

# Лабораторная работа №6

## Дисциплина: Сетевые технологии

Ибрахим Мохсейн Алькамаль

2026-01-30

# 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

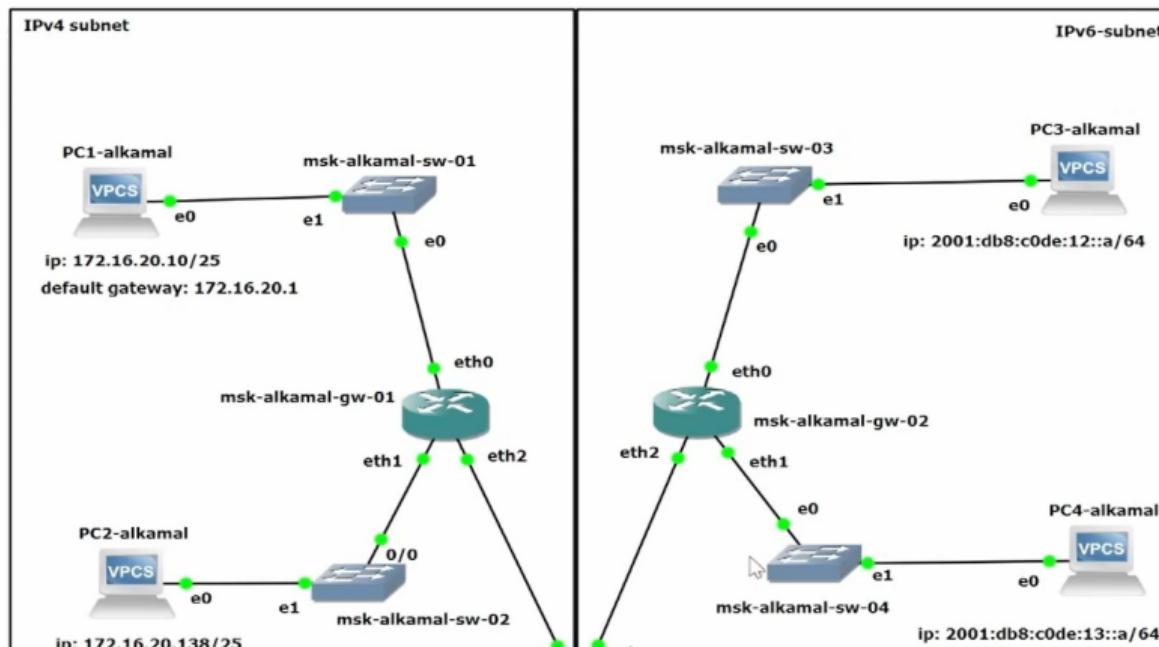
- Выбрана подсеть /64
- Используется 1 бит Interface ID
- Новый префикс: /65

**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



## 10 IPv4: Настройка PC1

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

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

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

PC1-alkamal> show ip

NAME          : PC1-alkamal[1]
IP/MASK       : 172.16.20.10/25
GATEWAY       : 172.16.20.1
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 10006
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:10007
MTU:          : 1500

PC1-alkamal> show ipv6
```

# 11 IPv4: Настройка PC2

- Адрес: 172.16.20.138/25
- Шлюз: 172.16.20.129

```
PC2-alkamal> ip 172.16.20.138/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
PC1 : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129
```

```
PC2-alkamal> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

```
PC2-alkamal> show ip

NAME      : PC2-alkamal[1]
IP/MASK   : 172.16.20.138/25
GATEWAY   : 172.16.20.129
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 10004
RHOST:PORT: 127.0.0.1:10005
MTU:      : 1500
```

```
PC2-alkamal> show ipv6
```

```
NAME      : PC2-alkamal[1]
```



## 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

```
msk-alkamal-gw-01# configure terminal
msk-alkamal-gw-01(config)# interface eth0
msk-alkamal-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-alkamal-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-alkamal-gw-01(config-if)# exit
msk-alkamal-gw-01(config)# interface eth1
msk-alkamal-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.129/25
msk-alkamal-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-alkamal-gw-01(config-if)# exit
msk-alkamal-gw-01(config)# interface eth2
msk-alkamal-gw-01(config-if)# ip address 64.100.1.1/24
msk-alkamal-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-alkamal-gw-01(config-if)# exit
msk-alkamal-gw-01(config)# exit
msk-alkamal-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
msk-alkamal-gw-01#
```



## 14 FRR: Проверка running-config

- Проверены IPv4-адреса интерфейсов
- Конфигурация сохранена

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

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-alkamal-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
```

# 15 FRR: Состояние интерфейсов

- Интерфейсы в состоянии *up*
- Адреса назначены корректно

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	
pimreg	up	default	

Рисунок 7: FRR interface brief

# 16 IPv4: Проверка связности PC2 → PC1

- Использованы ping и trace
- Потерь пакетов нет

```
PC2-alkamal> ping 172.16.20.10
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.557 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.051 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.364 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.582 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.081 ms

PC2-alkamal> trace 172.16.20.10
trace to 172.16.20.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.129 2.087 ms 2.569 ms 1.159 ms
 2 *172.16.20.10 4.566 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-alkamal> ping 64.100.1.10
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.496 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.494 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=4.200 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.135 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=4.522 ms

PC2-alkamal> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.129 2.884 ms 1.081 ms 1.003 ms
 2 *64.100.1.10 1.838 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Рисунок 8: Ping PC2 → PC1

# 17 IPv4: Проверка PC2 → Server

- Связность подтверждена
- Корректный маршрут через FRR

```
PC2-alkamal> ping 172.16.20.10
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.557 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.051 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.364 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.582 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.081 ms

PC2-alkamal> trace 172.16.20.10
trace to 172.16.20.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129  2.087 ms  2.569 ms  1.159 ms
 2  *172.16.20.10  4.566 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-alkamal> ping 64.100.1.10
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.496 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.494 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=4.200 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.135 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=4.522 ms

PC2-alkamal> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129  2.884 ms  1.081 ms  1.003 ms
 2  *64.100.1.10  1.838 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Рисунок 9: Ping PC2 → Server



# 18 IPv6: Настройка сервера

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

```
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> 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 ipv4
Invalid arguments

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
```

## 19 IPv6: Настройка PC3

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

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

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

PC3-alkamal> show ip

NAME      : PC3-alkamal[1]
IP/MASK   : 0.0.0.0/0
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20034
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20035
MTU       : 1500

PC3-alkamal> show ipv6

NAME      : PC3-alkamal[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:c0de:12::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
```



## 20 IPv6: Настройка PC4

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

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

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

PC4-alkamal> show ip

NAME          : PC4-alkamal[1]
IP/MASK       : 0.0.0.0/0
GATEWAY       : 0.0.0.0
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:02
LPORT          : 10008
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:10009
MTU:          : 1500

PC4-alkamal> show ipv6

NAME          : PC4-alkamal[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:c0de:13::a/64
ROUTED LINK LAYER
```



## 21 VyOS: Изменение имени

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

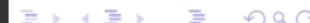
```
Exiting...
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name msk-alkamal-gw-02
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit system]
>host-name msk-alkamal-gw-02
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ reboot
Are you sure you want to reboot this system? [y/N] 
```



## 22 VyOS: IPv6 и Router Advertisement

- IPv6 назначен интерфейсам
- Включен RA

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



## 23 VyOS: Проверка интерфейсов

- IPv6-адреса активны
- Интерфейсы *ipr*

```
vyos@msk-alkamal-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-02# show interfaces
ethernet eth0 {
    address dhcp
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:65:7a:67:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:65:7a:67:00:01
}
ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
```



## 24 IPv6: Проверка PC4 → PC3

- Ping успешен
- Корректная маршрутизация

```
PC4-alkamal> ping 2001:db8:c0de:12::a

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=8.000 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=4.077 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.372 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.326 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=3.997 ms

PC4-alkamal> trace 2001:db8:c0de:12::a

trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    7.415 ms  2.549 ms  4.417 ms
 2 2001:db8:c0de:12::a    4.895 ms  5.042 ms  5.061 ms
```

Рисунок 16: IPv6 ping PC4 → PC3

# 25 IPv6: PC4 → Server (изоляция)

- Address unreachable
- Подсети изолированы

```
PC4-alkamal> trace 2001:db8:c0de:12::a
trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1    7.415 ms   2.549 ms   4.417 ms
2 2001:db8:c0de:12::a    4.895 ms   5.042 ms   5.061 ms

PC4-alkamal> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 timeout
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 timeout
*2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=3 ttl=64 time=0.000 ms (ICMP type:1, code:3, Address unreachable)
*2001:db8:c0de:13::1 icmp6_seq=4 ttl=64 time=0.000 ms (ICMP type:1, code:3, Address unreachable)
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 timeout

PC4-alkamal> ping 2001:db8:c0de:12::a
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.213 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=4.225 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.375 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=5.174 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=3.765 ms

PC4-alkamal> trace 2001:db8:c0de:12::a
trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1    5.665 ms   2.884 ms   3.518 ms
2 2001:db8:c0de:12::a    3.923 ms   3.815 ms   1.973 ms

PC4-alkamal> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 timeout
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 timeout
```

## 26 Изоляция: IPv4 → IPv6 (PC1)

- Host not reachable

```
PC1-alkamal> ping 2001:db8:c0de:12::a
host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable

PC1-alkamal> ping 2001:db8:c0de:13::a
host (2001:db8:c0de:13::a) not reachable
```

Рисунок 18: IPv4 → IPv6 PC1

## 27 Изоляция: IPv4 → IPv6 (PC2)

- Доступ отсутствует

```
PC2-alkamal> ping 2001:db8:c0de:13::a
host (2001:db8:c0de:13::a) not reachable
```

Рисунок 19: IPv4 → IPv6 PC2

## 28 Изоляция: IPv6 → IPv4 (PC3)

- Доступ отсутствует

```
PC3-alkamal> ping 172.16.20.138
host (172.16.20.138) not reachable
```

Рисунок 20: IPv6 → IPv4 PC3

## 29 Изоляция: IPv6 → IPv4 (PC4)

- Доступ отсутствует

```
PC4-alkamal> ping 172.16.20.138
host (172.16.20.138) not reachable
```

Рисунок 21: IPv6 → IPv4 PC4

## 30 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

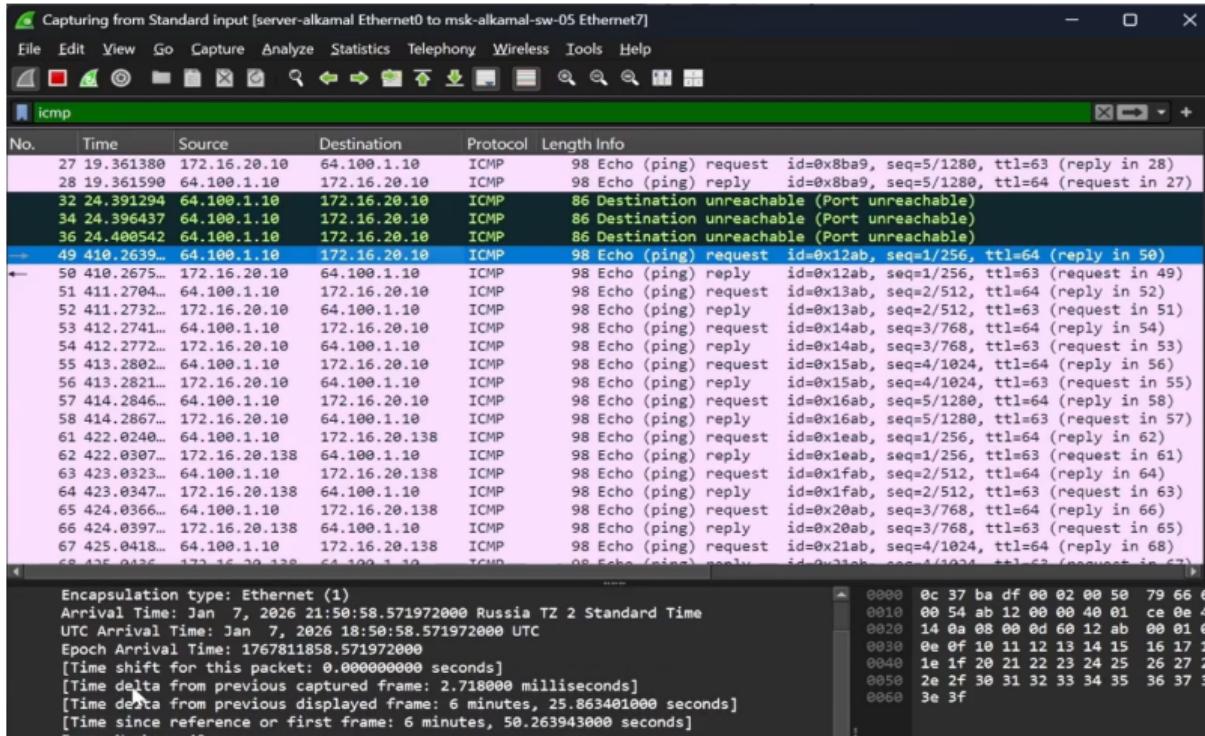
VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a

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
```

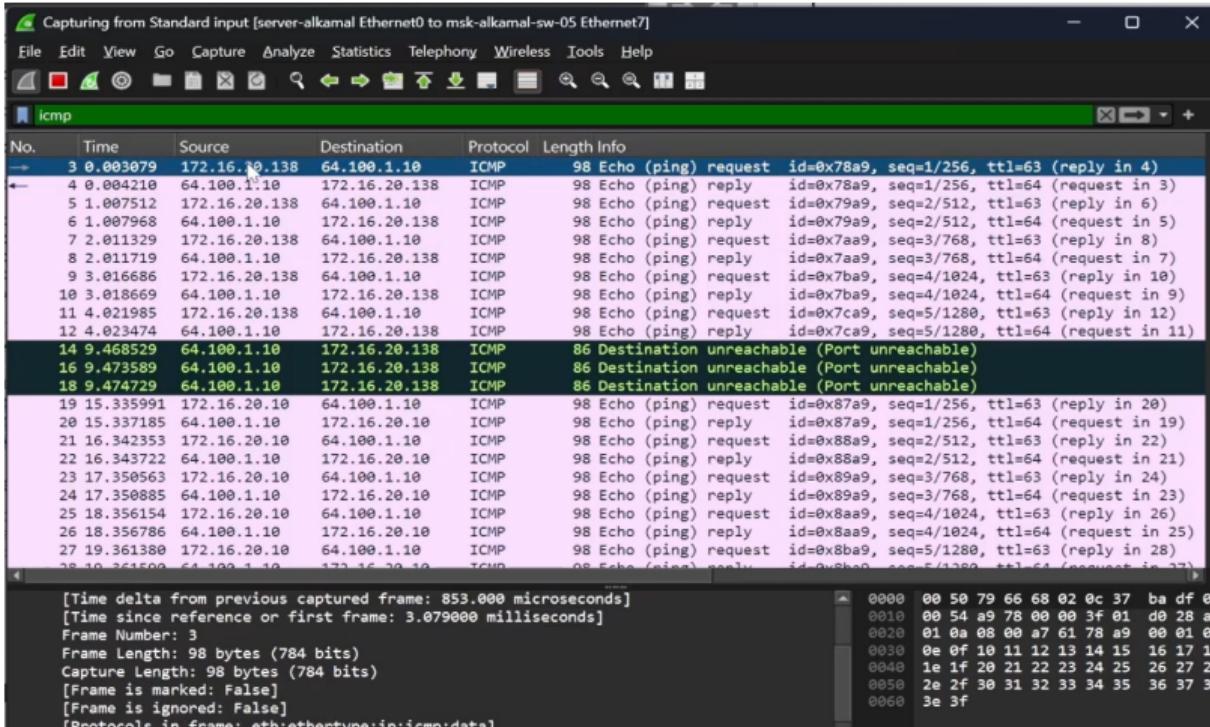
# 31 Анализ трафика: ICMP IPv4

- Echo Request / Reply
- Destination Unreachable



# 32 Анализ трафика: Детализация

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



### 33 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 00000
Bitmask:	27	
Netmask:	255.255.255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111 00000
Wildcard:	0.0.0.31	00000000.00000000.00000000.0000 11111
Network:	10.10.1.96	00001010.00001010.00000001.011 00000 (Class A)



## 34 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



## 35 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 27: Addressing table

# 36 GNS3: Переименование устройств

- Имена по шаблону
- Топология сохранена

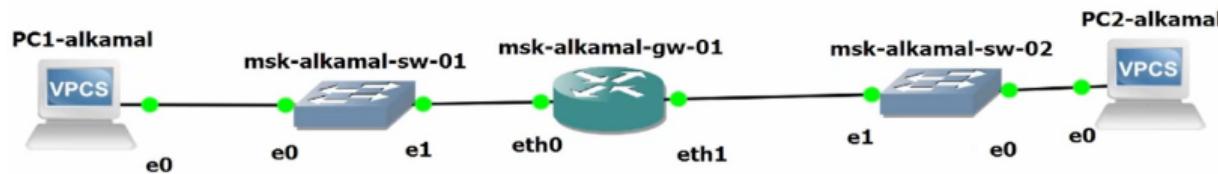


Рисунок 28: GNS3 names

## 37 PC1-alkamal: IPv4/IPv6

- IPv4 + IPv6 назначены

```
PC1-alkamal> ip 10.10.1.99/27 10.10.1.97
Checking for duplicate address...
PC1-alkamal : 10.10.1.99 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97

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

PC1-alkamal> show ip

NAME      : PC1-alkamal[1]
IP/MASK   : 10.10.1.99/27
GATEWAY   : 10.10.1.97
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20008
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20009
MTU       : 1500

PC1-alkamal> ip 2001:DB8:1:1::a/64
PC1 : 2001:db8:1:1::a/64
```



## 38 PC1-alkamal: Проверка

- show ip
- show ipv6

```
PC1-alkamal> show ipv6

NAME          : PC1-alkamal[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE      : 2001:db8:1:1::a/64
DNS           :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 20008
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20009
MTU:           : 1500
```

Рисунок 30: PC1 verify

## 39 PC2-alkamal: IPv4/IPv6

- IPv4 + IPv6 назначены

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

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

PC2-alkamal> show ip

NAME          : PC2-alkamal[1]
IP/MASK       : 10.10.1.18/28
GATEWAY       : 10.10.1.17
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20010
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20011
MTU           : 1500

PC2-alkamal> ip 2001:DB8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64
```

## 40 PC2-alkamal: Проверка

- Параметры корректны

```
PC2-alkamal> show ipv6

NAME          : PC2-alkamal[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE      : 2001:db8:1:4::a/64
DNS           :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC           : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20010
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20011
MTU:           : 1500
```

Рисунок 32: PC2 verify

# 41 VyOS: Интерфейсы (IPv4/IPv6)

- Минимальные адреса
- RA активен

```
vyos@msk-alkamal-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 2001:DB8:1:1::1/64
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2001:DB8:1:4::1/64
[edit]
8:1:1::/64'kamal-gw-01# set service router-advert interface eth0 prefix '2001:db
[edit]
8:1:4::/64'kamal-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix '2001:db
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 10.10.1.97/27
+address 2001:DB8:1:1::1/64
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 10.10.1.17/28
+address 2001:DB8:1:4::1/64
[edit service]
+router-advert {
+    interface eth0 {
+        prefix 2001:db8:1:1::/64 {
+        }
+    }
+    interface eth1 {
+        prefix 2001:db8:1:4::/64 {
```



## 42 VyOS: Проверка

- show interface

```
vyos@msk-alkamal-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-alkamal-gw-01# show interface
 ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    address 2001:DB8:1:1::1/64
    hw-id 0c:42:b7:0c:00:00
}
 ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/28
    address 2001:DB8:1:4::1/64
    hw-id 0c:42:b7:0c:00:01
}
 ethernet eth2 {
    hw-id 0c:42:b7:0c:00:02
}
```

## 43 IPv4: PC1 → PC2

- Ping успешен
- Trace корректен

```
PC1-alkamal> ping 10.10.1.18/28
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=10.724 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=2 ttl=63 time=5.378 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=3 ttl=63 time=5.016 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.308 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.764 ms

PC1-alkamal> 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  5.394 ms  2.533 ms  2.037 ms
 2  *10.10.1.18  4.659 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
T
```

Рисунок 35: PC1 → PC2

## 44 IPv4: PC2 → PC1

- Ответы без потерь

```
PC2-alkamal> ping 10.10.1.99/27
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=1 ttl=63 time=6.262 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.888 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.493 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=4 ttl=63 time=5.875 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=5 ttl=63 time=6.251 ms

PC2-alkamal> trace 10.10.1.99/27
trace to 10.10.1.99, 27 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.17  1.643 ms  2.317 ms  1.034 ms
 2  *10.10.1.99  3.199 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Рисунок 36: PC2 → PC1

## 45 IPv6: Проверка связности

- IPv6 ping и trace успешны

```
PC2-alkamal> ping 2001:DB8:1:1::a/64
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.575 ms
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.758 ms
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.680 ms
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=4.578 ms
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.283 ms

PC2-alkamal> trace 2001:DB8:1:1::a/64
trace to 2001:DB8:1:1::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1    2.107 ms  2.783 ms  1.562 ms
 2 2001:db8:1:1::a    2.160 ms  2.145 ms  3.918 ms
```

Рисунок 37: IPv6 connectivity

## 46 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