

Цель работы

Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

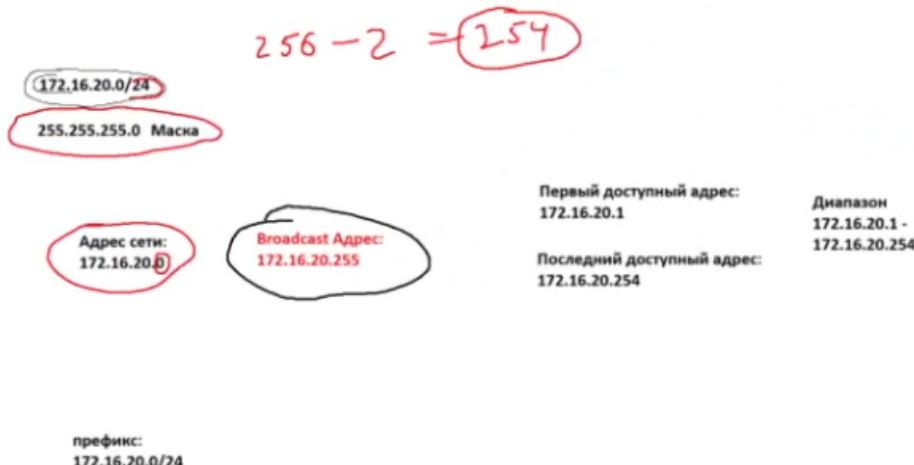
Разбиение IPv4-сетей на подсети

Сеть 172.16.20.0/24

Основные характеристики исходной сети

- Префикс: /24
- Маска: 255.255.255.0
- Адрес сети: 172.16.20.0
- Broadcast-адрес: 172.16.20.255
- Число адресов в сети: $2^{(32-24)} = 2^8 = 256$
- Число адресов узлов: $256 - 2 = 254$
- Диапазон адресов узлов: 172.16.20.1 – 172.16.20.254

Если рассматривать эту сеть как часть класса В (исходный префикс /16), то число возможных подсетей с префиксом /24: - Количество подсетей: $2^{(24-16)} = 256$



Основные Характеристики

Разбиение на три подсети (126, 62, 62 узла)

Требуемое количество узлов:

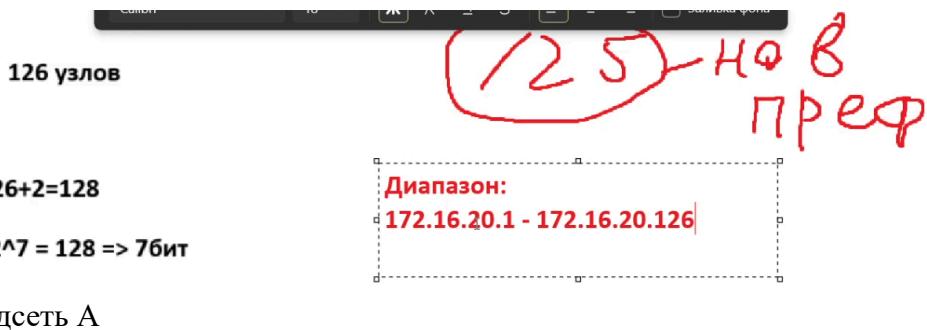
- Подсеть 1: 126 узлов → нужно минимум 7 бит для хостов
 $2^7 - 2 = 126 \rightarrow$ префикс /25
- Подсеть 2: 62 узла → нужно 6 бит
 $2^6 - 2 = 62 \rightarrow$ префикс /26
- Подсеть 3: 62 узла → тоже /26

Размещаем подсети последовательно внутри 172.16.20.0/24 (от меньшего адреса к большему).

Подсеть 1 (126 узлов)

- Адрес сети: 172.16.20.0/25
- Маска: 255.255.255.128

- Диапазон узлов: **172.16.20.1 – 172.16.20.126**
- Broadcast: **172.16.20.127**
- Число адресов узлов: **126**



Подсеть 2 (62 узла)

Оставшаяся часть исходной сети — 172.16.20.128/25. Делим её на две /26.

Первая /26:

- Адрес сети: **172.16.20.128/26**
- Маска: **255.255.255.192**
- Диапазон узлов: **172.16.20.129 – 172.16.20.190**
- Broadcast: **172.16.20.191**
- Число адресов узлов: **62**

62 узла:
62+2=64
 $2^6 = 64 \Rightarrow 6$ бит для узлов



Адрес сети:
172.16.20.128

Диапазон:
172.16.20.129- 172.16.20.190

подсеть Б

Подсеть 3 (62 узла)

Вторая /26 из того же диапазона:

- Адрес сети: **172.16.20.192/26**
- Маска: **255.255.255.192**
- Диапазон узлов: **172.16.20.193 – 172.16.20.254**
- Broadcast: **172.16.20.255**
- Число адресов узлов: **62**

Подсеть А = 0 -127

Подсеть В = 128 - 191

Подсеть С = 192 - 255

I

Подсеть С

Сеть 10.10.1.64/26

Характеристики исходной сети 10.10.1.64/26

- Префикс: /26
- Маска: 255.255.255.192
- Адрес сети: 10.10.1.64
- Broadcast-адрес: 10.10.1.127
- Число адресов в сети: $2^{(32-26)} = 2^6 = 64$
- Число адресов узлов: $64 - 2 = 62$
- Диапазон адресов узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.126

Если считать, что базовая сеть — 10.10.1.0/24, то с префиксом /26 это разбиение на: - Количество возможных подсетей: $2^{(26-24)} = 4$ подсети

(10.10.1.0/26, 10.10.1.64/26, 10.10.1.128/26, 10.10.1.192/26)

10.10.1.64/26

**Маска /26:
255.255.255.192**

**бит для узлов:
6(32-26)**

**broadcast адрес:
10.10.1.127**

**диапазон:
10.10.1.65-10.10.1.126**

сеть 2

Выделение подсети на 30 узлов внутри 10.10.1.64/26

Нужно 30 узлов $\rightarrow 2^5 - 2 = 30 \rightarrow$ префикс /27.

Сеть 10.10.1.64/26 (64–127) делится на две /27:

1. 10.10.1.64/27 (64–95)
2. 10.10.1.96/27 (96–127)

Выберем первую, с минимальным адресом.

Искомая подсеть (на 30 узлов):

- Адрес сети: **10.10.1.64/27**
- Маска: **255.255.255.224**
- Число адресов в подсети: $2^{(32-27)} = 32$
- Число адресов узлов: $32 - 2 = 30$
- Диапазон узлов: **10.10.1.65 – 10.10.1.94**
- Broadcast: **10.10.1.95**

Подсеть на 30 узлов:
30+2= 32 адреса Нужно

новая маска:
32-5 = 27 -> /27

Размер блока:
32 адреса

первая подсеть:
10.10.1.64/27

Характеристики подсети:

префикс: 10.10.1.64/27
маска: 255.255.255.224
broadcast адрес: 10.10.1.95(64+32-1)
узлы: 10.10.1.65-10.10.1.94

выделение 30 узлов

Сеть 10.10.1.0/26

Характеристики сети 10.10.1.0/26

- Префикс: /26
- Мaska: 255.255.255.192
- Адрес сети: 10.10.1.0
- Broadcast-адрес: 10.10.1.63
- Число адресов в сети: $2^{(32-26)} = 64$
- Число адресов узлов: $64 - 2 = 62$
- Диапазон адресов узлов: 10.10.1.1 – 10.10.1.62

В пределах 10.10.1.0/24 при маске /26 также возможны **4 подсети** (0/26, 64/26, 128/26, 192/26).

10.10.1.0/26

характеристики:
префикс: 10.10.1.0/26
маска: 255.255.255.192
broadcast адрес: 10.10.1.63 (0+64-1)
диапазон узлов: 10.10.1.1 - 10.10.1.62

Сеть 10.10.1.0/26

Выделение подсети на 14 узлов

Нужно 14 узлов → $2^4 - 2 = 14 \rightarrow$ префикс /28.

Сеть 10.10.1.0/26 (диапазон 0–63) делится на четыре /28:

1. 10.10.1.0/28 (0–15)
2. 10.10.1.16/28 (16–31)
3. 10.10.1.32/28 (32–47)

4. 10.10.1.48/28 (48–63)

Выберем первую.

Искомая подсеть (на 14 узлов):

- Адрес сети: **10.10.1.0/28**
- Маска: **255.255.255.240**
- Число адресов в подсети: 16
- Число адресов узлов: $16 - 2 = 14$
- Диапазон узлов: **10.10.1.1 – 10.10.1.14**
- Broadcast: **10.10.1.15**

10.10.1.0/26

характеристики:

префикс: 10.10.1.0/26

маска: 255.255.255.192

broadcast адрес: 10.10.1.63 (0+64-1)

диапазон узлов: 10.10.1.1 - 10.10.1.62

для 14 узлов:

14+2 = 16 нужны адресов

32-4 = 28 → /28 новая маска

10.10.1.0/28

характеристики:

префикс: 10.10.1.0/28

маска: 255.255.255.240

broadcast: 10.10.1.15 (0+16-1)

диапазон: 10.10.1.1 - 10.10.1.14

Выделение 14 узлов

Разбиение IPv6-сети на подсети

Сеть 2001:db8:c0de::/48

Характеристика исходной сети

Адрес в полной форме:

- 2001:0db8:c0de:0000:0000:0000:0000

Параметры сети:

- Префикс: /48
- Маска (в двоичном виде): 48 единиц и 80 нулей
- Часть сети: первые три блока (hextet) — 2001:0db8:c0de
- Диапазон адресов внутри префикса:
 - минимальный: 2001:db8:c0de:0:0:0:0
 - максимальный: 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

В IPv6 нет broadcast-адреса, вместо него используется многоадресная рассылка.

Однако «краевыми» адресами диапазона считаются показанные выше минимальный и максимальный адрес.

Разбиение на 2 подсети с использованием идентификатора подсети

Считаем, что для идентификатора подсети используются биты с 49-го по 64-й (четвёртый hextet). Добавляем один бит к префиксу: /49. Это даёт две подсети:

1. Подсеть 1:
 - Адрес сети: 2001:db8:c0de:0000::/49
 - Диапазон адресов:
 - от 2001:db8:c0de:0:0:0:0
 - до 2001:db8:c0de:7fff:ffff:ffff:ffff
2. Подсеть 2:
 - Адрес сети: 2001:db8:c0de:8000::/49
 - Диапазон адресов:
 - от 2001:db8:c0de:8000:0:0:0
 - до 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

Интерпретация: меняется старший бит четвёртого блока (0 → первая подсеть, 8 → вторая подсеть), то есть мы используем именно поле идентификатора подсети.

Разбиение на 2 подсети с использованием идентификатора интерфейса

Теперь внутри одной из /64-подсетей сделаем разбиение по битам идентификатора интерфейса. Сначала выберем одну /64 внутри исходного /48, например:

- 2001:db8:c0de:1::/64

В этой сети биты 65–128 образуют идентификатор интерфейса.

Добавим один бит к префиксу: получим две /65-подсети, отличающиеся старшим битом интерфейсного идентификатора:

1. Подсеть А (старший бит интерфейсного ID = 0):
 - Адрес сети: 2001:db8:c0de:1:0000:0000:0000:0000/65
 - Краевые адреса:
 - минимальный: 2001:db8:c0de:1:0:0:0
 - максимальный: 2001:db8:c0de:1:7fff:ffff:ffff:ffff
2. Подсеть В (старший бит интерфейсного ID = 1):
 - Адрес сети: 2001:db8:c0de:1:8000:0000:0000:0000/65
 - Краевые адреса:
 - минимальный: 2001:db8:c0de:1:8000:0:0:0
 - максимальный: 2001:db8:c0de:1:ffff:ffff:ffff:ffff

Интерпретация: префикс /64 остаётся одним и тем же с точки зрения глобального маршрутизирования (одно значение идентификатора подсети ...:1:), но мы «одалживаем» один бит из зоны интерфейсного ID и превращаем его в дополнительный бит префикса. Так получаются две меньшие подсети /65 внутри одной «классической» /64-подсети.

Сеть 2a02:6b8::/64

Характеристика исходной сети

Адрес в полной форме:

- 2a02:6b8:0000:0000:0000:0000:0000:0000

Параметры сети:

- Префикс: /64
- Маска: 64 единицы и 64 нуля
- Часть сети: первые четыре блока — 2a02:6b8:0000:0000
- Диапазон адресов внутри префикса:
 - минимальный: 2a02:6b8:0:0:0:0:0:0
 - максимальный: 2a02:6b8:0:0:ffff:ffff:ffff:ffff

Это «тиpичный» размер IPv6-подсети для локальной сети: /64.

IPv6 address:	2a02:6b8::/64	<input type="button" value="Calculate"/>
Compressed Address:	2a02:6b8::/64	
Expanded Address:	2a02:06b8:0000:0000:0000:0000:0000:0000/64	
Prefix:	ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000:0000	
Range:	2a02:6b8:0:0:0:0:0:0 2a02:6b8:0:0:ffff:ffff:ffff:ffff	
Number of /64s:	1	

Select a number of subnets or a subnet size to divide the above into:

<input type="text" value="2"/>	<input type="button" value="Calculate"/>	subnets or	<input type="text" value="/48"/>	<input type="button" value="Calculate"/>
--------------------------------	--	------------	----------------------------------	--

To get at least 2 new subnets divide 2001:db8:c0de:/48 into 2 new subnets. Each of these subnets is a /49 containing 32768 /64s. The new subnets are as follows:

характеристика IPv4-подсети

Разбиение на 2 подсети с использованием идентификатора подсети

Формально, при классическом планировании IPv6 биты 65–128 считаются идентификатором интерфейса.

Но мы можем «одолжить» один из этих битов и интерпретировать его как дополнительный бит идентификатора подсети, т.е. увеличить длину префикса до /65.

Получим две подсети /65:

- Подсеть 1:
 - Адрес сети: 2a02:6b8:0:0:0000:0000:0000:0000/65 (часто записывают просто 2a02:6b8::/65)
 - Диапазон адресов:
 - от 2a02:6b8:0:0:0:0:0:0
 - до 2a02:6b8:0:0:7fff:ffff:ffff:ffff
- Подсеть 2:
 - Адрес сети: 2a02:6b8:0:0:8000:0000:0000:0000/65
 - Диапазон адресов:
 - от 2a02:6b8:0:0:8000:0:0:0
 - до 2a02:6b8:0:0:ffff:ffff:ffff:ffff

To get at least 2 new subnets divide 2a02:6b8::/64 into 2 new subnets. Each of these subnets is a /65

containing 0.5 /64s. The new subnets are as follows:

2a02:6b8::/65

2a02:6b8:0:0:8000::/65



разбиение

Интерпретация: мы «разрезали» /64 на две части, использовав старший бит интерфейсного ID как дополнительный бит сети — то есть превратили его в часть идентификатора подсети.

Разбиение на 2 подсети с использованием идентификатора интерфейса

Во втором варианте сам префикс /64 не изменяется: с точки зрения маршрутизаторов это по-прежнему одна сеть 2a02:6b8::/64.

Однако мы логически делим пространство интерфейсных идентификаторов, например, по старшему байту или старшему слову.

Пример:

- Подсеть А (условно «подсеть» по интерфейсному ID):
 - используем интерфейсные идентификаторы в диапазоне 0000:0000:0000:0000 – 7fff:ffff:ffff:ffff
- Подсеть В:
 - используем интерфейсные идентификаторы в диапазоне 8000:0000:0000:0000 – ffff:ffff:ffff:ffff

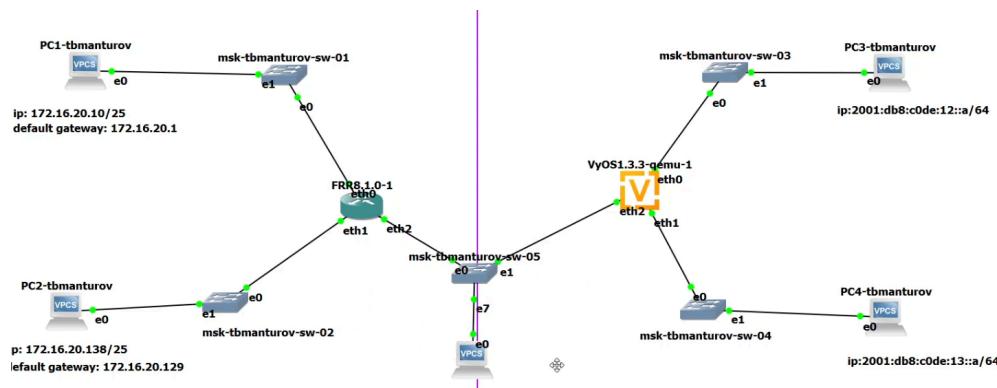
Если закрепить за каждой такой группой, например, отдельный VLAN или отдельный пул адресов на DHCPv6-сервере, то на уровне хостов получится два логических сегмента, хотя маршрутизатор видит один и тот же префикс /64.

Выполнение

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

В рабочем пространстве GNS3 была развернута сеть согласно заданной топологии.

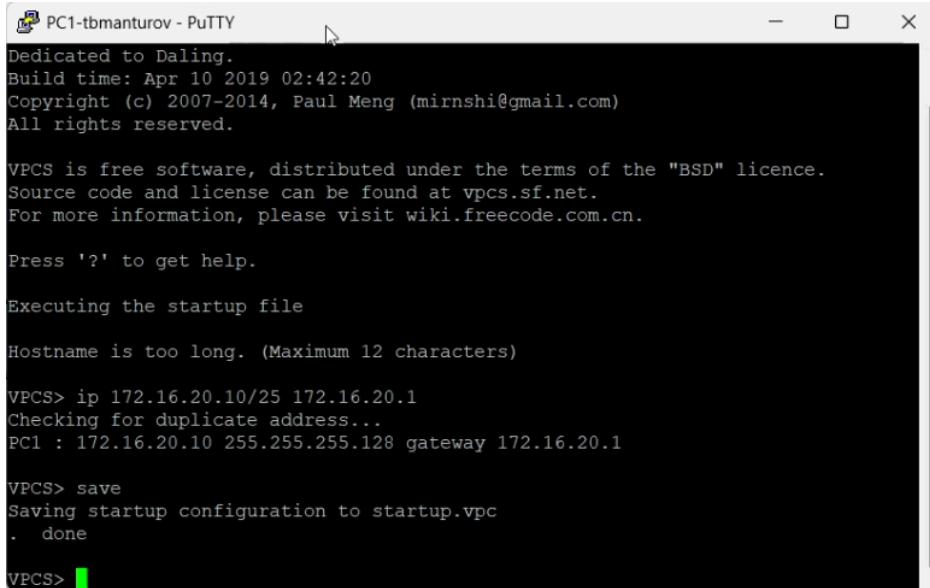
После размещения оборудования каждому устройству были назначены имена по требуемому формату. Итоговая схема проекта представлена ниже:



Топология лабораторного стенда

На ПК1 была выполнена настройка адреса из подсети 172.16.20.0/25.

Команда `show ip` подтверждает корректное назначение параметров, включая шлюз 172.16.20.1. Также выведена конфигурация IPv6.



```
PC1-tbmanturov - PuTTY
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, 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

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

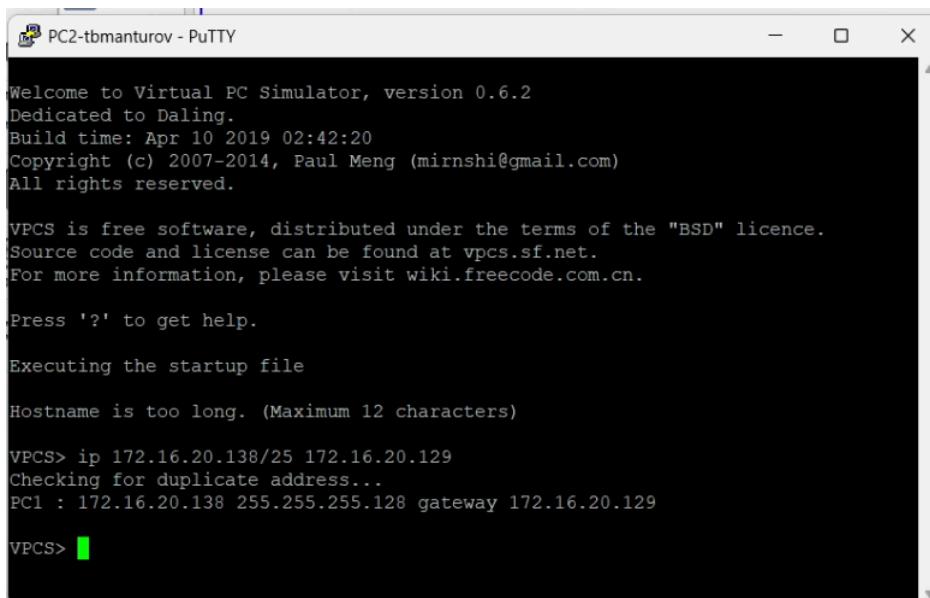
VPCS> ip 172.16.20.10/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

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

VPCS>
```

Конфигурация PC1

ПК2 настроен в подсети 172.16.20.128/25 с адресом 172.16.20.138.
Вывод IPv4 и IPv6 подтверждает корректность параметров.



```
PC2-tbmanturov - PuTTY
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, 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

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> 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

VPCS>
```

Конфигурация PC2

Сервер получил адрес в сети 64.100.1.0/24.
Вывод show ip демонстрирует корректную установку адреса и шлюза.

```

server-tbmanturov - PuTTY
Press '?' to get help.

Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 172.16.20.5/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 172.16.20.5 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

VPCS> ip 2001:db8:c0de:12::5/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::5/64

VPCS> ip 2001:db8:c0de:12::5/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::5/64

VPCS> ip 2001:db8:c0de:13::5/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::5/64

VPCS> ip 172.16.20.139/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
PC1 : 172.16.20.139 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

VPCS>

```

Конфигурация сервера

На маршрутизаторе FRR выполнено назначение имени хоста и настройка трёх интерфейсов:

- eth0: 172.16.20.1/25
- eth1: 172.16.20.129/25
- eth2: 64.100.1.1/24

Все интерфейсы были активированы.

```

FRR8.1.0-1 - PuTTY
Welcome to Alpine!

The Alpine Wiki contains a large amount of how-to guides and general
information about administrating Alpine systems.
See <http://wiki.alpinelinux.org/>.

You can setup the system with the command: setup-alpine
You may change this message by editing /etc/motd.

Hello, this is FRRouting (version 8.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-tbmanturov-gw-01
msk-tbmanturov-gw-01(config)# exit
msk-tbmanturov-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-tbmanturov-gw-01#

```

Процесс настройки интерфейсов FRR

Конфигурация маршрутизатора отображается через `show running-config`.

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

Current configuration:
!
frr version 8.1
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-tbmanturov-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
 ip address 64.100.1.1/24
exit
!
end
```

Вывод running-config

Команда show interface brief показывает состояние и назначенные адреса.

```
end
msk-tbmanturov-gw-01# show interface brief
Interface      Status   VRF      Address
-----  -----
eth0          up       default
eth1          up       default
eth2          up       default
eth3          down     default
eth4          down     default
eth5          down     default
eth6          down     default
eth7          down     default
```

Информация об интерфейсах FRR

PC1 успешно отправляет:

- ICMP-эхо-запросы на PC2 (172.16.20.138),
- ICMP-эхо-запросы на сервер (64.100.1.10).

Трассировка маршрута показывает прохождение трафика через FRR.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	12.736515	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
5	11.735538	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
4	10.733815	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
3	2.002990	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
2	1.001833	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
1	0.000000	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
12	93.105806	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
11	92.104925	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
10	91.103419	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
9	39.377140	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)
8	38.376378	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)
7	37.376016	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)

Ping и trace с PC1

На линии между сервером и коммутатором был включён захват трафика. Фиксируются ARP-запросы, ICMP-эхо-запросы и ответы.

На фрагменте виден запрос «Who has 64.100.1.10? Tell 64.100.1.1».

No.	Name	Source	Destination	Protocol	Length Info
6	12.736515	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
5	11.735538	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
4	10.733815	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
3	2.002990	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
2	1.001833	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
1	0.000000	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Who has 172.16.20.129? Tell 172.16.20.139
12	93.105806	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
11	92.104925	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
10	91.103419	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.138 (Request)
9	39.377140	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)
8	38.376378	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)
7	37.376016	Private_66:68:04	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 172.16.20.10 (Request)

ARP-трафик

В соответствии с таблицей 6.6 на узлы подсети IPv6 были назначены глобальные адреса.

Узлу PC3 назначен адрес из подсети 2001:db8:c0de:12::/64.

Команды `show ip` и `show ipv6` отображают отсутствие IPv4-конфигурации и наличие корректного глобального IPv6-адреса.

```
PC3-tbmanturov - PuTTY

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmai
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the ter
Source code and license can be found at vpcs.sf.
For more information, please visit wiki.freecode

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
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>
```

Конфигурация PC3

ПК4 получил IPv6-адрес из подсети 2001:db8:c0de:13::/64.

Вывод показывает только IPv6-конфигурацию, аналогично PC3.

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

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

Press '?' to get help.

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
```

Конфигурация PC4

Сервер имеет два стека адресации:
IPv4 — ранее настроена в подсети 64.100.1.0/24,
IPv6 — адрес из подсети 2001:db8:c0de:11::/64.

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, 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

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

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>
```

IPv6-конфигурация сервера

После установки VyOS и изменения имени хоста выполнялась настройка трёх интерфейсов маршрутизатора.
Каждый интерфейс получил адрес и был включён в RA-сервис для автоматической раздачи префиксов.

```

vyos@msk-tbmanturov-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0de:12::/64
Configuration path: [service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0de:12::/64] alr
[edit]
::1/64sk-tbmanturov-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:13::/64
[edit]
db8:c0de:13::/64rov-gw-02# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:c0de:13::/64
[edit]
::1/64sk-tbmanturov-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::/64
\ [edit]
::1/64sk-tbmanturov-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::/64
Configuration path: [interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::/64] already exists
[edit]
db8:c0de:11::/64rov-gw-02# set service router-advert interface eth2 prefix 2001:db8:c0de:11::/64
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-02# compare
[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
+
Назначение IPv6-адресов на VyOS

```

После применения конфигурации был выполнен просмотр интерфейсов.

```

vyos@msk-tbmanturov-gw-02# commit
No configuration changes to commit
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-02# show interfaces
ethernet eth0 {
    address dhcp
    hw-id 0c:d8:19:94:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:d8:19:94:00:01
}
ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:d8:19:94:00:02
}
loopback lo {
}

```

Вывод show interfaces на VyOS

PC4 успешно отправляет ICMPv6-эхо-запросы к узлам:

- PC3: 2001:db8:c0de:12::a
- Server: 2001:db8:c0de:11::a

При этом доступ к IPv4-адресам недоступен — что соответствует требованиям разделения подсетей.

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

Press '?' to get help.

Executing the startup file

PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a/64

2001:db8:c0de:13::a icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms

VPCS> ping 172.16.20.10/25
host (172.16.20.10) not reachable

VPCS>
```

Ping и trace с PC4

Задание для самостоятельного выполнения

Для топологии заданы две локальные подсети — каждая содержит как IPv4-, так и IPv6-адресное пространство.

Подсеть 1 - IPv4: **10.10.1.96/27**

Размер подсети — 32 адреса.

Диапазон:

- сеть: 10.10.1.96
- usable: 10.10.1.97 – 10.10.1.126
- broadcast: 10.10.1.127

• IPv6: **2001:db8:1:1::/64**

Диапазон адресов: 2001:db8:1:1:: – 2001:db8:1:1:ffff:ffff:ffff:ffff

Подсеть 2 - IPv4: **10.10.1.16/28**

Размер подсети — 16 адресов.

Диапазон:

- сеть: 10.10.1.16
- usable: 10.10.1.17 – 10.10.1.30
- broadcast: 10.10.1.31

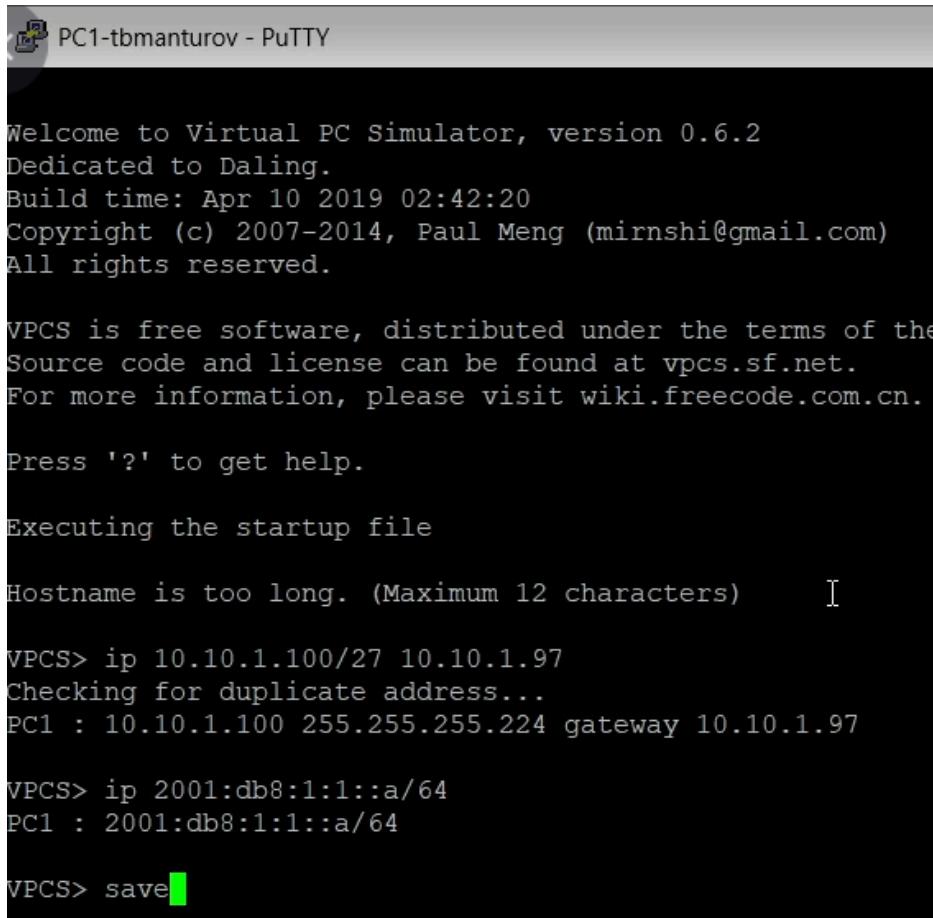
• IPv6: **2001:db8:1:4::/64**

Диапазон адресов: 2001:db8:1:4:: – 2001:db8:1:4:ffff:ffff:ffff:ffff

Для интерфейсов маршрутизатора используются **минимальные доступные адреса**.

Устройство	Интерфейс	IPv4-адрес	Маска	IPv6-адрес	Префикс
msk-trseidaliev-gw-01	eth0	10.10.1.97	/27	2001:db8:1:1::1	/64
msk-trseidaliev-gw-01	eth1	10.10.1.17	/28	2001:db8:1:4::1	/64
PC1	vpcs	10.10.1.100	/27	2001:db8:1:1::a	/64
PC2	vpcs	10.10.1.20	/28	2001:db8:1:4::a	/64

PC1 Настроенные IPv4 и IPv6 отображаются в выводе:



```

PC1-tbmanturov - PuTTY

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the
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

Hostname is too long. (Maximum 12 characters) █

VPCS> ip 10.10.1.100/27 10.10.1.97
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.10.1.100 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97

VPCS> ip 2001:db8:1:1::a/64
PC1 : 2001:db8:1:1::a/64

VPCS> save █

```

PC1 вывод show ip

Для PC2 настроены адреса второй подсети:

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

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

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 10.10.1.20/28 10.10.1.17
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.10.1.20 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17

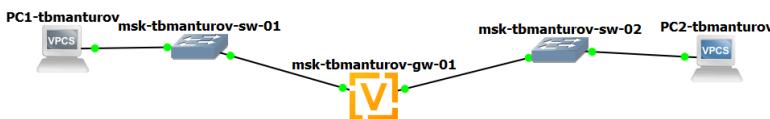
VPCS> ip 2001:db8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64

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

VPCS>
```

PC2 вывод show ip

Используемая схема сети:



Топология сети

Маршрутизатор установлен и переведён в режим конфигурирования.

Для каждого интерфейса заданы IPv4 и IPv6-адреса, соответствующие минимальным адресам подсети.

```

vyos@msk-tbmanturov-gw-01# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:
db8:1:1::/64
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:1:4::1/
64
[edit]
vyos@msk-tbmanturov-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:
Настройка VyOS интерфейсов

```

PC1 успешно пингует:

- PC2 по IPv4: 10.10.1.20
- PC2 по IPv6: 2001:db8:1:4::a

Связность между подсетями обеспечивается только через маршрутизатор.

```

Saving startup configuration to startup.vpc
. done

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     : 10006
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10007
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
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 10006
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10007
MTU:      : 1500

```

Проверка IPv4 с PC1

Заключение

В ходе выполнения работы:

- выполнено детальное разбиение IPv4- и IPv6-адресных пространств на подсети с расчётом масок, префиксов, диапазонов адресов и краевых значений;
- разработаны таблицы адресации для всех вариантов разбиения, включая выбор минимальных адресов для интерфейсов маршрутизаторов;
- настроены IPv4- и IPv6-адреса на конечных узлах и маршрутизаторах VyOS в соответствии с заданными топологиями;
- проверена работоспособность сетей с помощью утилит `ping` и `trace`, подтверждена корректность маршрутизации и изоляции подсетей;
- выполнен анализ трафика ICMPv4 и ICMPv6 в Wireshark, подтверждающий правильность функционирования адресного стека и соседских взаимодействий;
- обеспечена корректная работа двойного стека IPv4/IPv6, включая взаимодействие сервера с обеими подсетями и изоляцию сетей разного протокола.

Работа позволила закрепить навыки разбиения адресных пространств, настройки маршрутизаторов и анализа сетевого трафика в среде виртуального моделирования.