: 2001:db8:c0de:12::a/64

```
PC3-bahi> ip 2001:db8:c0de:12::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::a/64

PC3-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC3-bahi> show ip

NAME      : PC3-bahi[1]
IP/MASK   : 172.16.20.138/25
GATEWAY   : 172.16.20.129
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20036
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20037
MTU       : 1500

PC3-bahi> show ipv6

NAME      : PC3-bahi[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:c0de:12::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
```



20 IPv6: Настройка PC4

- IPv6: 2001:db8:c0de:13::a/64

```
PC4-bahi> ip 2001:db8:c0de:13::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64

PC4-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC4-bahi> show ip

NAME      : PC4-bahi[1]
IP/MASK   : 0.0.0.0/0
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 20040
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20041
MTU       : 1500

PC4-bahi> show ipv6

NAME      : PC4-bahi[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6803/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:c0de:13::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
```



21 VyOS: Изменение имени

- Hostname: msk-bahis-gw-02
- Конфигурация сохранена

```
vyos@vyos:~$ configure
WARNING: You are currently configuring a live-ISO environment, changes will not persist until installed
[edit]
vyos@vyos# set system host-name msk-bahi-gw-02
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit system]
>host-name msk-bahi-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
Are you sure you want to reboot this system? [y/N] █
```

Рисунок 13: VyOS hostname

22 VyOS: IPv6 и Router Advertisement

- IPv6 назначен интерфейсам
- Включен RA

```
vyos@msk-bahi-gw-02:~$ configure
[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02# set interfaces ethernet eth0
address 2001:db8:c0de:12::1/64
address 2001:db8:c0de:12t:1/64es ethernet eth0] already exists
address 2001:db8:c0de:12::1/64
address 2001:db8:c0de:12::1/64
address 2001:db8:c0de:12::1/64
address 2001:db8:c0de:12::1/64faces ethernet eth address 2001:db8:c0de:12::1/64
k address 2001:db8:
k address 2001:db8:
k address 2001:db8:
j address 2001:db8:c0de:12::1/64
4address 2001:db8:c0de:12::1/64faces ethernet eth address 2001:db8:c0de:12::1/64

Invalid Ethernet interface name
Value validation failed
Set failed

[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02#
[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02#
[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02#
[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02#
[edit]
vyos@msk-bahi-gw-02#
[edit]
4
[edit]sk-bahi-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12::1/64
de:12::/64ahi-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0
[edit]
4
[edit]sk-bahi-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12::1/64
de:12::/64ahi-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0
[edit]
4
```



23 VyOS: Проверка интерфейсов

- IPv6-адреса активны
- Интерфейсы *up*

```
vyos@msk-bahi-gw-02# commit  
[edit]  
vyos@msk-bahi-gw-02#  
[edit]  
vyos@msk-bahi-gw-02# save  
Saving configuration to '/config/config.boot'...  
Done  
[edit]  
vyos@msk-bahi-gw-02# show interfaces  
ethernet eth0 {  
    address 2001:db8:c0de:12::1/64  
    hw-id 0c:bd:a8:04:00:00  
}  
ethernet eth1 {  
    address 2001:db8:c0de:13::1/64  
    hw-id 0c:bd:a8:04:00:01  
}  
ethernet eth2 {  
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
```



24 Dual Stack Server

- Доступен из IPv4 и IPv6

```
VPCS> ping 172.16.20.10

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.477 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.287 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.625 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.357 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.328 ms

VPCS> ping 172.16.20.138

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=7.726 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.700 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.626 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.480 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.780 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a

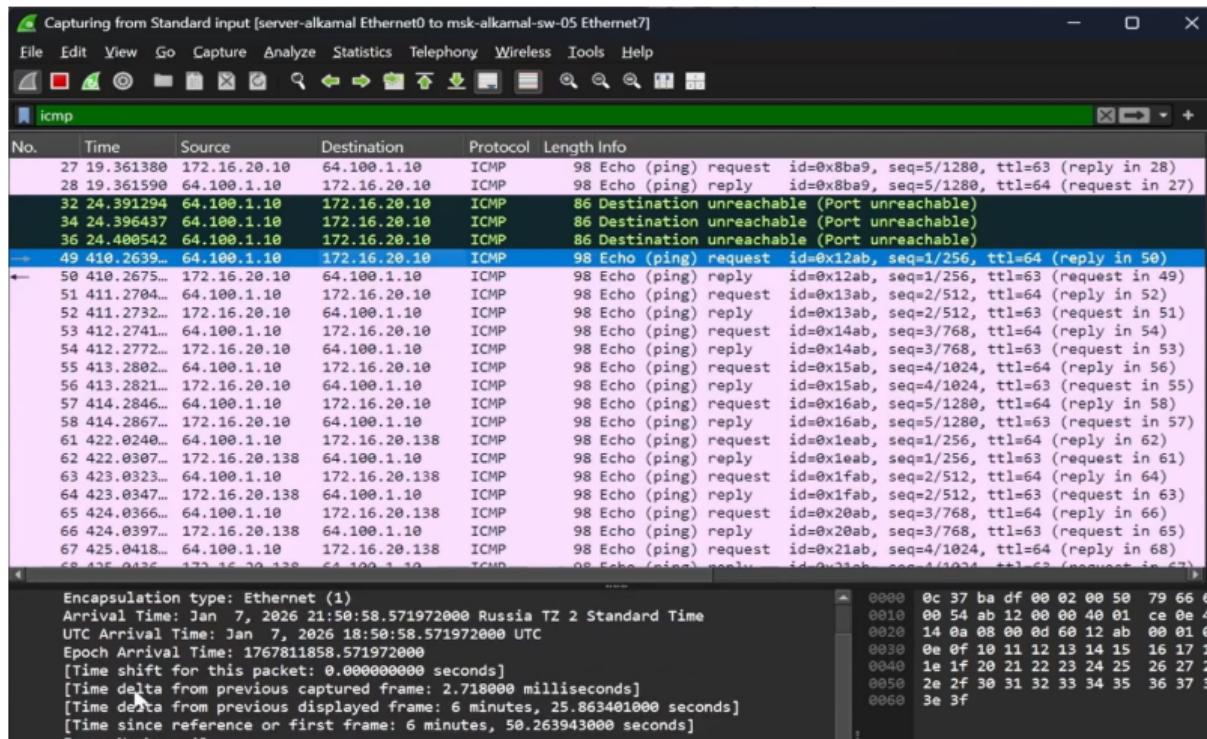
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=6.117 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=9.118 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.035 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.480 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=4.632 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a
```



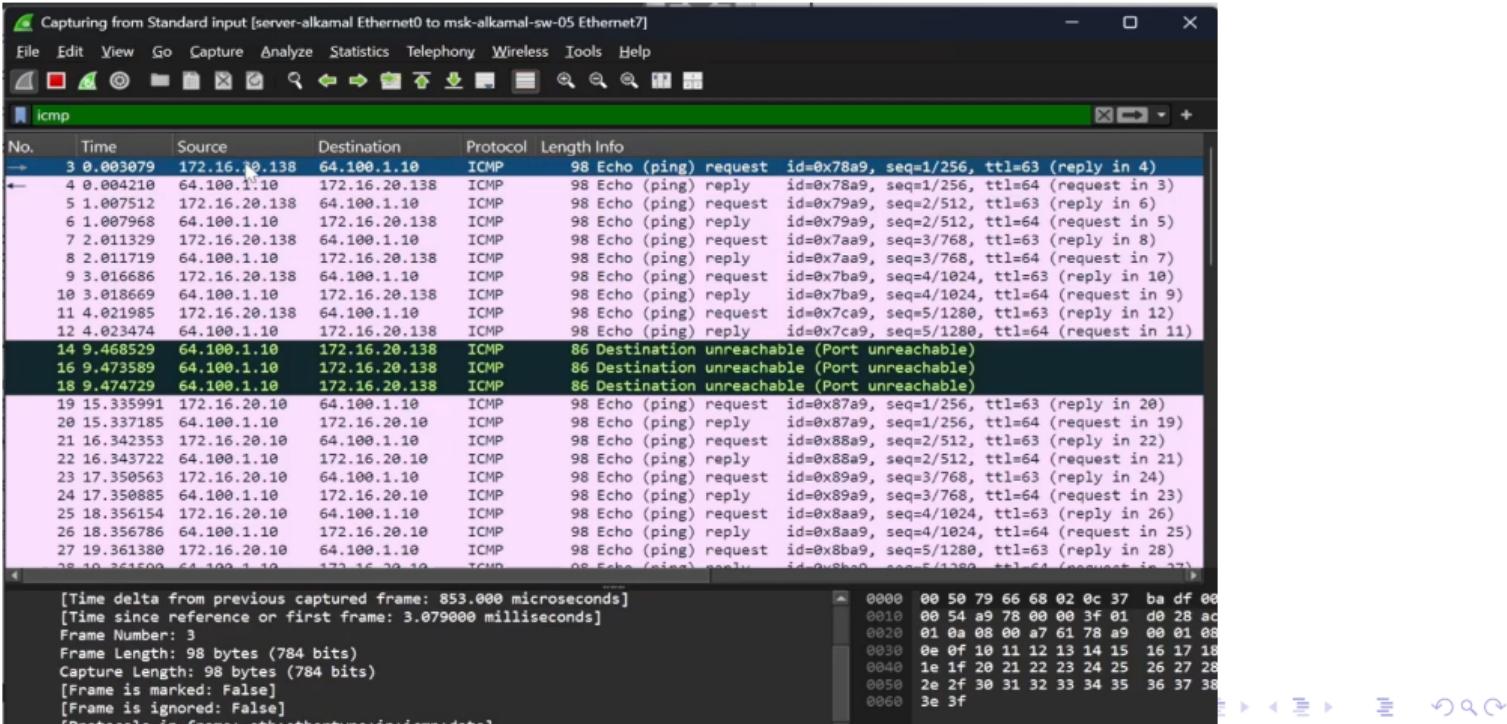
25 Анализ трафика: ICMP IPv4

- Echo Request / Reply
- Destination Unreachable



26 Анализ трафика: Детализация

- Ethernet + IPv4 + ICMP
- MAC-адреса и тайминги



27 Самостоятельно: Подсеть 10.10.1.96/27

- 30 хостов
- Маска /27

IP калькулятор

IP адрес: Маска:

	Значение	Бинарное значение
Address:	10.10.1.96	00001010.00001010.00000001.011 100000
Bitmask:	27	
Netmask:	255.255.255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111 00000
Wildcard:	0.0.0.31	00000000.00000000.00000000.00011111
Network:	10.10.1.96	00001010.00001010.00000001.011 00000 (Class A)



28 Самостоятельно: Подсеть 10.10.1.16/28

- 14 хостов
- Маска /28

IP адрес:

10.10.1.16

Маска:

28 - 255.255.255.2

Подсчитать

Значение

Бинарное значение

Address: 10.10.1.16

00001010.00001010.00000001.0001 0000

Bitmask: 28

Netmask: 255.255.255.240 = 28

11111111.11111111.11111111.1111 0000

Wildcard: 0.0.0.15

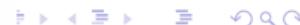
00000000.00000000.00000000.0000 1111

Network: 10.10.1.16

00001010.00001010.00000001.0001 0000 **(Class A)**

Broadcast: 10.10.1.31

00001010.00001010.00000001.0001 1111



29 Таблица адресации

- Минимальные адреса на router
- Корректная схема

Устройство	Интерфейс	IPv4-адрес	IPv6-адрес	Шлюз по умолчанию
PC1	NIC	10.10.1.99/27	2001:DB8:1:1::a/64	10.10.1.97 / gw-01
PC2	NIC	10.10.1.18/28	2001:DB8:1:4::a/64	10.10.1.17 / gw-01
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	—

Рисунок 21: Addressing table

30 GNS3: Переименование устройств

- Имена по шаблону
- Топология сохранена

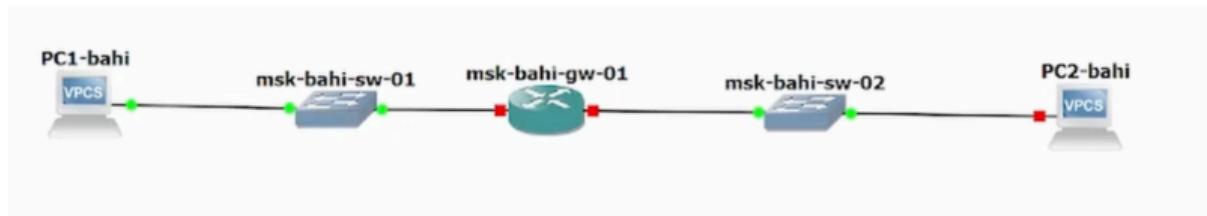


Рисунок 22: GNS3 names

31 PC1-bahis: IPv4/IPv6

- IPv4 + IPv6 назначены

```
PC1-bahi> ip 10.10.1.96/27
Invalid host address

PC1-bahi> ip 10.10.1.96/27
Invalid host address

PC1-bahi> ip 10.10.1.97/27
Checking for duplicate address...
PC1-bahi : 10.10.1.97 255.255.255.224

PC1-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC1-bahi> show ip

NAME      : PC1-bahi[1]
IP/MASK   : 10.10.1.97/27
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
```



32 PC1-bahis: Проверка

- show ip
- show ipv6

```
PC1-bahi> show ipv6

NAME          : PC1-bahi[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE    :
DNS           :
ROUTER LINK-LAYER  :
MAC           : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 20008
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20009
MTU:          : 1500
```

Рисунок 24: PC1 verify

33 PC2-bahis: IPv4/IPv6

- IPv4 + IPv6 назначены

```
PC2-bahi> ip 10.10.1.17/28
Checking for duplicate address...
PC2-bahi : 10.10.1.17 255.255.255.240

PC2-bahi> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC2-bahi> show ip

NAME      : PC2-bahi[1]
IP/MASK   : 10.10.1.17/28
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20011
MTU      : 1500
```



34 PC2-bahis: Проверка

- Параметры корректны

```
PC2-bahi> show ipv6

NAME          : PC2-bahi[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE      :
DNS           :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC            : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20010
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20011
MTU:           : 1500

PC2-bahi> |
```

Рисунок 26: PC2 verify

35 VyOS: Интерфейсы (IPv4/IPv6)

- Минимальные адреса
- RA активен

```
vyos@vyos:~$ configure
WARNING: You are currently configuring a live-ISO environment, changes will not persist until installed
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:1:1::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:1:1::/64
[edit]
vyos@vyos#  set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:1:4::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:1:4::/64
[edit]
vyos@vyos# compare
edit interfaces ethernet eth0]
address 2001:db8:1:1::1/64
edit interfaces ethernet eth1]
address 2001:db8:1:4::1/64
edit]
service {
    router-advert {
        interface eth0 {
            prefix 2001:db8:1:1::/64 {
                }
            prefix 2001:db8:1:4::/64 {
                }
        }
    }
}
[edit]
vyos@vyos# commit
```



36 VyOS: Проверка

- show interface

```
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# show interfaces
ethernet eth0 {
    address 2001:db8:1:1::1/64
    hw-id 0c:37:d8:69:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 2001:db8:1:4::1/64
    hw-id 0c:37:d8:69:00:01
}
ethernet eth2 {
    hw-id 0c:37:d8:69:00:02
}
```



37 Выводы

- Освоены методы разбиения IPv4 и IPv6 сетей
- Реализована корректная адресация и маршрутизация
- Настроен и проверен Dual Stack
- Подтверждена изоляция IPv4 и IPv6
- Анализ ICMP-трафика подтвердил корректность конфигурации