

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

Университет ИТМО

Дисциплина: Компьютерные сети

Лабораторная работа 3

Выполнил:

Шорников Сергей Андреевич

Группа: Р3311

Преподаватель:

Тропченко Андрей Александрович

2025 г.

Санкт-Петербург

Цель работы

Изучение принципов настройки и функционирования компьютерных сетей, представляющих собой несколько подсетей, связанных с помощью маршрутизаторов, процессов автоматического распределения сетевых адресов и принципов статической маршрутизации и динамической маршрутизации на основе протокола RIP, а также передачи данных на основе протоколов UDP и TCP, с использованием программы моделирования компьютерных сетей NetEmul.

Задание

1. Построить модели компьютерных сетей, представляющих собой несколько подсетей, объединенных в одну автономную сеть, в соответствии с заданными вариантами топологий, представленными в Приложении (B1 – B6);
2. Выполнить настройку сети, заключающуюся в присвоении IP-адресов интерфейсам сети и ручном заполнении таблиц маршрутизации при статической маршрутизации, и динамической маршрутизации на основе протокола RIP;
3. Выполнить тестирование построенных сетей путем проведения экспериментов по передаче данных на основе протоколов UDP и TCP;
4. Проанализировать результаты тестирования и сформулировать выводы об эффективности сети;
5. Сохранить разработанные модели локальных сетей для демонстрации процессов передачи данных при защите лабораторной работы.

Выполнение

Задание 1. Сеть с одним маршрутизатором (вариант В1)

Этап 1. Построение и настройка сети с маршрутизатором.

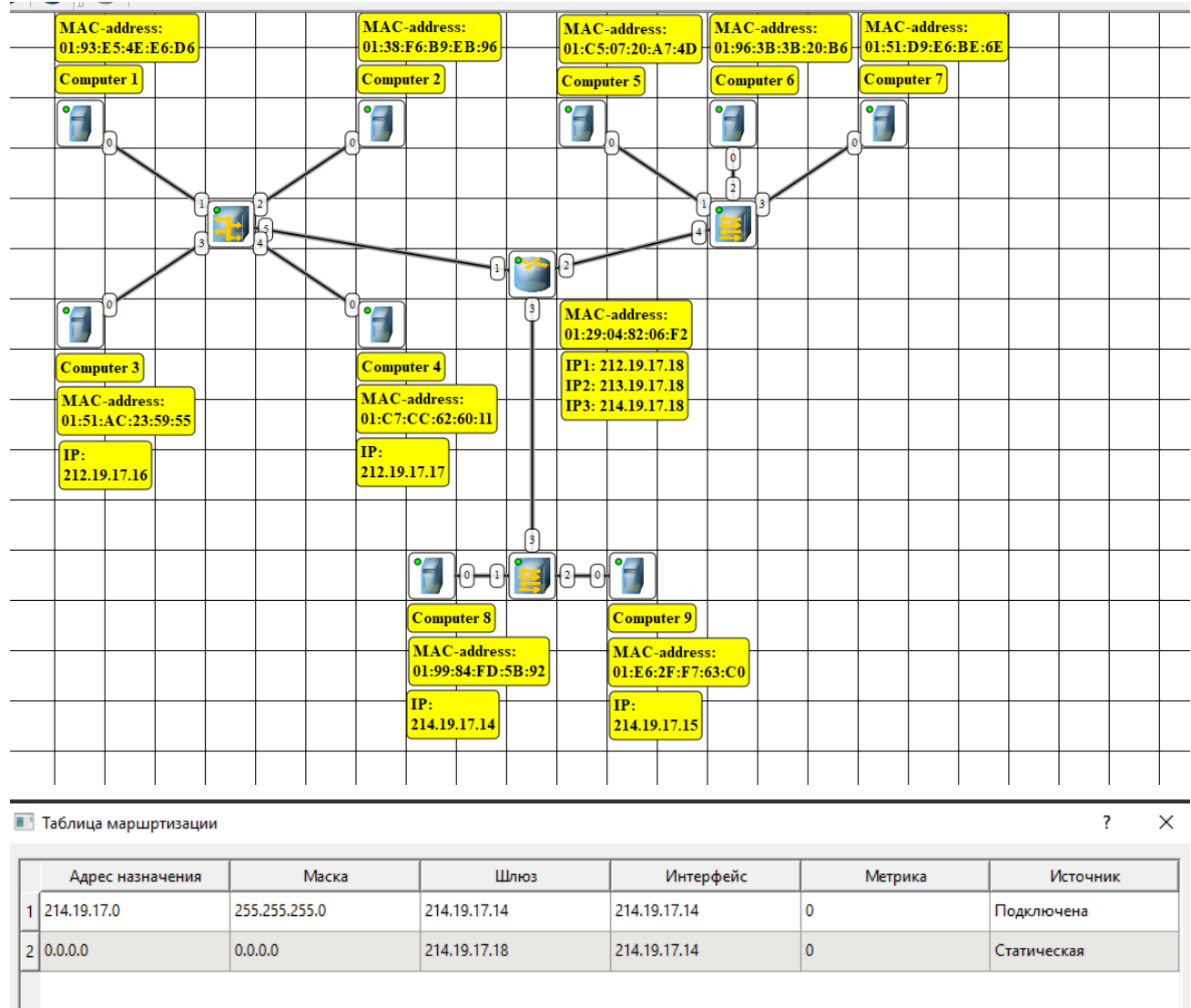


Таблица маршрутизации для конечных узлов (компьютеров), согласно третьей лабораторной работе, продолжает выглядеть следующим образом. Мы помним, что таблицы маршрутизации – это правила для описания соответствия между адресами назначения и интерфейсами, через которые нужно отправить пакет данных. Каждая запись в таблице формируется при изменении/назначении нового IP-адреса компьютеру.

В таблице помимо хорошо известного нам loopback адреса есть так же адрес 0.0.0.0 - или адрес «по умолчанию», то есть если мы хотим отправить пакет данных компьютеру с неизвестным нашей подсети IP-адресом, мы отправим пакет по адресу по умолчанию. Интереснее обстоит картина с таблицей маршрутизации маршрутизатора:

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.18	212.19.17.18	0	Подключена
2	213.19.17.0	255.255.255.0	213.19.17.18	213.19.17.18	0	Подключена
3	214.19.17.0	255.255.255.0	214.19.17.18	214.19.17.18	0	Подключена

Здесь мы можем увидеть все три интерфейса для коммуникации с каждой из подсетей.

Этап 2. Тестирование сети (отправка пакетов).

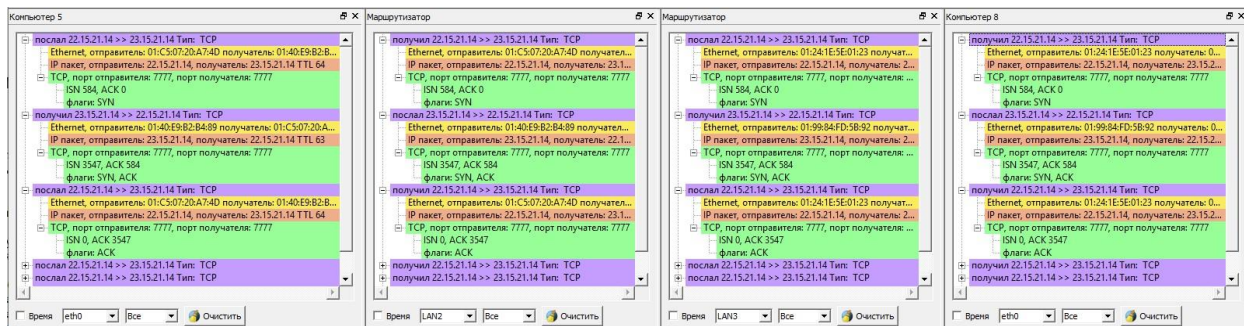
При отправке сообщения по протоколу UDP с “Компьютер 5” на “Компьютер 8”, видим следующую картину

Компьютер 5	Компьютер 8	Маршрутизатор	Маршрутизатор
<ul style="list-style-type: none"> получил 213.19.17.14 >> 214.19.17.14 Тип: UDP сообщение пользователя Ethernet, отправитель: 01:50:70:0A:7D получатель: 01:40:15:82:34:49 IP пакет, отправитель: 213.19.17.14, получатель: 214.19.17.14 TTL: 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 	<ul style="list-style-type: none"> получил 213.19.17.14 >> 214.19.17.14 Тип: UDP сообщение пользователя Ethernet, отправитель: 01:24:1E:3E:01:23 получатель: 01:50:70:0A:7D:49 IP пакет, отправитель: 213.19.17.14, получатель: 214.19.17.14 TTL: 63 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 	<ul style="list-style-type: none"> получил 213.19.17.14 >> 214.19.17.14 Тип: UDP с... Ethernet, отправитель: 01:24:1E:3E:01:23 пол... IP пакет, отправитель: 213.19.17.14, получ... UDP, порт отправителя: 7777, порт получ... 	<ul style="list-style-type: none"> получил 213.19.17.14 >> 214.19.17.14 Тип: UDP с... Ethernet, отправитель: 01:50:70:0A:7D пол... IP пакет, отправитель: 213.19.17.14, получ... UDP, порт отправителя: 7777, порт получ...

С журналов видно, что отправка UDP пакетов через роутер ничем особо не отличается. В начале отправляются ARP-запросы (тут уже не видно), для идентификации мас-адреса маршрутизатора.

Так как идентификация прошла успешно -> следующий шаг: отправка самого сообщения.

При отправке по UDP сначала передается Ethernet пакет с мас-адресами отправителя и получателя, далее IP пакет с IP-адресами, после этого кадр пакет данных по UDP с информацией о портах отправителя и получателя



Механизм передачи по сети остается таким же. Сначала мы посылаем пакет данных с Ethernet и IP пакетами с пакетом TCP. В нем проставлен флаг SYN (таким образом так “Компьютер 5” высказывает намерение установить соединение с “Компьютер 8”).

ISN - номер первого передаваемого байта (алгоритмически высчитанное случайное число). Нужен, чтобы не было одинаковых пакетов. Так как если номера пакетов совпадут – начнется неразбериха.

Далее “Компьютер 5” уже получает пакет от “Компьютер 8”. В котором зафиксирован новый ISN (дуплексная связь) и в качестве ACK уже наш сгенерированный до этого ISN. То есть таким образом “Компьютер 8” подтвердил готовность принять байт под номером ISN. Также выставлен флаг SYN – запрашивает разрешение на установление соединения. И флаг ACK, подтверждающий, что запрашиваемое соединение от “Компьютер 5” он готов принять.

Далее мы снова посылаем TCP пакет, который уже говорит о том, что подтверждает соединение, запрашиваемое “Компьютер 8”. Таким образом, получается тройное рукопожатие.

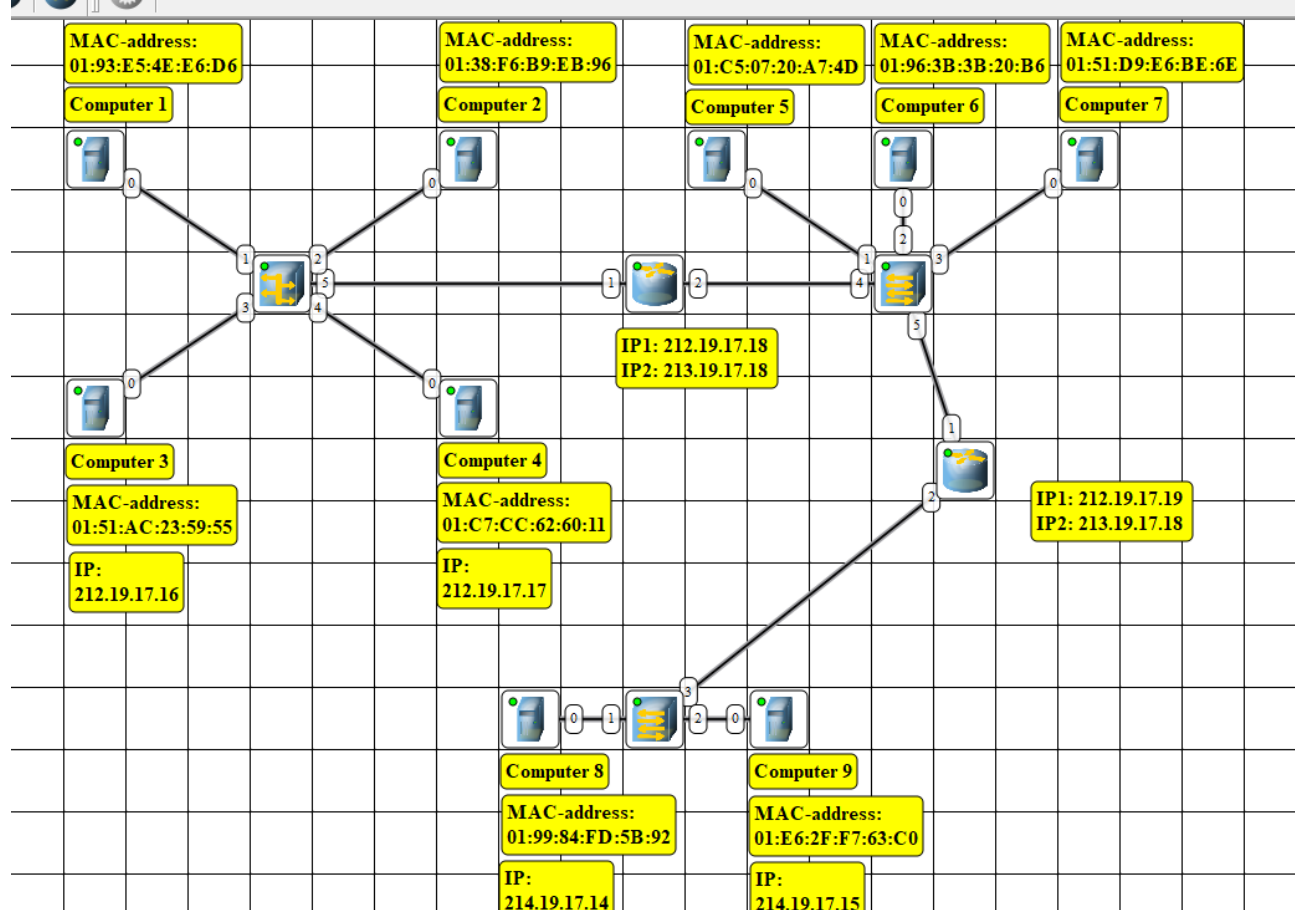
Далее уже отправляются наши пакеты с информацией.

Последнее сообщение свидетельствует о получении пакета с “Компьютер 8”. Которое говорит нам, что пакеты были приняты правильно (или возникла ошибка при передаче).

Ключевая разница при отправке сообщений по UDP и TCP с использованием маршрутизатора и без него заключается, на наш взгляд, в том, что нам напрямую недоступен компьютер другой подсети, мы знаем только его IP, с помощью механизма маршрутизации. Нам удастся выбрать нужное направление и донести информацию до адресата. Поэтому в журналах мы видим MAC-адрес не конечного узла, с которым обмениваемся, а MAC-адреса одного из интерфейсов маршрутизатора.

Задание 2. Сеть с двумя маршрутизаторами (вариант В2)

Этап 1. Построение и настройка сети с маршрутизаторами.



Состояние таблиц маршрутизации аналогично предыдущему случаю. Только теперь у нас два маршрутизатора, каждый из которых подключен к двум подсетям (-> в таблице маршрутизации только 2 записи). Непростая ситуация с подсетью №2, так как она имеет подключение сразу к 2 маршрутизаторам, из-за этого непонятно, какой шлюз по умолчанию выставлять. Если выставить на компьютере №3 шлюз по умолчанию равный IP-адресу интерфейса первого маршрутизатора, то ко второму маршрутизатору и, соответственно, к третьей подсети у нас доступа не будет.

Решение проблемы только если добавить по умолчанию, чтобы шлюзы маршрутизаторов ссылались друг на друга.

Этап 2. Тестирование сети (отправка пакетов).

Отправка пакетов по UDP и TCP не будет отличаться от предыдущего пункта. Точнее механизм и само содержание пакетов отличаться не будет, но будут отличаться маршруты. А точнее их доступность. Так, например, мы не сможем передать с 1 подсети сообщение в третью подсеть, так как наш маршрутизатор (своеобразное окно в Европу), подключенный к первой подсети, может взаимодействовать только с первой и второй подсетями. До третьей нам не добраться. (Без добавления в таблицу маршрутизации статической записи на другой маршрутизатор). Также, спорная ситуация о которой я говорил выше. Отталкиваясь от того, какой шлюз по умолчанию установлен для компьютеров во второй подсети, будет определяться направление передачи пакета с сообщением (либо в первую подсеть, либо во вторую).

Задание 3. Сеть с тремя маршрутизаторами

Этап 1. Построение и настройка сети с маршрутизаторами.

Как я отметил ранее, спорная ситуация возникает, при подключении к одной подсети сразу двух роутеров, так как непонятно, какой шлюз по умолчанию и выставить и куда пойдет итоговый трафик.

Поэтому, хоть первая топология (B3) и привлекает своей простотой, но она, в общем случае, не особо практична. Так как нам придется изъять из топологии один маршрутизатор (за ненадобностью), и топология превратится просто в цепь или в общую шину, подобно заданию 2.

То же самое, кстати, можно сказать и про схему B6. В ней одна подсеть точно так же подключена к сразу двум маршрутизаторам. Так как имеются альтернативные пути, можно изъять маршрутизатор 2 и, в принципе, все конечные узлы будут достижимы, но опять же не совсем это целесообразно, так как метрика, очевидно, увеличится.

Казалось бы, что не так с топологией B5, дело в том, что в ней две подсети вообще соединение между собой. Если у нас есть локальная сеть и вторая подсеть, зачем нам аж три маршрутизатора? Затратно и нелогично.

Исходя из этого мой выбор пал на топологию B4, в которой вышеперечисленных проблем не возникает. Единственная трудность - это появление новых «подсетей» между маршрутизаторами, поэтому и придется добавлять в таблицу маршрутизации статические адреса.

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	192.19.17.0	255.255.255.0	192.19.17.2	192.19.17.2	0	Подключена
2	193.19.17.0	255.255.255.0	193.19.17.2	193.19.17.2	0	Подключена
3	212.19.17.0	255.255.255.0	192.19.17.1	192.19.17.2	0	Статическая
4	213.19.17.0	255.255.255.0	193.19.17.1	193.19.17.2	0	Статическая
5	214.19.17.0	255.255.255.0	214.19.17.18	214.19.17.18	0	Подключена

Этап 2. Тестирование сети (отправка пакетов).

За счет того, что в начале топология была выбрана «с умом» (надеюсь), изменения в сети вносить не пришлось, добавив статические записи в таблицу маршрутизации и наладив взаимодействие двух маршрутизаторов друг с другом, нам удалось добиться доступности одной подсети другой. -> передача по протоколам UDP и TCP осуществилась корректно.

Передача ничем принципиальным не отличается от предыдущих случаев, за исключением добавления + 1 уровня на пути к конечной подсети (за счет коммуникации двух маршрутизаторов).

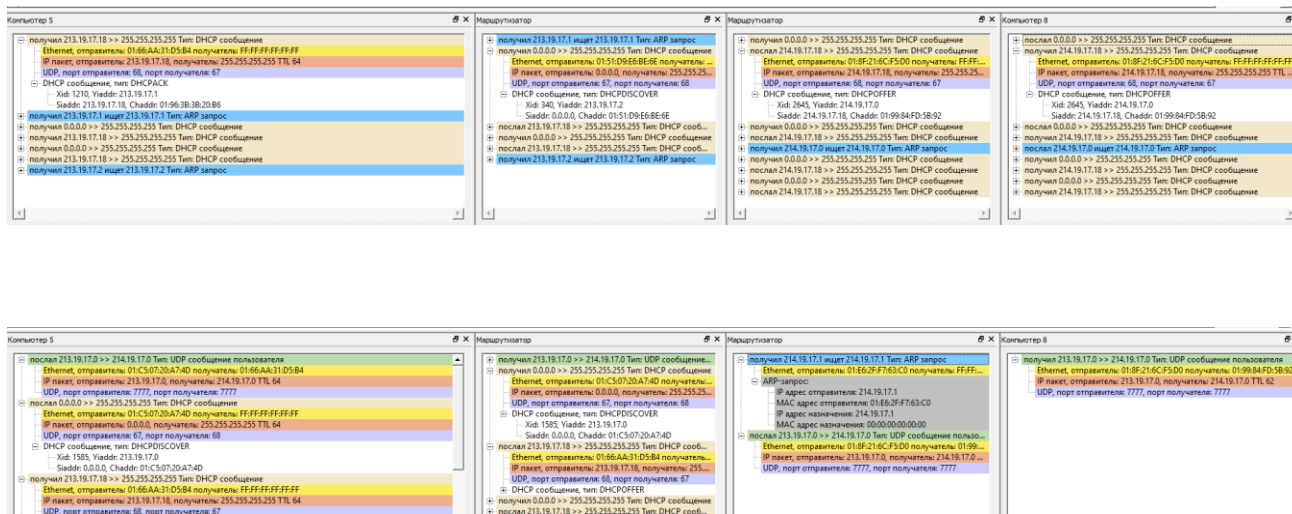
Этап 3. Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP.

Маршрутизатор	Маршрутизатор	Маршрутизатор	Маршрутизатор
<p>послал 212.19.17.18 >> 212.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:3E:65:26:34:49, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 212.19.17.18, получатель: 212.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 212.19.17.18 >> 212.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:3E:65:26:34:49, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 212.19.17.18, получатель: 212.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 212.19.17.18 >> 212.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:3E:65:26:34:49, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 212.19.17.18, получатель: 212.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 212.19.17.18 >> 212.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:3E:65:26:34:49, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 212.19.17.18, получатель: 212.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p>	<p>послал 213.19.17.18 >> 213.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:66:AA:31:05:B4, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 213.19.17.18, получатель: 213.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 213.19.17.18 >> 213.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:66:AA:31:05:B4, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 213.19.17.18, получатель: 213.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 213.19.17.18 >> 213.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:66:AA:31:05:B4, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 213.19.17.18, получатель: 213.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p>	<p>послал 214.19.17.18 >> 214.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:8F:21:6C:F5:D0, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 214.19.17.18, получатель: 214.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 214.19.17.18 >> 214.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:8F:21:6C:F5:D0, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 214.19.17.18, получатель: 214.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p> <p>послал 214.19.17.18 >> 214.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:8F:21:6C:F5:D0, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 214.19.17.18, получатель: 214.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p>	<p>послал 214.19.17.18 >> 214.19.17.255 Тип: RIP</p> <p>Ethernet, отправитель: 01:8F:21:6C:F5:D0, получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF</p> <p>IP пакет, отправитель: 214.19.17.18, получатель: 214.19.17.255 TTL: 64</p> <p>UDP, порт отправителя: 520, порт получателя: 520</p>

В таблицах маршрутизации появились новые записи (маршруты), соответствующие удаленным подсетям (с которыми напрямую мы не связаны). Пакеты протокола RIP посылались примерно каждые 30 секунд.

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	192.19.17.0	255.255.255.0	193.19.17.2	193.19.17.1	1	RIP
2	193.19.17.0	255.255.255.0	193.19.17.1	193.19.17.1	0	Подключена
3	194.19.17.0	255.255.255.0	194.19.17.2	194.19.17.2	0	Подключена
4	212.19.17.0	255.255.255.0	194.19.17.1	194.19.17.2	1	Статическая
5	213.19.17.0	255.255.255.0	213.19.17.18	213.19.17.18	0	Подключена
6	214.19.17.0	255.255.255.0	193.19.17.2	193.19.17.1	1	Статическая

Этап 4. Настройка автоматического получения сетевых настроек по протоколу DHCP.



Вывод

В результате выполнения данной лабораторной работы мы усвоили особенности взаимодействия по сети конечных узлов не только на канальном уровне, но еще и на сетевом. Также мы вникли в особенности передачи сообщений посредством объединения маршрутизаторов в подсеть. Проанализировали разные топологии и поняли, что подключение одной подсети сразу к двум маршрутизаторам не есть хорошо. Помимо этого, мы познакомились поближе с протоколами RIP и DHCP. Осознали их ценность, ведь процессы автоматического распределения сетевых адресов и принципы статической маршрутизации и динамической маршрутизации на основе протокола RIP значительно упрощают жизнь.