

**Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики**

Факультет инфокоммуникационных технологий

Отчет по практической работе №2 “Изучение общих принципов
построения IP-сетей (адресация и маршрутизация)”

Автор:

Кузнецов Никита Сергеевич

Группа К33212

Преподаватель:

Харитонов Антон Юрьевич

Санкт-Петербург
2023

Цель работы:

Изучить основные принципы IP-адресации. Получить практические навыки в построении сетей и подсетей разных классов с использованием современных возможностей протокола IP. Изучить базовые принципы маршрутизации в IP-сетях. Научиться конфигурировать сетевое оборудование с помощью симулятора CISCO Packet Tracer.

Ход работы:

Для 13 варианта были выбраны номера маршрутизаторов 3, 6, 5 и номера сетей 2, 5(5), 8(6), 9(5). Внешний вид сети с маршрутизаторами и сетями можно увидеть на рисунке 1:

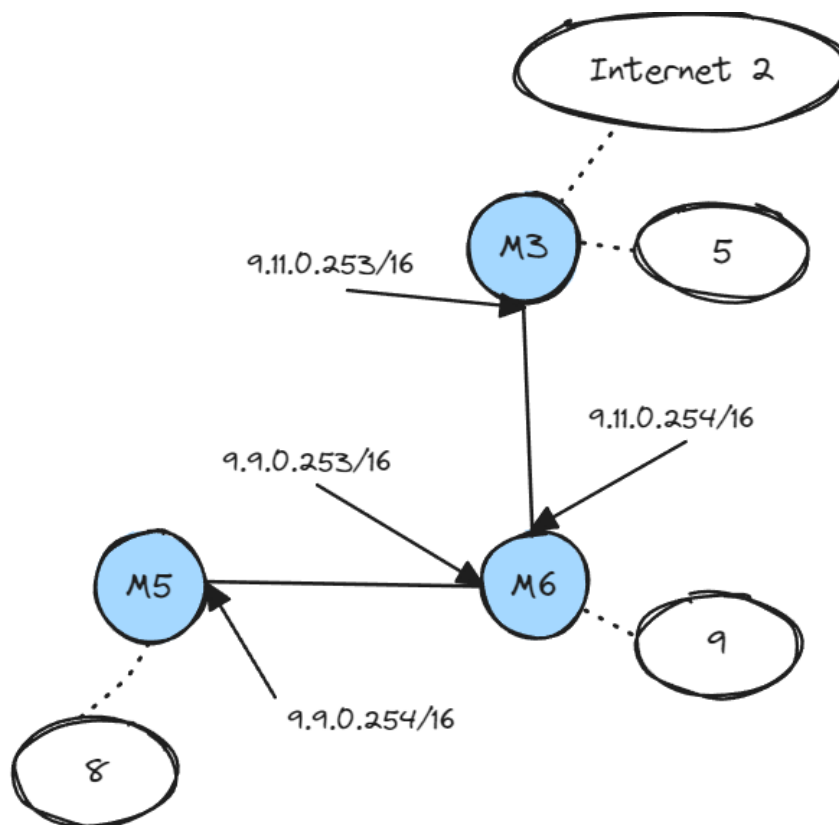


Рисунок 1 - Схема сети для варианта 13.

Следующим шагом необходимо было разбить сети 5, 8 и 9 на подсети. По данным лабораторной работы известно, что:

- 193.10.16.0/20 - адрес 5 сети;
- 169.254.0.0/16 - адрес 8 сети;
- 62.16.0.0/12 - адрес 9 сети.

Сеть №5:

- 193.10.16.0 - IP-адрес;
- 255.255.240.0 - маска;
- 5 - количество подсетей.

Для получения количества дополнительных разрядов маски применяется формула $[K=\log_2(5)]$. $K=3$, следовательно, для кодирования 5 подсетей необходимо добавить еще 3 разряда.

Отсюда следует, что длина маски будет $20 + 3 = 23$ единицы. Закодируем подсети в двоичной системе:

- Подсеть 1: 001;
- Подсеть 2: 010;
- Подсеть 3: 011;
- Подсеть 4: 100;
- Подсеть 5: 101.

Далее, запишем адреса подсетей:

- 11000001.00001010.00010010.00000000 - 193.10.18.0;
- 11000001.00001010.00010100.00000000 - 193.10.20.0;
- 11000001.00001010.00010110.00000000 - 193.10.22.0;
- 11000001.00001010.00011000.00000000 - 193.10.24.0;
- 11000001.00001010.00011010.00000000 - 193.10.26.0.

Также, обновленная маска, имеющая 23 единицы будет выглядеть следующим образом: 255.255.254.0. Далее, были определены такие параметры, как широковещательный адрес и диапазон для каждой подсети.

Подсеть 1:

- 11000001.00001010.00010010.00000000 (193.10.18.0)
- 00000000.00000000.00000001.11111111 (0.0.1.255)
- **11000001.00001010.00010011.11111111 (193.10.19.255)**

Отсюда следует, что широковещательный адрес для подсети = 193.10.19.255. Диапазон будет от 193.10.18.1 до 193.10.19.254, в сети $32 - 23 = 9$ свободных разрядов, следовательно, $2^9 - 2 = 510$ свободных узлов.

Подсеть 2:

- 11000001.00001010.00010100.00000000 (193.10.20.0)
- 00000000.00000000.00000000 1.11111111 (0.0.1.255)
- **11000001.00001010.00010101.11111111 (193.10.21.255)**

Отсюда следует, что широковещательный адрес для подсети = 193.10.21.255. Диапазон будет от 193.10.20.1 до 193.10.21.254, в сети 32 - 23 = 9 свободных разрядов, следовательно, $2^9 - 2 = 510$ свободных узлов.

Подсеть 3:

→ 11000001.00001010.00010100.00000000 (193.10.22.0)

→ 00000000.00000000.00000000 1.11111111 (0.0.1.255)

→ **11000001.00001010.00010101.11111111 (193.10.23.255)**

Отсюда следует, что широковещательный адрес для подсети = 193.10.23.255. Диапазон будет от 193.10.22.1 до 193.10.23.254, в сети 32 - 23 = 9 свободных разрядов, следовательно, $2^9 - 2 = 510$ свободных узлов.

Подсеть 4:

→ 11000001.00001010.00010100.00000000 (193.10.24.0)

→ 00000000.00000000.00000000 1.11111111 (0.0.1.255)

→ **11000001.00001010.00010101.11111111 (193.10.25.255)**

Отсюда следует, что широковещательный адрес для подсети = 193.10.25.255. Диапазон будет от 193.10.24.1 до 193.10.25.254, в сети 32 - 23 = 9 свободных разрядов, следовательно, $2^9 - 2 = 510$ свободных узлов.

Подсеть 5:

→ 11000001.00001010.00010100.00000000 (193.10.26.0)

→ 00000000.00000000.00000000 1.11111111 (0.0.1.255)

→ **11000001.00001010.00010101.11111111 (193.10.27.255)**

Отсюда следует, что широковещательный адрес для подсети = 193.10.27.255. Диапазон будет от 193.10.26.1 до 193.10.27.254, в сети 32 - 23 = 9 свободных разрядов, следовательно, $2^9 - 2 = 510$ свободных узлов.

Для всей сети максимальное количество узлов 193.10.18.0/20 равно: $2^{12} - 2 = 4096 - 2 = 4094$ узлов. Далее, аналогичным образом была выполнена разбивка для других сетей.

Сеть №8:

- 169.254.0.0 - IP-адрес;
- 255.255.0.0 - маска;
- 6 - количество подсетей.

Для получения количества дополнительных разрядов маски применяется формула $[K=\log_2(6)]$. $K=3$, следовательно, для кодирования 6 подсетей необходимо добавить еще 3 разряда.

Отсюда следует, что длина маски будет $16 + 3 = 19$ единиц. Закодируем подсети в двоичной системе:

- Подсеть 1: 001;
- Подсеть 2: 010;
- Подсеть 3: 011;
- Подсеть 4: 100;
- Подсеть 5: 101;
- Подсеть 6: 110.

Далее, запишем адреса подсетей:

- 10101001.11111110.00100000.00000000 - 169.254.32.0;
- 10101001.11111110.01000000.00000000 - 169.254.64.0;
- 10101001.11111110.01100000.00000000 - 169.254.96.0;
- 10101001.11111110.10000000.00000000 - 169.254.128.0;
- 10101001.11111110.10100000.00000000 - 169.254.160.0;
- 10101001.11111110.11000000.00000000 - 169.254.192.0;

Также, обновленная маска, имеющая 19 единиц будет выглядеть следующим образом: 255.255.224.0. Далее, были определены такие параметры, как широковещательный адрес и диапазон для каждой подсети.

Подсеть 1:

- Широковещательный адрес: 169.254.63.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.32.1 до 169.253.63.254.

Подсеть 2:

- Широковещательный адрес: 169.254.95.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.64.1 до 169.253.95.254.

Подсеть 3:

- Широковещательный адрес: 169.254.127.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.96.1 до 169.253.127.254.

Подсеть 4:

- Широковещательный адрес: 169.254.159.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.128.1 до 169.253.159.254.

Подсеть 5:

- Широковещательный адрес: 169.254.191.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.160.1 до 169.253.191.254.

Подсеть 6:

- Широковещательный адрес: 169.254.223.255;
- Количество хостов: 8190;
- Диапазон: от 169.254.192.1 до 169.253.223.254.

Для всей сети максимальное количество узлов 169.254.0.0/16 равно:
 $2^{16} - 2 = 65536 - 2 = 65534$ узлов. Далее, аналогичным образом была выполнена разбивка для последней сети №9.

Сеть №9:

- 62.16.0.0 - IP-адрес;
- 255.240.0.0 - маска;
- 5 - количество подсетей.

Для получения количества дополнительных разрядов маски применяется формула $[K=\log_2(5)]$. $K=3$, следовательно, для кодирования 6 подсетей необходимо добавить еще 3 разряда.

Отсюда следует, что длина маски будет $12 + 3 = 15$ единиц.
Закодируем подсети в двоичной системе:

- Подсеть 1: 001;
- Подсеть 2: 010;
- Подсеть 3: 011;
- Подсеть 4: 100;
- Подсеть 5: 101;

Далее, запишем адреса подсетей:

- 00111110.00010010.00000000.00000000 - 62.18.0.0;
- 00111110.00010100.00000000.00000000 - 62.20.0.0;

- 00111110.00010110.00000000.00000000 - 62.22.0.0;
- 00111110.00011000.00000000.00000000 - 62.24.0.0;
- 00111110.00011010.00000000.00000000 - 62.26.0.0;

Также, обновленная маска, имеющая 15 единиц будет выглядеть следующим образом: 255.254.0.0. Далее, были определены такие параметры, как широковещательный адрес и диапазон для каждой подсети.

Подсеть 1:

- Широковещательный адрес: 62.19.255.255;
- Количество хостов: 131070;
- Диапазон: от 62.18.0.1 до 62.19.255.254.

Подсеть 2:

- Широковещательный адрес: 62.21.255.255;
- Количество хостов: 131070;
- Диапазон: от 62.20.0.1 до 62.21.255.254.

Подсеть 3:

- Широковещательный адрес: 62.23.255.255;
- Количество хостов: 131070;
- Диапазон: от 62.22.0.1 до 62.23.255.254.

Подсеть 4:

- Широковещательный адрес: 62.25.255.255;
- Количество хостов: 131070;
- Диапазон: от 62.24.0.1 до 62.25.255.254.

Подсеть 5:

- Широковещательный адрес: 62.27.255.255;
- Количество хостов: 131070;
- Диапазон: от 62.26.0.1 до 62.27.255.254.

В результате разбиения сетей 5, 8, 9 была построена следующая схема сети (рис. 2):

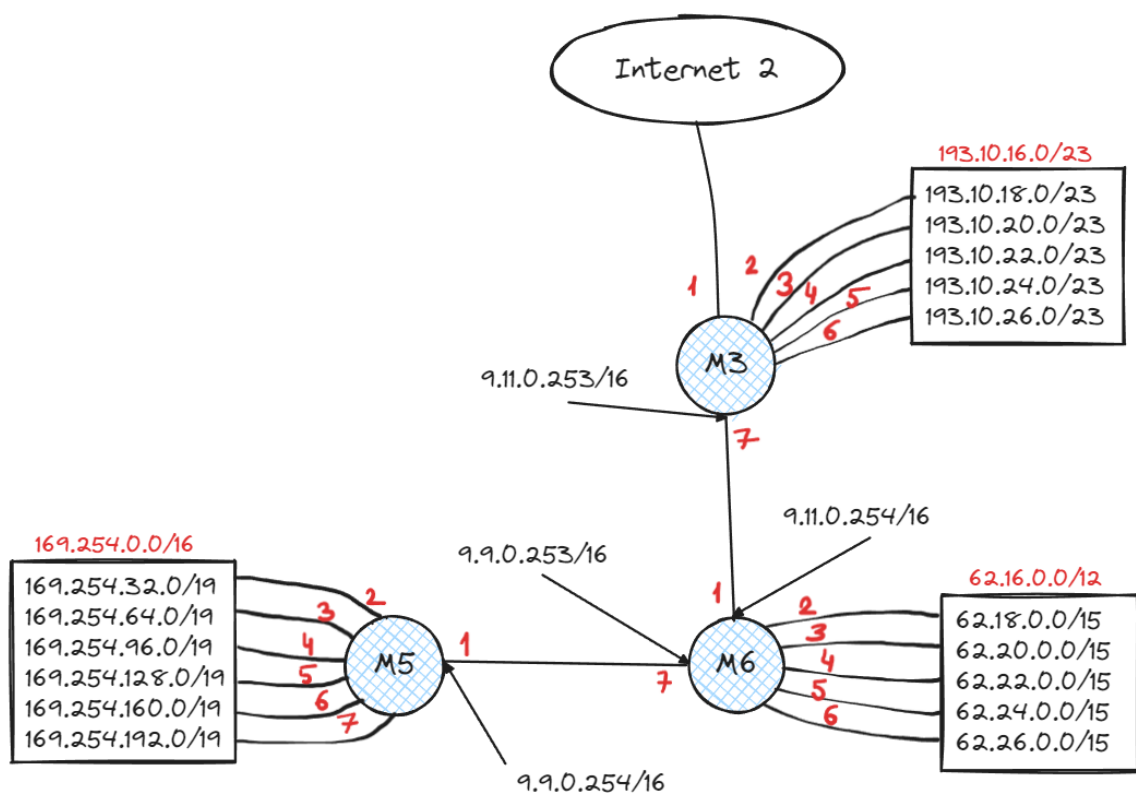


Рисунок 2 - Схема сети с подсетями.

Таблицы:

1.1 Таблица интерфейсов маршрутизаторов:

Маршрутизатор	Номер интерфейса	IP-адрес
3	1	195.58.228.138/30
	2	193.10.18.0/23
	3	193.10.20.0/23
	4	193.10.22.0/23
	5	193.10.24.0/23
	6	193.10.26.0/23
	7	9.11.0.253/16
6	1	9.11.0.254/16
	2	62.18.0.0/15

	3	62.20.0.0/15
	4	62.22.0.0/15
	5	62.24.0.0/15
	6	62.26.0.0/15
	7	9.9.0.253/16
5	1	9.9.0.254/16
	2	169.254.32.0/19
	3	169.254.64.0/19
	4	169.254.96.0/19
	5	169.254.128.0/19
	6	169.254.160.0/19
	7	169.254.192.0/19

1.2 Таблица маршрутизации для маршрутизатора МЗ:

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
195.58.228.138	255.255.255.252	0.0.0.0	1
193.10.18.0	255.255.254.0	0.0.0.0	2
193.10.20.0	255.255.254.0	0.0.0.0	3
193.10.22.0	255.255.254.0	0.0.0.0	4
193.10.24.0	255.255.254.0	0.0.0.0	5
193.10.26.0	255.255.254.0	0.0.0.0	6
62.16.0.0	255.240.0.0	9.11.0.254	7
169.254.0.0	255.255.0.0	9.9.0.254	7
9.11.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	7
0.0.0.0	0.0.0.0	195.58.228.138	1

1.3 Таблица маршрутизации для маршрутизатора М6:

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
62.18.0.0	255.254.0.0	0.0.0.0	2
62.20.0.0	255.254.0.0	0.0.0.0	3
62.22.0.0	255.254.0.0	0.0.0.0	4
62.24.0.0	255.254.0.0	0.0.0.0	5
62.26.0.0	255.254.0.0	0.0.0.0	6
193.10.16.0	255.255.254.0	9.11.0.253	1
195.58.228.138	255.255.255.252	9.11.0.253	1
169.254.0.0	255.255.0.0	9.9.0.254	7
9.9.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	7
9.11.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	1
0.0.0.0	0.0.0.0	9.11.0.253	1

1.4 Таблица маршрутизации для маршрутизатора М5:

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
169.254.32.0	255.255.224.0	0.0.0.0	2
169.254.64.0	255.255.224.0	0.0.0.0	3
169.254.96.0	255.255.224.0	0.0.0.0	4
169.254.128.0	255.255.224.0	0.0.0.0	5
169.254.160.0	255.255.224.0	0.0.0.0	6
169.254.192.0	255.255.224.0	0.0.0.0	7
62.16.0.0	255.240.0.0	9.9.0.253	1
193.10.16.0	255.255.254.0	9.11.0.253	1
195.58.228.138	255.255.255.252	9.11.0.253	1
9.9.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	1
0.0.0.0	0.0.0.0	9.9.0.253	1

Cisco Packet Tracer:

Конфигурация для маршрутизатора М3:

```
M3>show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          195.58.228.138  YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/0          193.10.18.254   YES NVRAM   up          up
FastEthernet2/0          193.10.20.254   YES NVRAM   up          up
FastEthernet3/0          193.10.22.254   YES NVRAM   up          up
FastEthernet4/0          193.10.24.254   YES NVRAM   up          up
FastEthernet5/0          193.10.26.254   YES NVRAM   up          up
FastEthernet6/0          9.11.0.253      YES NVRAM   up          up
M3>show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    9.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
C       9.11.0.0 is directly connected, FastEthernet6/0
    62.0.0.0/12 is subnetted, 1 subnets
S       62.16.0.0 [1/0] via 9.11.0.254
S    169.254.0.0/16 [1/0] via 9.11.0.254
C    193.10.18.0/23 is directly connected, FastEthernet1/0
C    193.10.20.0/23 is directly connected, FastEthernet2/0
C    193.10.22.0/23 is directly connected, FastEthernet3/0
C    193.10.24.0/23 is directly connected, FastEthernet4/0
C    193.10.26.0/23 is directly connected, FastEthernet5/0
    195.58.228.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       195.58.228.136 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Конфигурация для маршрутизатора М6:

```
M6#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          9.11.0.254      YES manual  up          up
FastEthernet1/0          62.18.0.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet2/0          62.20.0.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet3/0          62.22.0.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet4/0          62.24.0.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet5/0          62.26.0.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet6/0          9.9.0.253       YES NVRAM   up          up
M6#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 9.11.0.253 to network 0.0.0.0

    9.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C       9.9.0.0 is directly connected, FastEthernet6/0
C       9.11.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
    62.0.0.0/15 is subnetted, 5 subnets
C    62.18.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
C    62.20.0.0 is directly connected, FastEthernet2/0
C    62.22.0.0 is directly connected, FastEthernet3/0
C    62.24.0.0 is directly connected, FastEthernet4/0
C    62.26.0.0 is directly connected, FastEthernet5/0
S    169.254.0.0/16 [1/0] via 9.9.0.254
S    193.10.16.0/20 [1/0] via 9.11.0.253
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 9.11.0.253
```

Конфигурация для маршрутизатора M5:

```
M5#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          9.9.0.254       YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/0          169.254.32.254  YES NVRAM   up          up
FastEthernet2/0          169.254.64.254  YES NVRAM   up          up
FastEthernet3/0          169.254.96.254  YES NVRAM   up          up
FastEthernet4/0          169.254.128.254 YES NVRAM   up          up
FastEthernet5/0          169.254.160.254 YES NVRAM   up          up
FastEthernet6/0          169.254.192.254 YES NVRAM   up          up
M5#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 9.9.0.253 to network 0.0.0.0

    9.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
C       9.9.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
    62.0.0.0/12 is subnetted, 1 subnets
S       62.16.0.0 [1/0] via 9.9.0.253
    169.254.0.0/19 is subnetted, 6 subnets
C       169.254.32.0 is directly connected, FastEthernet1/0
C       169.254.64.0 is directly connected, FastEthernet2/0
C       169.254.96.0 is directly connected, FastEthernet3/0
C       169.254.128.0 is directly connected, FastEthernet4/0
C       169.254.160.0 is directly connected, FastEthernet5/0
C       169.254.192.0 is directly connected, FastEthernet6/0
S      193.10.16.0/20 [1/0] via 9.9.0.253
S*     0.0.0.0/0 [1/0] via 9.9.0.253
```

Проверка через команду ping:

M3 - M5:

The screenshot displays two windows from the Cisco Packet Tracer application. The left window, titled 'PC11', shows the 'Desktop' tab with the 'IP Configuration' section. The 'Interface' is set to 'FastEthernet0'. Under 'IP Configuration', 'Static' is selected. The 'IPv4 Address' is '169.254.32.1', 'Subnet Mask' is '255.255.0.0', 'Default Gateway' is '169.254.32.254', and 'DNS Server' is '0.0.0.0'. The 'IPv6 Configuration' section shows 'Automatic' selected. The right window, titled 'PC3', shows the 'Desktop' tab with a 'Command Prompt' window open. The command prompt displays the output of the command 'C:\>ping 169.254.32.1'. The output shows four successful pings with 32 bytes of data, each with a time of less than 1ms and a TTL of 125. The statistics show 4 packets sent, 4 received, and 0% loss.

PC11

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address 169.254.32.1

Subnet Mask 255.255.0.0

Default Gateway 169.254.32.254

DNS Server 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address /

Link Local Address FE80::20C:CFFF:FEC6:4224

Default Gateway

DNS Server

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication MDS

PC3

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0

C:\>ping 169.254.32.1

Pinging 169.254.32.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 169.254.32.1:

Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 169.254.32.1

Pinging 169.254.32.1 with 32 bytes of data:

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Reply from 169.254.32.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

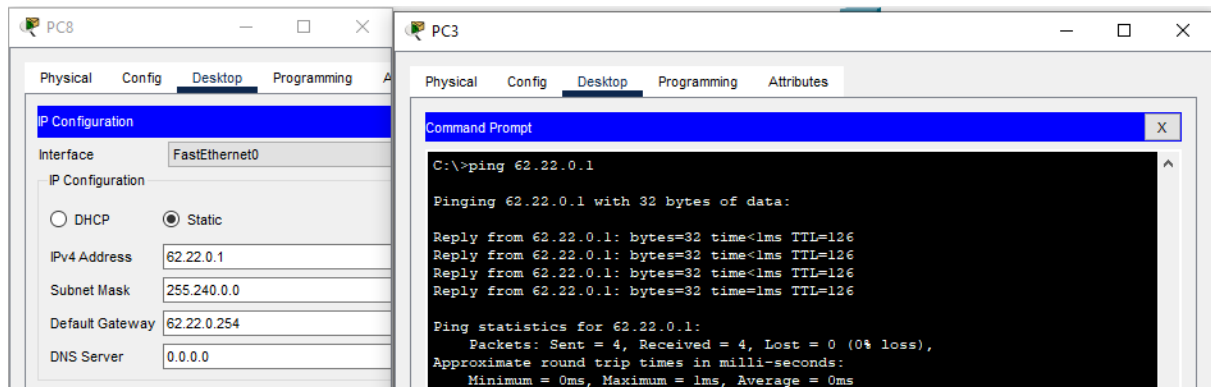
Ping statistics for 169.254.32.1:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

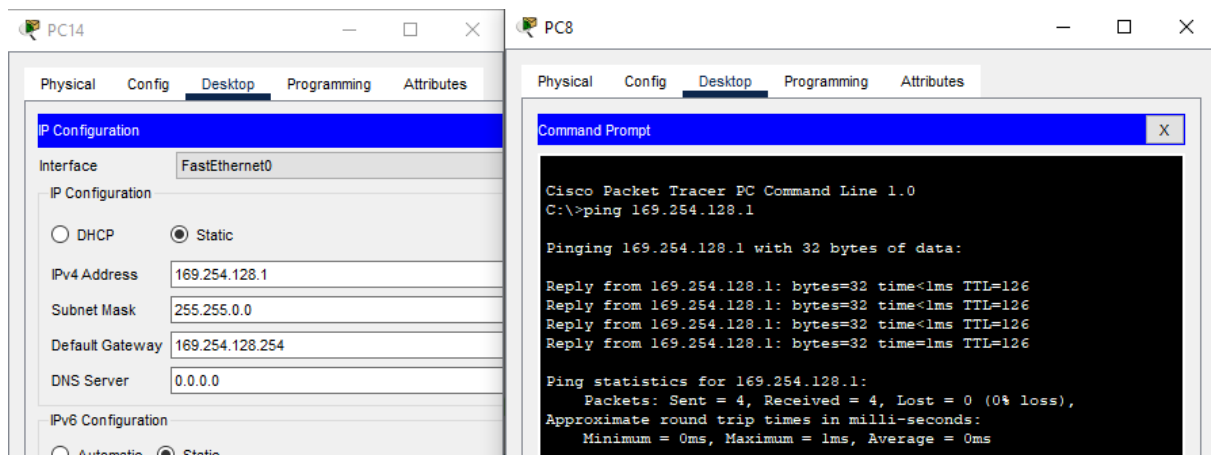
Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

M3 - M6:



M5 - M6:



Сценарии симуляции:

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	PC1	PC7	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	PC7	PC5	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	PC16	PC3	ICMP		0.000	N	2	(edit)	
	Successful	PC13	PC8	ICMP		0.000	N	3	(edit)	

Понятийный минимум:

- Сеть - это совокупность связанных устройств (компьютеров, маршрутизаторов, серверов и др.), позволяющих обмениваться данными между собой.
- Узел - это конкретное устройство или компьютер в сети, имеющее уникальный идентификатор (обычно IP-адрес).

- Маска подсети - это комбинация битов, используемая для разделения IP-адреса на сетевую и хост части. Она определяет, к какой подсети принадлежит устройство.

- IP-адрес - это уникальный числовой идентификатор, присваиваемый каждому устройству в сети для их идентификации и маршрутизации данных. Маршрутизация:

- Маршрутизация - это процесс пересылки данных между сетями или подсетями. Маршрутизаторы (сетевые устройства) принимают данные и определяют, куда направить их на основе информации в таблице маршрутизации.

- Маршрутизатор - это устройство, способное анализировать заголовки пакетов данных и определять оптимальный путь для их доставки к целевому узлу. Cisco Packet Tracer, эмуляция, ввод команд:

- Cisco Packet Tracer - это симулятор сетевых устройств, разработанный Cisco Systems для обучения и тестирования сетевых конфигураций. Он позволяет пользователям создавать и настраивать виртуальные сети, включая маршрутизаторы, коммутаторы и компьютеры.

- Эмуляция - это процесс имитации работы реальных устройств или систем в виртуальной среде. Cisco Packet Tracer эмулирует сетевые устройства, чтобы пользователи могли практиковаться в настройке и управлении сетями без физических устройств.

Вывод:

В ходе работы были изучены основные принципы IP-адресации, получены практические навыки в построении сетей и подсетей разных классов с использованием современных возможностей протокола IP. Также, были изучены базовые принципы маршрутизации в IP-сетях, построены таблицы маршрутизации для подсетей. Все полученные знания и навыки были проверены с помощью симулятора CISCO PacketTracer, в котором была построена модель сети.