

Лабораторная работа №8

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка маршрутизации

Владимир Базлов

15 декабря 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Изучить принципы адресации в сетях IPv4 и IPv6
и освоить настройку динамической маршрутизации
с использованием протокола RIP.

Топология сети

Моделируемая сеть

В среде GNS3 была построена сеть, включающая: - 4 маршрутизатора FRR - 2 коммутатора - 2 конечных устройства VPCS

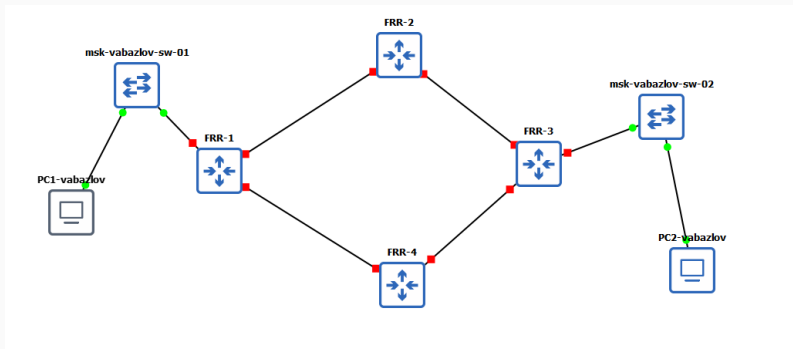
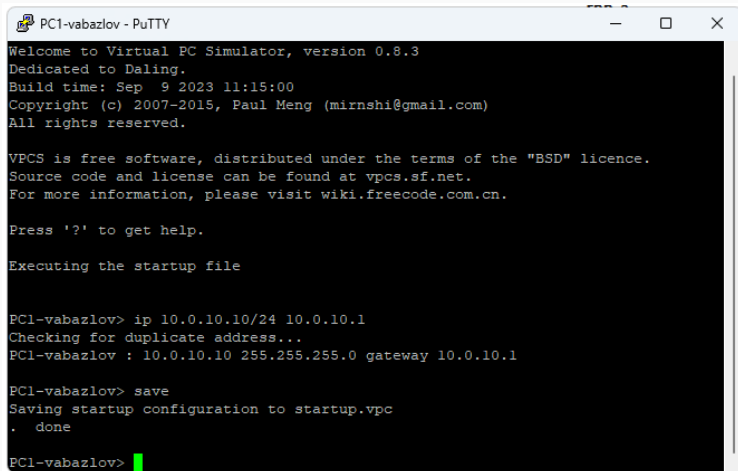


Рис. 1: Топология моделируемой сети

Адресация IPv4

IPv4-адресация оконечных устройств

Для оконечных устройств PC1 и PC2 вручную заданы IPv4-адреса и соответствующие шлюзы по умолчанию.



```
PC1-vabazlov - PuTTY
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.3
Dedicated to Daling.
Build time: Sep  9 2023 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

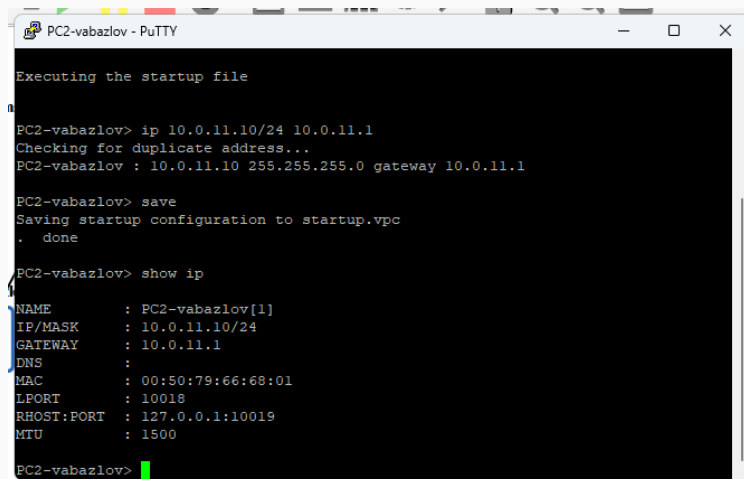
Executing the startup file

PC1-vabazlov> ip 10.0.10.10/24 10.0.10.1
Checking for duplicate address...
PC1-vabazlov : 10.0.10.10 255.255.255.0 gateway 10.0.10.1

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

PC1-vabazlov>
```

IPv4-адресация оконечных устройств



```
PC2-vabazlov - PuTTY

Executing the startup file

PC2-vabazlov> ip 10.0.11.10/24 10.0.11.1
Checking for duplicate address...
PC2-vabazlov : 10.0.11.10 255.255.255.0 gateway 10.0.11.1

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

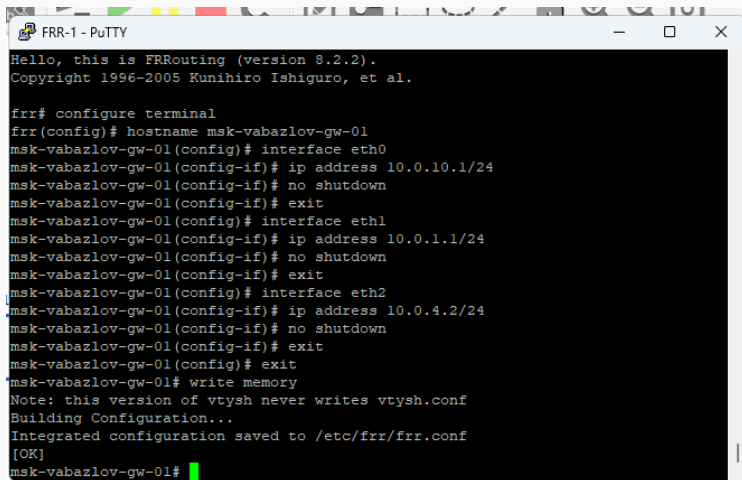
PC2-vabazlov> show ip
NAME           : PC2-vabazlov[1]
IP/MASK        : 10.0.11.10/24
GATEWAY        : 10.0.11.1
DNS            :
MAC            : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 10018
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:10019
MTU            : 1500

PC2-vabazlov>
```

Рис. 3: Настройка IPv4 на PC2

IPv4-адресация маршрутизаторов

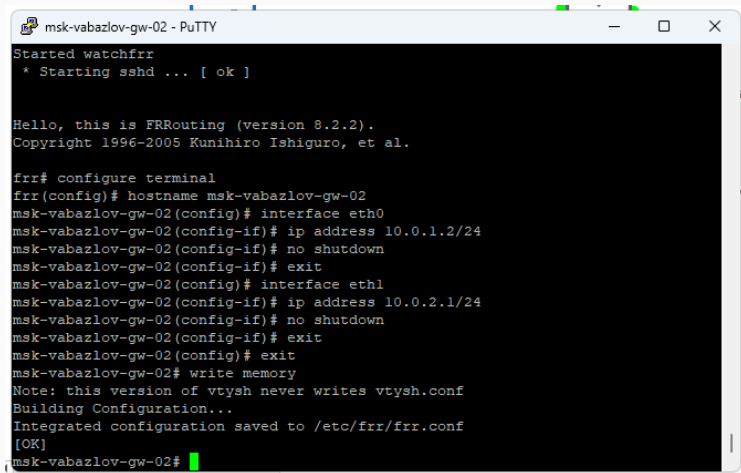
На маршрутизаторах FRR настроены IPv4-адреса на всех интерфейсах в соответствии с таблицей адресации.



```
FRR-1 - PuTTY
Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-vabazlov-gw-01
msk-vabazlov-gw-01(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# ip address 10.0.10.1/24
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-01(config)# interface eth1
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# ip address 10.0.1.1/24
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-01(config)# interface eth2
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# ip address 10.0.4.2/24
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-01(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-01(config)# exit
msk-vabazlov-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-vabazlov-gw-01#
```

IPv4-адресация маршрутизаторов



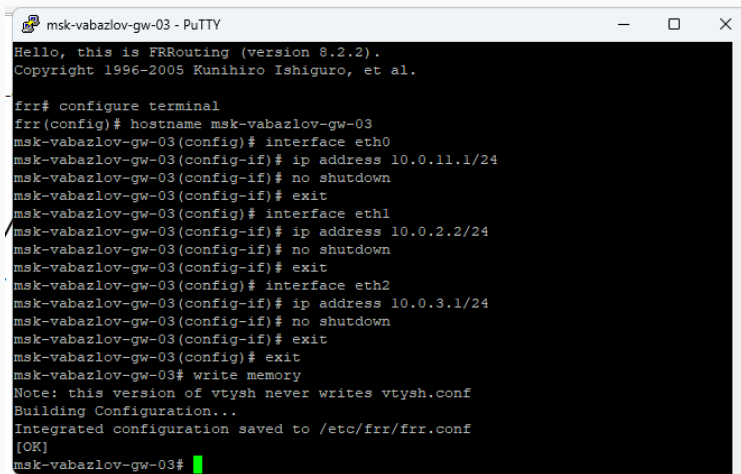
```
msk-vabazlov-gw-02 - PuTTY
Started watchfrr
* Starting sshd ... [ ok ]

Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-vabazlov-gw-02
msk-vabazlov-gw-02(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# ip address 10.0.1.2/24
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-02(config)# interface eth1
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# ip address 10.0.2.1/24
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-02(config)# exit
msk-vabazlov-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-02#
```

Рис. 5: IPv4 на msk-vabazlov-gw-02

IPv4-адресация маршрутизаторов

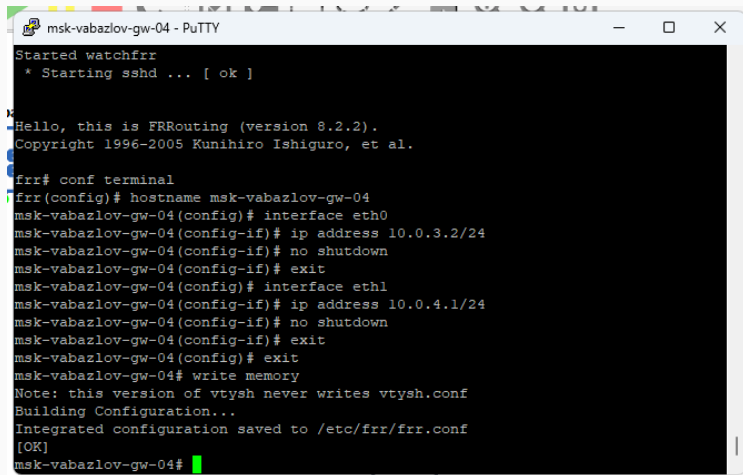


```
msk-vabazlov-gw-03 - PuTTY
Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-vabazlov-gw-03
msk-vabazlov-gw-03(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ip address 10.0.11.1/24
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-03(config)# interface eth1
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ip address 10.0.2.2/24
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-03(config)# interface eth2
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ip address 10.0.3.1/24
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-03(config)# exit
msk-vabazlov-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-03#
```

Рис. 6: IPv4 на msk-vabazlov-gw-03

IPv4-адресация маршрутизаторов



```
msk-vabazlov-gw-04 - PuTTY
Started watchfrr
* Starting sshd ... [ ok ]

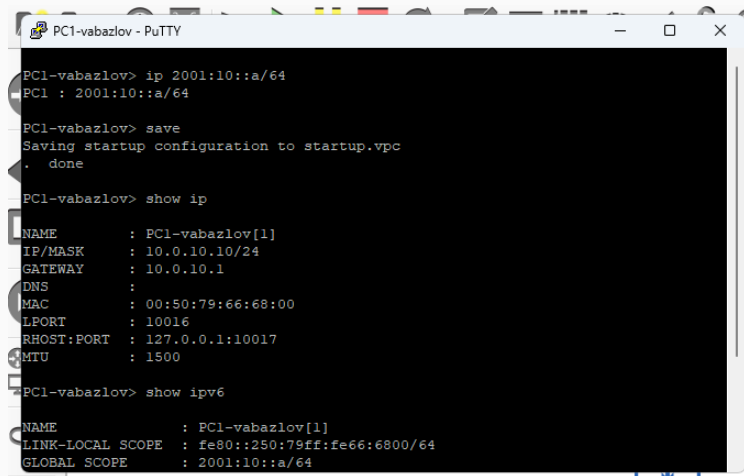
Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# conf terminal
frr(config)# hostname msk-vabazlov-gw-04
msk-vabazlov-gw-04(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# ip address 10.0.3.2/24
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-04(config)# interface eth1
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# ip address 10.0.4.1/24
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-04(config)# exit
msk-vabazlov-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-04#
```

Рис. 7: IPv4 на msk-vabazlov-gw-04

Адресация IPv6

IPv6-адресация оконечных устройств



```
PC1-vabazlov> ip 2001:10::a/64
PC1 : 2001:10::a/64

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

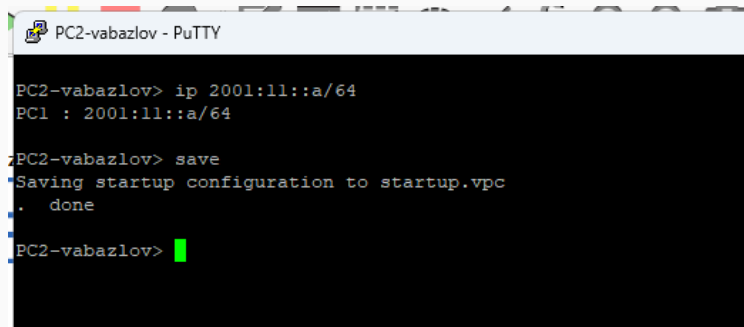
PC1-vabazlov> show ip

NAME          : PC1-vabazlov[1]
IP/MASK       : 10.0.10.10/24
GATEWAY      : 10.0.10.1
DNS          :
MAC          : 00:50:79:66:68:00
LPORT       : 10016
RHOST:PORT   : 127.0.0.1:10017
MTU          : 1500

PC1-vabazlov> show ipv6

NAME          : PC1-vabazlov[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:10::a/64
```

Рис. 8: IPv6 на PC1



```
PC2-vabazlov> ip 2001:11::a/64
PC1 : 2001:11::a/64

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

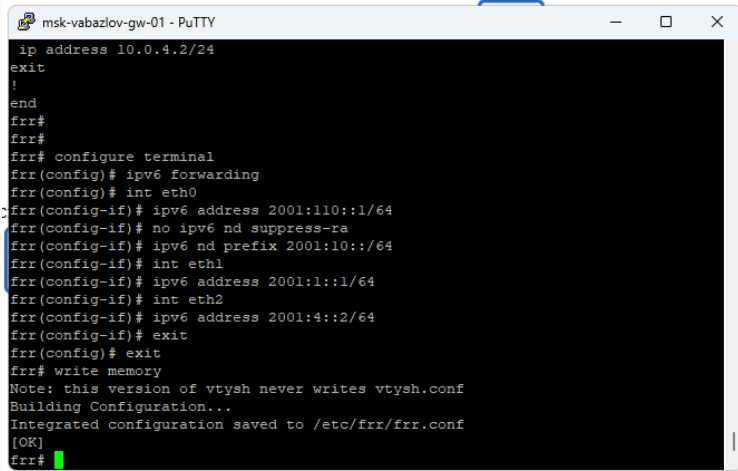
PC2-vabazlov> 
```

Рис. 9: IPv6 на PC2

На маршрутизаторах включена маршрутизация IPv6 и назначены IPv6-адреса на всех интерфейсах.

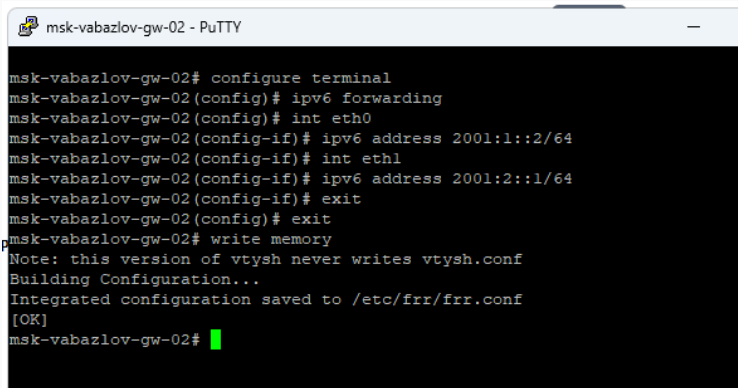
Для сегментов с оконечными устройствами разрешена рассылка Router Advertisements.

IPv6-адресация маршрутизаторов



```
msk-vabazlov-gw-01 - PuTTY
ip address 10.0.4.2/24
exit
!
end
frr#
frr#
frr# configure terminal
frr(config)# ipv6 forwarding
frr(config)# int eth0
frr(config-if)# ipv6 address 2001:110::1/64
frr(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
frr(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:10::/64
frr(config-if)# int eth1
frr(config-if)# ipv6 address 2001:1::1/64
frr(config-if)# int eth2
frr(config-if)# ipv6 address 2001:4::2/64
frr(config-if)# exit
frr(config)# exit
frr# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
frr#
```

Рис. 10: IPv6 на msk-vabazlov-gw-01

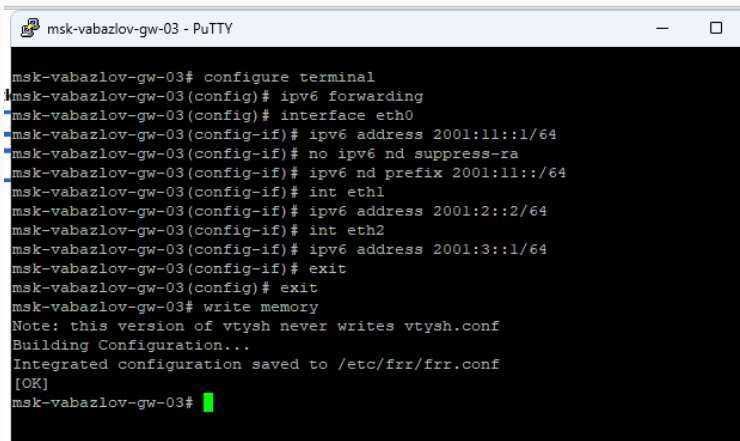


```
msk-vabazlov-gw-02 - PuTTY

msk-vabazlov-gw-02# configure terminal
msk-vabazlov-gw-02(config)# ipv6 forwarding
msk-vabazlov-gw-02(config)# int eth0
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:1::2/64
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# int eth1
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:2::1/64
msk-vabazlov-gw-02(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-02(config)# exit
msk-vabazlov-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-02#
```

Рис. 11: IPv6 на msk-vabazlov-gw-02

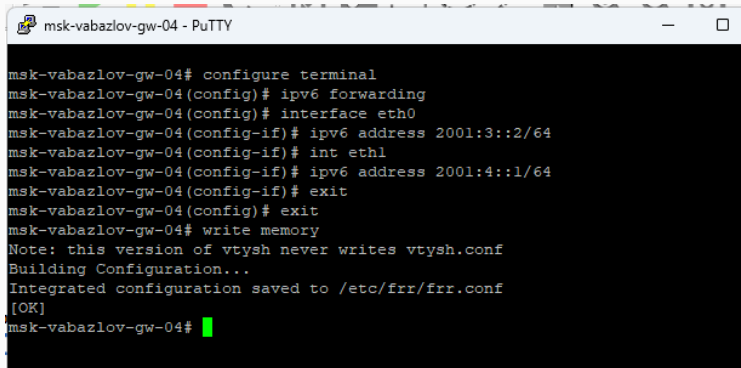
IPv6-адресация маршрутизаторов



```
msk-vabazlov-gw-03 - PuTTY
msk-vabazlov-gw-03# configure terminal
msk-vabazlov-gw-03(config)# ipv6 forwarding
msk-vabazlov-gw-03(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:11::1/64
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:11::/64
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# int eth1
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:2::2/64
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# int eth2
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:3::1/64
msk-vabazlov-gw-03(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-03(config)# exit
msk-vabazlov-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-03#
```

Рис. 12: IPv6 на msk-vabazlov-gw-03

IPv6-адресация маршрутизаторов



```
msk-vabazlov-gw-04 - PuTTY
msk-vabazlov-gw-04# configure terminal
msk-vabazlov-gw-04(config)# ipv6 forwarding
msk-vabazlov-gw-04(config)# interface eth0
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:3::2/64
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# int eth1
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:4::1/64
msk-vabazlov-gw-04(config-if)# exit
msk-vabazlov-gw-04(config)# exit
msk-vabazlov-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-vabazlov-gw-04#
```

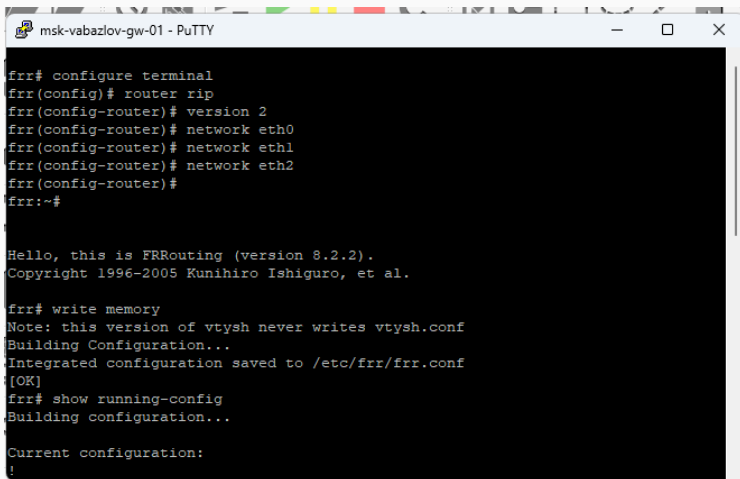
Рис. 13: IPv6 на msk-vabazlov-gw-04

Динамическая маршрутизация RIP

Для динамического обмена маршрутной информацией на всех маршрутизаторах настроен протокол RIP версии 2.

Особенности RIPv2: - дистанционно-векторный протокол - метрика — количество переходов - максимальное число хопов — 15 - многоадресная рассылка на 224.0.0.9

Настройка RIP на маршрутизаторах



```
msk-vabazlov-gw-01 - PuTTY

frr# configure terminal
frr(config)# router rip
frr(config-router)# version 2
frr(config-router)# network eth0
frr(config-router)# network eth1
frr(config-router)# network eth2
frr(config-router)#
frr:~#

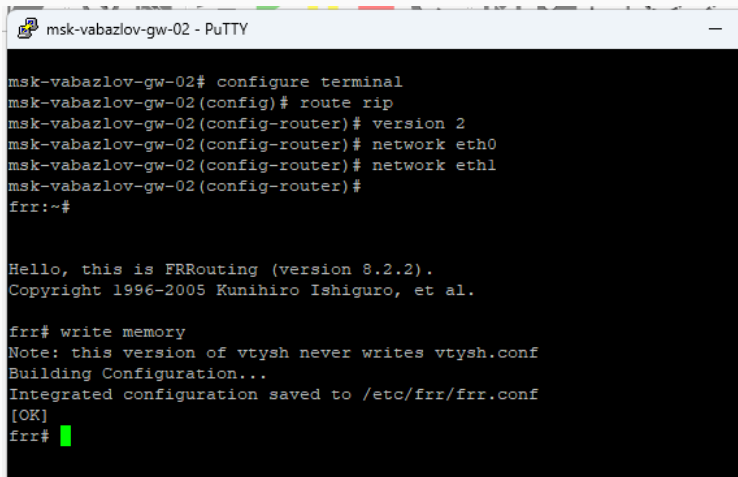
Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
frr# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
```

Рис. 14: RIP на msk-vabazlov-gw-01

Настройка RIP на маршрутизаторах



```
msk-vabazlov-gw-02 - PuTTY

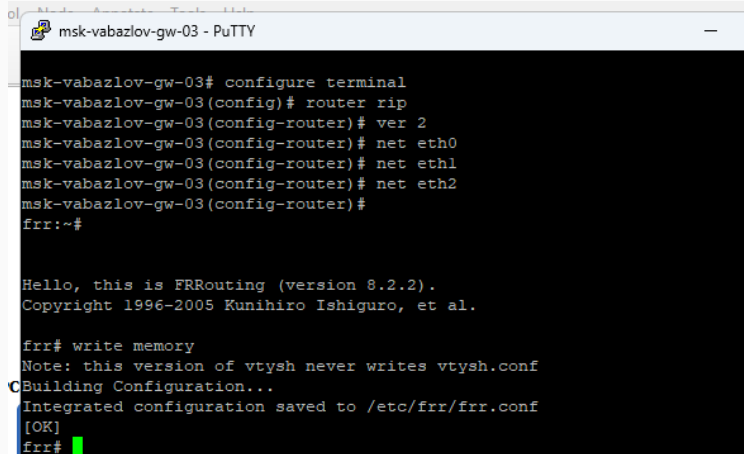
msk-vabazlov-gw-02# configure terminal
msk-vabazlov-gw-02(config)# route rip
msk-vabazlov-gw-02(config-router)# version 2
msk-vabazlov-gw-02(config-router)# network eth0
msk-vabazlov-gw-02(config-router)# network eth1
msk-vabazlov-gw-02(config-router)#
frr:~#

Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
frr#
```

Рис. 15: RIP на msk-vabazlov-gw-02

Настройка RIP на маршрутизаторах



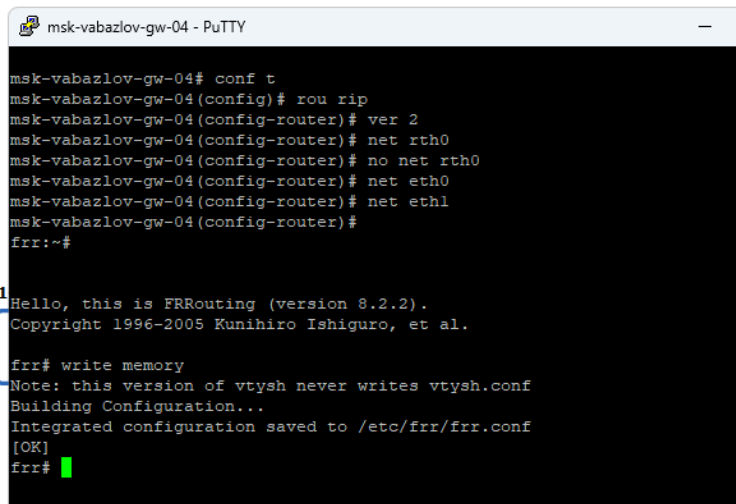
```
msk-vabazlov-gw-03 - PuTTY
msk-vabazlov-gw-03# configure terminal
msk-vabazlov-gw-03(config)# router rip
msk-vabazlov-gw-03(config-router)# ver 2
msk-vabazlov-gw-03(config-router)# net eth0
msk-vabazlov-gw-03(config-router)# net eth1
msk-vabazlov-gw-03(config-router)# net eth2
msk-vabazlov-gw-03(config-router)#
frr:~#

Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
frr#
```

Рис. 16: RIP на msk-vabazlov-gw-03

Настройка RIP на маршрутизаторах



```
msk-vabazlov-gw-04 - PuTTY

msk-vabazlov-gw-04# conf t
msk-vabazlov-gw-04(config)# rou rip
msk-vabazlov-gw-04(config-router)# ver 2
msk-vabazlov-gw-04(config-router)# net rth0
msk-vabazlov-gw-04(config-router)# no net rth0
msk-vabazlov-gw-04(config-router)# net eth0
msk-vabazlov-gw-04(config-router)# net eth1
msk-vabazlov-gw-04(config-router)#
frr:~#

1 Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
  Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
frr#
```

Рис. 17: RIP на msk-vabazlov-gw-04

Проверка таблиц маршрутизации

После настройки RIP выполнена проверка: - полученных маршрутов - метрик - источников обновлений

```
msk-vabazlov-gw-02 - PuTTY

frr# show ip route rip
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, F - FBR,
       f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

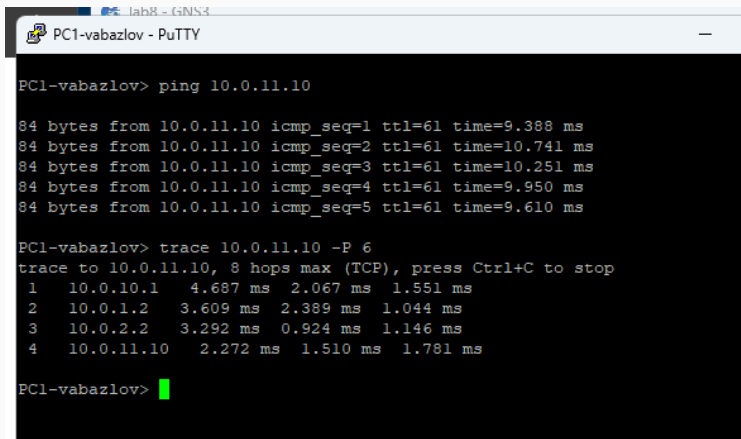
R> 10.0.3.0/24 [120/2] via 10.0.2.2, eth1, weight 1, 00:01:32
R> 10.0.4.0/24 [120/2] via 10.0.1.1, eth0, weight 1, 00:02:12
R> 10.0.10.0/24 [120/2] via 10.0.1.1, eth0, weight 1, 00:02:12
R> 10.0.11.0/24 [120/2] via 10.0.2.2, eth1, weight 1, 00:01:13
frr# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
       (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
       (i) - interface

      Network      Next Hop      Metric From      Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24    0.0.0.0        1 self           0
C(i) 10.0.2.0/24    0.0.0.0        1 self           0
R(n) 10.0.3.0/24    10.0.2.2        2 10.0.2.2        0 02:28
R(n) 10.0.4.0/24    10.0.1.1        2 10.0.1.1        0 02:31
R(n) 10.0.10.0/24   10.0.1.1        2 10.0.1.1        0 02:31
R(n) 10.0.11.0/24   10.0.2.2        2 10.0.2.2        0 02:28
frr# show ip rip status
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 0 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is not set
  Incoming update filter list for all interface is not set
  Default redistribution metric is 1
  Redistributing:
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface      Send  Recv  Key-chain
    eth0           2    2
    eth1           2    2
  Routing for Networks:
    eth0
```

Проверка связности

Проверка маршрутизации

С устройства PC1 выполнена проверка связности с устройством PC2 с использованием ICMP.



```
PC1-vabazlov> ping 10.0.11.10

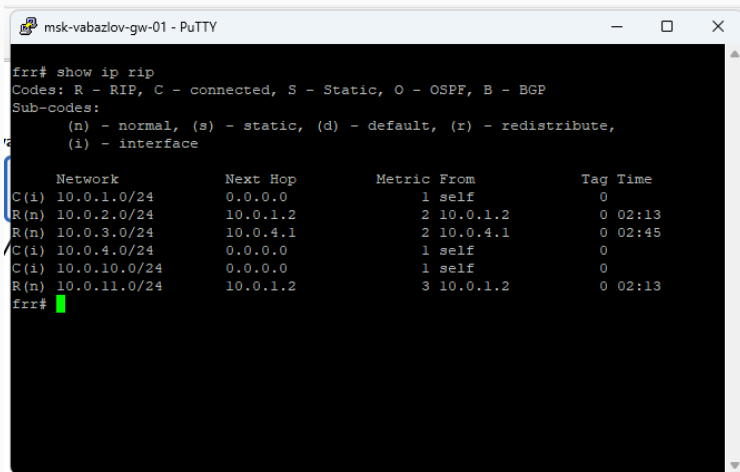
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=1 ttl=61 time=9.388 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=2 ttl=61 time=10.741 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=3 ttl=61 time=10.251 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=4 ttl=61 time=9.950 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=5 ttl=61 time=9.610 ms

PC1-vabazlov> trace 10.0.11.10 -P 6
trace to 10.0.11.10, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  10.0.10.1    4.687 ms  2.067 ms  1.551 ms
 2  10.0.1.2     3.609 ms  2.389 ms  1.044 ms
 3  10.0.2.2     3.292 ms  0.924 ms  1.146 ms
 4  10.0.11.10   2.272 ms  1.510 ms  1.781 ms

PC1-vabazlov> █
```

Трассировка маршрута

Для анализа пути следования пакетов
выполнена трассировка маршрута.



```
frr# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

      Network          Next Hop          Metric From      Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24       0.0.0.0           1 self           0
R(n) 10.0.2.0/24       10.0.1.2          2 10.0.1.2        0 02:13
R(n) 10.0.3.0/24       10.0.4.1          2 10.0.4.1        0 02:45
C(i) 10.0.4.0/24       0.0.0.0           1 self           0
C(i) 10.0.10.0/24      0.0.0.0           1 self           0
R(n) 10.0.11.0/24      10.0.1.2          3 10.0.1.2        0 02:13
frr#
```

Анализ трафика RIP

Захват и анализ RIP-пакетов

*Standard input [msk-vabazlov-sw-01 Ethernet1 to msk-vabazlov-gw-01 eth0]

Файл Правка Вид Запуск Захват Анализ Статистика Телефония Беспроводная связь Инструменты Справка

Примените фильтр отображения ... <Ctrl-/>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
50	147.925027	10.0.10.1	10.0.10.10	ICMP	102	Destination unreachable (Host unreachable)
51	147.926023	10.0.10.10	10.0.11.10	TCP	74	[TCP Retransmission] 3249 → 3250 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 TSval=17...
52	147.927509	10.0.10.10	10.0.11.10	TCP	74	[TCP Retransmission] 3249 → 3250 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 TSval=17...
53	149.844867	0c:cd:0d:a9:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	Who has 10.0.10.10? Tell 10.0.10.1
54	149.845141	Private_66:68:00	0c:cd:0d:a9:00:00	ARP	60	10.0.10.10 is at 00:50:79:66:68:00
55	151.045229	10.0.10.1	10.0.10.10	ICMP	102	Destination unreachable (Host unreachable)
56	151.045281	10.0.10.1	10.0.10.10	ICMP	102	Destination unreachable (Host unreachable)
57	163.325522	10.0.10.1	224.0.0.9	RIPv2	146	Response
58	193.337011	10.0.10.1	224.0.0.9	RIPv2	146	Response
59	213.570983	10.0.10.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response

> Frame 58: 146 bytes on wire (1168 bits), 146 bytes captured (1168 bits) on interface -, id 0

> Ethernet II, Src: 0c:cd:0d:a9:00:00 (0c:cd:0d:a9:00:00), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)

> Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.10.1, Dst: 224.0.0.9

▼ User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520

- Source Port: 520
- Destination Port: 520
- Length: 112
- Checksum: 0xc2d9 [unverified]
- [Checksum Status: Unverified]
- [Stream index: 0]
- [Stream Packet Number: 7]
- > [Timestamps]
- UDP payload (104 bytes)

▼ Routing Information Protocol

- Command: Response (2)
- Version: RIPv2 (2)
- > IP Address: 10.0.1.0, Metric: 1
- > IP Address: 10.0.2.0, Metric: 2
- > IP Address: 10.0.3.0, Metric: 2
- > IP Address: 10.0.4.0, Metric: 1
- > IP Address: 10.0.11.0, Metric: 3

0000 01 00 5e 00 00
0010 00 54 2d 4b 40
0020 00 09 02 08 02
0030 00 00 0a 00 01
0040 00 01 00 02 00
0050 00 00 00 00 00
0060 ff 00 00 00 00
0070 04 00 ff ff ff
0080 00 00 0a 00 0b
0090 00 03

Итоги работы

- Построена и настроена модель сети в GNS3
- Реализована адресация IPv4 и IPv6
- Настроена динамическая маршрутизация RIPv2
- Проверена связность и корректность маршрутизации
- Выполнен анализ RIP-трафика

Работа протоколов адресации и маршрутизации
подтверждена экспериментально.