

Отчёт по лабораторной работе «IP-маршрутизация»

Trung Luong

17 октября 2020 г.

Содержание

1. Топология сети	1
2. Назначение IP-адресов	1
3. Таблица маршрутизации	3
4. Проверка настройки сети	4
5. Маршрутизация	4
6. Продолжительность жизни пакета	5
7. Изучение IP-фрагментации	7
8. Отсутствие сети	8
9. Отсутствие IP-адреса в сети	9

1. Топология сети

Топология сети и используемые IP-адреса показаны на рис. 1.

2. Назначение IP-адресов

Ниже приведён файл настройки протокола IP маршрутизатора (указать, какого).

| Сюда нужно поместить характерный `/etc/network/interfaces` маршрутизатора

Ниже приведён файл настройки протокола IP рабочей станции (указать, какой).

| Сюда нужно поместить характерный `/etc/network/interfaces` рабочей станции

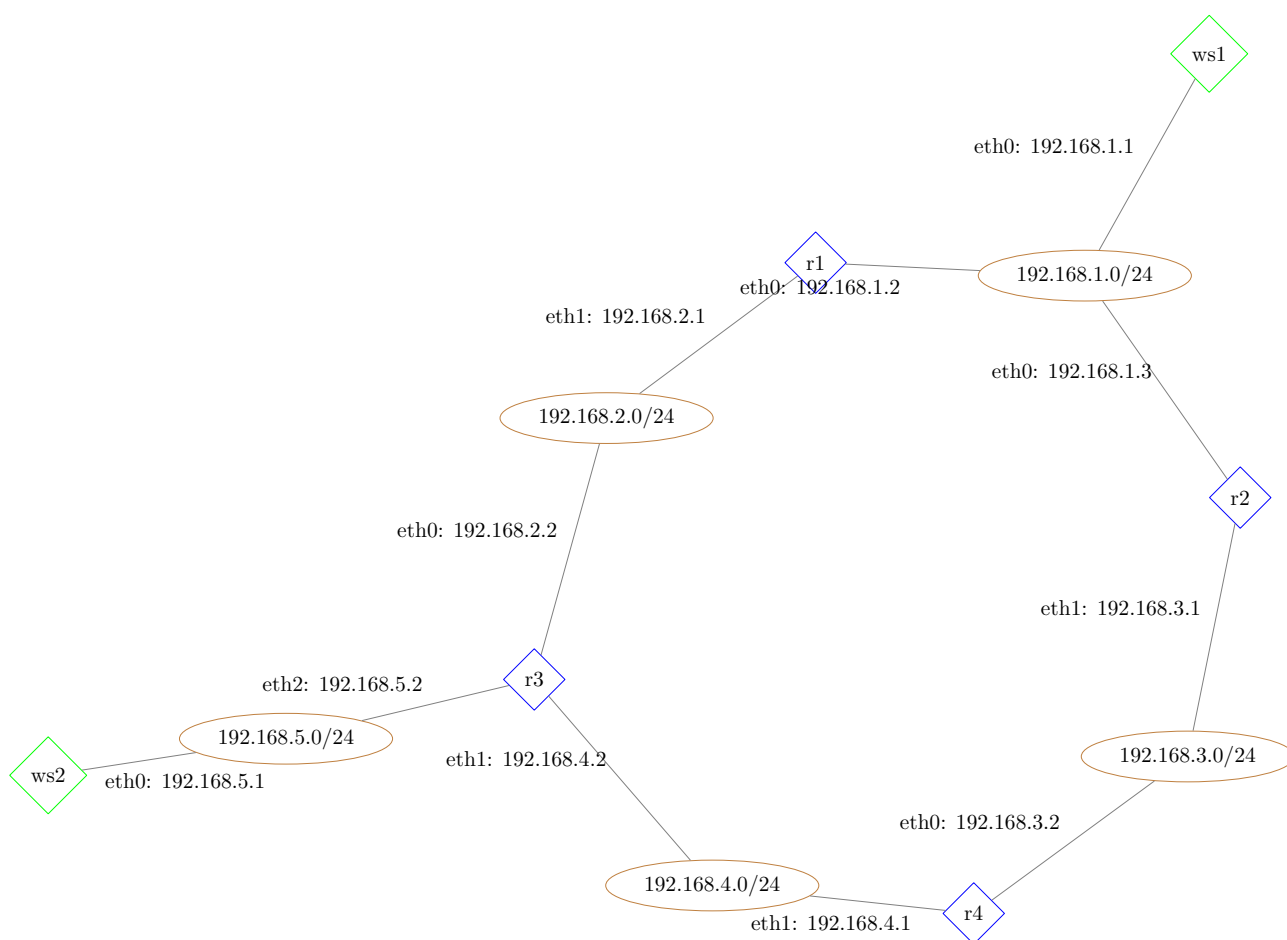


Рис. 1. Топология сети

3. Таблица маршрутизации

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **r1**.

```
192.168.5.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.4.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.3.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.2.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.2.1
192.168.1.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.1.2
```

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **r2**.

```
192.168.5.0/24 via 192.168.1.2 dev eth0
192.168.4.0/24 via 192.168.1.2 dev eth0
192.168.3.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.3.1
192.168.2.0/24 via 192.168.1.2 dev eth0
192.168.1.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.1.3
```

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **r3**.

```
192.168.5.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.5.2
192.168.4.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.4.2
192.168.3.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
192.168.2.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.2.2
192.168.1.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
```

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **r4**.

```
192.168.5.0/24 via 192.168.3.1 dev eth0
192.168.4.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.4.1
192.168.3.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.3.2
192.168.2.0/24 via 192.168.3.1 dev eth0
192.168.1.0/24 via 192.168.3.1 dev eth0
```

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **ws1**.

```
192.168.1.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.1.1
default via 192.168.1.2 dev eth0
```

Вывести (командой `ip r`) таблицу маршрутизации для **ws2**.

```
192.168.5.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.5.1
default via 192.168.5.2 dev eth0
```

4. Проверка настройки сети

Вывод **traceroute** от узла **ws1** до **ws2** при нормальной работе сети.

```
ws1:~# traceroute -n 192.168.5.1
traceroute to 192.168.5.1 (192.168.5.1), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.2  1 ms  0 ms  0 ms
 2  192.168.4.2 12 ms  1 ms  1 ms
 3  192.168.5.1  1 ms  1 ms  1 ms
```

Вывод **traceroute** от узла **ws2** до **ws1** при нормальной работе сети.

```
ws2:~# traceroute -n 192.168.1.1
traceroute to 192.168.1.1 (192.168.1.1), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.5.2  1 ms  1 ms  1 ms
 2  192.168.3.2  1 ms  1 ms  1 ms
 3  192.168.1.3  1 ms  1 ms  1 ms
 4  192.168.1.1  1 ms  1 ms  1 ms
```

5. Маршрутизация

Тестирование на MAC-адреса интерфейс **r1**:

```
192.168.5.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.4.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.3.0/24 via 192.168.2.2 dev eth1
192.168.2.0/24 dev eth1  proto kernel  scope link  src 192.168.2.1
192.168.1.0/24 dev eth0  proto kernel  scope link  src 192.168.1.2
```

Тестирование на MAC-адреса интерфейс **r3**:

```
192.168.5.0/24 dev eth2  proto kernel  scope link  src 192.168.5.2
192.168.4.0/24 dev eth1  proto kernel  scope link  src 192.168.4.2
192.168.3.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
192.168.2.0/24 dev eth0  proto kernel  scope link  src 192.168.2.2
192.168.1.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
```

Для стирания кеша ARP, выполняется следующая команда:

```
ip n flush all
```

```
ws1:~# ping -c 2 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=1 ttl=61 time=25.6 ms
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=2 ttl=61 time=1.32 ms

--- 192.168.5.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.329/13.472/25.616/12.144 ms
```

Далее показана отправка пакета на маршрутизатор (косвенная маршрутизация).

```
r1:~# tcpdump -tne -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
a6:f9:52:b6:1e:69 > 0e:ab:f8:0c:10:4b, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.1.1
3a:40:ee:31:9e:cd > ff:ff:ff:ff:ff:ff, ethertype ARP (0x0806), length 42: arp who-has 192.168.1.1: 192.168.1.1
a6:f9:52:b6:1e:69 > 0e:ab:f8:0c:10:4b, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.1.1
```

```
r3:~# tcpdump -tne -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
fa:de:dc:30:96:57 > ff:ff:ff:ff:ff:ff, ethertype ARP (0x0806), length 42: arp who-has 192.168.2.2: 192.168.2.2
ee:97:f2:ab:47:0c > fa:de:dc:30:96:57, ethertype ARP (0x0806), length 42: arp reply 192.168.2.2: 192.168.2.2
fa:de:dc:30:96:57 > ee:97:f2:ab:47:0c, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.1.1
fa:de:dc:30:96:57 > ee:97:f2:ab:47:0c, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.1.1
```

Затем маршрутизатор отправил его далее.

```
ws2:~# tcpdump -tne -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
c2:57:e2:f3:3f:00 > da:53:12:09:ea:4e, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.5.1
da:53:12:09:ea:4e > c2:57:e2:f3:3f:00, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.5.1 > 192.168.5.1
c2:57:e2:f3:3f:00 > da:53:12:09:ea:4e, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.1.1 > 192.168.5.1
da:53:12:09:ea:4e > c2:57:e2:f3:3f:00, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 192.168.5.1 > 192.168.5.1
c2:57:e2:f3:3f:00 > da:53:12:09:ea:4e, ethertype ARP (0x0806), length 42: arp who-has 192.168.5.1: 192.168.5.1
da:53:12:09:ea:4e > c2:57:e2:f3:3f:00, ethertype ARP (0x0806), length 42: arp reply 192.168.5.1: 192.168.5.1
```

6. Продолжительность жизни пакета

Сначала написать как и на чём ломали.

```
r3:~# ip link set eth2 down
r3:~# ip route add 192.168.5.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
```

Потом какая-то таблица вышла.

```
r3:~# ip r
192.168.5.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
192.168.4.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.4.2
192.168.3.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
192.168.2.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.2.2
192.168.1.0/24 via 192.168.4.1 dev eth1
```

Потом что слали.

```
ws1:~# ping -c 1 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1) 56(84) bytes of data.
From 192.168.1.3 icmp_seq=1 Time to live exceeded

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

И что в итоге получилось.

```
r3:~# tcpdump -tnve -i eth1
tcpdump: listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 62, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 58, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 54, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 50, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 46, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 42, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 38, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 34, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 30, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 26, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 22, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 18, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 14, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 10, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 6, id
d2:90:43:d2:95:19 > 42:9b:97:db:b0:a6, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 2, id
```

И кто в итоге отправил сообщение о завершении жизни.

```
ws1:~# traceroute -n 192.168.5.1
traceroute to 192.168.5.1 (192.168.5.1), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.2  18 ms  1 ms  1 ms
 2  192.168.4.2  41 ms  1 ms  1 ms
 3  192.168.3.2   1 ms   1 ms   1 ms
 4  192.168.1.3   1 ms   1 ms   1 ms
 5  192.168.1.2   6 ms   1 ms   1 ms
 6  192.168.4.2   1 ms   2 ms   2 ms
 7  192.168.3.2   1 ms   1 ms   1 ms
 8  192.168.1.3   2 ms   2 ms   3 ms
 9  * 192.168.1.2  3 ms   2 ms
10  192.168.4.2   2 ms   2 ms   2 ms
11  192.168.3.2   2 ms   2 ms  *
12  192.168.1.3   3 ms   2 ms   2 ms
13  192.168.1.2   2 ms   2 ms   3 ms
14  192.168.4.2   3 ms   3 ms   4 ms
15  192.168.3.2   4 ms   4 ms   3 ms
16  192.168.1.3   3 ms   3 ms  *
17  192.168.1.2   2 ms   1 ms   1 ms
18  192.168.4.2   1 ms   1 ms   1 ms
19  192.168.3.2   1 ms   1 ms   1 ms
20  192.168.1.3   1 ms   1 ms   1 ms
21  192.168.1.2   1 ms  *    1 ms
22  192.168.4.2   1 ms   1 ms   1 ms
23  192.168.3.2   1 ms   1 ms   1 ms
24  192.168.1.3   1 ms   1 ms   1 ms
25  192.168.1.2   1 ms   1 ms  *
```

26	192.168.4.2	6 ms	5 ms	6 ms
27	192.168.3.2	6 ms	5 ms	6 ms
28	192.168.1.3	5 ms	5 ms	4 ms
29	192.168.1.2	4 ms	5 ms	6 ms
30	* 192.168.4.2	8 ms	7 ms	
31	192.168.3.2	7 ms	5 ms	5 ms
32	192.168.1.3	5 ms	5 ms	5 ms
33	192.168.1.2	7 ms	7 ms	6 ms
34	192.168.4.2	2 ms	*	9 ms
35	192.168.3.2	7 ms	6 ms	2 ms
36	192.168.1.3	1 ms	1 ms	2 ms
37	192.168.1.2	2 ms	1 ms	1 ms
38	192.168.4.2	1 ms	1 ms	*
39	192.168.3.2	9 ms	7 ms	6 ms
40	192.168.1.3	1 ms	1 ms	1 ms
41	192.168.1.2	2 ms	1 ms	1 ms
42	192.168.4.2	1 ms	1 ms	1 ms
43	192.168.3.2	1 ms	*	10 ms
44	192.168.1.3	8 ms	6 ms	3 ms
45	192.168.1.2	1 ms	1 ms	1 ms
46	192.168.4.2	1 ms	3 ms	3 ms
47	192.168.3.2	1 ms	1 ms	*
48	192.168.1.3	11 ms	7 ms	2 ms
49	192.168.1.2	2 ms	3 ms	2 ms
50	192.168.4.2	2 ms	2 ms	2 ms
51	192.168.3.2	2 ms	2 ms	2 ms
52	192.168.1.3	2 ms	*	6 ms
53	192.168.1.2	2 ms	2 ms	2 ms
54	192.168.4.2	3 ms	3 ms	3 ms
55	192.168.3.2	4 ms	4 ms	3 ms
56	192.168.1.3	3 ms	4 ms	*
57	192.168.1.2	13 ms	4 ms	2 ms
58	192.168.4.2	2 ms	2 ms	2 ms
59	192.168.3.2	3 ms	2 ms	2 ms
60	192.168.1.3	2 ms	6 ms	5 ms
61	* 192.168.1.2	12 ms	10 ms	
62	192.168.4.2	10 ms	3 ms	2 ms
63	192.168.3.2	2 ms	2 ms	2 ms
64	192.168.1.3	2 ms	2 ms	2 ms

7. Изучение IP-фрагментации

Написать, на каких узлах и как изменяли MTU.

Изменение MTU

Изменение MTU

Какие команды давали для тестирования и где.

```
r1:~# ip link set dev eth1 mtu 600
r3:~# ip link set dev eth0 mtu 600

echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_no_pmtu_disc

ws1:~# ping 192.168.5.1 -c 1 -s 1000
```

Вывод **tcpdump** на маршрутизаторе перед сетью с уменьшенным MTU.

```
r1:~# tcpdump -tnv -i eth0 icmp
tcpdump: listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
IP (tos 0x0, ttl 64, id 29245, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 1028) 192.168.1.1 > 192.168.5.1
IP (tos 0x0, ttl 62, id 39740, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 1028) 192.168.5.1 > 192.168.1.1
```

Вывод **tcpdump** на маршрутизаторе после сети с уменьшенным MTU.

```
r3:~# tcpdump -tnv -i eth0 icmp
tcpdump: listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
IP (tos 0x0, ttl 63, id 29245, offset 0, flags [+], proto ICMP (1), length 596) 192.168.1.1 > 192.168.5.1
IP (tos 0x0, ttl 63, id 29245, offset 576, flags [none], proto ICMP (1), length 452) 192.168.1.1 > 192.168.5.1
IP (tos 0x0, ttl 63, id 39740, offset 0, flags [+], proto ICMP (1), length 596) 192.168.5.1 > 192.168.1.1
IP (tos 0x0, ttl 63, id 39740, offset 576, flags [none], proto ICMP (1), length 452) 192.168.5.1 > 192.168.1.1
```

Вывод **tcpdump** на узле получателя.

```
ws2:~# tcpdump -tnv -i eth0 icmp
tcpdump: listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
IP (tos 0x0, ttl 62, id 29245, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 1028) 192.168.1.1 > 192.168.5.1
IP (tos 0x0, ttl 64, id 39740, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 1028) 192.168.5.1 > 192.168.1.1
```

8. Отсутствие сети

Аналогично опишите опыт, когда маршрутизатор отправляет сообщение об отсутствии с сети. С командами и выводом, мак адреса не нужны.

```
ws1:~# ping 192.168.6.1 -c 1
PING 192.168.6.1 (192.168.6.1) 56(84) bytes of data.
From 192.168.1.2 icmp_seq=1 Destination Net Unreachable

--- 192.168.6.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 0ms

r1:~# tcpdump -n -i eth0 icmp
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
22:07:14.304125 IP 192.168.1.1 > 192.168.6.1: ICMP echo request, id 11010, seq 1, length 64
22:07:14.304143 IP 192.168.1.2 > 192.168.1.1: ICMP net 192.168.6.1 unreachable, length 92
```


9. Отсутствие IP-адреса в сети

Аналогично опишите опыт, когда маршрутизатор отправляет сообщение об отсутствии требуемого IP-адреса в сети. С командами и выводом, мак адреса не нужны.

```
ws1:~# ping 192.168.5.4 -c 1
PING 192.168.5.4 (192.168.5.4) 56(84) bytes of data.
From 192.168.2.2 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable

--- 192.168.5.4 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms

r3:~# tcpdump -n -i eth2
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
22:11:10.233182 arp who-has 192.168.5.4 tell 192.168.5.2
22:11:11.235214 arp who-has 192.168.5.4 tell 192.168.5.2
22:11:12.235217 arp who-has 192.168.5.4 tell 192.168.5.2
```