Лабораторная работа №6

Адресация IPv4 и IPv6. Двойной стек

Авдадаев Джамал Геланиевич

19 декабря 2025

Цель работы

Основная цель

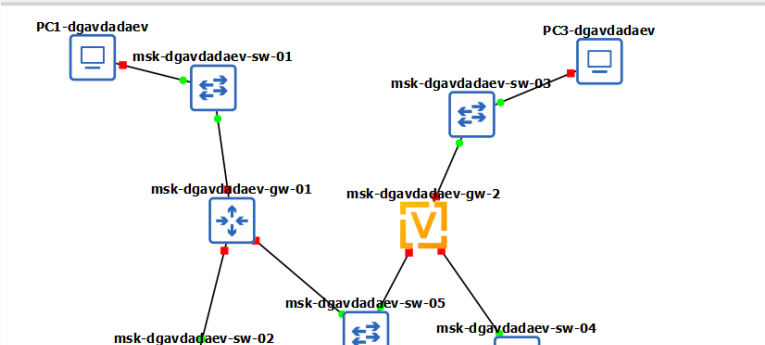
Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети:

- разбиение IPv4 (VLSM)
- разбиение IPv6 (префиксы и диапазоны)
- настройка **Dual Stack** в GNS3
- проверка связности и анализ трафика (ARP / ICMP / ICMPv6)

Dual Stack в GNS3

Топология и именование

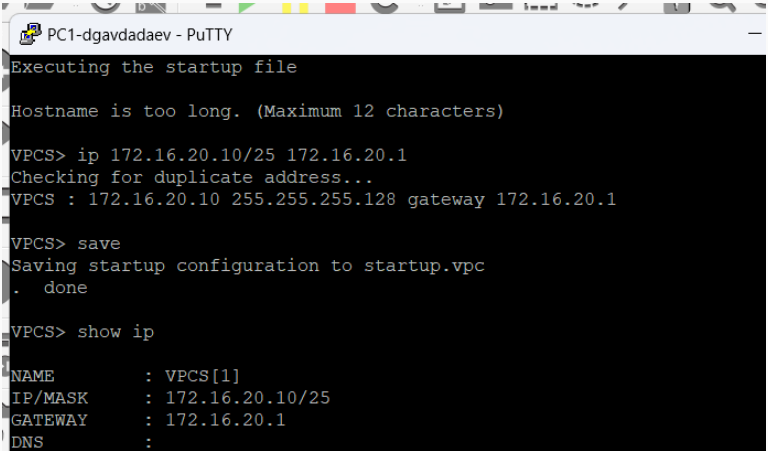
- Использованы:
  - VPCS: PC1–PC4
  - коммутаторы
  - маршрутизатор **FRR** (IPv4)
  - маршрутизатор **VyOS** (IPv6)
  - сервер (Dual Stack)



Настройка IPv4: конечные узлы

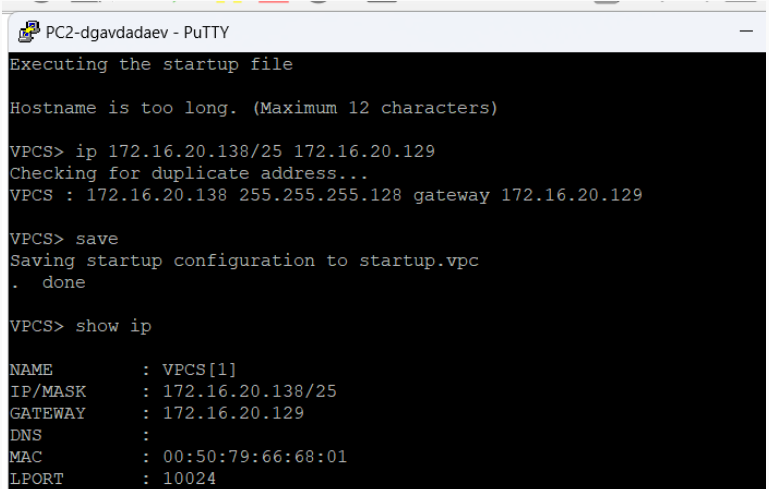
Адресация (фрагмент)

- PC1: 172.16.20.10/25, GW 172.16.20.1
- PC2: 172.16.20.138/25, GW 172.16.20.129
- Server: 64.100.1.10/24, GW 64.100.1.1



Проверка настройки (пример)

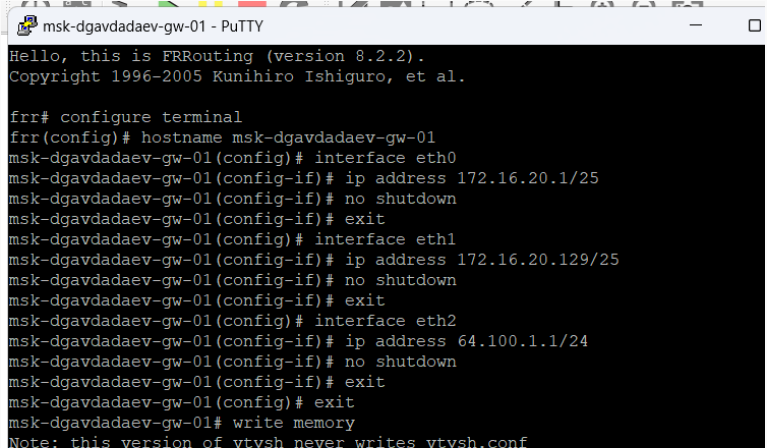
- корректность адреса/маски/шлюза
- сохранение конфигурации на узлах



Настройка FRR (IPv4-маршрутизация)

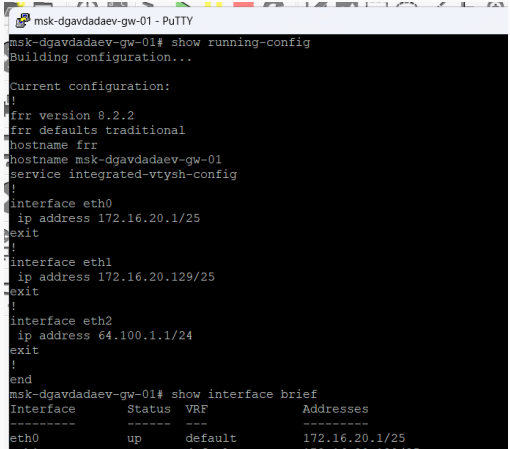
Конфигурация и контроль

- назначены IPv4 на интерфейсы LAN
- интерфейсы подняты
- конфигурация сохранена



Проверка (show / состояние интерфейсов)

- адреса присутствуют
- интерфейсы активны
- маршрутизация готова к тестам



Ping / Trace

- PC1 → PC2: ответы получены, маршрут через шлюз
- PC1 → Server: доставка успешна, межсетевой обмен корректен

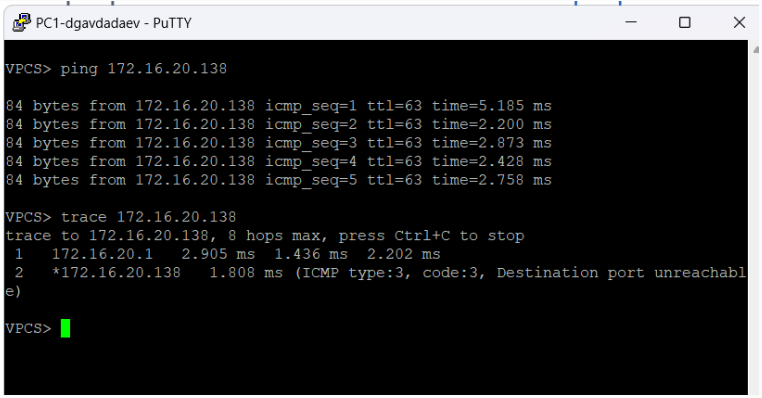


Рис. 6: PC1 ↔ PC2

Доступ к серверу

- подтверждена корректная маршрутизация между подсетями IPv4

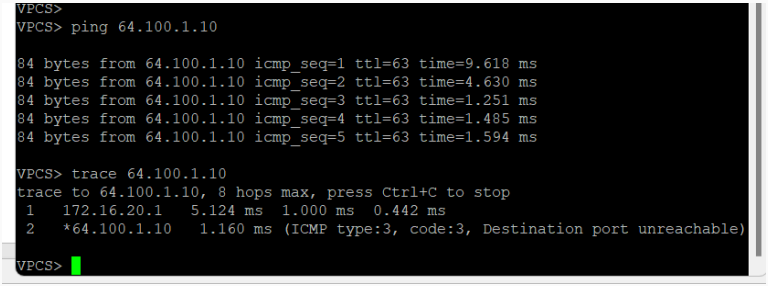
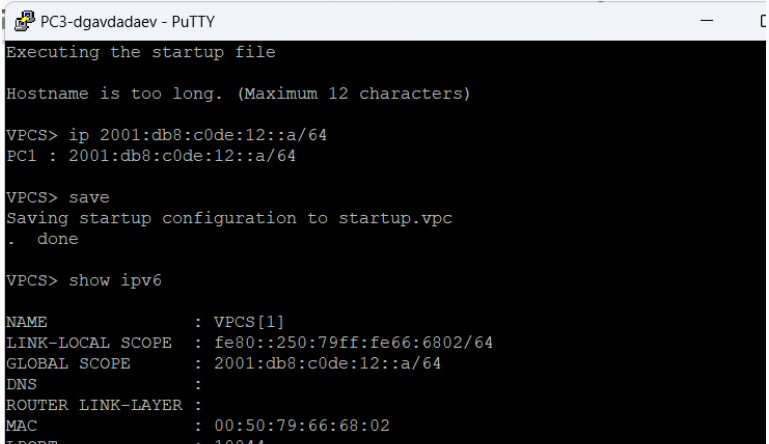


Рис. 7: PC1 ↔ Server

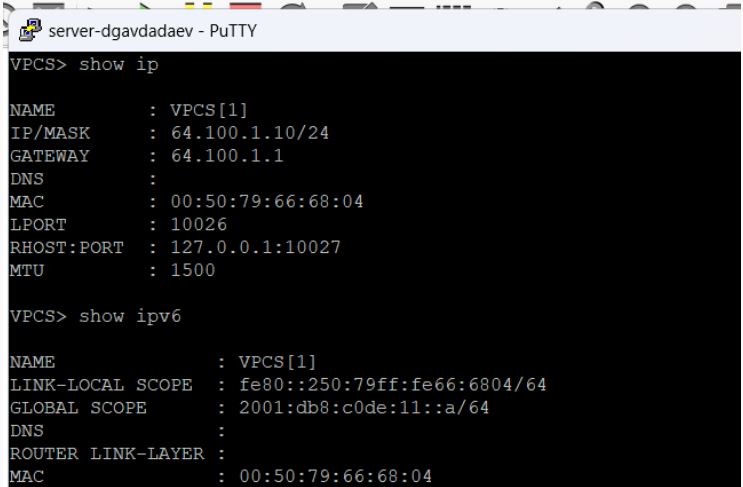
Назначение адресов (вручную)

- PC3: `2001:db8:c0de:12::a/64`
- PC4: `2001:db8:c0de:13::a/64`
- Server (Dual Stack): `2001:db8:c0de:11::a/64`



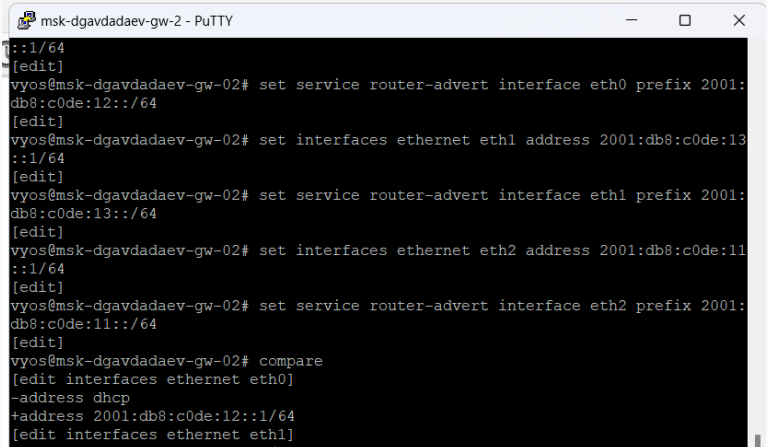
Сервер в режиме Dual Stack

- IPv4 и IPv6 активны одновременно
- сервер доступен из обеих сред (при наличии маршрутизации)



Настройка VyOS (IPv6-маршрутизация)

- имя устройства
- IPv6-адреса на `eth0/eth1/eth2`
- Router Advertisement для распространения префиксов в сегментах



Контроль состояния

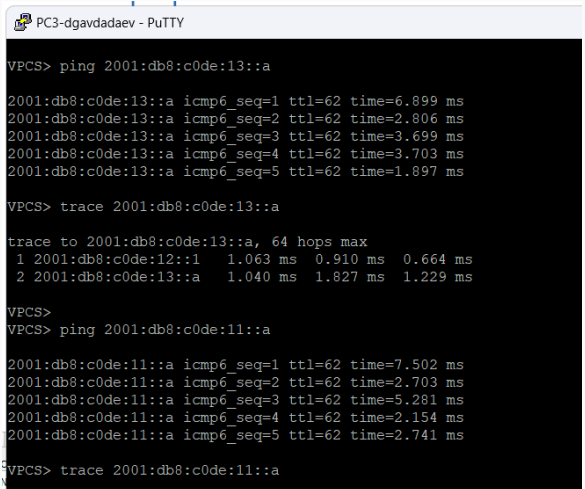
- интерфейсы активны
- IPv6-адреса назначены корректно

msk-dgavdadaev-gw-2 - PuTTY

```
[edit]
vyos@msk-dgavdadaev-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-dgavdadaev-gw-02#
[edit]
vyos@msk-dgavdadaev-gw-02# show interfaces
 ethernet eth0 {
     address 2001:db8:c0de:12::1/64
     hw-id 0c:63:af:05:00:00
 }
 ethernet eth1 {
     address 2001:db8:c0de:13::1/64
     hw-id 0c:63:af:05:00:01
 }
 ethernet eth2 {
     address 2001:db8:c0de:11::1/64
     hw-id 0c:63:af:05:00:02
```

Ping / Trace

- PC3 → PC4: ответы получены, маршрут через VyOS
- PC3 → Server: доставка успешна



Изоляция IPv4 и IPv6 сегментов

- PC4 (IPv6-сегмент) не обращается к IPv4-узлам
- доступ к Dual Stack Server по IPv6 — успешен

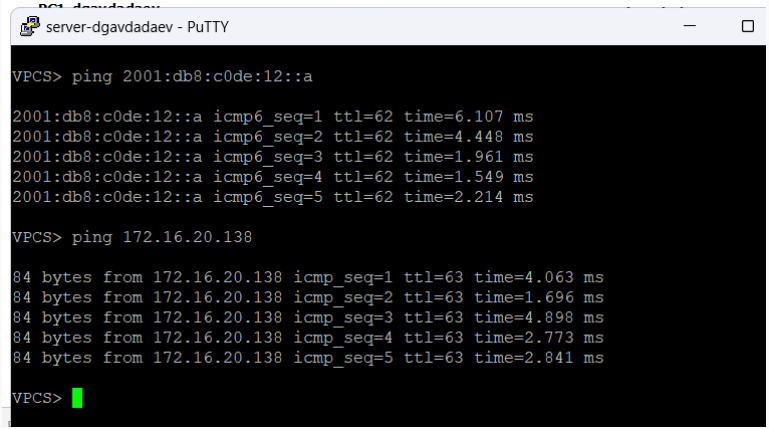
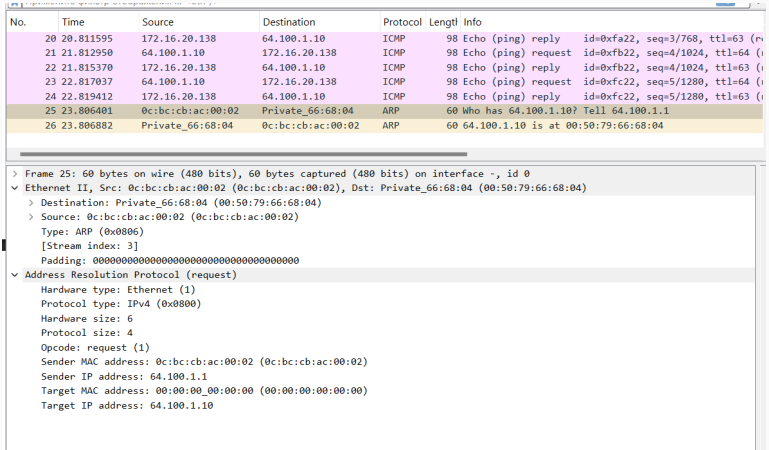


Рис. 13: Изоляция и доступ к Dual Stack

ARP (IPv4)

- разрешение `IP → MAC` в канальном сегменте
- пример: запрос от шлюза `64.100.1.1` к серверу `64.100.1.10`
- подтверждает L2-соседство и работу шлюза

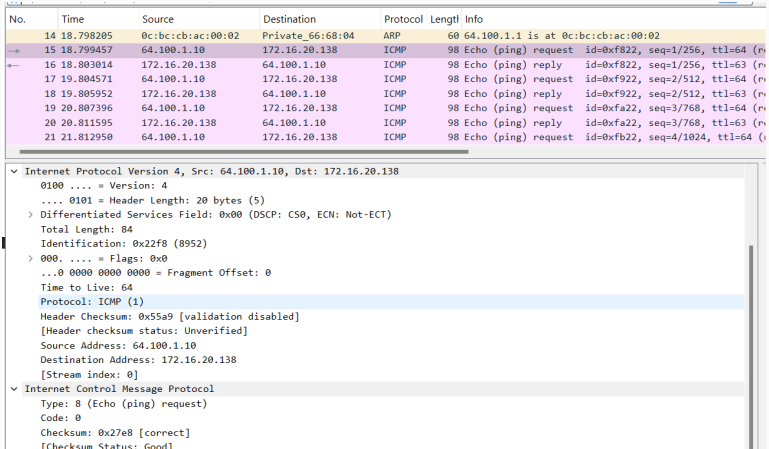


No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
20	20.811595	172.16.20.138	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0xfa22, seq=3/768, ttl=63 (r
21	21.812950	64.100.1.10	172.16.20.138	ICMP	98	Echo (ping) request id=0xfb22, seq=4/1024, ttl=64 (
22	21.815370	172.16.20.138	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0xfb22, seq=4/1024, ttl=63 (
23	22.817037	64.100.1.10	172.16.20.138	ICMP	98	Echo (ping) request id=0xfc22, seq=5/1280, ttl=64 (
24	22.819412	172.16.20.138	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0xfc22, seq=5/1280, ttl=63 (
25	23.806401	0c:bc:cb:ac:00:02	Private_66:68:04	ARP	60	Who has 64.100.1.10? Tell 64.100.1.1
26	23.806882	Private_66:68:04	0c:bc:cb:ac:00:02	ARP	60	64.100.1.10 is at 00:50:79:66:68:04

```
> Frame 25: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface -, id 0
v Ethernet II, Src: 0c:bc:cb:ac:00:02 (0c:bc:cb:ac:00:02), Dst: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)
    > Destination: Private_66:68:04 (00:50:79:66:68:04)
    > Source: 0c:bc:cb:ac:00:02 (0c:bc:cb:ac:00:02)
      Type: ARP (0x0806)
      [Stream index: 3]
      Padding: 000000000000000000000000000000000000
v Address Resolution Protocol (request)
      Hardware type: Ethernet (1)
      Protocol type: IPv4 (0x0800)
      Hardware size: 6
      Protocol size: 4
      Opcode: request (1)
      Sender MAC address: 0c:bc:cb:ac:00:02 (0c:bc:cb:ac:00:02)
      Sender IP address: 64.100.1.1
      Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
      Target IP address: 64.100.1.10
```

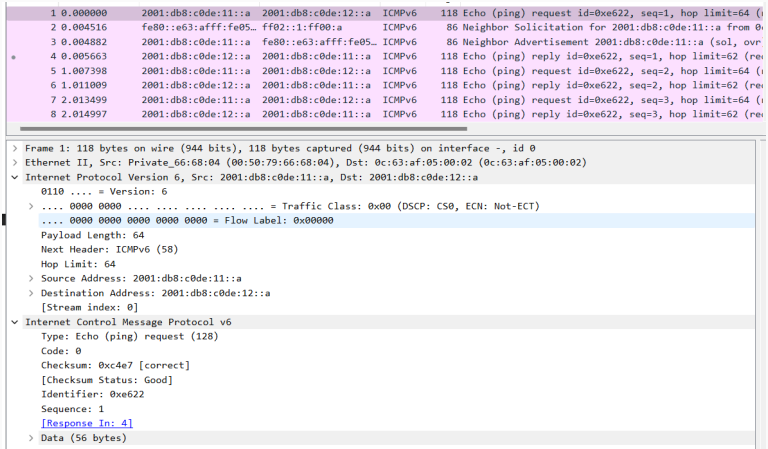
ICMP (IPv4)

- Echo Request / Reply
- по TTL видно прохождение маршрутизатора
- подтверждает корректную маршрутизацию IPv4 между подсетями



ICMPv6 (IPv6)

- Echo Request / Reply (диагностика)
- Neighbor Solicitation / Advertisement (аналог ARP)
- Hop Limit — аналог TTL



	1 0.000000	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0xe622, seq=1, hop limit=64 (
	2 0.004516	fe80::e63:afff:fe05…	ff02::1:ff00:a	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:db8:c0de:11::a from 0
	3 0.004882	2001:db8:c0de:11::a	fe80::e63:afff:fe05…	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2001:db8:c0de:11::a (sol, ovr
•	4 0.005663	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0xe622, seq=1, hop limit=62 (re
	5 1.007398	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0xe622, seq=2, hop limit=64 (
	6 1.011009	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0xe622, seq=2, hop limit=62 (re
	7 2.013499	2001:db8:c0de:11::a	2001:db8:c0de:12::a	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0xe622, seq=3, hop limit=64 (
	8 2.014997	2001:db8:c0de:12::a	2001:db8:c0de:11::a	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0xe622, seq=3, hop limit=62 (re

```
> Frame 1: 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:63:af:05:00:02 (0c:63:af:05:00:02)
v 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]
v Internet Control Message Protocol v6
    Type: Echo (ping) request (128)
    Code: 0
    Checksum: 0xc4e7 [correct]
    [Checksum Status: Good]
    Identifier: 0xe622
    Sequence: 1
    [Response In: 4]
  > Data (56 bytes)
```

Самостоятельное задание (2 подсети)

Адресное пространство

- Подсеть 1:
  - IPv4: `10.10.1.96/27` (30 хостов)
  - IPv6: `2001:db8:1:1::/64`
- Подсеть 2:
  - IPv4: `10.10.1.16/28` (14 хостов)
  - IPv6: `2001:db8:1:4::/64`

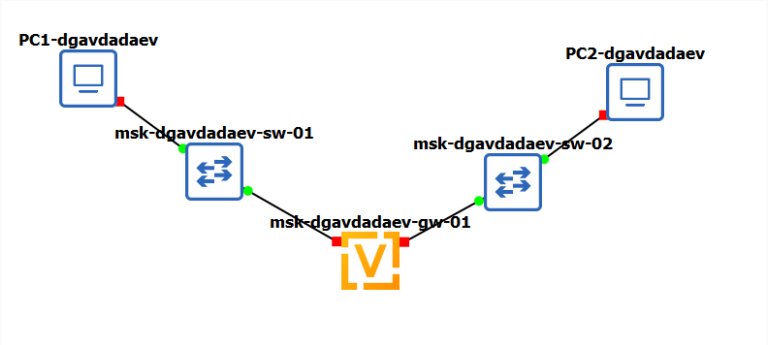


Таблица адресации (минимальные адреса для роутера)

- Router / Subnet 1:
  - IPv4 `10.10.1.97/27`
  - IPv6 `2001:db8:1:1::1/64`
- Router / Subnet 2:
  - IPv4 `10.10.1.17/28`
  - IPv6 `2001:db8:1:4::1/64`
- PC1:
  - IPv4 `10.10.1.100/27`, GW `10.10.1.97`
  - IPv6 `2001:db8:1:1::a/64`
- PC2:
  - IPv4 `10.10.1.20/28`, GW `10.10.1.17`
  - IPv6 `2001:db8:1:4::a/64`

Проверка связности (IPv4/IPv6)

- PC1 → PC2 (IPv4): успешный ping, маршрут через шлюз
- PC1 → PC2 (IPv6): успешный ping/trace через IPv6-интерфейс роутера

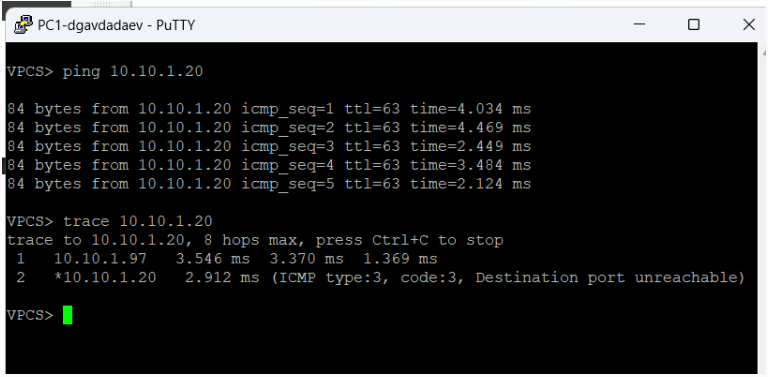


Рис. 18: Ping/Trace IPv4

Итоги работы

Выводы

- Выполнено разбиение IPv4 и IPv6 сетей с расчётом диапазонов
- Настроен **Dual Stack**-сервер и маршрутизация:
  - FRR для IPv4
  - VyOS для IPv6 (+ Router Advertisement)
- Подтверждена связность и корректная маршрутизация
- Проанализированы:
  - ARP (IPv4)
  - ICMP (IPv4)
  - ICMPv6 + Neighbor Discovery (IPv6)