

Сетевые технологии

Лабораторная работа №6

Элсаиед Адел

21 января 2026

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

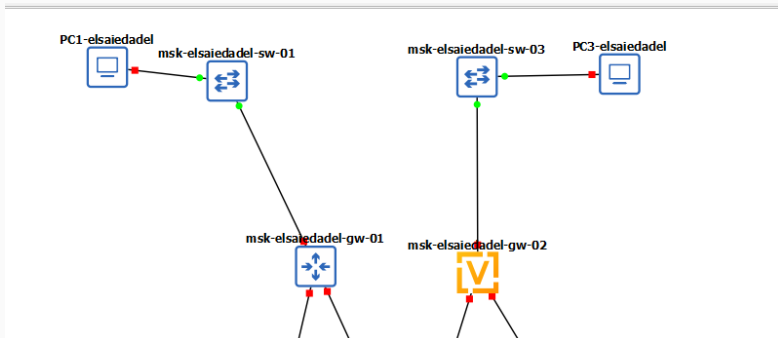
Цели и задачи работы

Настройка адресации **IPv4** и **IPv6** в среде **GNS3** и исследование режима **двойного стека**: - построение топологии с двумя подсетями IPv4 и IPv6 - настройка адресации на конечных узлах и маршрутизаторах **FRR** (IPv4) и **VyOS** (IPv6) - проверка связности **ping** и **trace** - анализ трафика **ARP**, **ICMP**, **ICMPv6** в Wireshark - проверка изоляции подсетей IPv4 и IPv6 (кроме Dual Stack Server)

Ход выполнения работы

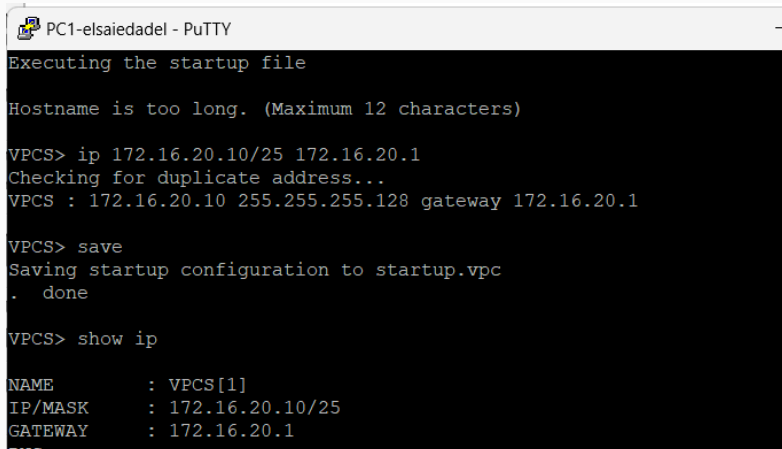
Топология сети и именование устройств

- Размещены устройства и выполнены соединения согласно топологии
- Принята схема именования:
 - коммутаторы: `msk-elsaiedadel-sw-0x`
 - маршрутизаторы: `msk-elsaiedadel-gw-0x`
 - VPCS: `PCx-elsaiedadel`
- Включён захват трафика на линии Dual Stack Server ↔ ближайший коммутатор



IPv4-адресация на PC1

- Назначен адрес 172.16.20.10/25
- Шлюз по умолчанию 172.16.20.1
- Конфигурация сохранена



```
PC1-elsaiedadel - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 172.16.20.10/25
GATEWAY    : 172.16.20.1
```

IPv4-адресация на PC2

- Назначен адрес 172.16.20.138/25
- Шлюз по умолчанию 172.16.20.129
- Конфигурация сохранена



```
PC2-elsaiedadel - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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

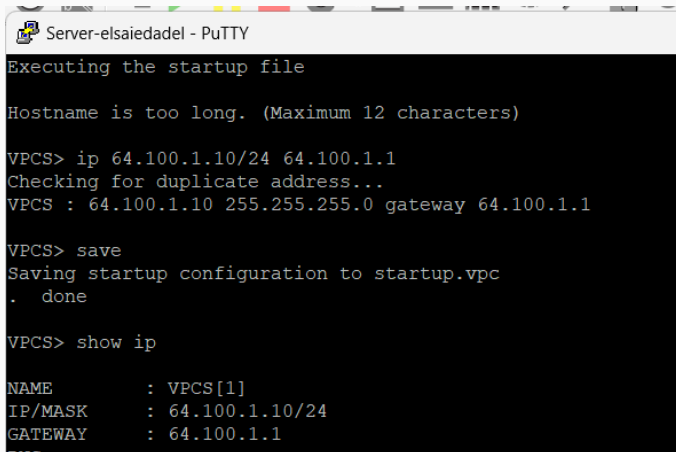
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip

NAME           : VPCS[1]
IP/MASK        : 172.16.20.138/25
GATEWAY        : 172.16.20.129
```

IPv4-адресация на Dual Stack Server

- Назначен адрес 64.100.1.10/24
- Шлюз по умолчанию 64.100.1.1
- Конфигурация сохранена



```
Server-elsaiedadel - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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

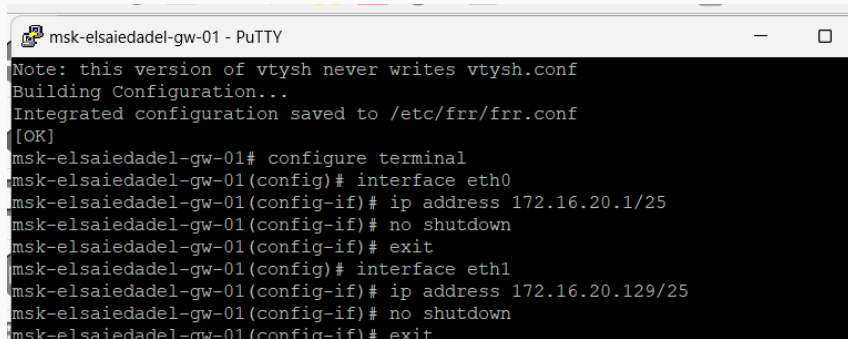
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 64.100.1.10/24
GATEWAY    : 64.100.1.1
```


Настройка FRR (msk-elsaiedadel-gw-01)

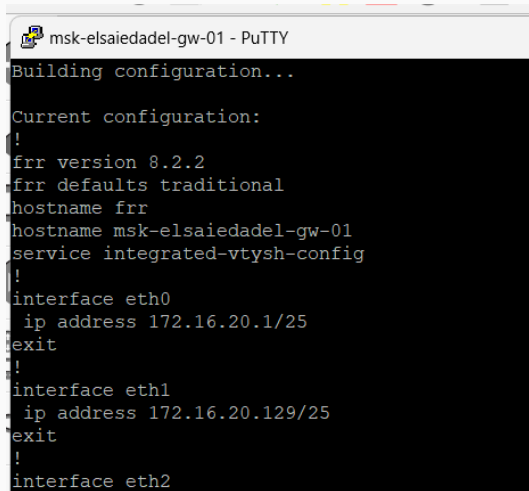
- Установлен hostname: msk-elsaiedadel-gw-01
- Назначены адреса на интерфейсы:
 - eth0: 172.16.20.1/25
 - eth1: 172.16.20.129/25
 - eth2: 64.100.1.1/24
- Интерфейсы включены, конфигурация сохранена



```
msk-elsaiedadel-gw-01 - PuTTY
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-elsaiedadel-gw-01# configure terminal
msk-elsaiedadel-gw-01(config)# interface eth0
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# exit
msk-elsaiedadel-gw-01(config)# interface eth1
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.129/25
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-elsaiedadel-gw-01(config-if)# exit
```

Проверка конфигурации FRR

- Проверены текущие настройки и состояние интерфейсов
- Подтверждены корректные адреса и статус **up**

A screenshot of a PuTTY terminal window titled "msk-elsaiedadel-gw-01 - PuTTY". The terminal displays the output of the "show configuration" command in FRR. The output shows the current configuration, including the FRR version (8.2.2), defaults (traditional), hostname (msk-elsaiedadel-gw-01), and service (integrated-vtysh-config). It also lists three interfaces: eth0, eth1, and eth2, each with an IP address and a /25 subnet mask. The configuration is displayed in a dark-themed terminal window with a light gray title bar.

```
msk-elsaiedadel-gw-01 - PuTTY
Building configuration...

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

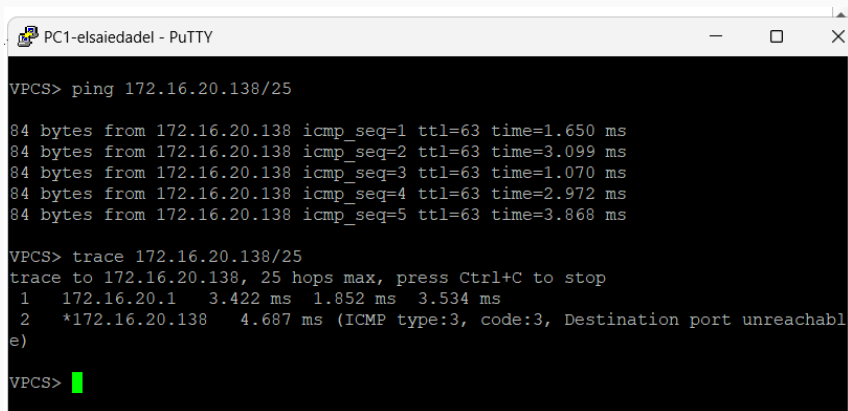
- Подтверждён список интерфейсов и назначенные адреса

```
msh-elsaiedadel-gw-01#  
msh-elsaiedadel-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  
pimreg          up      default  
msh-elsaiedadel-gw-01#
```

Рис. 7: show interface brief FRR

Проверка связности IPv4 (PC1 ↔ PC2)

- Выполнен **ping** между узлами PC1 и PC2
- Маршрут подтверждён средствами трассировки



```
PC1-elsaiedadel - PuTTY

VPCS> ping 172.16.20.138/25

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=1.650 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.099 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.070 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.972 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.868 ms

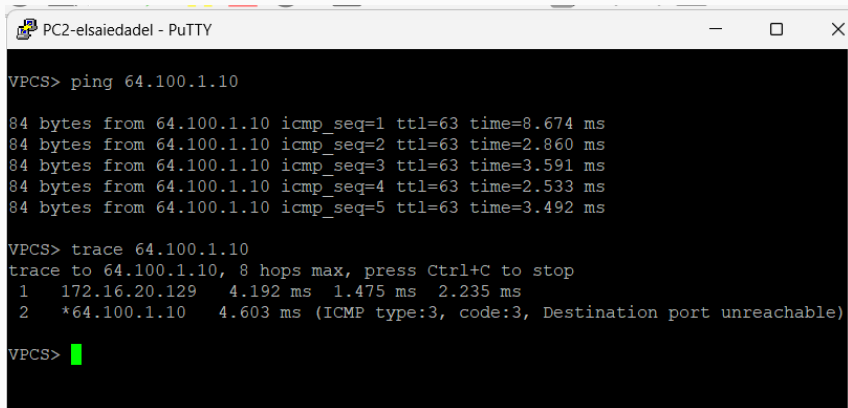
VPCS> trace 172.16.20.138/25
trace to 172.16.20.138, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1    3.422 ms  1.852 ms  3.534 ms
 2  *172.16.20.138 4.687 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> █
```

Рис. 8: Проверка связи PC1 ↔ PC2 (IPv4)

Проверка доступности Dual Stack Server (IPv4)

- С PC2 выполнен `ping` до `64.100.1.10`
- Подтверждена корректная маршрутизация через FRR



```
PC2-elsaiedadel - PuTTY

VPCS> ping 64.100.1.10

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=8.674 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.860 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.591 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.533 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.492 ms

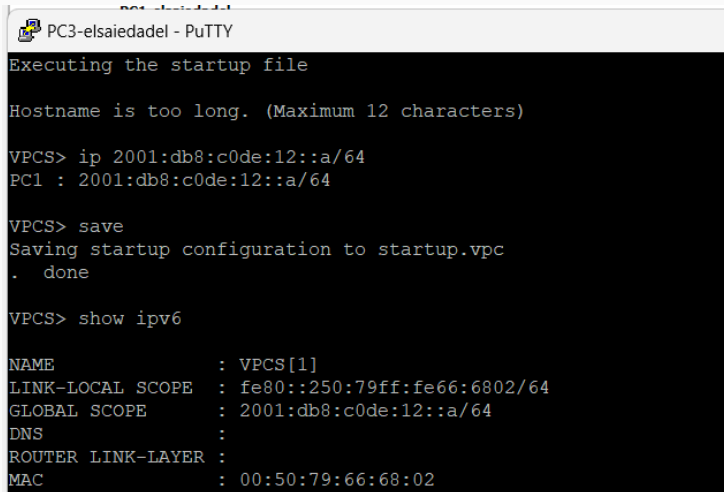
VPCS> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129    4.192 ms  1.475 ms  2.235 ms
 2  *64.100.1.10    4.603 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> █
```

Рис. 9: Проверка связи PC2 → Dual Stack Server (IPv4)

IPv6-адресация на PC3

- Назначен адрес 2001:db8:c0de:12::a/64
- Конфигурация сохранена



```
PC3-elsaiedadel - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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

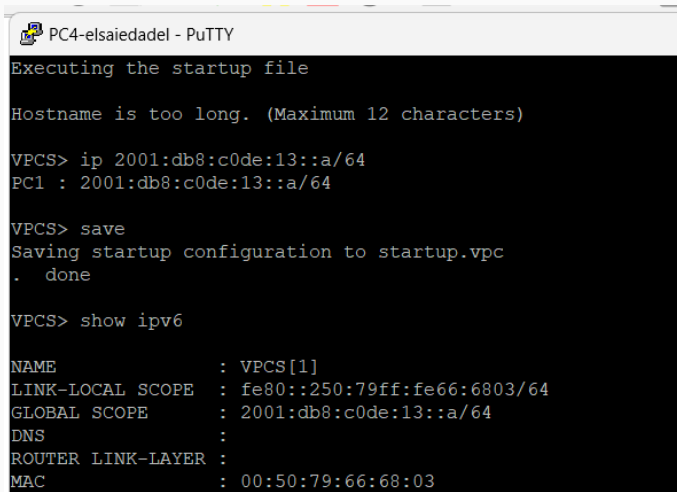
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ipv6

NAME                : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:db8:c0de:12::a/64
DNS                 :
ROUTER LINK-LAYER   :
MAC                 : 00:50:79:66:68:02
```

IPv6-адресация на PC4

- Назначен адрес 2001:db8:c0de:13::a/64
- Конфигурация сохранена



```
PC4-elsaiedadel - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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

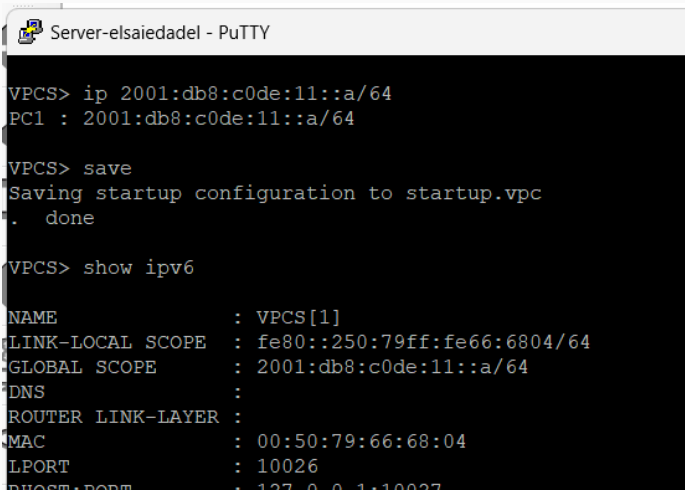
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ipv6

NAME                : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6803/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:db8:c0de:13::a/64
DNS                 :
ROUTER LINK-LAYER   :
MAC                 : 00:50:79:66:68:03
```

IPv6-адресация на Dual Stack Server

- Назначен адрес 2001:db8:c0de:11::a/64
- Конфигурация сохранена



```
Server-elsaiedadel - PuTTY

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 ipv6

NAME                : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6804/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:db8:c0de:11::a/64
DNS                  :
ROUTER LINK-LAYER   :
MAC                  : 00:50:79:66:68:04
LPORT                : 10026
RHOST-PORT          : 127.0.0.1:10027
```


Установка и первичная настройка VyOS (msk-elsaiedadel-gw-02)

- Выполнена установка системы на VyOS и перезагрузка
- Установлен `host-name: msk-elsaiedadel-gw-02`
- Выполнено применение и сохранение конфигурации (`commit, save`)

```
vyos@msk-elsaiedadel-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 2001
:db8:c0de:12::/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:1
3::1/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-02# set service router-advert interface eth1 prefix 2001
:db8:c0de:13::/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:1
1::1/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-02# set service router-advert interface eth2 prefix 2001
:db8:c0de:11::/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-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]
```

Назначение IPv6 на интерфейсы VyOS и Router Advertisement

- eth0: 2001:db8:c0de:12::1/64 + RA для 2001:db8:c0de:12::/64
- eth1: 2001:db8:c0de:13::1/64 + RA для 2001:db8:c0de:13::/64
- eth2: 2001:db8:c0de:11::1/64 + RA для 2001:db8:c0de:11::/64
- Выполнены `commit` и `save`, проверены интерфейсы

```
vyos@misk-elsaiedadel-gw-02# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:2a:b2:41:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:2a:b2:41:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:2a:b2:41:00:02
  }
```

Проверка связности IPv6 (PC3)

- Выполнен ping/trace в IPv6-подсети
- Подтверждено прохождение через шлюз VyOS

```
PC3-elsaiedadel - PuTTY

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

2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.286 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.201 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.521 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.569 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=3.797 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::a

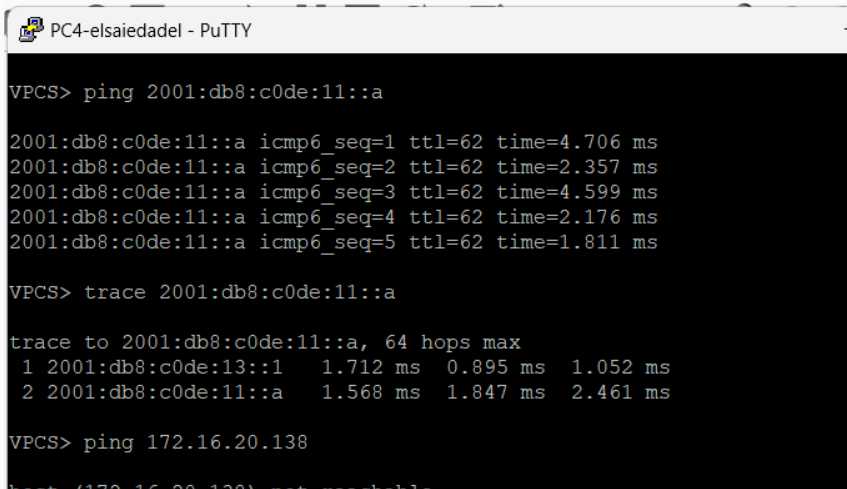
trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1    1.845 ms   0.924 ms   0.728 ms
 2 2001:db8:c0de:13::a    1.387 ms   0.816 ms   0.890 ms

VPCS> ping 172.16.20.10

host (172.16.20.10) not reachable
```

Проверка связности IPv6 (PC4)

- Выполнен ping/trace до узлов и сервера
- Подтверждена корректная маршрутизация в IPv6



```
PC4-elsaiedadel - PuTTY

VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.706 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.357 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.599 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.176 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.811 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::a

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1 1.712 ms 0.895 ms 1.052 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a 1.568 ms 1.847 ms 2.461 ms

VPCS> ping 172.16.20.138

host (172.16.20.138) not reachable
```

Проверка изоляции IPv4 и IPv6 подсетей

- Подтверждено, что узлы IPv4-подсети недоступны напрямую из IPv6-подсети и наоборот
- Dual Stack Server является единственным узлом, имеющим доступ к обеим подсетям

```
Server-elsaiedadel - PuTTY
VPCS>
VPCS> ping 172.16.20.10

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=6.772 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.909 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.575 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.174 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.780 ms

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

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=1.986 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.607 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.855 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=1.397 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=0.803 ms

VPCS>
```

Анализ трафика

ICMP (IPv4) на линии Dual Stack Server ↔ switch

Из перехвата можно извлечь: - тип ICMP (Echo Request/Reply), идентификатор и номер последовательности - TTL (косвенно отражает число переходов) - признаки корректной доставки (наличие ответа)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	0.011499	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7688, se
5	1.013761	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7788, se
6	1.017793	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7788, se
→ 7	2.019326	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7888, se
← 8	2.021302	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7888, se
9	3.023316	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7988, se
10	3.026170	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7988, se
11	4.027180	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7a88, se
12	4.028653	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7a88, se

Source: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)
Type: IPv4 (0x0800)
[Stream index: 1]

Internet Protocol Version 4, Src: 64.100.1.10, Dst: 172.16.20.10

- 0100 = Version: 4
 - 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
- Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
Total Length: 84
Identification: 0x8878 (34936)
- 000. = Flags: 0x0
 - ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
- Time to Live: 64
- Protocol: ICMP (1)
- Header Checksum: 0xf0a8 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
- Source Address: 64.100.1.10
- Destination Address: 172.16.20.10
[Stream index: 0]

20/29

ICMPv6 на линии Dual Stack Server ↔ switch

Из перехвата можно извлечь: - тип ICMPv6 (Echo Request/Reply) - Hop Limit (аналог TTL) - идентификатор/sequence для сопоставления запросов и ответов

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
16	17.545598	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x8888, seq=1
→ 17	18.546608	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x8888, seq=2
← 18	18.547802	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x8888, seq=2
19	19.549476	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x8888, seq=3
20	19.552889	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x8888, seq=3
21	20.554698	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x8888, seq=4
22	20.555897	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x8888, seq=4
23	21.557382	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x8888, seq=5
24	21.558058	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x8888, seq=5

▶ Frame 17: Packet, 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface -, id 0	0000
▼ Ethernet II, Src: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04), Dst: 0c:2a:b2:41:00:02 (0c:2a:b2:41:00:02)	0010
▶ Destination: 0c:2a:b2:41:00:02 (0c:2a:b2:41:00:02)	0020
▶ Source: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)	0030
Type: IPv6 (0x86dd)	0040
[Stream index: 2]	0050
▼ Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:c0de:11::a, Dst: 2001:db8:c0de:12::a	0060
0110 = Version: 6	0070
▶ 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)	
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x00000	
Payload Length: 64	
Next Header: ICMPv6 (58)	
Hop Limit: 64	
▶ Source Address: 2001:db8:c0de:11::a	
▶ Destination Address: 2001:db8:c0de:12::a	
[Stream index: 0]	
▼ Internet Control Message Protocol v6	
Type: Echo (ping) request (128)	
Code: 0	

ARP на линии Dual Stack Server ↔ switch

Из перехвата можно извлечь: - соответствие IPv4 ↔ MAC (разрешение адресов) - запрашиваемый целевой IPv4-адрес (обычно адрес шлюза) - MAC/IP отправителя и формат ARP-запроса/ответа

1	0.000000	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 64.100.1.1? Tell 64.100.1.1
2	0.002101	0c:97:c4:5c:00:02	Private_66:68:04	ARP	60 64.100.1.1 is at 0c:97:c4:5c:00:02
3	0.003609	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3089,
4	0.006412	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x3089,
5	1.008194	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3189,
6	1.009684	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x3189,
7	2.010914	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3289,
8	2.013013	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x3289,
9	3.015364	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3389,

▶	Frame 1: Packet, 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits) on interface -, id 0	00
▼	Ethernet II, Src: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)	00
▶	Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)	00
▶	Source: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)	00
	Type: ARP (0x0806)	
	[Stream index: 0]	
	Padding: 00000000000000000000000000000000	
	Frame check sequence: 0x00000000 [unverified]	
	[FCS Status: Unverified]	
▼	Address Resolution Protocol (request)	
	Hardware type: Ethernet (1)	
	Protocol type: IPv4 (0x0800)	
	Hardware size: 6	
	Protocol size: 4	
	Opcode: request (1)	
	Sender MAC address: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)	

Самостоятельное задание

Топология с двумя локальными подсетями

- Маршрутизатор VyOS разделяет сеть на 2 подсети IPv4/IPv6
- Выполнено адресное планирование и настройка двойного стека

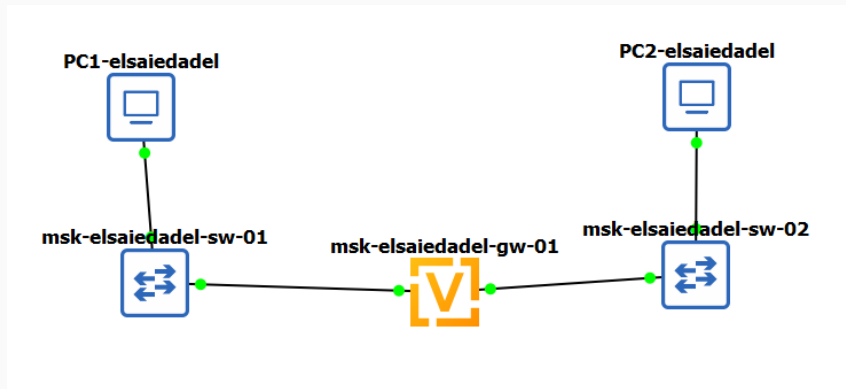
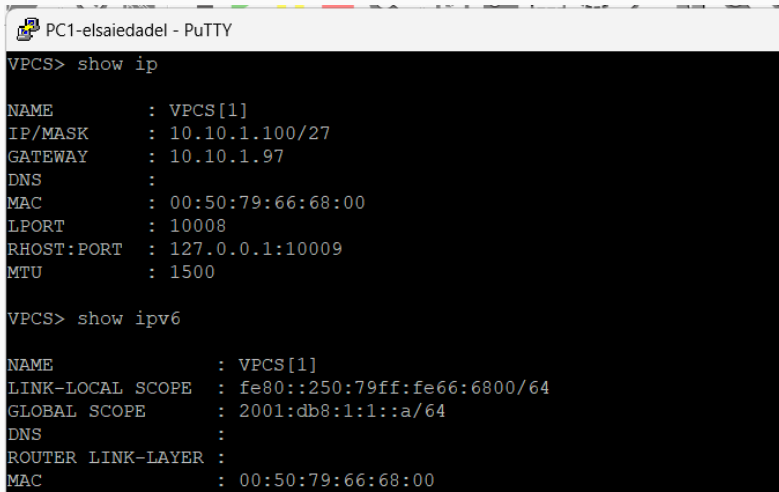


Рис. 21: Топология самостоятельного задания

Проверка конфигурации узлов (PC1)

- Назначены IPv4/IPv6 адреса согласно таблице адресации
- Проверены параметры `show ip` и `show ipv6`



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "PC1-elsaiedadel - PuTTY". The terminal displays the output of two commands: `show ip` and `show ipv6`. The `show ip` command shows IPv4 configuration for VPCS[1], including IP address 10.10.1.100/27, gateway 10.10.1.97, MAC address 00:50:79:66:68:00, and LPORT 10008. The `show ipv6` command shows IPv6 configuration for VPCS[1], including link-local scope fe80::250:79ff:fe66:6800/64, global scope 2001:db8:1:1::a/64, and MAC address 00:50:79:66:68:00.

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

NAME           : VPCS[1]
IP/MASK        : 10.10.1.100/27
GATEWAY        : 10.10.1.97
DNS            :
MAC            : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 10008
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:10009
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 :
MAC            : 00:50:79:66:68:00
```

Проверка конфигурации узлов (PC2)

- Назначены IPv4/IPv6 адреса согласно таблице адресации
- Проверены параметры `show ip` и `show ipv6`

PC2-elsaiedadel - PuTTY

```
VPCS> show ip
```

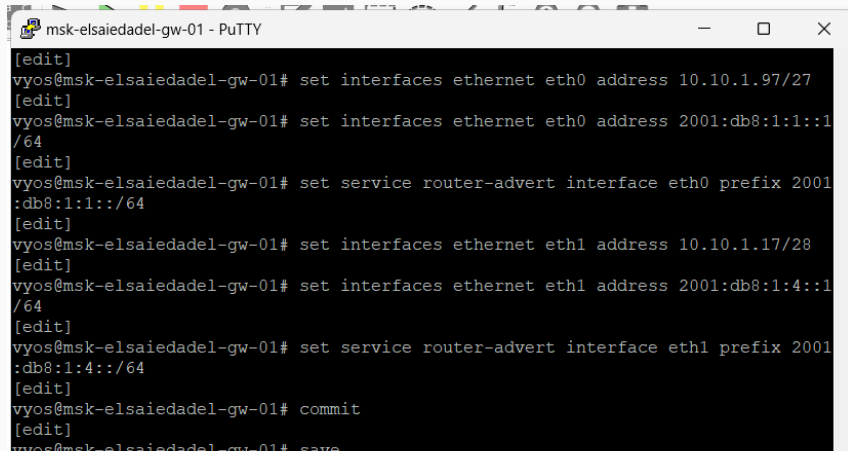
```
NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 10.10.1.20/28
GATEWAY     : 10.10.1.17
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:01
LPORT      : 10010
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10011
MTU         : 1500
```

```
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 :
MAC             : 00:50:79:66:68:01
```

Настройка VyOS для двух подсетей

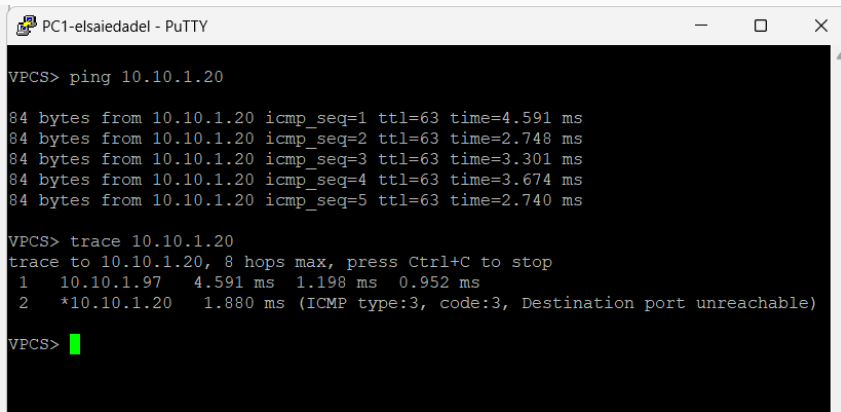
- На интерфейсах маршрутизатора использованы минимальные адреса в подсети
- Настроены IPv4/IPv6 адреса и Router Advertisement
- Конфигурация применена и сохранена



```
msk-elsaiedadel-gw-01 - PuTTY
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:1:1::1/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:1:1::/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:1:4::1/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:1:4::/64
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-elsaiedadel-gw-01# save
```

Проверка связности (IPv4) — ping/trace

- Выполнены проверки доступности между узлами разных подсетей
- Трассировка подтверждает прохождение через маршрутизатор



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "PC1-elsaiedadel - PuTTY". The terminal output is as follows:

```
VPSC> ping 10.10.1.20

84 bytes from 10.10.1.20 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.591 ms
84 bytes from 10.10.1.20 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.748 ms
84 bytes from 10.10.1.20 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.301 ms
84 bytes from 10.10.1.20 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.674 ms
84 bytes from 10.10.1.20 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.740 ms

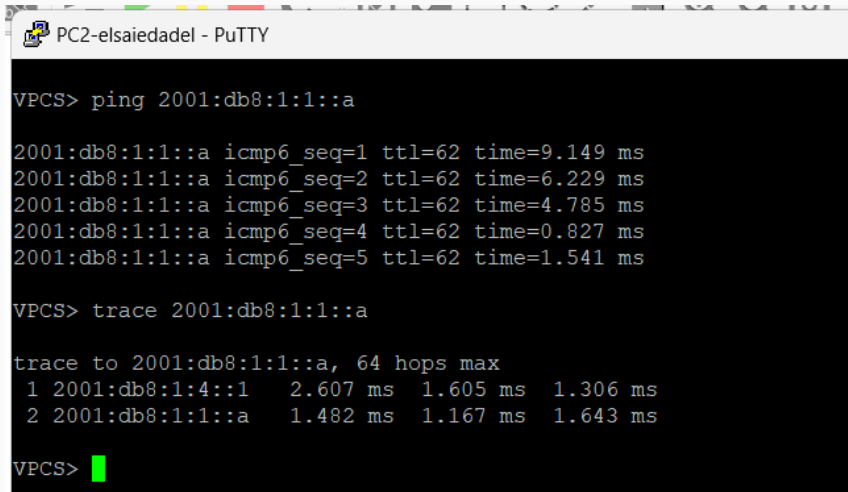
VPSC> trace 10.10.1.20
trace to 10.10.1.20, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.97    4.591 ms  1.198 ms  0.952 ms
 2  *10.10.1.20   1.880 ms  (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPSC> █
```

Рис. 25: Проверка IPv4 (ping/trace)

Проверка связности (IPv6) — ping/trace

- Выполнены проверки доступности по IPv6
- Трассировка подтверждает корректную маршрутизацию между префиксами



```
PC2-elsaiedadel - PuTTY

VPCS> ping 2001:db8:1:1::a

2001:db8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=9.149 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=6.229 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.785 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=0.827 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.541 ms

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

trace to 2001:db8:1:1::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1    2.607 ms   1.605 ms   1.306 ms
 2 2001:db8:1:1::a    1.482 ms   1.167 ms   1.643 ms

VPCS> █
```


Итоги

- Построена и настроена модель сети с **IPv4** и **IPv6** в режиме **dual stack**
- Выполнена настройка адресации на VPCS и маршрутизаторах **FRR** и **VyOS**
- Проверена связность с помощью **ping** и **trace** для IPv4 и IPv6
- Подтверждена изоляция IPv4 и IPv6 подсетей (кроме сервера двойного стека)
- Выполнен захват и анализ трафика **ARP**, **ICMP**, **ICMPv6** в Wireshark
- Для самостоятельного задания выполнено адресное планирование и проверена работоспособность сети