

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»**  
**(Университет ИТМО)**

**Факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**Отчет по лабораторной работе №4**

**по дисциплине «Компьютерная сеть»**

**Тема «Основы администрирования маршрутизируемых компьютерных сетей»**

Выполнила:

студентка гр. № Р33212

Ян Цзяфэн

Санкт-Петербург

2021

## Оглавление

Цель работы.....	3
Вариант .....	3
Этап 1. Настройка виртуальных машин .....	4
Этап 2. Ознакомление с используемыми командами Linux .....	5
Этап 3. Выполнение общей части задания .....	6
Этап 4. Выполнение задания по варианту .....	6
Общая часть задания (для топологии из V1).....	6
Вариант с IPv4 .....	11
Вариант с IPv6 .....	13
Вывод .....	15
Список использованной литературы .....	15

## Цель работы

Изучение основных методов настройки маршрутизируемых компьютерных сетей на примере сети, состоящей из компьютеров под управлением ОС Linux.

## Вариант

$$V1 = 1 + (N \bmod 5) = 1 + (8 \bmod 5) = 4$$

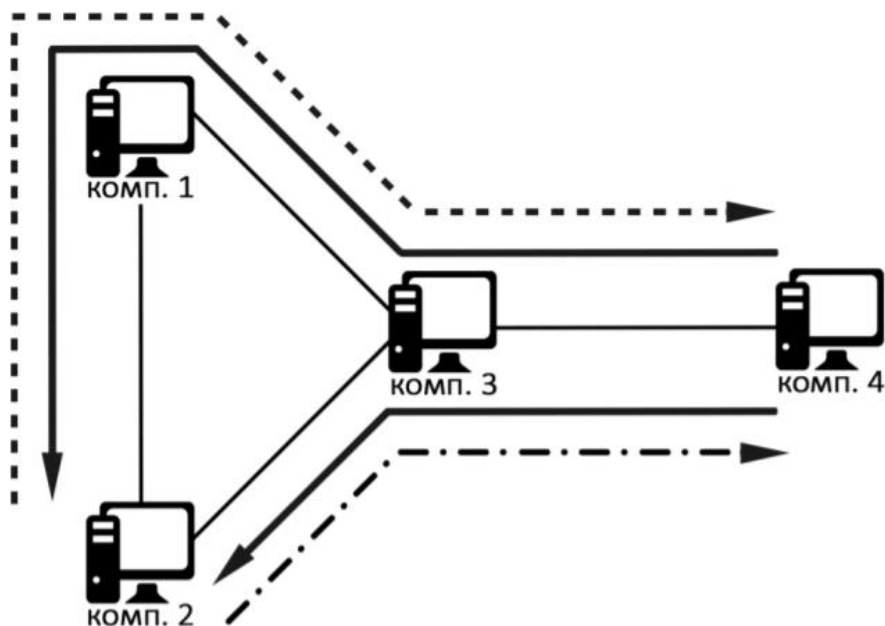


Рисунок 1. Топология сети и схема прохождения трафика для варианта 4

$$V2 = 6 + (N \bmod 5) = 6 + (8 \bmod 5) = 9$$

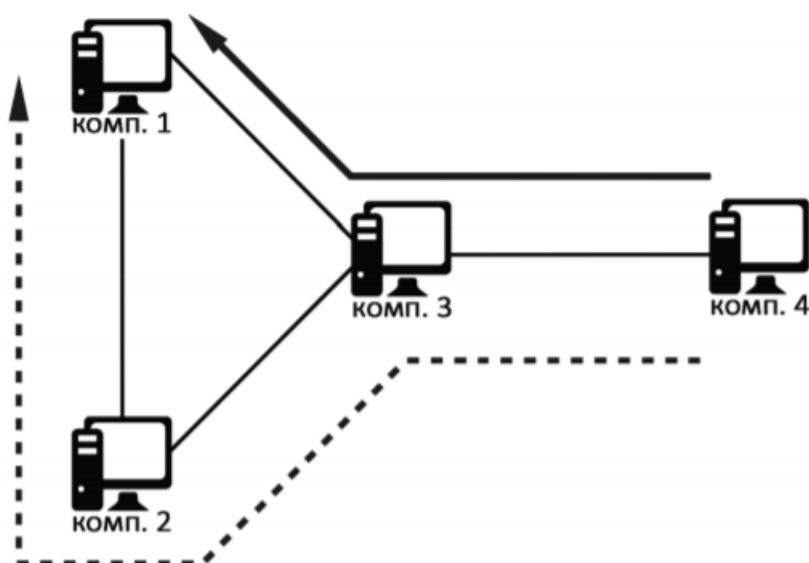


Рисунок 2. Топология сети и схема прохождения трафика для варианта 9

## Этап 1. Настройка виртуальных машин

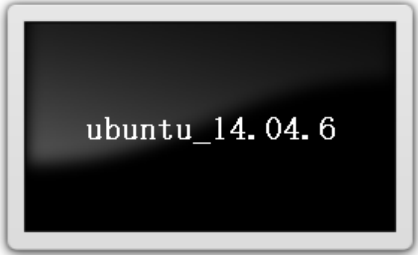
<div><div>Общие</div><div>Имя: ubuntu_14.04.6 ОС: Ubuntu (64-bit)</div></div> <div><div>Система</div><div>Оперативная память: 400 МБ Процессоры: 2 Порядок загрузки: Гибкий диск, Оптический диск, Жёсткий диск, Сеть Ускорение: VT-x/AMD-V, Nested Paging, Паравиртуализация KVM</div></div>	<div><div>Пreview</div><div></div></div>
<div><div>Дисплей</div><div>Видеопамять: 16 МБ Графический контроллер: VM SVGA Сервер удалённого дисплея: Выключен Запись: Выключена</div></div>	
<div><div>Носители</div><div>Контроллер: IDE Вторичный мастер IDE: [Оптический привод] Пусто Контроллер: SATA SATA порт 0: ubuntu_14.04.6.vhd (Обычный, 8,00 ГБ)</div></div>	
<div><div>Аудио</div><div>Аудиодрайвер: Windows DirectSound Аудиоконтроллер: ICH AC97</div></div>	
<div><div>Сеть</div><div>Адаптер 1: Intel PRO/1000 MT Desktop (Внутренняя сеть, 'intnet')</div></div>	
<div><div>USB</div><div>USB-контроллер: OHCI Фильтры устройств: 0 (0 активно)</div></div>	
<div><div>Общие папки</div><div>Отсутствуют</div></div>	
<div><div>Описание</div><div>Отсутствует</div></div>	

Рисунок 3. Подробная информация о созданной виртуальной машине

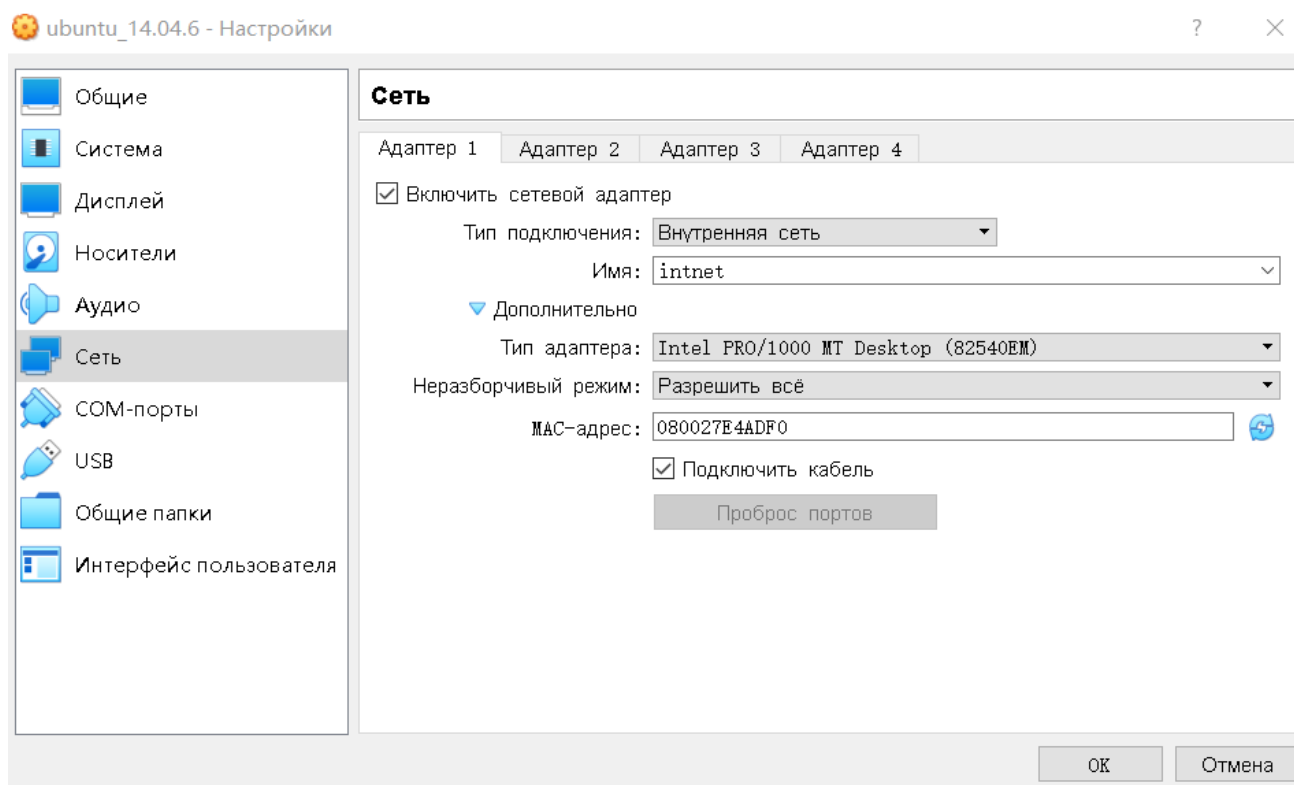


Рисунок 4. Настройка внутренней сети для сетевого адаптера

## Этап 2. Ознакомление с используемыми командами Linux

> ip a # вывод списка интерфейсов и адресов

```
yang@ubuntu:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:e4:ad:f0 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::a00:27ff:fee4:adf0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

> ip ro # вывод системной таблицы маршрутизации.

> ip rule # вывод правил выбора таблиц маршрутизации

```
yang@ubuntu:~$ ip rule
0:      from all lookup local
32766:  from all lookup main
32767:  from all lookup default
```

> iptables -nvL # вывести на экран все правила в цепочках таблицы фильтрации (filter)

```

yang@ubuntu:~$ sudo iptables -nvL
[sudo] password for yang:
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target    prot opt in     out     source                   destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target    prot opt in     out     source                   destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target    prot opt in     out     source                   destination

```

### Этап 3. Выполнение общей части задания

Включить маршрутизацию на каждом компьютере в сети. Выполнить настройку сетевых интерфейсов всех компьютеров сети. Настроить таблицы маршрутизации таким образом, чтобы каждый компьютер мог осуществлять взаимодействие с любым другим компьютером. Топология сети должна при этом быть выбрана в соответствии с вариантом V1, т.е. взаимодействие компьютеров должно осуществляться по соответствующим маршрутам этого варианта. Настроить простейшие правила фильтрации запрещённых пакетов. Проверку сетевой доступности следует осуществить при помощи утилиты ping, а корректность маршрутов – с помощью tracer.

### Этап 4. Выполнение задания по варианту

#### Общая часть задания (для топологии из V1)

1. На всех адаптерах всех компьютеров в топологии, представленной в варианте, настроить IPv4-адреса (и IPv6, если необходимо). IPv4-адрес выбирается следующим образом:

A.B.X.Y/M,

где A – количество букв в имени студента; B – количество букв в фамилии студента; X, Y – числа, выбираемые студентом самостоятельно; M – маска подсети (выбирается максимально длинная маска для обеспечения связности в сети). IPv6-адрес формируется из IPv4-адреса в соответствии с нотацией перевода адресов из IPv4 в IPv6. Например:

IPv4: 10.10.12.11

IPv6: 0:0:0:0:0:ffff:a0a:c0b (или иначе: "::ffff:10.10.12.11").

A = 6

B = 2

M = 30

2. На всех компьютерах настроить таблицы маршрутизации таким образом, чтобы обеспечивалась полная сетевая доступность (каждый компьютер должен "пинговался" с каждого другого компьютера).

Computer 1:

```

root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth0 up
root@ubuntu:/home/yang# ip a add 6.2.13.1/30 dev eth0
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 a add fc00::6.2.13.1/126 dev eth0
root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth1 up
root@ubuntu:/home/yang# ip a add 6.2.12.1/30 dev eth1
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 a add fc00::6.2.12.1/126 dev eth1
root@ubuntu:/home/yang# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:e4:ad:f0 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.13.1/30 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:d01/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fee4:adf0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:9a:53:6c brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.12.1/30 scope global eth1
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:c01/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe9a:536c/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

```

## Computer 2:

```

root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth0 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a add 6.2.12.2/30 dev eth0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 a add fc00::6.2.12.2/126 dev eth0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth1 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a add 6.2.23.1/30 dev eth1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 a add fc00::6.2.23.1/126 dev eth1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:a6:6c:cc brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.12.2/30 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:c02/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fea6:6ccc/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:75:ad:ba brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.23.1/30 scope global eth1
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:1701/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe75:adba/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

```

## Computer 3:

```

root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 a add fc00::6.2.34.1/126 dev eth1
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth2 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip a add 6.2.23.2/30 dev eth2
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 a add fc00::6.2.23.2/126 dev eth2

```

```

root@ubuntu3:/home/yang3# ip a add 6.2.13.2/30 dev eth0
root@ubuntu3:/home/yang3# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:f1:f4:16 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.13.2/30 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:d02/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fef1:f416/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:e7:79:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.34.1/30 scope global eth1
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:2201/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fee7:7979/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
4: eth2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:c0:92:18 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.23.2/30 scope global eth2
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:1702/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fec0:9218/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

```

#### Computer 4:

```

root@ubuntu4:/home/yang4# ip link set eth0 up
root@ubuntu4:/home/yang4# ip a add 6.2.34.2/30 dev eth0
root@ubuntu4:/home/yang4# ip -6 a add fc00::6.2.34.2/126 dev eth0
root@ubuntu4:/home/yang4# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:98:86:86 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 6.2.34.2/30 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fc00::602:2202/126 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe98:8686/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

```

#### Computer 3:

```

root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w "net.ipv4.conf.all.rp_filter=0"
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 0
root@ubuntu3:/home/yang3# echo "net.ipv6.conf.all.forwarding=1" >> /etc/sysctl.conf
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -p /etc/sysctl.conf
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1

```

#### Computer 1:

```

root@ubuntu:/home/yang# ip ro add 6.2.34.2 via 6.2.13.2
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 ro a fc00::6.2.34.2/126 via fc00::6.2.13.2

```



### Computer 2:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# ip ro add 6.2.34.2 via 6.2.23.2
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 ro a fc00::6.2.34.2/126 via fc00::6.2.23.2
```

### Computer 4:

```
root@ubuntu4:/home/yang4# ip ro add 6.2.13.1 via 6.2.34.1
root@ubuntu4:/home/yang4# ip -6 ro a fc00::6.2.13.1/126 via fc00::6.2.34.1
root@ubuntu4:/home/yang4# ip ro add 6.2.23.2 via 6.2.34.1
root@ubuntu4:/home/yang4# ip -6 ro add a fc00::6.2.23.2/126 via fc00::6.2.34.1
```

3. Изучить Linux-утилиту nc (или её аналоги: netcat, ncat, pnetcat). Запустить её в режиме клиента на машине А и в режиме сервера – на машине Б, используя для передачи произвольный порт (машины А и Б должны быть максимально удалены друг от друга). Передать в виде текстового сообщения свое имя от Б к А.

### Computer 1 -> Computer 4:

```
root@ubuntu:/home/yang# nc 6.2.34.2 1568 Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu:/home/yang#
```

```
root@ubuntu4:/home/yang4# nc -lp 1568
Ян Цзяфэн
root@ubuntu4:/home/yang4# _
```

### Computer 2 -> Computer 3:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# nc 6.2.23.2 4444
Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu2:/home/yang2# _
```

```
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l 4444
Ян Цзяфэн
root@ubuntu3:/home/yang3#
```

4. Изучить назначение Linux-утилиты iptables (например, тут: [www.kmax.name/linux/iptables-v-primerax](http://www.kmax.name/linux/iptables-v-primerax)) и создать на компьютерах А и/или Б простейший Firewall (межсетевой экран) с помощью этой утилиты следующим образом:

- Запретить передачу только тех пакетов, которые отправлены на TCP-порт, заданный в настройках утилиты nc.

```
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l 1111 Ян Цзяфэн
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l 1111 ^C
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l 1111 Ян Цзяфэн
root@ubuntu3:/home/yang3#
```

```
root@ubuntu:/home/yang# nc 6.2.13.2 1111
Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu:/home/yang# iptables -A OUTPUT -p tcp --destination-port 1111 -j DROP
root@ubuntu:/home/yang# nc 6.2.13.2 1111
Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu:/home/yang# iptables -D OUTPUT -p tcp --destination-port 1111 -j DROP
root@ubuntu:/home/yang# nc 6.2.13.2 1111
Ян Цзяфэн
^C
```

- Запретить приём только тех пакетов, которые отправлены с UDP-порта утилиты nc.

```
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l 2345 Ян Цзяфэн
root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -A INPUT -p udp --source-port 2345 -j DROP
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l -u 2345 ^C
root@ubuntu3:/home/yang3# nc -l -u 2345 Ян Цзяфэн
```

```
root@ubuntu2:/home/yang2# nc 6.2.23.2 2345
Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu2:/home/yang2# nc 6.2.23.2 2345
root@ubuntu2:/home/yang2# nc -p 2345 -u 6.2.23.2 2345
Ян Цзяфэн
^C
root@ubuntu2:/home/yang2# nc -p 2226 -u 6.2.23.2 2345
Ян Цзяфэн
^C
```

- Запретить передачу только тех пакетов, которые отправлены с IP-адреса компьютера А.

```

root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -A OUTPUT -s 6.2.23.2 -j DROP
root@ubuntu3:/home/yang3# ping 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 56(84) bytes of data.
ping: sendmsg: Operation not permitted
ping: sendmsg: Operation not permitted
ping: sendmsg: Operation not permitted
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 2000ms

root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -D OUTPUT -s 6.2.23.2 -j DROP
root@ubuntu3:/home/yang3# ping 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.792 ms
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.491 ms
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.549 ms
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.491/0.610/0.792/0.133 ms

```

- Запретить приём только тех пакетов, которые отправлены на IPадрес компьютера Б.

```

rtt min/avg/max/mdev = 0.042/0.063/0.090/0.020 ms
root@ubuntu3:/home/yang3# ping 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 56(84) bytes of data.
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
7 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 6048ms

root@ubuntu3:/home/yang3# ping 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.553 ms
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.605 ms
64 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.663 ms
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.553/0.607/0.663/0.044 ms
root@ubuntu3:/home/yang3#

```

```

root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -D INPUT -d 6.2.23.2 -j DROP
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -A INPUT -d 6.2.23.1 -j DROP
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -D INPUT -d 6.2.23.1 -j DROP
root@ubuntu2:/home/yang2# _

```

- Запретить приём и передачу ICMP-пакетов, размер которых превышает 1000 байт, а поле TTL при этом меньше 10.

```

root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -A INPUT -m length --length 1001:65535 -m ttl --ttl-lt 10 -p icmp -j DROP
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -A OUTPUT -m length --length 1001:65535 -m ttl --ttl-lt 10 -p icmp -j DROP
root@ubuntu2:/home/yang2# ping -s 1500 -t 3 6.2.23.2
PING 6.2.23.2 (6.2.23.2) 1500(1528) bytes of data.
ping: sendmsg: Operation not permitted
ping: sendmsg: Operation not permitted
ping: sendmsg: Operation not permitted
^C
--- 6.2.23.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 2010ms

root@ubuntu2:/home/yang2# ping -s 500 -t 3 6.2.23.2
PING 6.2.23.2 (6.2.23.2) 500(528) bytes of data.
508 bytes from 6.2.23.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.755 ms
508 bytes from 6.2.23.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.471 ms
508 bytes from 6.2.23.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.497 ms
^C
--- 6.2.23.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.471/0.574/0.755/0.129 ms
root@ubuntu2:/home/yang2# _

```

```

rtt min/avg/max/mdev = 0.142/0.317/0.127/0.181 ms
root@ubuntu3:/home/yang3# ping -s 1500 -t 3 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 1500(1528) bytes of data.
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
7 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 6049ms

root@ubuntu3:/home/yang3# ^C
root@ubuntu3:/home/yang3# ping -s 1500 -t 3 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 1500(1528) bytes of data.
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
15 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14112ms

root@ubuntu3:/home/yang3# ping -s 500 -t 3 6.2.23.1
PING 6.2.23.1 (6.2.23.1) 500(528) bytes of data.
508 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.435 ms
508 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.492 ms
508 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.337 ms
508 bytes from 6.2.23.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.439 ms
^C
--- 6.2.23.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.337/0.425/0.492/0.061 ms
root@ubuntu3:/home/yang3#

```

## Вариант с IPv4

### Computer 4:

```
root@ubuntu4:/home/yang4# ip link set eth0 up
root@ubuntu4:/home/yang4# ip a add 6.2.34.2/30 dev eth0
root@ubuntu4:/home/yang4# ip ro add 6.2.0.1 via 6.2.34.1
root@ubuntu4:/home/yang4# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu4:/home/yang4# sysctl -w net.ipv4.conf.all.rp_filter=0
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 0
root@ubuntu4:/home/yang4# sysctl -w net.ipv4.conf.eth0.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth0.rp_filter = 0
```

### Computer 3:

```
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth0 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth1 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth2 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip a add 6.2.13.2/30 dev eth0
root@ubuntu3:/home/yang3# ip a add 6.2.23.2/30 dev eth1
root@ubuntu3:/home/yang3# ip a add 6.2.34.1/30 dev eth2
root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp --icmp-type ping -d 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp --icmp-type pong -d 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu3:/home/yang3# ip ro add table 432134 default via 6.2.23.1 dev eth1
root@ubuntu3:/home/yang3# ip rule add fwmark 0x432134 table 432134
root@ubuntu3:/home/yang3# ip ro add table 431234 default via 6.2.13.1 dev eth0
root@ubuntu3:/home/yang3# ip rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.conf.all.rp_filter=0
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 0
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.conf.eth0.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth0.rp_filter = 0
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.conf.eth1.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth1.rp_filter = 0
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv4.conf.eth2.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth2.rp_filter = 0
```

### Computer 2:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth0 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth1 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a add 6.2.12.2/30 dev eth0
RTNETLINK answers: File exists
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a add 6.2.12.2/30 dev eth1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a del 6.2.12.2/30 dev eth1
RTNETLINK answers: File exists
root@ubuntu2:/home/yang2# ip a add 6.2.23.1/30 dev eth1
RTNETLINK answers: File exists
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t nat -A PREROUTING -p icmp -s 6.2.34.2 -d 6.2.0.1 -j DNAT --to 6.2.34.2
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t nat -A PREROUTING -p icmp -s 6.2.34.2 -d 6.2.34.2 -j SNAT --to 6.2.0.1
[19316.689669] x_tables: ip_tables: SNAT target: used from hooks PREROUTING, but only usable from INPUT/POSTROUTING
iptables: Invalid argument. Run `dmesg' for more information.
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t nat -A POSTROUTING -p icmp -s 6.2.34.2 -d 6.2.34.2 -j SNAT --to 6.2.0.1
iptables: No chain/target/match by that name.
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t nat -A POSTROUTING -p icmp -s 6.2.34.2 -d 6.2.34.2 -j SNAT --to 6.2.0.1
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp -i eth1 -d 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp -i eth0 -d 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu2:/home/yang2# ip ro add table 432134 default via 6.2.12.1 dev eth0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip rule add fwmark 0x432134 table 432134
root@ubuntu2:/home/yang2# ip ro add table 431234 default via 6.2.23.2 dev eth1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu2:/home/yang2# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu2:/home/yang2# sysctl -w net.ipv4.conf.all.rp_filter=0
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 0
root@ubuntu2:/home/yang2# sysctl -w net.ipv4.conf.eth0.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth0.rp_filter = 0
root@ubuntu2:/home/yang2# sysctl -w net.ipv4.conf.eth1.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth1.rp_filter = 0
```

## Computer1:

```
root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth0 up
root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth1 up
root@ubuntu:/home/yang# ip a add 6.2.12.1/30 dev eth0
root@ubuntu:/home/yang# ip a add 6.2.13.1/30 dev eth1
root@ubuntu:/home/yang# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp -s 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu:/home/yang# iptables -t mangle -A PREROUTING -p icmp -s 6.2.0.1 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu:/home/yang# ip ro add table 432134 default via 6.2.13.2 dev eth1
root@ubuntu:/home/yang# ip rule add fwmark 0x432134
root@ubuntu:/home/yang# ip ro add table 431234 default via 6.2.12.2 dev eth0
root@ubuntu:/home/yang# ip rule add fwmark 0x431234
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv4.conf.all.rpfilter=0
sysctl: cannot stat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rpfilter: Нет такого файла или каталога
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv4.conf.all.rp_filter=0
net.ipv4.conf.all.rp_filter = 0
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv4.conf.eth0.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth0.rp_filter = 0
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv4.conf.eth1.rp_filter=0
net.ipv4.conf.eth1.rp_filter = 0
```

## Computer 1:

```
root@ubuntu:/home/yang# iptables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 120 packets, 36888 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination
    2   168 MARK        icmp -- any     any      6.2.0.1     anywhere     MARK set 0x432134
    2   168 MARK        icmp -- any     any      6.2.0.1     anywhere     MARK set 0x431234

Chain INPUT (policy ACCEPT 118 packets, 36720 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 2 packets, 168 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 8 packets, 640 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 10 packets, 808 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination
```

## Computer 2:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# iptables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 222 packets, 70344 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination
    2   168 MARK        icmp -- eth1    any     anywhere    6.2.0.1     MARK set 0x432134
    0     0 MARK        icmp -- eth0    any     anywhere    6.2.0.1     MARK set 0x431234

Chain INPUT (policy ACCEPT 220 packets, 70176 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 2 packets, 168 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 8 packets, 640 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 10 packets, 808 bytes)
 pkts bytes target      prot opt in      out     source      destination
```

### Computer 3:

```
root@ubuntu3:/home/yang3# iptables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 475 packets, 153K bytes)
  pkts bytes target     prot opt in     out     source    destination
    2   168 MARK      icmp -- any    any    anywhere  6.2.0.1      icmp echo-r
request MARK set 0x432134
    0     0 MARK      icmp -- any    any    anywhere  6.2.0.1      icmp echo-r
reply MARK set 0x431234

Chain INPUT (policy ACCEPT 473 packets, 153K bytes)
  pkts bytes target     prot opt in     out     source    destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 2 packets, 168 bytes)
  pkts bytes target     prot opt in     out     source    destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 14 packets, 1256 bytes)
  pkts bytes target     prot opt in     out     source    destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 16 packets, 1424 bytes)
  pkts bytes target     prot opt in     out     source    destination
```

### Computer 4:

```
root@ubuntu4:/home/yang4# ping -c 1 6.2.0.1
PING 6.2.0.1 (6.2.0.1) 56(84) bytes of data.
From 6.2.34.1: icmp_seq=1 Redirect Host(New nexthop: 6.2.34.1)

--- 6.2.0.1 ping statistics ---
```

```
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.560/4.560/4.560/0.000 ms
```

## Вариант с IPv6

### Computer 4:

```
root@ubuntu4:/home/yang4# ip link set eth0 up
root@ubuntu4:/home/yang4# ip -6 a add fc00::6.2.34.1/126 dev eth0
root@ubuntu4:/home/yang4# ip -6 ro add fc00::6.2.0.0 via fc00::6.2.34.0
root@ubuntu4:/home/yang4# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

### Computer 3:

```
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth0 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth1 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip link set eth2 up
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 a add fc00::6.2.13.1/127 dev eth0
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 a add fc00::6.2.23.1/127 dev eth1
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 a add fc00::6.2.34.0/127 dev eth2
root@ubuntu3:/home/yang3# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 --icmpv6-type ping -d fc00:
2.0.0 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu3:/home/yang3# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 --icmpv6-type pong -d fc00:
2.0.0 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 ro add table 432134 default via fc00::6.2.23.0 dev eth1
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 rule add fwmark 0x432134 table 432134
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 ro add table 431234 default via fc00::6.2.13.0 dev eth0
RTNETLINK answers: No route to host
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 ro add table 431234 default via fc00::6.2.13.0 dev eth0
RTNETLINK answers: No route to host
root@ubuntu3:/home/yang3# ip -6 rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu3:/home/yang3# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

## Computer 2:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth0 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip link set eth1 up
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 a add fc00::6.2.12.1/126 dev eth0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 a add fc00::6.2.23.0/126 dev eth1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip6tables -t nat -A PREROUTING -p icmpv6 -s fc00::6.2.34.1 -d fc00::6.2.0.0 -j DNAT --to fc00::6.2.34.1
root@ubuntu2:/home/yang2# ip6tables -t nat -A POSTROUTING -p icmpv6 -s fc00::6.2.34.1 -d fc00::6.2.0.0 -j SNAT --to fc00::6.2.0.0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 -i eth1 -d fc00::6.2.0.0 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu2:/home/yang2# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 -i eth1 -d fc00::6.2.0.0 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 ro add table 432134 default via fc00::6.2.12.0 dev eth0
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 rule add fwmark 0x432134 table 432134
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 ro add table 431234 default via fc00::6.2.23.1 dev eth1
RTNETLINK answers: Invalid argument
root@ubuntu2:/home/yang2# ip -6 rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu2:/home/yang2# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

## Computer 1:

```
root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth0 up
root@ubuntu:/home/yang# ip link set eth1 up
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 a add fc00::6.2.12.0/126 dev eth0
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 a add fc00::6.2.13.0/126 dev eth1
root@ubuntu:/home/yang# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 -sfc00::6.2.0.0 -j MARK --set-mark 0x432134
root@ubuntu:/home/yang# ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p icmpv6 -sfc00::6.2.0.0 -j MARK --set-mark 0x431234
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 ro add table 432134 default via fc00::6.2.13.1 dev eth1
RTNETLINK answers: Invalid argument
root@ubuntu:/home/yang# ip -6 rule add fwmark 0x431234 table 431234
root@ubuntu:/home/yang# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

## Computer 4:

```
root@ubuntu4:/home/yang4# ping6 -c 1 fc00::6.2.0.0
PING fc00::6.2.0.0(fc00::602:0) 56 data bytes
From fc00::602:2201 icmp_seq=1 Time exceeded: Hop limit

--- fc00::6.2.0.0 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

## Computer 1:

```
root@ubuntu:/home/yang# ip6tables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 4 packets, 280 bytes)
  pkts bytes target    prot opt in     out     source                 destination            MARK se
t 0x432134
  0      0 MARK      ipv6-icmp any    any    fc00::602:0            anywhere                MARK se
t 0x431234
  0      0 MARK      ipv6-icmp any    any    fc00::602:0            anywhere                MARK se
t 0x431234
Chain INPUT (policy ACCEPT 4 packets, 280 bytes)
  pkts bytes target    prot opt in     out     source                 destination
Chain FORWARD (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
  pkts bytes target    prot opt in     out     source                 destination
Chain OUTPUT (policy ACCEPT 5 packets, 616 bytes)
  pkts bytes target    prot opt in     out     source                 destination
Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 5 packets, 616 bytes)
  pkts bytes target    prot opt in     out     source                 destination
```

## Computer 2:

```
root@ubuntu2:/home/yang2# ip6tables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 1 packets, 72 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination
  0      0 MARK        ipv6-icmp eth1    any     anywhere          fc00::602:0      MARK set 0x432134
t 0x432134
  0      0 MARK        ipv6-icmp eth1    any     anywhere          fc00::602:0      MARK set 0x431234
t 0x431234

Chain INPUT (policy ACCEPT 1 packets, 72 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 4 packets, 504 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 4 packets, 504 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination
```

## Computer 3:

```
root@ubuntu3:/home/yang3# ip6tables -t mangle -L -v
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 84 packets, 8048 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination
  64 6656 MARK        ipv6-icmp any     any     anywhere          fc00::602:0      ipv6-icmp echo-request MARK set 0x432134
  0      0 MARK        ipv6-icmp any     any     anywhere          fc00::602:0      ipv6-icmp echo-reply MARK set 0x431234

Chain INPUT (policy ACCEPT 20 packets, 1392 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT 63 packets, 6552 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 13 packets, 992 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 76 packets, 7544 bytes)
  pkts bytes target      prot opt in     out     source            destination
```

## Вывод

Научилась основные методы настройки маршрутизируемых компьютерных сетей на примере сети, состоящей из компьютеров под управлением ОС Linux.

## Список использованной литературы

- 1 Алиев Т.И., Соснин В.В., Шинкарук Д.Н. Компьютерные сети и телекоммуникации: задания и тесты. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 112 с.
- 2 Т.И.Алиев СЕТИ ЭВМ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ - Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2011. - 400 с. - экз.