

Университет ИТМО
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №3

«Компьютерные сети с маршрутизаторами»

По дисциплине «Компьютерные сети»

Выполнил:
Студент группы Р3331
Нодири Хисравхон

Преподаватель:
Алиев Тауфик Измаилович

г. Санкт-Петербург
2025г.

Содержание

1	Введение	3
2	Вариант лабораторной работы	3
2.1	Исходный IP-адрес:	3
3	Задание 1. Сеть с одним маршрутизатором	3
3.1	Построение сети	3
3.2	Тестирование сети	5
4	Задание 2. Сеть с двумя маршрутизаторами	6
4.1	Построение сети	6
4.2	Тестирование сети	7
5	Сеть с тремя маршрутизаторами	7
5.1	Построение сети	7
5.2	Тестирование сети	8
6	Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP	9
7	Настройка автоматического получения сетевых настроек по протоколу DHCP	10
8	Вывод	11

1 Введение

Целью работы является изучение принципов конфигурирования и процессов функционирования компьютерных сетей, представляющих собой несколько подсетей, связанных с помощью маршрутизаторов, процессов автоматического распределения сетевых адресов, принципов статической маршрутизации и динамической маршрутизации, а также передачи данных на основе стека протоколов TCP/IP (UDP и TCP), с использованием программы моделирования компьютерных сетей NetEmul.

2 Вариант лабораторной работы

2.1 Исходный IP-адрес:

Вариант: 8

- $N1 = 3$, $N2 = 2$, $N3 = 2$

- Класс IP-адресов: C

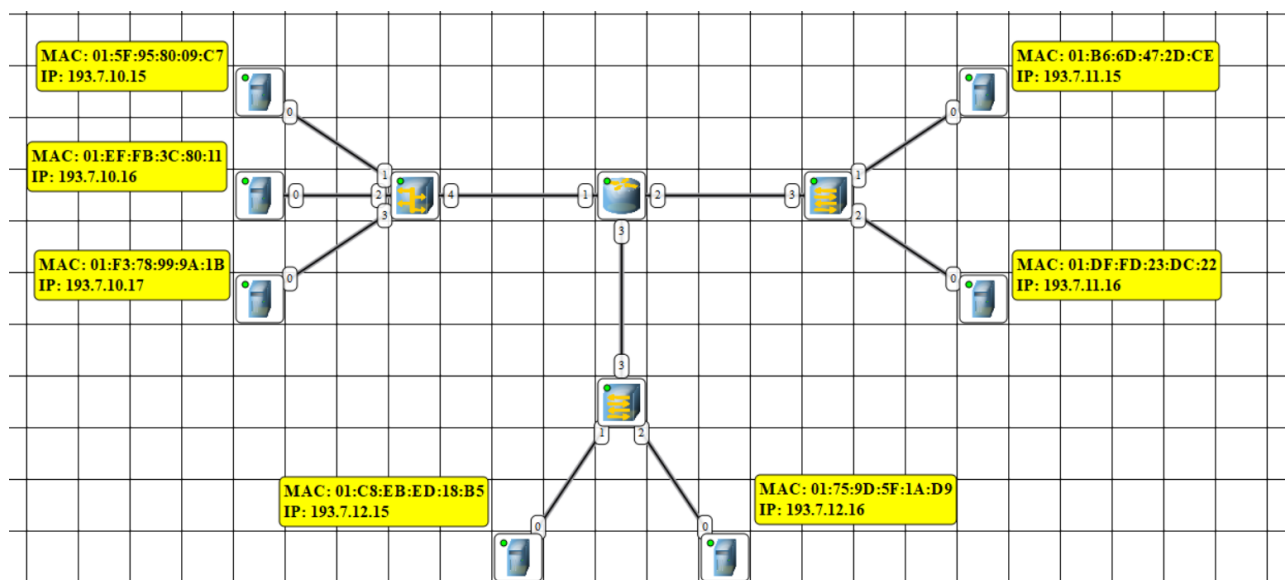
Нодии (Ф) = 6 букв, Хисравхон (И) = 9 букв. $H = 31$ (P3331)

Стартовый IP-адрес:

$(192 + H + O) \cdot (\Phi + H) \cdot (И + H) \cdot (\Phi + И) = 193.7.10.15$

3 Задание 1. Сеть с одним маршрутизатором

3.1 Построение сети



Для каждого узла сети в качестве шлюза по умолчанию указан IP-адрес того интерфейса маршрутизатора, который подключён к его подсети:

- для первой подсети — порт 1 маршрутизатора;
- для второй подсети — порт 2;
- для третьей подсети — порт 3.

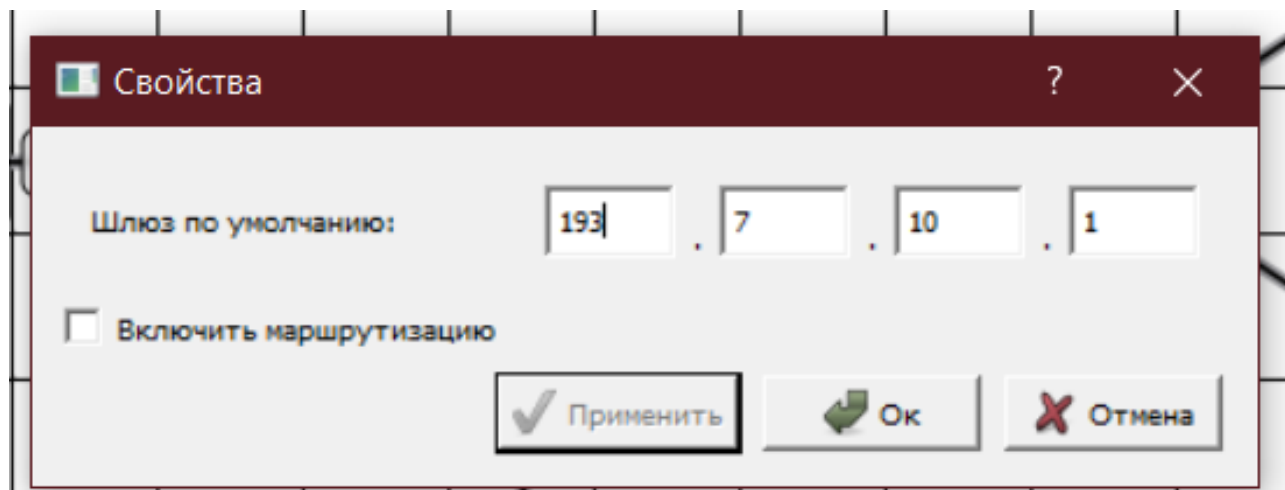


Рис. 2: Шлюз по умолчанию для первой подсети

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.7.10.15	193.7.10.15	0	Подключена
2	0.0.0.0	0.0.0.0	193.7.10.1	193.7.10.15	0	Статическая

Рис. 3: Подсеть 1 (PC1):

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.11.0	255.255.255.0	193.7.11.15	193.7.11.15	0	Подключена
2	0.0.0.0	0.0.0.0	193.7.11.1	193.7.11.15	0	Статическая

Рис. 4: Подсеть 1 (PC2):

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.12.0	255.255.255.0	193.7.12.15	193.7.12.15	0	Подключена
2	0.0.0.0	0.0.0.0	193.7.12.1	193.7.12.15	0	Статическая

Рис. 5: Подсеть 1 (PC3):

Первая запись служит для обращения внутри подсети, а вторая — это стандартный шлюз для выхода за её пределы. То есть, если необходимо обратиться к другой подсети, пакет будет направлен на маршрутизатор. Далее маршрутизатор, используя свою таблицу маршрутизации, определит, куда передать пакет, и доставит его в нужную подсеть.

1. Отправитель (193.7.12.15) отправляет SYN-сегмент получателю (193.7.11.15) с начальным порядковым номером ISN = 1321 и флагом SYN. Поскольку это начальный пакет, значение ACK = 0.
2. Получатель, приняв SYN, отправляет в ответ сегмент с установленными флагами SYN и ACK, подтверждая получение. Его собственный ISN = 1322, а в поле ACK должно быть ISN+1 отправителя, то есть 1322. Однако, как видно в NetEmul, ACK отправляется без учёта этого приращения.
3. В ответ отправитель должен был бы отправить сегмент с флагом ACK и ACK = ISN+1 получателя, то есть 1323.

2. Передача данных После установки соединения происходит обмен данными. Сегменты отправляются без установленных флагов (кроме ACK), значения ISN инкрементируются с каждым пакетом, отражая успешную доставку данных.

3. Завершение соединения (Connection Teardown) Закрытие соединения инициируется отправителем:

1. Отправитель отправляет сегмент с флагом FIN, сообщая о завершении передачи данных.
2. Получатель подтверждает получение, отправляя сегмент с флагом ACK и увеличенным ACK-номером ($ACK = ISN \text{ отправителя} + 1$), сигнализируя о корректном завершении сессии.

4 Задание 2. Сеть с двумя маршрутизаторами

4.1 Построение сети

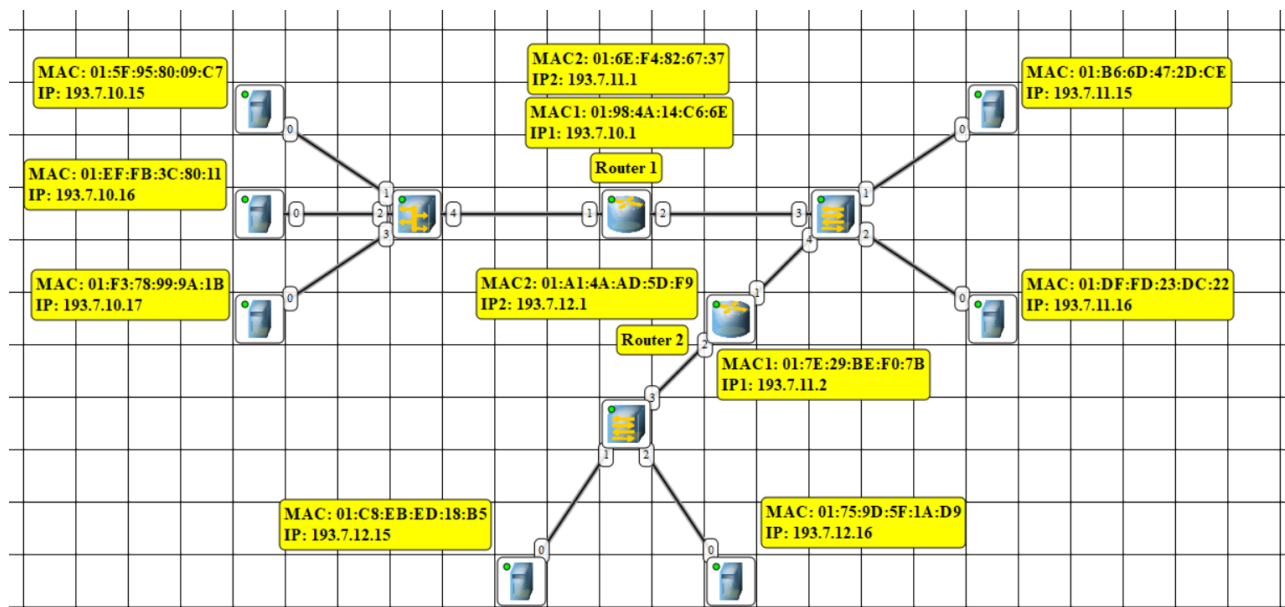


Рис. 9: Модель сети с двумя маршрутизаторами

Маршрутизация между подсетями В центральной подсети компьютеры настроены на использование первого маршрутизатора в качестве шлюза по умолчанию. Для обеспечения связи между различными подсетями в таблицы маршрутизации обоих маршрутизаторов были добавлены статические маршруты, позволяющие пересылать пакеты между собой.

Если необходимо передать данные из нижней подсети в левую, второй маршрутизатор направляет пакеты через первый маршрутизатор. Также, при обращении из правой подсети в нижнюю, пакеты сначала поступают на первый маршрутизатор, а затем пересылаются на второй.

Такая схема маршрутизации обеспечивает сквозную связность между всеми тремя подсетями, несмотря на использование двух маршрутизаторов.

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.7.10.1	193.7.10.1	0	Подключена
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.7.11.1	193.7.11.1	0	Подключена
3	0.0.0.0	0.0.0.0	193.7.11.2	193.7.11.1	0	Статическая

Рис. 10: Таблица маршрутизатора 1

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.11.0	255.255.255.0	193.7.11.2	193.7.11.2	0	Подключена
2	193.7.12.0	255.255.255.0	193.7.12.1	193.7.12.1	0	Подключена
3	0.0.0.0	0.0.0.0	193.7.11.1	193.7.11.2	0	Статическая

Рис. 11: Таблица маршрутизатора 2

4.2 Тестирование сети

Всё похоже с предыдущим пунктом. По сравнению с первой конфигурацией в топологию добавлен ещё один маршрутизатор; для корректной работы необходимо также инициировать ARP-обмен с его интерфейсами.

5 Сеть с тремя маршрутизаторами

5.1 Построение сети

Поскольку сегмент 1 использует концентратор, включение его в схему с двумя и более маршрутизаторами неизбежно вызовет цикл трансляции кадров (эффект «бесконечной пересылки»). Следовательно, топологии В3, В7 и В8 исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Конфигурации В6 и В9 обладают выраженной асимметрией: большинство каналов зарезервировано только для сети 2, что не соответствует равномерному распределению нагрузки между сегментами.

В топологии В5 предусмотрен прямой линк между сетями 2 и 3, тем самым сводя на нет назначение третьего маршрутизатора, а в варианте В10 количество межсетевых соединений избыточно, что осложняет администрирование и снижает надёжность.

Учитывая изложенные доводы, наилучшим вариантом признана топология В4, обеспечивающая симметричную структуру каналов при отсутствии лишних соединений и рискованных циклов.

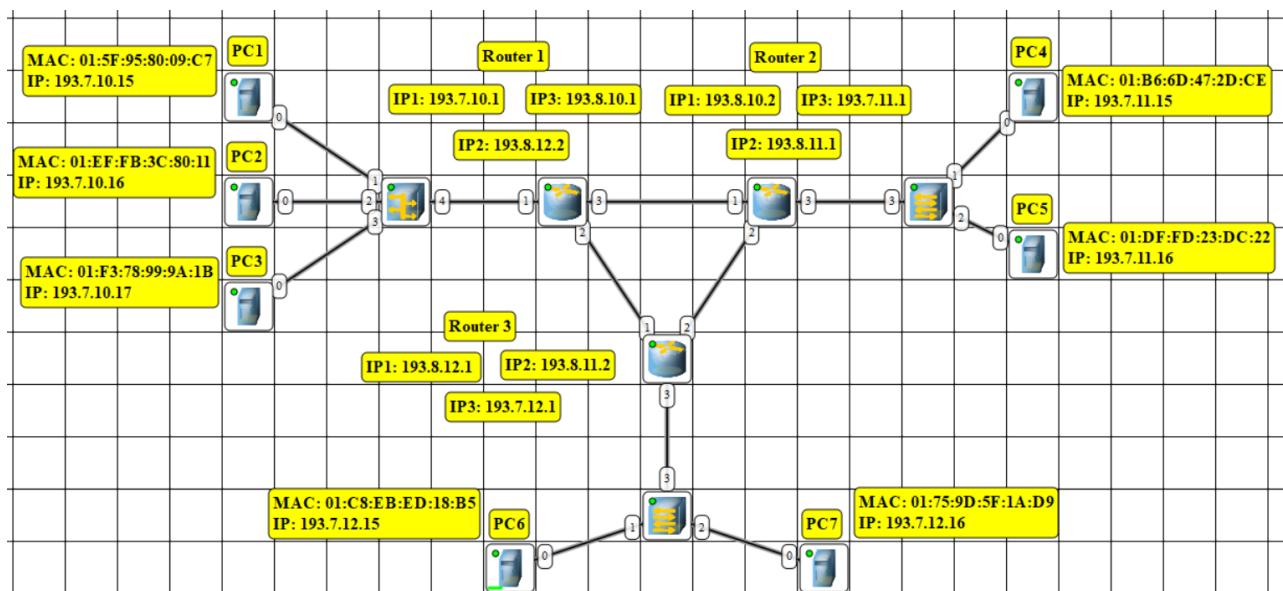


Рис. 12: : Модель сети с тремя маршрутизаторами

5.2 Тестирование сети

Единственное, что целесообразно изменить в данной схеме построения сети — это необходимость создания трёх дополнительных подсетей для связи между маршрутизаторами. Вместе с ними в таблицы маршрутизации каждого маршрутизатора были внесены соответствующие записи, обеспечивающие корректное взаимодействие в пределах этих межмаршрутизаторных подсетей.

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.7.10.1	193.7.10.1	0	Подключена
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.8.10.2	193.8.10.1	0	Статическая
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.8.12.1	193.8.12.2	0	Статическая
4	193.8.10.0	255.255.255.0	193.8.10.1	193.8.10.1	0	Подключена
5	193.8.12.0	255.255.255.0	193.8.12.2	193.8.12.2	0	Подключена

Рис. 13: Router 1

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.8.10.1	193.8.10.2	0	Статическая
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.7.11.1	193.7.11.1	0	Подключена
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.8.11.2	193.8.11.1	0	Статическая
4	193.8.10.0	255.255.255.0	193.8.10.2	193.8.10.2	0	Подключена
5	193.8.11.0	255.255.255.0	193.8.11.1	193.8.11.1	0	Подключена

Рис. 14: Router 2

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.8.12.2	103.8.12.1	0	Статическая
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.8.11.1	103.8.11.2	0	Статическая
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.7.12.1	193.7.12.1	0	Подключена
4	193.8.11.0	255.255.255.0	193.8.11.2	193.8.11.2	0	Подключена
5	193.8.12.0	255.255.255.0	193.8.12.1	193.8.12.1	0	Подключена

Рис. 15: Router 3

В каждом роутере добавлено по одной статической записи для взаимодействия с каждой другой подсетью.

6 Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP

Router 1	Router 2	Router 3
<ul style="list-style-type: none"> послал 193.7.10.1 >> 193.7.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:98:4A:14:C6:6E получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.7.10.1, получатель: 193.7.10.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.7.10.1 >> 193.7.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:98:4A:14:C6:6E получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.7.10.1, получатель: 193.7.10.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 послал 193.7.10.1 >> 193.7.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:98:4A:14:C6:6E получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.7.10.1, получатель: 193.7.10.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.7.10.1 >> 193.7.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:98:4A:14:C6:6E получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.7.10.1, получатель: 193.7.10.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 	<ul style="list-style-type: none"> получил 193.8.10.1 >> 193.8.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:BF:F1:ED:76:CE получатель: F... IP пакет, отправитель: 193.8.10.1, получатель: 193.8.10... UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 послал 193.8.10.2 >> 193.8.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:7E:29:BE:F0:7B получатель: F... IP пакет, отправитель: 193.8.10.2, получатель: 193.8.10... UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.8.10.2 >> 193.8.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:7E:29:BE:F0:7B получатель: F... IP пакет, отправитель: 193.8.10.2, получатель: 193.8.10... UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 послал 193.8.10.1 >> 193.8.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:BF:F1:ED:76:CE получатель: F... IP пакет, отправитель: 193.8.10.1, получатель: 193.8.10... UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.8.10.1 >> 193.8.10.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:7E:29:BE:F0:7B получатель: F... IP пакет, отправитель: 193.8.10.1, получатель: 193.8.10... UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 	<ul style="list-style-type: none"> получил 193.8.12.2 >> 193.8.12.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:6E:F4:82:67:37 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.8.12.2, получатель: 193.8.12.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.8.12.2 >> 193.8.12.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:6E:F4:82:67:37 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.8.12.2, получатель: 193.8.12.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 послал 193.8.12.2 >> 193.8.12.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:6E:F4:82:67:37 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.8.12.2, получатель: 193.8.12.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520 получил 193.8.12.2 >> 193.8.12.255 Tim: RIP Ethernet, отправитель: 01:6E:F4:82:67:37 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF IP пакет, отправитель: 193.8.12.2, получатель: 193.8.12.255 TTL 64 UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520

Рис. 16: 9

Обмен RIP-сообщениями между маршрутизаторами.

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.7.10.1	193.7.10.1	0	Подключена
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.8.10.2	193.8.10.1	1	Статическая
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.8.12.1	193.8.12.2	0	Статическая
4	193.8.10.0	255.255.255.0	193.8.10.1	193.8.10.1	0	Подключена
5	193.8.11.0	255.255.255.0	193.8.10.2	193.8.10.1	1	RIP
6	193.8.12.0	255.255.255.0	193.8.12.2	193.8.12.2	0	Подключена

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.8.10.1	193.8.10.2	1	Статическая
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.7.11.1	193.7.11.1	0	Подключена
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.8.11.2	193.8.11.1	0	Статическая
4	193.8.10.0	255.255.255.0	193.8.10.2	193.8.10.2	0	Подключена
5	193.8.11.0	255.255.255.0	193.8.11.1	193.8.11.1	0	Подключена
6	193.8.12.0	255.255.255.0	193.8.10.1	193.8.10.2	1	RIP

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	193.7.10.0	255.255.255.0	193.8.12.2	193.8.12.1	1	Статическая
2	193.7.11.0	255.255.255.0	193.8.11.1	193.8.11.2	1	Статическая
3	193.7.12.0	255.255.255.0	193.7.12.1	193.7.12.1	0	Подключена
4	193.8.10.0	255.255.255.0	193.8.12.2	193.8.12.1	1	RIP
5	193.8.11.0	255.255.255.0	193.8.11.2	193.8.11.2	0	Подключена
6	193.8.12.0	255.255.255.0	193.8.12.1	193.8.12.1	0	Подключена

Изменения в таблице маршрутизации после включения RIP Как видно из наблюдений, после активации протокола RIP в таблице маршрутизации появились новые записи, сгенерированные динамически. Кроме того, были изменены метрики ранее добавленных статических маршрутов.

Обмен RIP-запросами происходил в среднем каждые 17 секунд, что соответствует типичному интервалу периодических обновлений в протоколе RIP.

7 Настройка автоматического получения сетевых настроек по протоколу DHCP

The screenshot displays a network traffic capture on Router 2, showing a sequence of DHCP messages between the router and PC3. The messages are color-coded and include details such as source and destination IP addresses, MAC addresses, and the type of DHCP message (e.g., DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST, DHCPACK). The sequence shows the router responding to PC3's DHCP requests with offers and acknowledgments.

The screenshot displays network traffic captures on Router 1 and Router 2, showing a sequence of UDP messages between the routers. The messages are color-coded and include details such as source and destination IP addresses, MAC addresses, and the type of UDP message (e.g., UDP, DHCPREQUEST, DHCPACK). The sequence shows the routers exchanging UDP messages, likely related to the DHCP process.

Как видно, последовательность DHCP-сообщений соответствует стандарту: Discover → Offer → Request → ACK, что подтверждает корректную работу механизма автоматической адресации.

Также была успешно проверена передача данных между клиентами, что свидетельствует о работоспособности всей сетевой конфигурации.

8 Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы были изучены принципы взаимодействия в компьютерных сетях с использованием маршрутизаторов, включая состав, обновление и конфигурирование таблиц маршрутизации. Проведён анализ различных сетевых топологий, в результате которого была выбрана оптимальная схема. Также были освоены принципы работы и настройка протоколов динамической маршрутизации RIP и автоматической адресации DHCP.