

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

Факультет инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки 11.03.02

Практическая работа №2

Изучение общих принципов построения IP-сетей
(адресация и маршрутизация)

Вариант №19

Выполнил:

Швалов Даниил Андреевич

Группа: К33211

Проверил:

Харитонов Антон

Санкт-Петербург

2023

1. Введение

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 PacketTracer.

2. Проектирование сети

2.1. Структура сети

В задании моего варианта необходимо использовать маршрутизаторы 1, 3 и 7, а также сети с номерами 1, 3(5), 5(2), 6(5), где числа в скобках означают количество подсетей, на которые нужно разбить соответствующие сети. В соответствии с заданием, структура сети примет вид, изображенный на рис. 1.

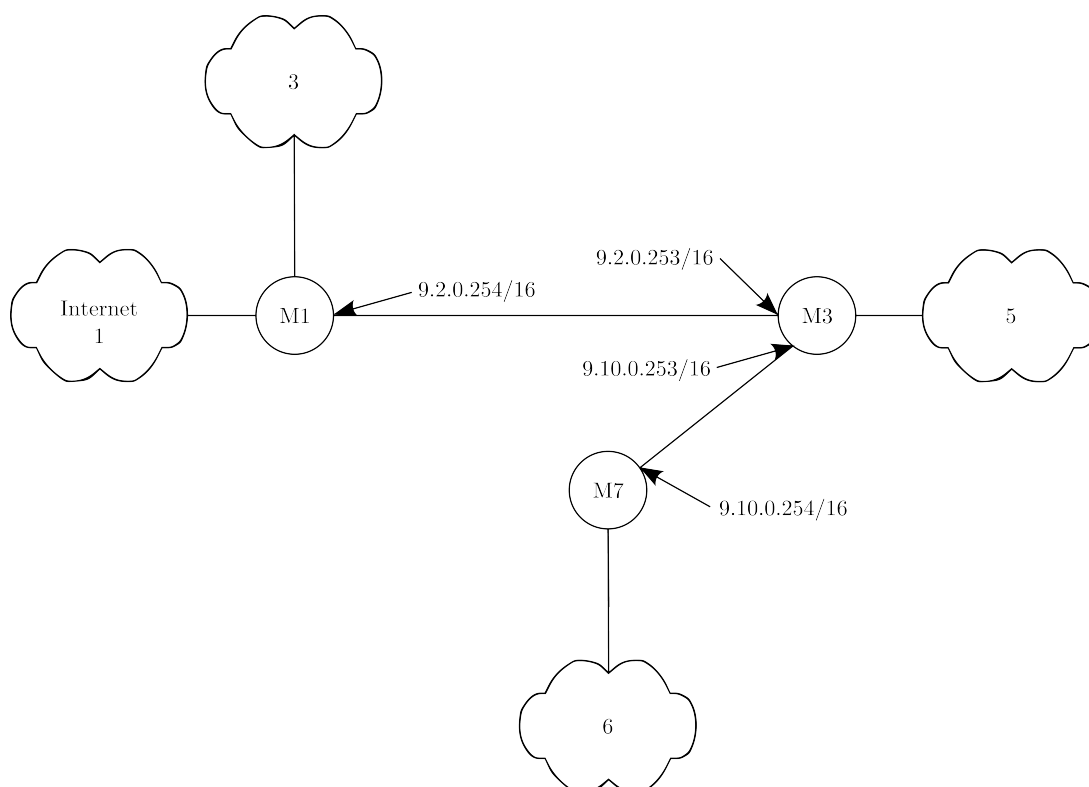


Рисунок 1 – Структура сети в соответствии с заданием

2.2. Разбивка сетей

Выполним разбивку сетей. По условию сеть 3 — это сеть вида 192.168.32.0/19. Определим минимально возможное количество разрядов в маске, которого достаточно для получения 5 подсетей. Количество разрядов в маске, необходимых для кодирования 5 подсетей, можно определить по формуле

$$N = \lceil \log_2(K + 1) \rceil,$$

где K — количество подсетей. Для сети 3 количество разрядов равно

$$N = \log_2(5 + 1) = 3.$$

Длина маски, заданной по варианту: 11111111.11111111.11100000.00000000 — 19 единиц. Так как к ним добавляются еще три разряда, кодирующих подсеть, то длина маски составит $19 + 3 = 22$ единицы.

Определим адреса подсетей и маски. Закодируем подсети в двоичной системе:

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

Запишем адреса подсетей:

- | | | |
|--------------|--|---------------|
| — подсеть 1: | 11000000.10101000.001 001 00.00000000 | 192.168.36.0; |
| — подсеть 2: | 11000000.10101000.001 010 00.00000000 | 192.168.40.0; |
| — подсеть 3: | 11000000.10101000.001 011 00.00000000 | 192.168.44.0; |
| — подсеть 4: | 11000000.10101000.001 100 00.00000000 | 192.168.48.0; |
| — подсеть 5: | 11000000.10101000.001 101 00.00000000 | 192.168.52.0. |

Учитывая, что маска имеет длину 22 единицы, запишем ее:

11111111.11111111.11111100.00000000 255.255.252.0

На примере подсети 1 определим широковещательный адрес, максимально возможное количество узлов и диапазон адресов.

Широковещательный адрес определяется как побитовое логическое ИЛИ между IP-адресом и инверсией маски:

$$\begin{array}{rcl}
 11000000.10101000.00100100.00000000 & 192.168.36.0 \\
 | \\
 00000000.00000000.00000011.11111111 & 0.0.3.255 \\
 = \\
 11000000.10101000.00100111.11111111 & 192.168.39.255
 \end{array}$$

Максимально возможное количество узлов определяется количеством разрядов, отведенных под номер узла. В нашем случае длина маски 22 разряда, тогда под узел остается $32 - 22 = 10$ разрядов. Тогда максимально возможно количество узлов $2^{10} - 2 = 1022$ узла. В этом случае диапазон выглядит следующим образом: 192.168.36.1 – 192.168.39.254.

Аналогично выполним разбивку других сетей. В результате получим следующую схему сети, изображенную на рис. 2.

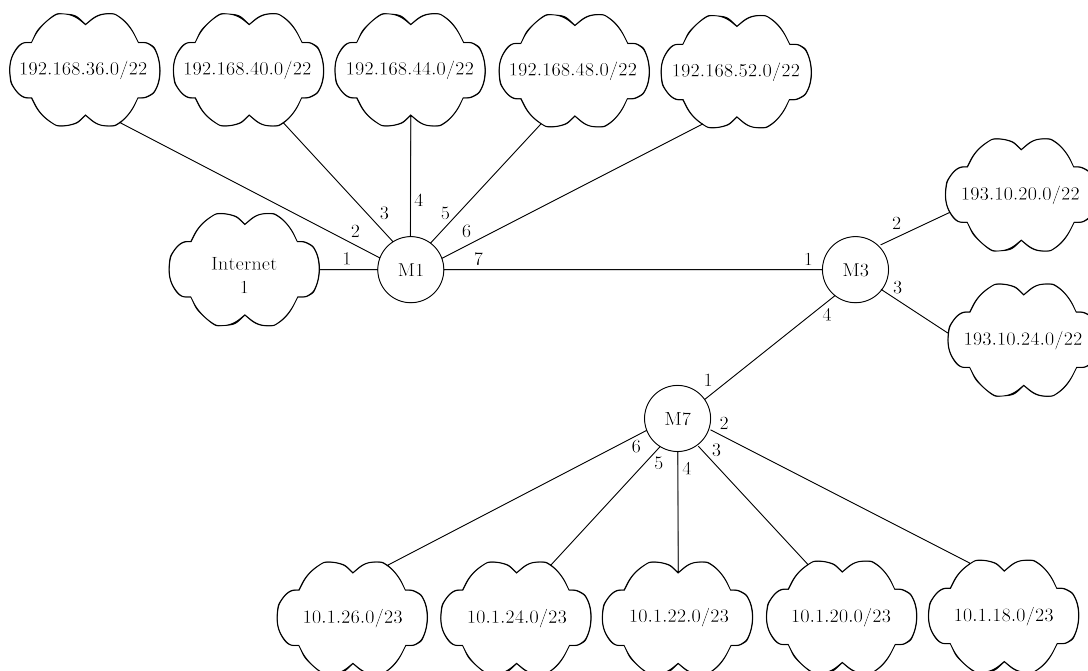


Рисунок 2 – Структура сети после разбивки

2.3. Таблицы маршрутизации

Таблица 1 – Адреса интерфейсов маршрутизаторов

Маршрутизатор	Номер интерфейса	IP-адрес
1	1	194.44.183.17/28
	2	192.168.36.254/22
	3	192.168.40.254/22
	4	192.168.44.254/22
	5	192.168.48.254/22
	6	192.168.52.254/22
	7	9.2.0.254/16
3	1	9.2.0.253/16
	2	193.10.20.254/22
	3	193.10.24.254/22
	4	9.10.0.253/16
7	1	9.10.0.254/16
	2	10.1.18.254/23
	3	10.1.20.254/23
	4	10.1.22.254/23
	5	10.1.24.254/23
	6	10.1.26.254/23

Таблица 2 – Таблица маршрутизации маршрутизатора M1

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
194.44.183.17	255.255.255.240	0.0.0.0	1
192.168.36.0	255.255.252.0	0.0.0.0	2
192.168.40.0	255.255.252.0	0.0.0.0	3
192.168.44.0	255.255.252.0	0.0.0.0	4
192.168.48.0	255.255.252.0	0.0.0.0	5
192.168.52.0	255.255.252.0	0.0.0.0	6
9.2.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	7
193.10.16.0	255.255.240.0	9.2.0.253	7
10.1.16.0	255.255.240.0	9.2.0.253	7
0.0.0.0	0.0.0.0	194.44.183.17	1

Таблица 3 – Таблица маршрутизации маршрутизатора M3

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
192.168.32.0	255.255.224.0	9.2.0.254	1
9.2.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	1
193.10.20.0	255.255.252.0	0.0.0.0	2
193.10.24.0	255.255.252.0	0.0.0.0	3
10.1.16.0	255.255.240.0	9.10.0.254	4
9.10.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	4
0.0.0.0	0.0.0.0	9.2.0.254	1

Таблица 4 – Таблица маршрутизации маршрутизатора M7

Адрес сети	Маска сети	Адрес шлюза	Номер интерфейса
192.168.32.0	255.255.224.0	9.10.0.253	1
193.10.16.0	255.255.240.0	9.10.0.253	1
9.10.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	1
10.1.18.0	255.255.254.0	0.0.0.0	2
10.1.20.0	255.255.254.0	0.0.0.0	3
10.1.22.0	255.255.254.0	0.0.0.0	4
10.1.24.0	255.255.254.0	0.0.0.0	5
10.1.26.0	255.255.254.0	0.0.0.0	6
0.0.0.0	0.0.0.0	9.10.0.253	1

3. Моделирование сети в Cisco Packet Tracer

3.1. Настройка маршрутизаторов

В качестве маршрутизаторов были использованы маршрутизаторы типа Router-PT-Empty. По заданию сеть состоит из трех маршрутизаторов. После их добавления получим сеть, изображенную на рис. 3.

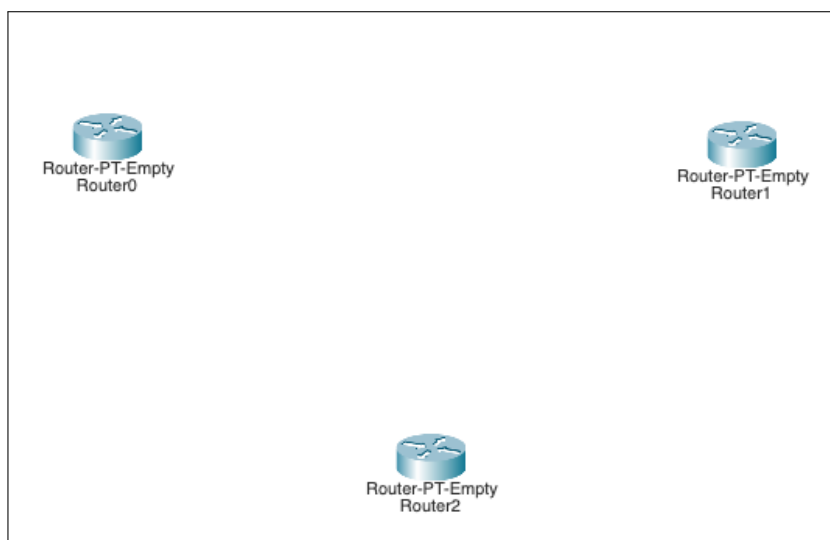


Рисунок 3 – Логическое представление сети

В физической конфигурации каждого маршрутизатора было добавлено необходимое количество модулей типа PT-ROUTER-NM-1CFE (рис. 4). Так для маршрутизатора М1 было добавлено 6 модулей, для маршрутизатора М3 — 4 модуля, для маршрутизатора М7 — 6 модулей.

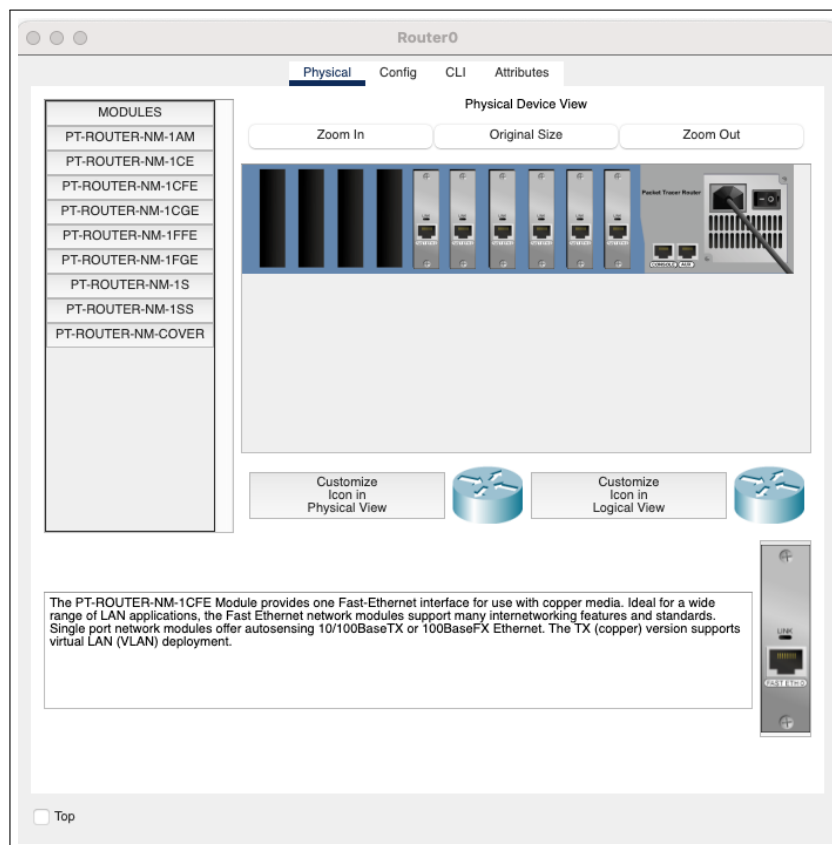


Рисунок 4 – Физическая конфигурация маршрутизатора М1

Также каждый маршрутизатор был настроен с помощью командной строки. Для включения и перехода в режим конфигурации были использованы следующие команды:

```
enable
config t
```

Затем для у маршрутизатора для каждого из портов были указаны соответствующие IP-адреса. В качестве примера приведены команды для настройки интерфейса FastEthernet0/0 на маршрутизаторе М1:

```
int FastEthernet0/0
ip address 192.168.36.254 255.255.252.0
```



```
no shut
```

В итоге на маршрутизаторе M1 получилась конфигурация портов, изображенная на рис. 5. Аналогичные действия были проделаны на всех маршрутизаторах. Для получения информации о конфигурации портов использовалась команда `ip int brief`.

```
M1#show ip int brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 192.168.36.254  YES manual  up          down
FastEthernet1/0 192.168.40.254  YES manual  up          down
FastEthernet2/0 192.168.44.254  YES manual  up          down
FastEthernet3/0 192.168.48.254  YES manual  up          down
FastEthernet4/0 192.168.52.254  YES manual  up          down
FastEthernet5/0 9.2.0.254       YES manual  up          down
```

Рисунок 5 – Описание интерфейсов маршрутизатора M1

3.2. Настройка рабочих станций

После добавления маршрутизаторов в сеть были добавлены рабочие станции (рис. 6). Для каждой рабочей станции были настроены IP-адрес, маска подсети, а также IP-адрес шлюза по умолчанию. На рис. 7 представлен пример настройки устройства PC-PT PC0.

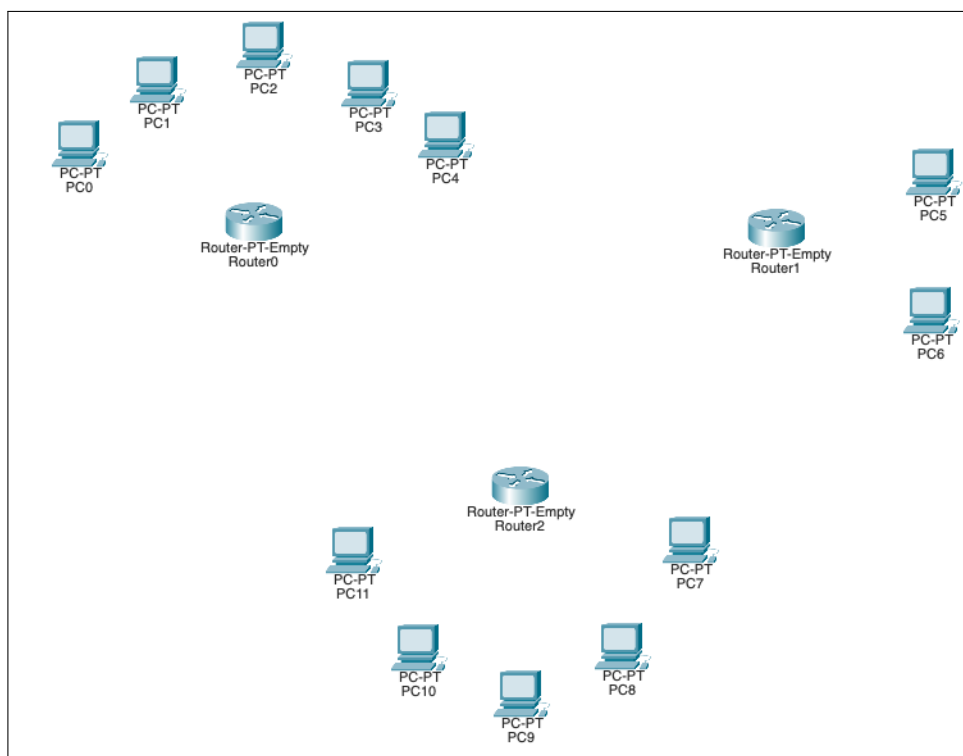


Рисунок 6 – Логическое представление сети

IP Configuration	
<input type="radio"/> DHCP	<input checked="" type="radio"/> Static
IPv4 Address	192.168.36.1
Subnet Mask	255.255.252.0
Default Gateway	192.168.36.254
DNS Server	0.0.0.0

Рисунок 7 – Настройка рабочей станции

3.3. Соединение устройств между собой

После добавления всех необходимых устройств, согласно схеме 2, все рабочие станции были соединены со своими маршрутизаторами, а маршрутизаторы — между собой. В итоге получилась схема, изображенная на рис. 8. В качестве кабеля был использован кабель под названием Cross-Over.

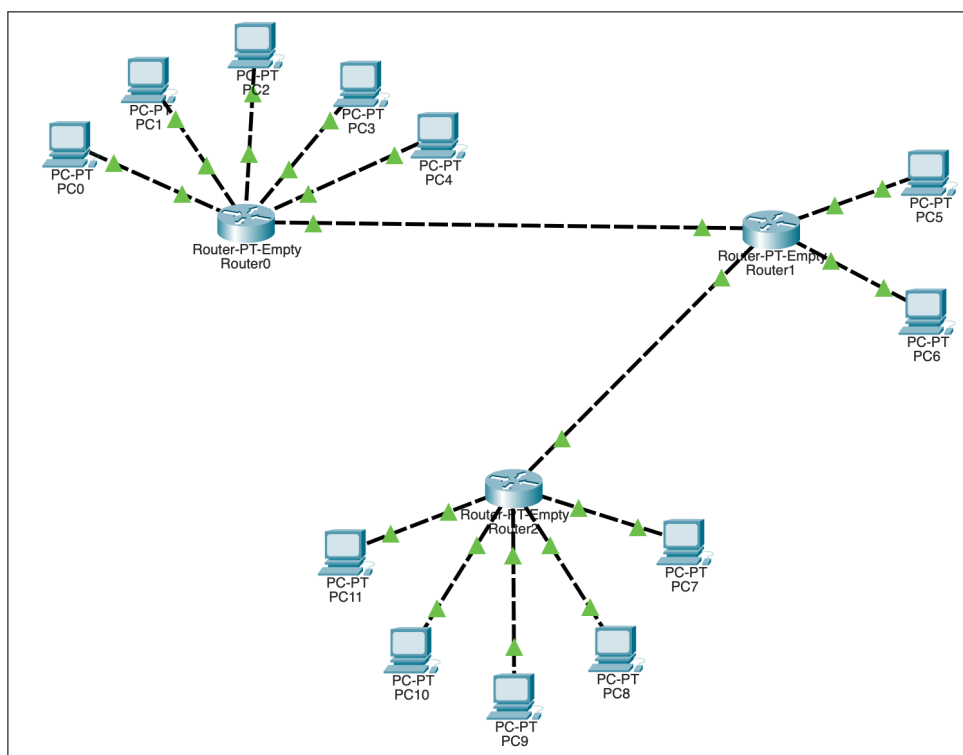


Рисунок 8 – Логическое представление сети

Для проверки соединения были выбраны рабочие станции PC-PT PC0 с IP-адресом 192.168.36.1 и PC-PT PC11 с IP-адресом 10.1.26.1. На рис. 9 показан результат выполнения команды ping на рабочей станции PC0, которая проверяет до-

ступность PC11. В итоге, ни один из пакетов не смог дойти до адресата.

```
C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: FE80::204:9AFF:FE9B:114A
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 192.168.36.1
    Subnet Mask . . . . .: 255.255.252.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                   192.168.36.254

Bluetooth Connection:

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                   0.0.0.0

C:\>ping 10.1.26.1

Pinging 10.1.26.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.36.254: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.36.254: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.36.254: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.36.254: Destination host unreachable.

Ping statistics for 10.1.26.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

Рисунок 9 – Результат проверки доступности

Это произошло из-за того, что у маршрутизаторов не заполнены таблицы маршрутизации.

3.4. Настройка таблицы маршрутизации

Чтобы исправить проблему, описанную выше, необходимо на каждом маршрутизаторе прописать маршруты с помощью команды `ip route`. В качестве примера представлены команды для маршрутизатора M1:

```
ip route 193.10.16.0 255.255.240.0 9.2.0.253
ip route 10.1.16.0 255.255.240.0 9.2.0.253
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 9.2.0.253
```

После добавления этих маршрутов, на маршрутизаторе M1 получилась таблица маршрутизации, изображенная на рис. 10. Для получения информации о маршрутах ис-

ПОЛЬЗОВАЛАСЬ КОМАНДА `show ip route`.

```
M1#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 9.2.0.253 to network 0.0.0.0

    9.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
C       9.2.0.0 is directly connected, FastEthernet5/0
    10.0.0.0/20 is subnetted, 1 subnets
S       10.1.16.0 [1/0] via 9.2.0.253
C       192.168.36.0/22 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.40.0/22 is directly connected, FastEthernet1/0
C       192.168.44.0/22 is directly connected, FastEthernet2/0
C       192.168.48.0/22 is directly connected, FastEthernet3/0
C       192.168.52.0/22 is directly connected, FastEthernet4/0
S       193.10.16.0/20 [1/0] via 9.2.0.253
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 9.2.0.253
```

Рисунок 10 – Таблица маршрутизации M1

Теперь при проверке доступности с рабочей станции PC-PT PC0 с IP-адресом 192.168.36.1 другой рабочей станции PC-PT PC11 с IP-адресом 10.1.26.1 пакеты успешно доходят до адресата (рис. 11).

```
C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: FE80::204:9AFF:FE9B:114A
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 192.168.36.1
    Subnet Mask . . . . .: 255.255.252.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                192.168.36.254

Bluetooth Connection:

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                0.0.0.0

C:\>ping 10.1.26.1

Pinging 10.1.26.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 10.1.26.1: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 10.1.26.1: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 10.1.26.1: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 10.1.26.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Рисунок 11 – Результат проверки доступности

3.5. Визуализация работы сети

Для визуализации работы сети был использован режим «Simulation mode». С помощью кнопки «Add simple PDU» был создан простой PDU. В качестве устройств снова были выбраны рабочие станции PC-PT PC0 и PC-PT P11. Отправителем был назначен PC0 (рис. 12), а получателем — PC11. После запуска симуляции пакет был успешно доставлен до адресата (рис. 13).

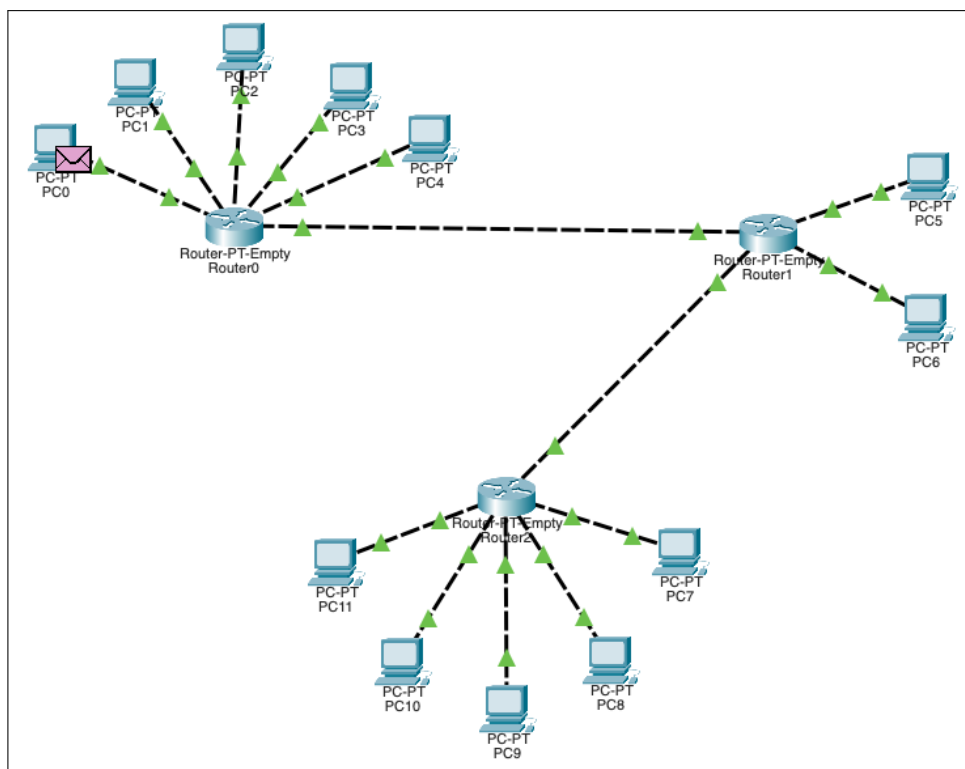


Рисунок 12 – Отправление пакета в режиме симуляции

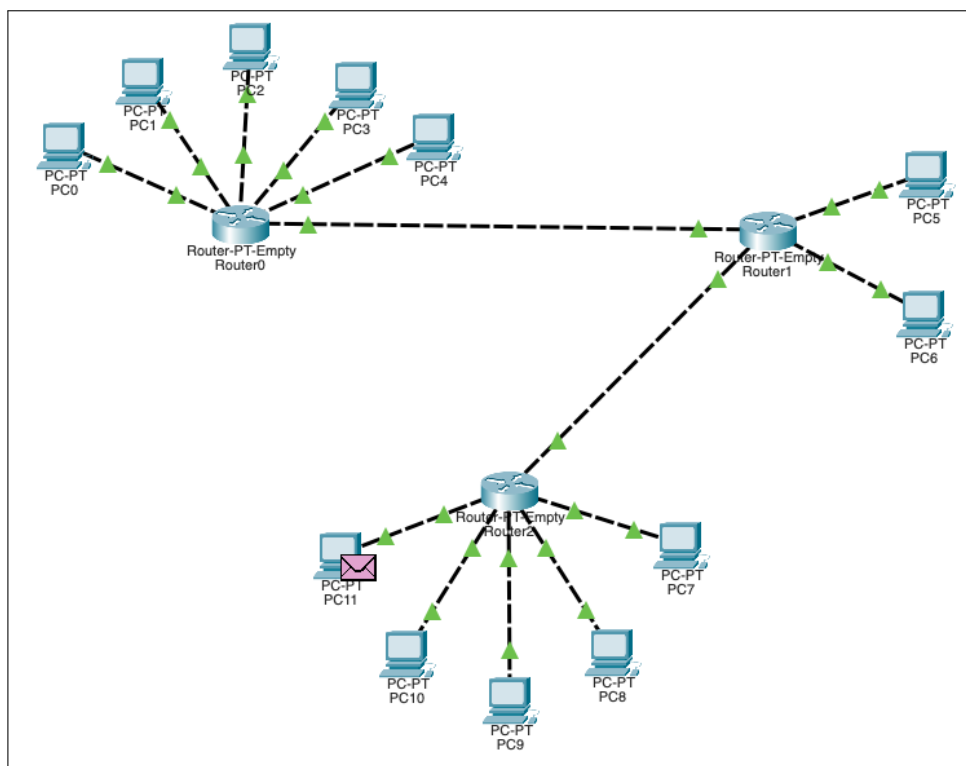


Рисунок 13 – Успешное получение пакета в режиме симуляции

В случае, если маршруты будут удалены из, например, маршрутизатора M2, как показано на рис. 14, то пакет не будет доставлен, поскольку маршрутизатор M2 не знает, куда отправлять данный пакет дальше (рис. 15).

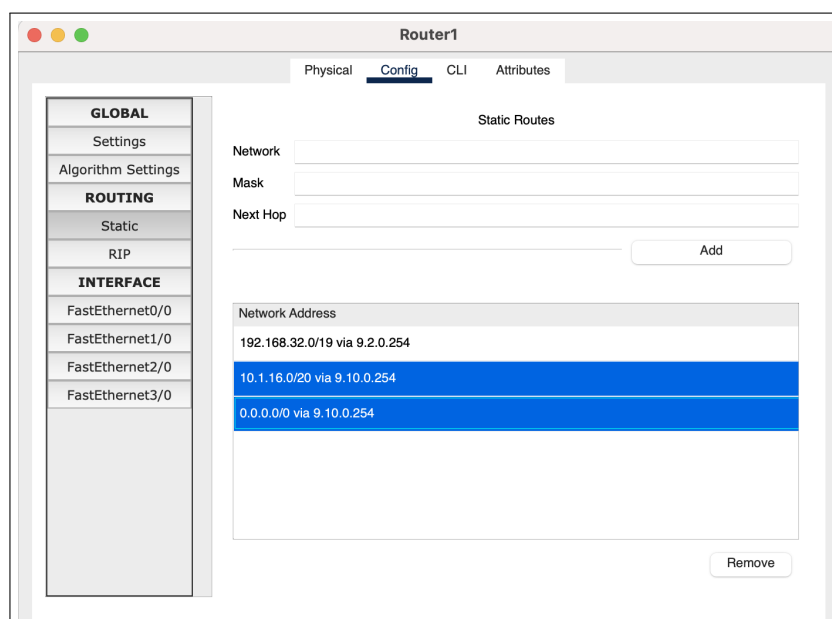


Рисунок 14 – Удаление маршрутов из таблицы маршрутизации

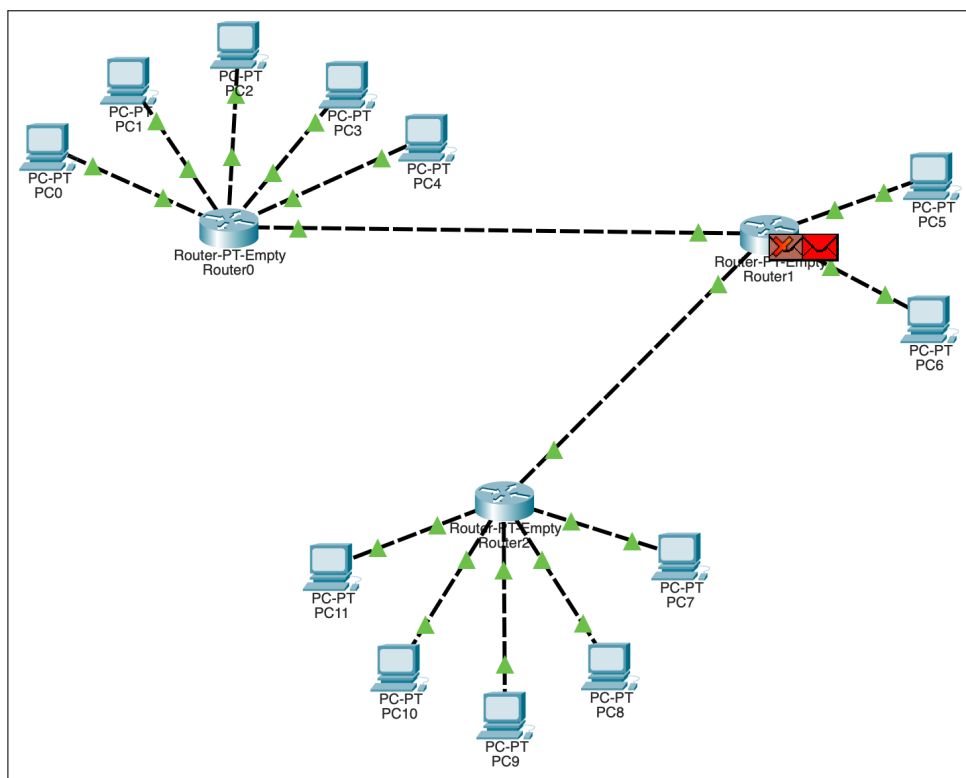


Рисунок 15 – Безуспешная попытка получения пакета

4. Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил основные принципы IP адресации, получил практические навыки в построении сетей и подсетей разных классов с использованием современных возможностей протокола IP, изучил базовые принципы маршрутизации в IP-сетях, а также научился конфигурировать сетевое оборудование с помощью симулятора CISCO PacketTracer.