

# Сетевые технологии

## Лабораторная работа №6

---

Элсаиед Адел

21 января 2026

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Цели и задачи работы

---

## Цель лабораторной работы

---

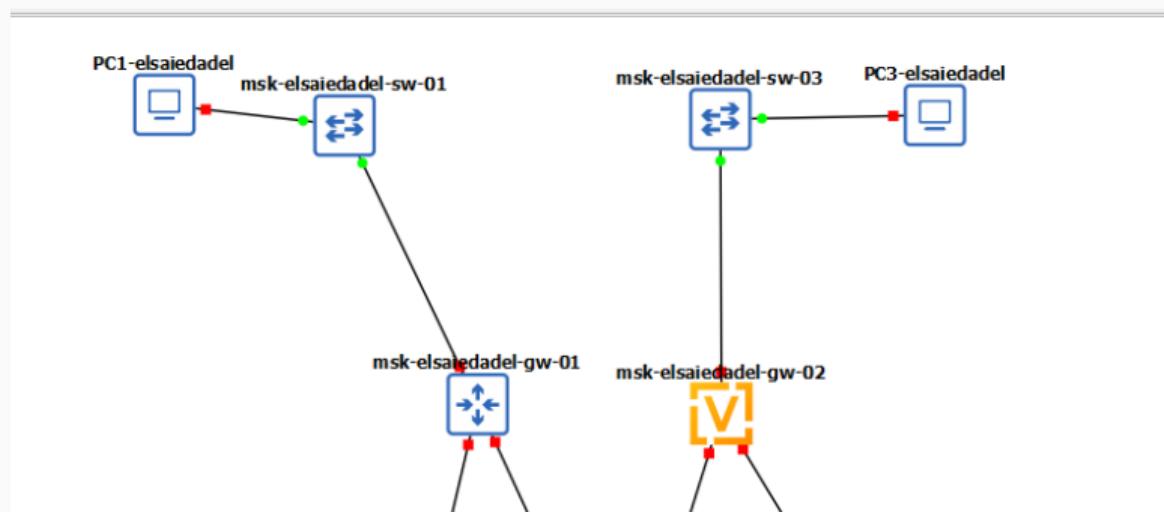
Настройка адресации IPv4 и IPv6 в среде **GNS3** и исследование режима **двойного стека**: -  
построение топологии с двумя подсетями IPv4 и IPv6 - настройка адресации на оконечных  
узлах и маршрутизаторах **FRR** (IPv4) и **VyOS** (IPv6) - проверка связности **ping** и **trace** -  
анализ трафика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

## Ход выполнения работы

---

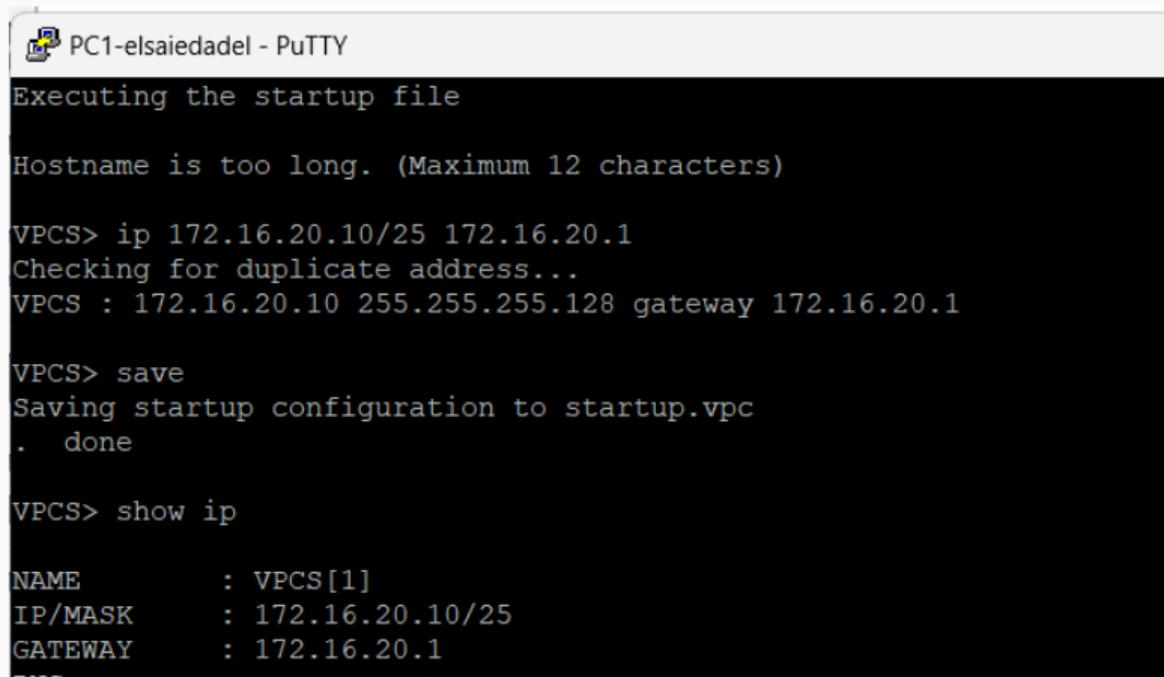
# Топология сети и именование устройств

- 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



```
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

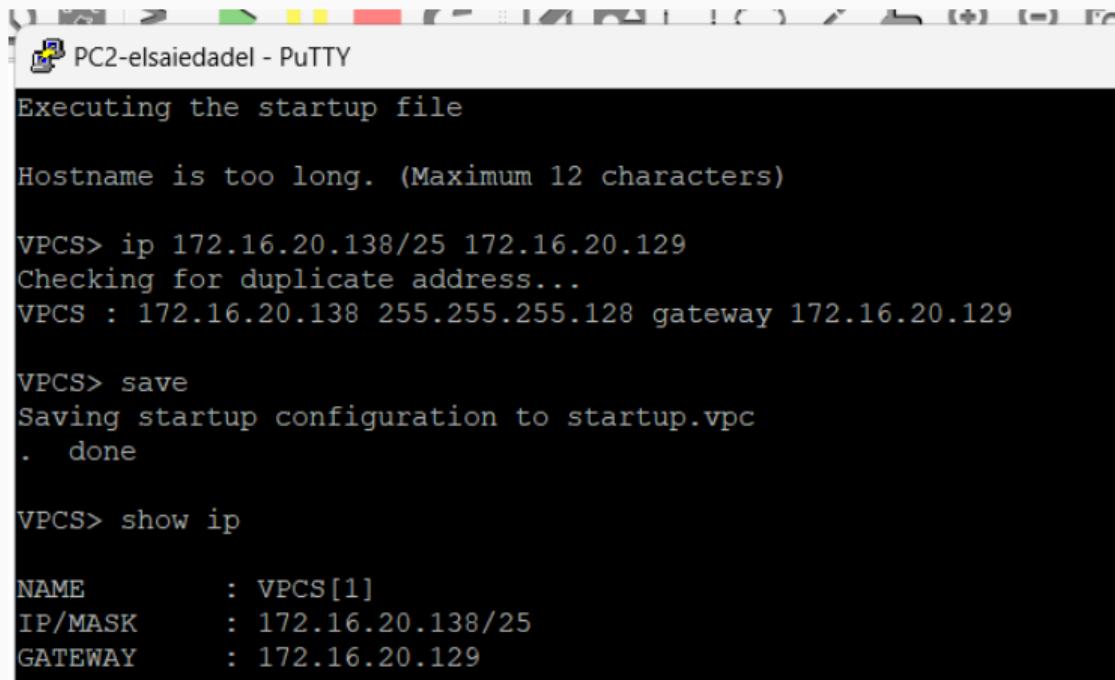
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip

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

## 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

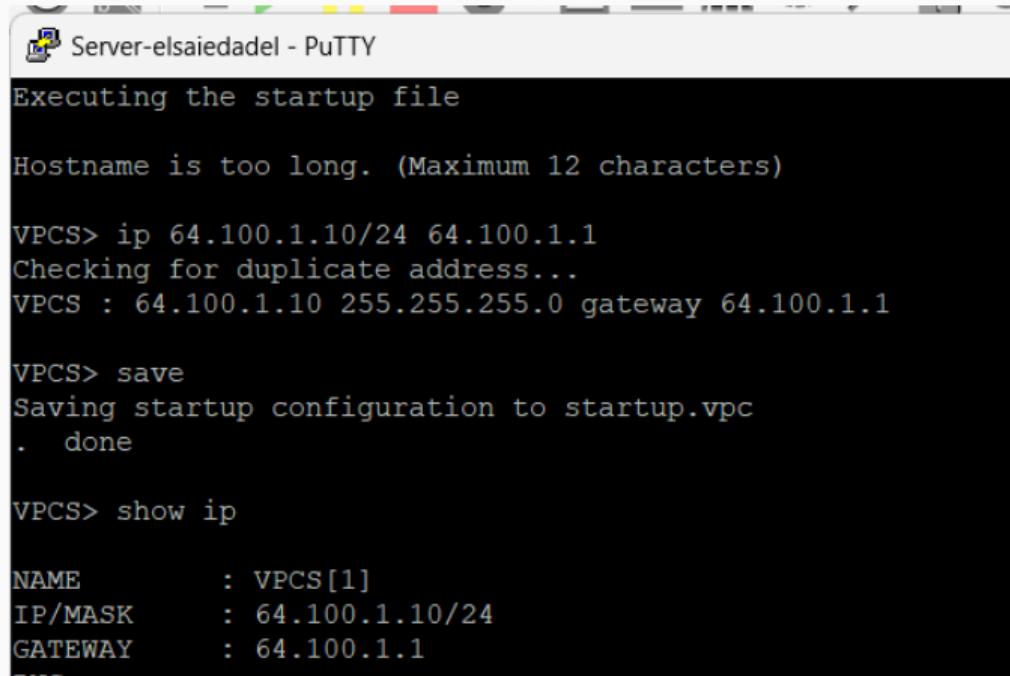
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

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



```
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

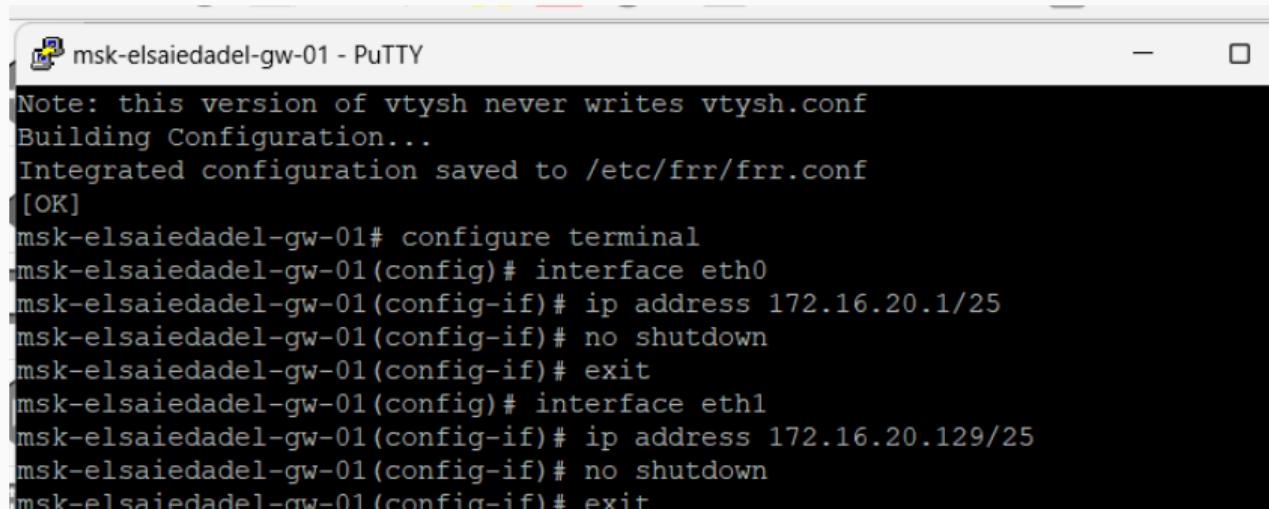
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip

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

## Настройка FRR (msk-elsaiedadel-gw-01)

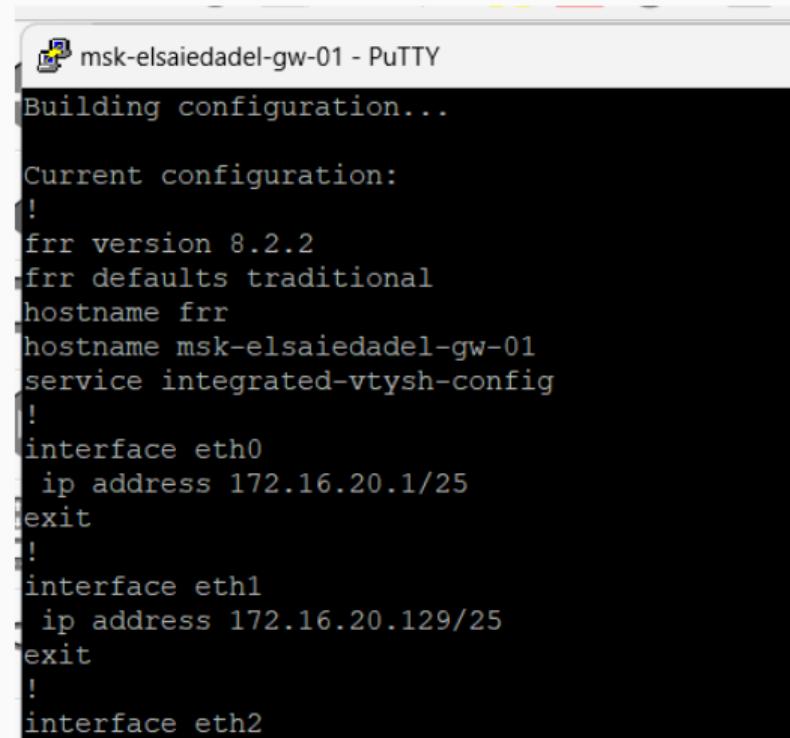
- Установлен `hostname: msk-elsaiedadel-gw-01`
- Назначены адреса на интерфейсы:
  - `eth0: 172.16.20.1/25`
  - `eth1: 172.16.20.129/25`
  - `eth2: 64.100.1.1/24`
- Интерфейсы включены, конфигурация сохранена



```
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



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "msk-elsaiedadel-gw-01 - PuTTY". The window displays the output of an FRR configuration command. The output includes:

```
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
```

## Проверка интерфейсов FRR

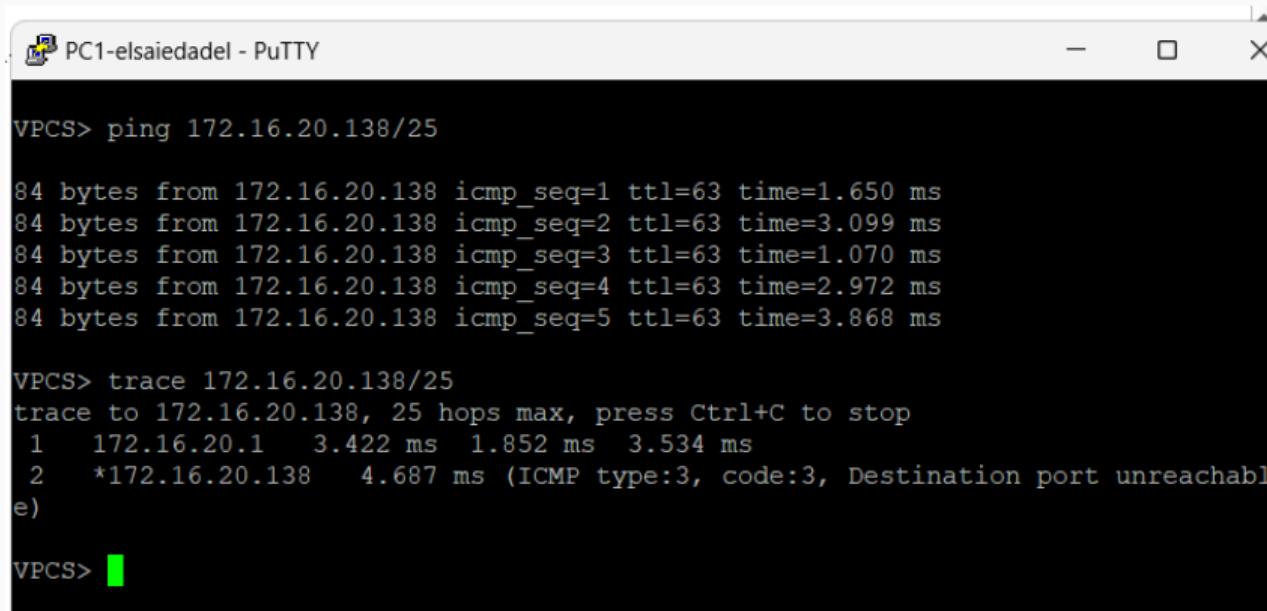
- Подтверждён список интерфейсов и назначенные адреса

```
msk-elsaiedadel-gw-01#  
msk-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 | |  
  
msk-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

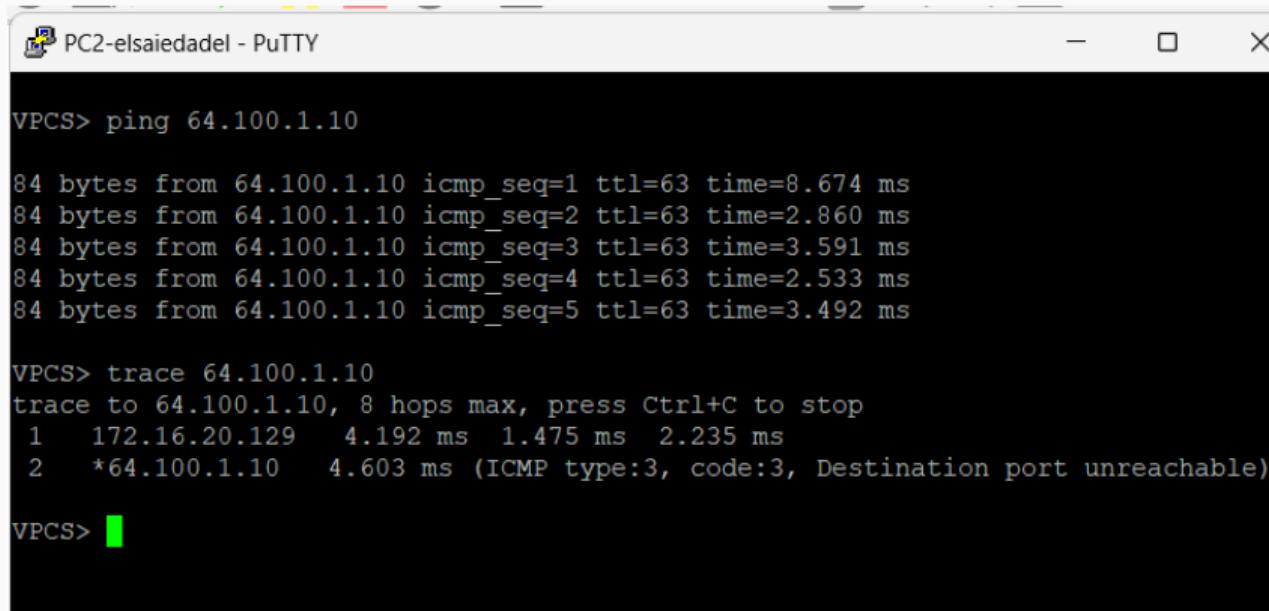
VPCS> trace 172.16.20.138/25
trace to 172.16.20.138, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1   3.422 ms  1.852 ms  3.534 ms
 2  *172.16.20.138  4.687 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

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



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

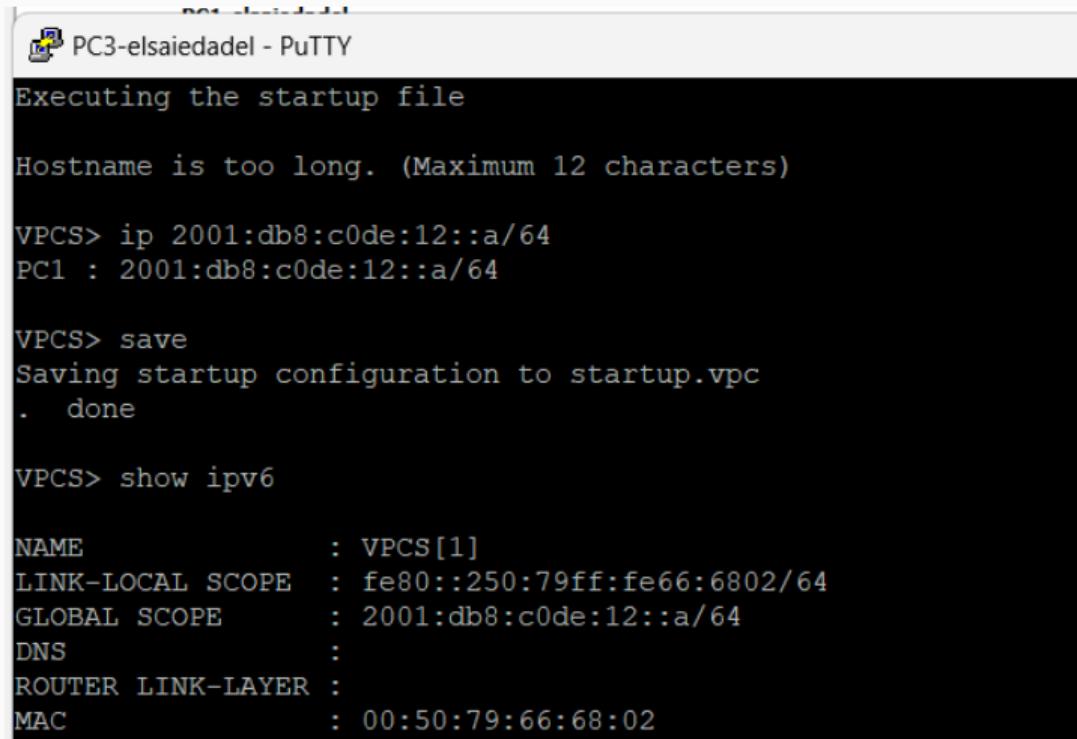
```
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129  4.192 ms  1.475 ms  2.235 ms
 2  *64.100.1.10  4.603 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

VPCS> [redacted]

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

```
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

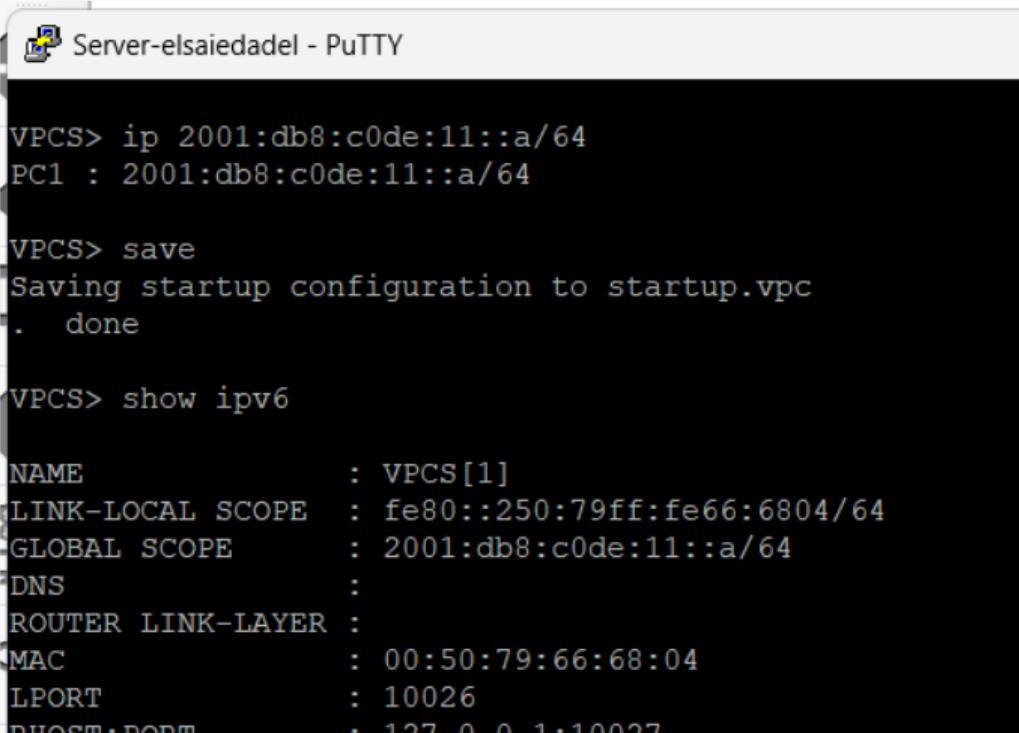
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

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



```
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
DHOST: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**)

```
[root@...]
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]
```

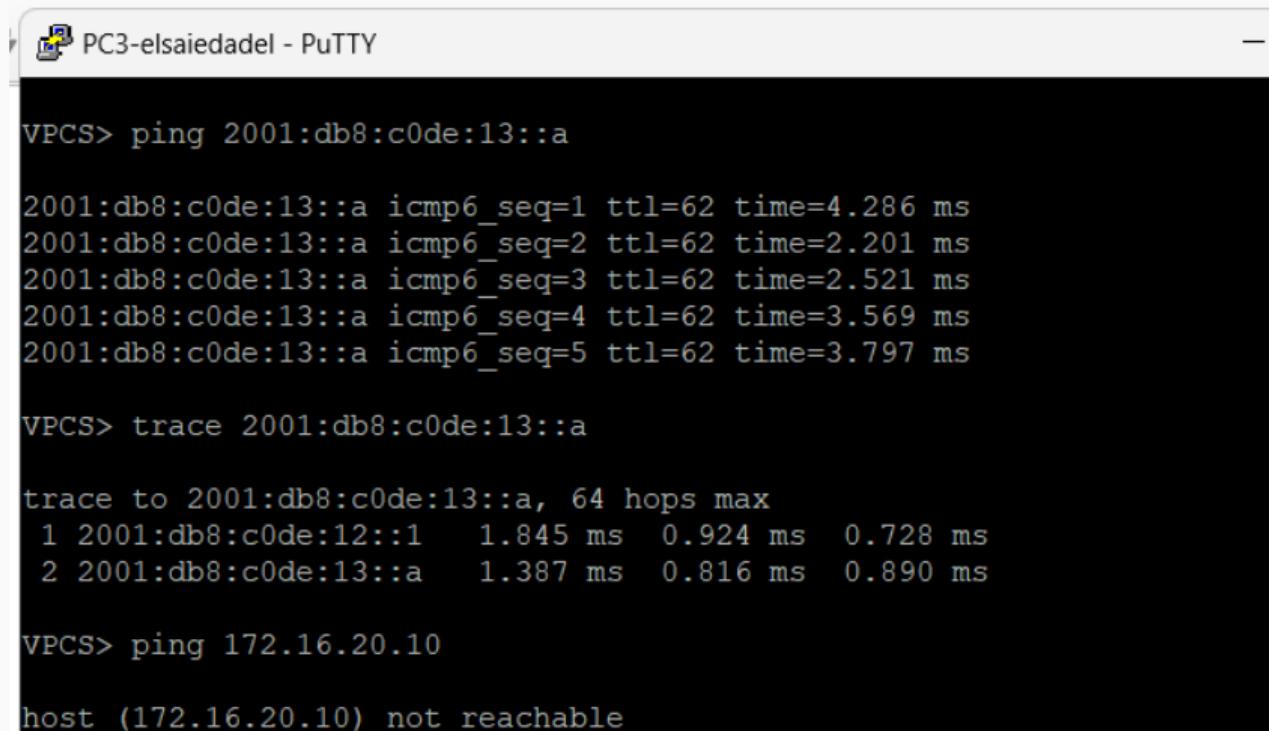
## Назначение IPv6 на интерфейсы VyOS и Router Advertisement

- 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@msk-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



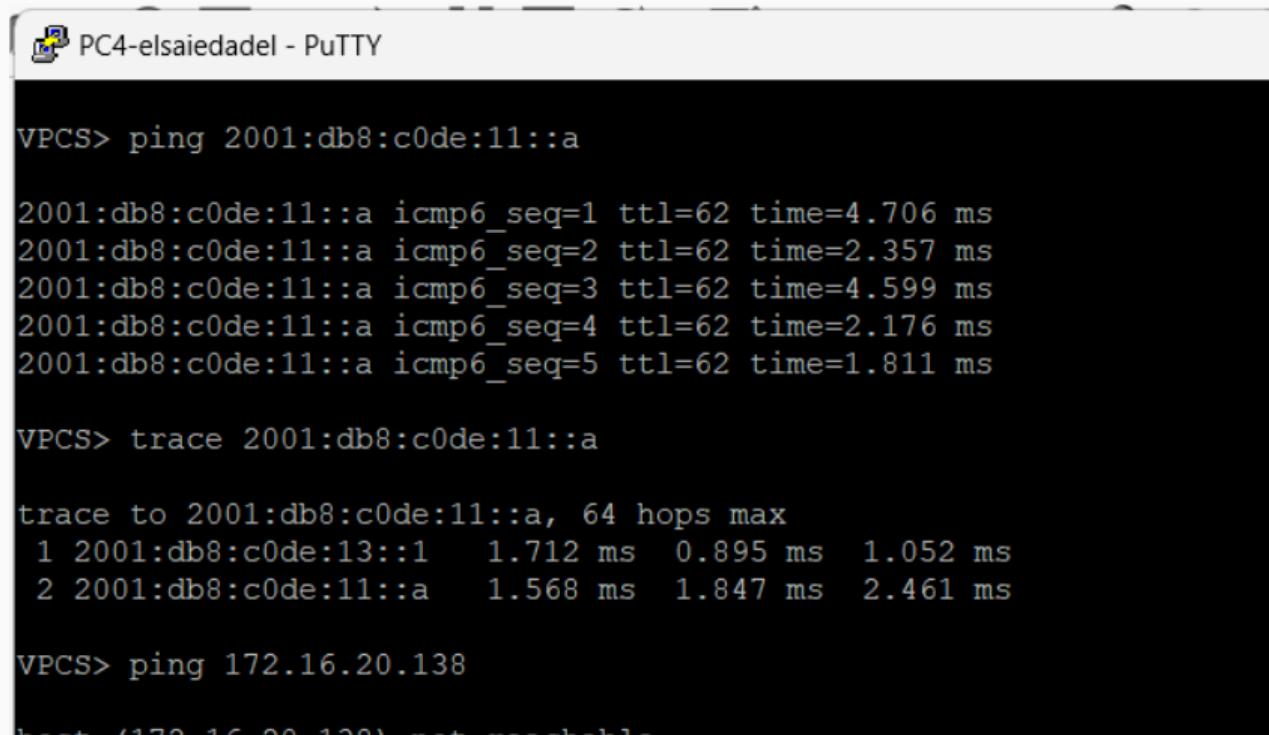
```
VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.286 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.201 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.521 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.569 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=3.797 ms

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

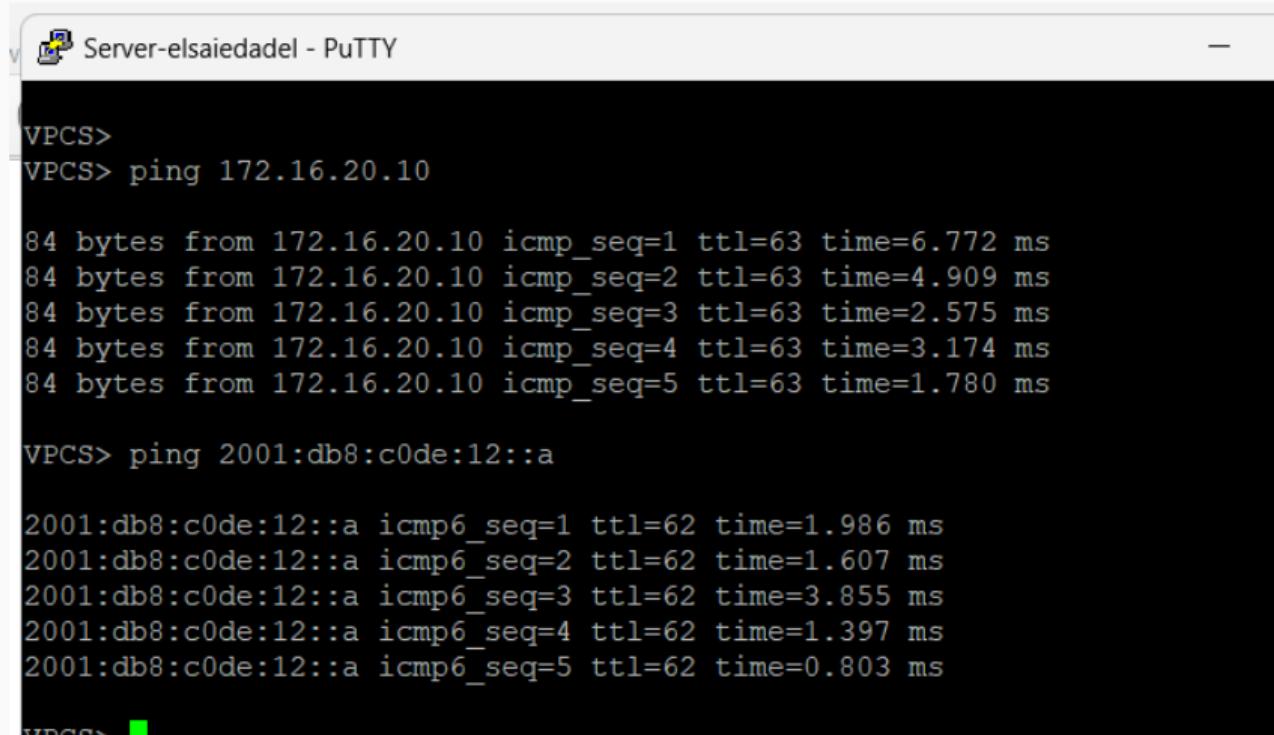
VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.706 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.357 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.599 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.176 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.811 ms

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
lost (172.16.20.138) net unreachable
```

## 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



```
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
```

## 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, seq=0000
5	1.013761	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7788, seq=0010
6	1.017793	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7788, seq=0020
→ 7	2.019326	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7888, seq=0030
← 8	2.021302	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7888, seq=0040
9	3.023316	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7988, seq=0050
10	3.026170	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7988, seq=0060
11	4.027180	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x7a88, seq=0000
12	4.028653	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x7a88, seq=0010

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]

## 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  
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)  
    Destination: 0c:2a:b2:41:00:02 (0c:2a:b2:41:00:02)  
    Source: Private\_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)  
    Type: IPv6 (0x86dd)  
        [Stream index: 2]  
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:c0de:11::a, Dst: 2001:db8:c0de:12::a  
    0110 .... = Version: 6  
    .... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)  
    .... 0000 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

Ethernet II, Src: Private\_66:68:04 (00:50:79:66:68:04), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

Source: Private\_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)

Type: ARP (0x0806)

[Stream index: 0]

Padding: 00

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

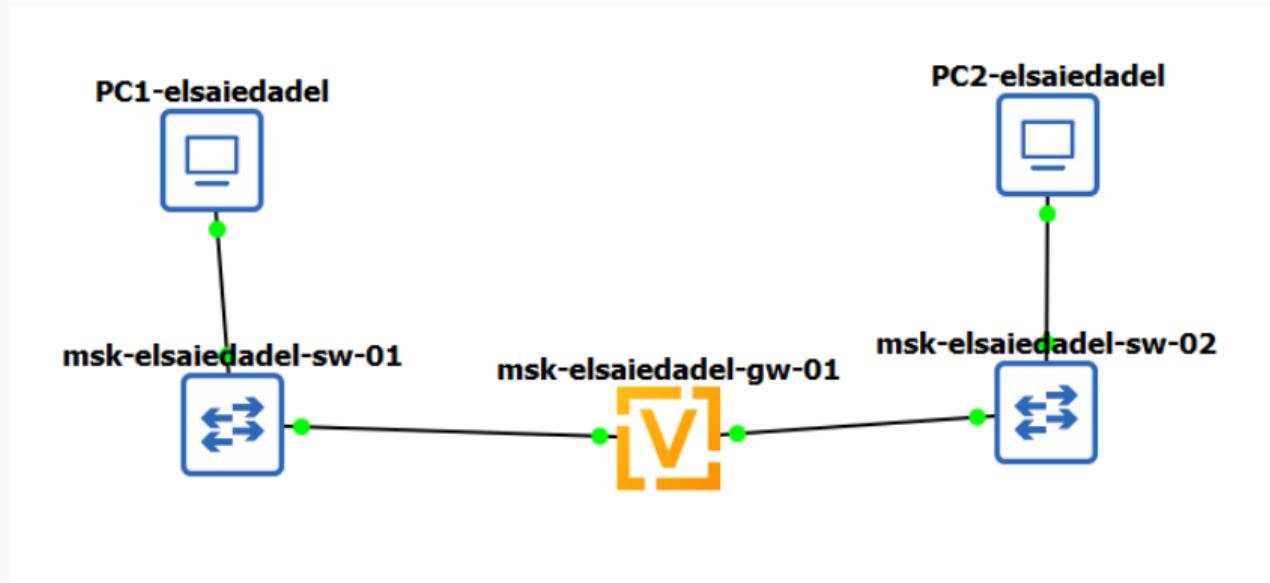
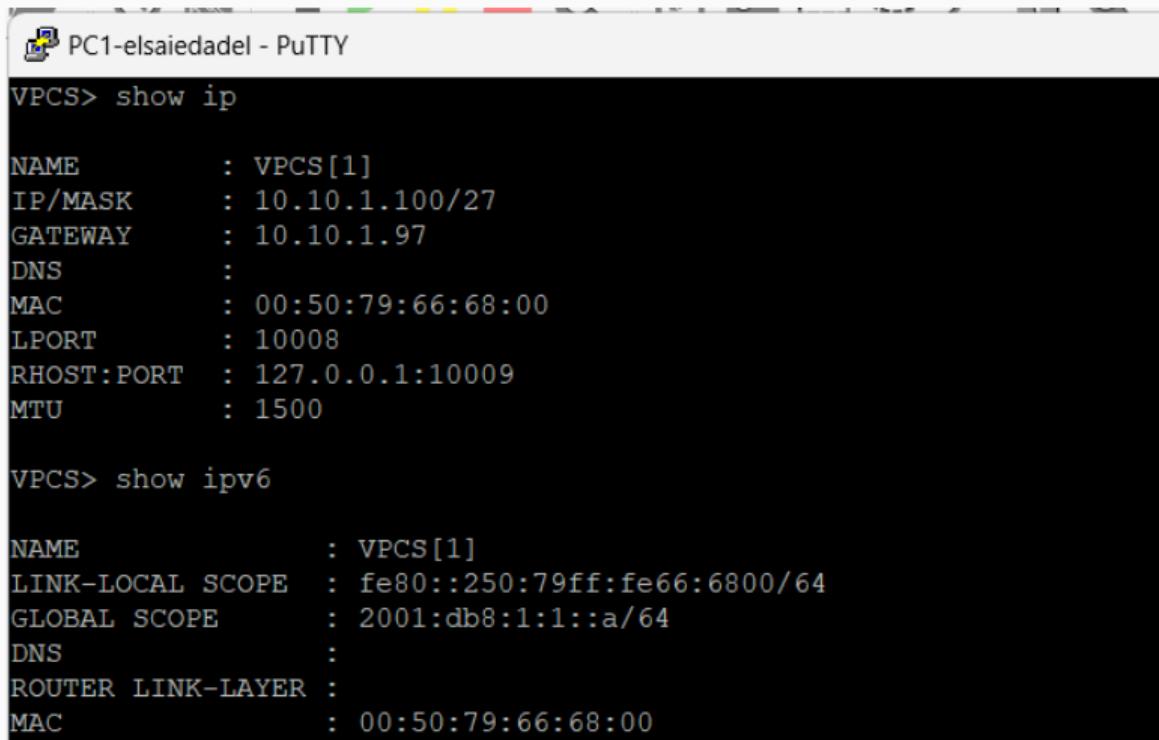


Рис. 21: Топология самостоятельного задания

## Проверка конфигурации узлов (PC1)

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



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

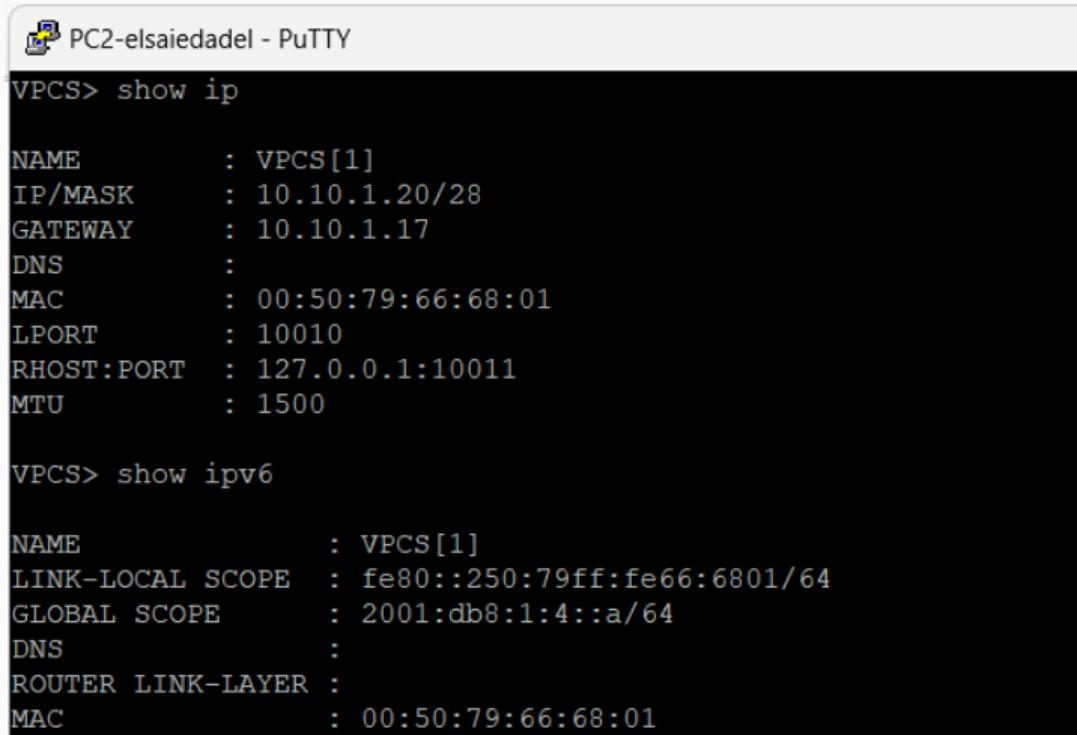
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 10.10.1.100/27
GATEWAY   : 10.10.1.97
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 10008
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10009
MTU       : 1500

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`



```
VPCS> show ip

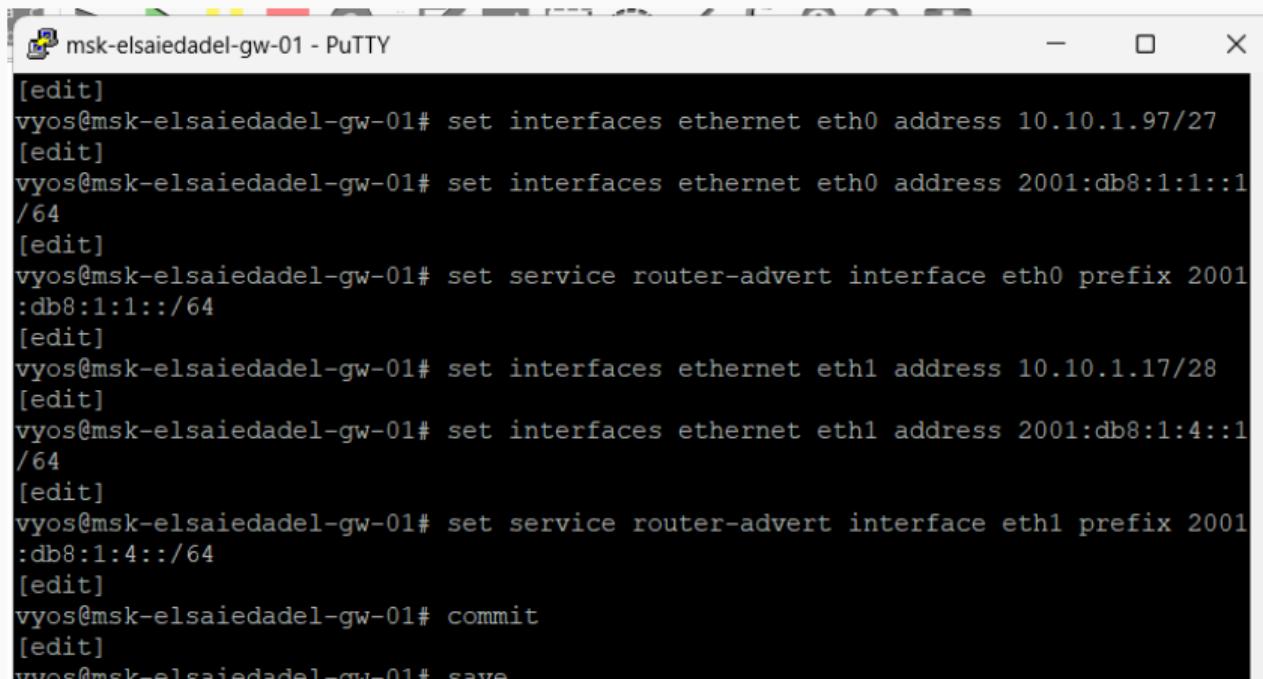
NAME          : VPCS[1]
IP/MASK       : 10.10.1.20/28
GATEWAY       : 10.10.1.17
DNS           :
MAC           : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 10010
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:10011
MTU           : 1500

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



```
[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 with the title 'PC1-elsaiedadel - PuTTY'. The window contains the following command-line session:

```
VPCS> 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

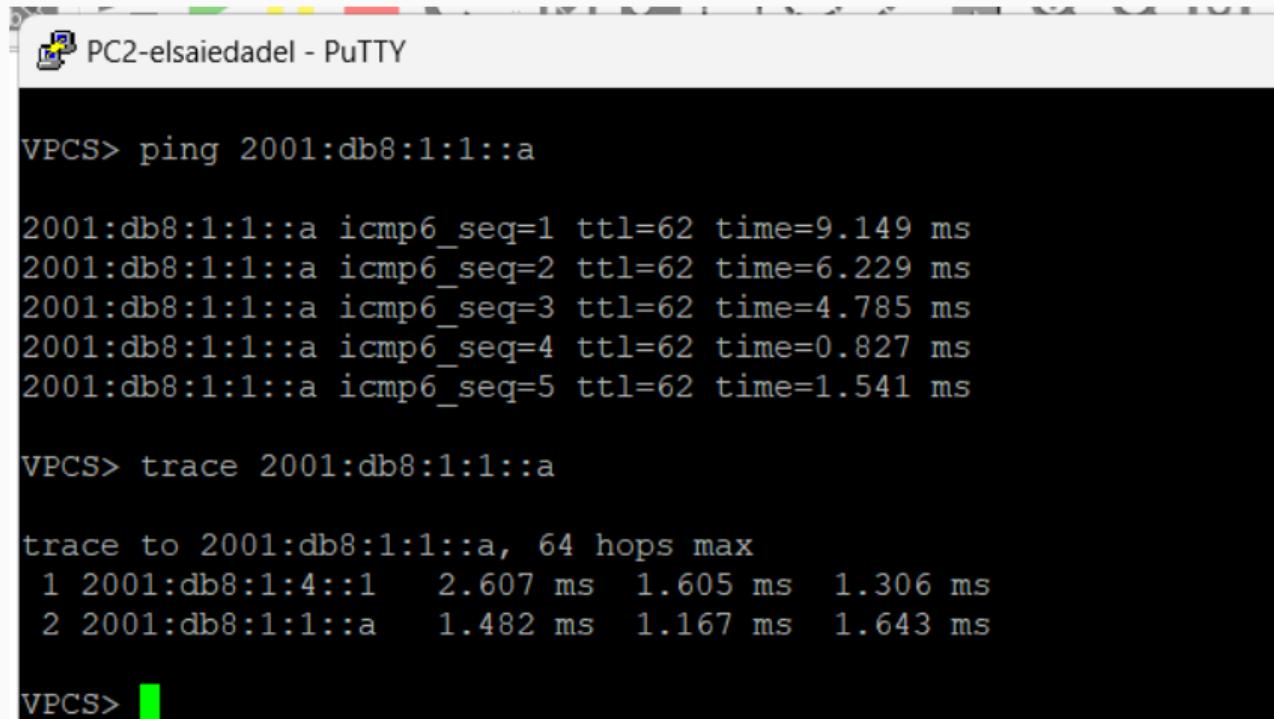
VPCS> trace 10.10.1.20
trace to 10.10.1.20, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.97  4.591 ms  1.198 ms  0.952 ms
 2  *10.10.1.20  1.880 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>
```

Рис. 25: Проверка IPv4 (ping/trace)

## Проверка связности (IPv6) – ping/trace

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



```
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