

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Дисциплина «Компьютерные сети»

Лабораторная работа №4

Студент

Кузнецов М. А.

P33131

Преподаватель

Тропченко А. А.

Санкт-Петербург, 2023 г.

Цель работы

Изучение принципов настройки и 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 протоколов UDP и TCP

Задание

- построить модели компьютерных сетей, представляющих собой несколько подсетей, объединенных в одну автономную сеть, в соответствии с заданными вариантами топологий, представленными в Приложении (B1 – B6);
- выполнить настройку сети при статической маршрутизации, заключающуюся в присвоении IP-адресов интерфейсам сети и ручном заполнении таблиц маршрутизации;
- промоделировать работу сети при использовании динамической маршрутизации на основе протокола RIP и при автоматическом распределении IP-адресов на основе протокола DHCP;
- выполнить тестирование построенных сетей путем проведения экспериментов по передаче данных на основе протоколов UDP и TCP;
- проанализировать результаты тестирования и сформулировать выводы об эффективности сетей с разными топологиями;
- сохранить разработанные модели локальных сетей для демонстрации процессов передачи данных при защите лабораторной работы.

Задание 1. Сеть с одним маршрутизатором (вариант В1)

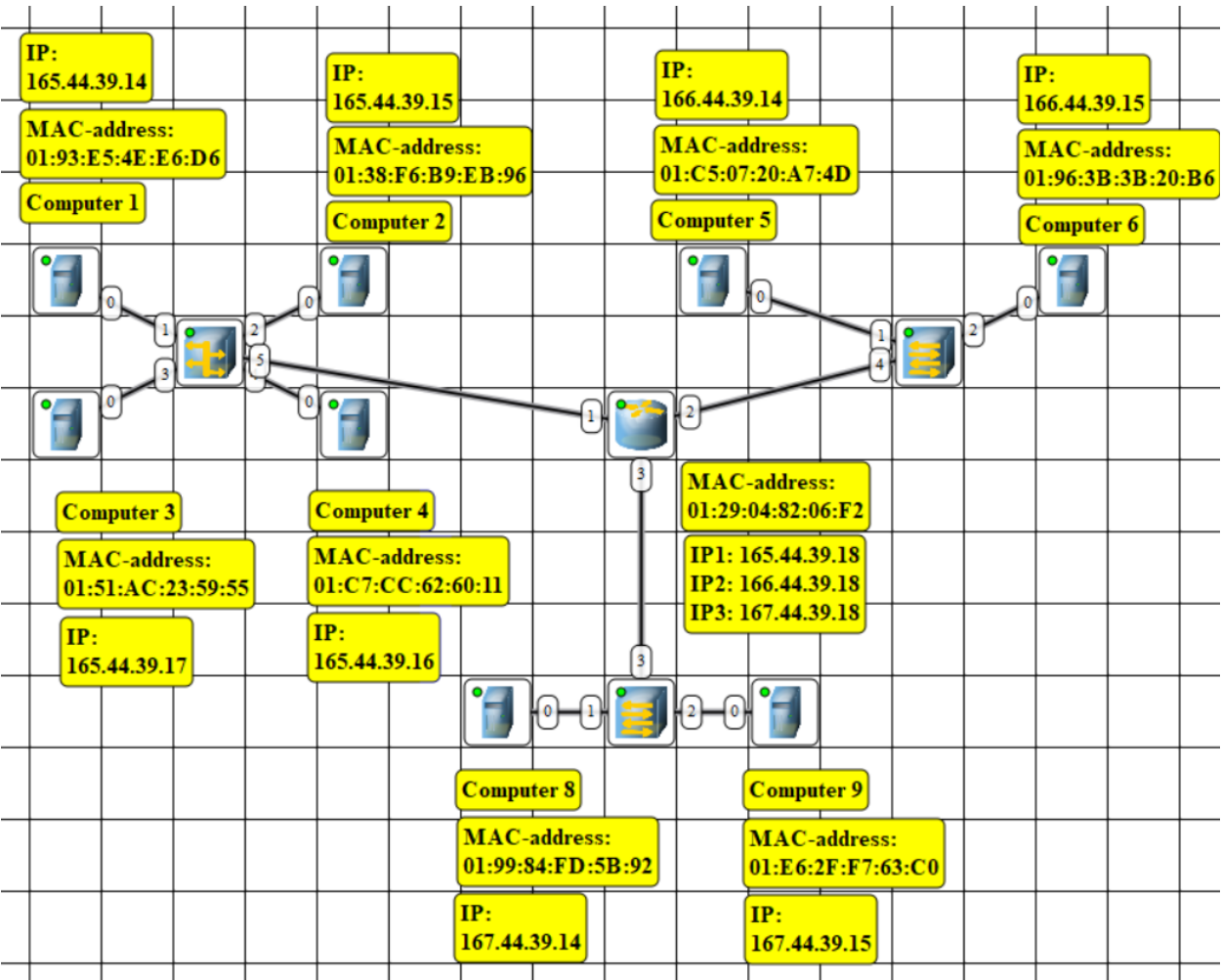


Таблица маршрутизации для конечных узлов (компьютеров), согласно третьей лабораторной работе, продолжает выглядеть следующим образом.

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	166.44.0.0	255.255.0.0	166.44.39.15	166.44.39.15	0	Connected
2	0.0.0.0	0.0.0.0	166.44.39.18	166.44.39.15	0	Static

Описание таблиц маршрутизации:

Столбцы таблицы:

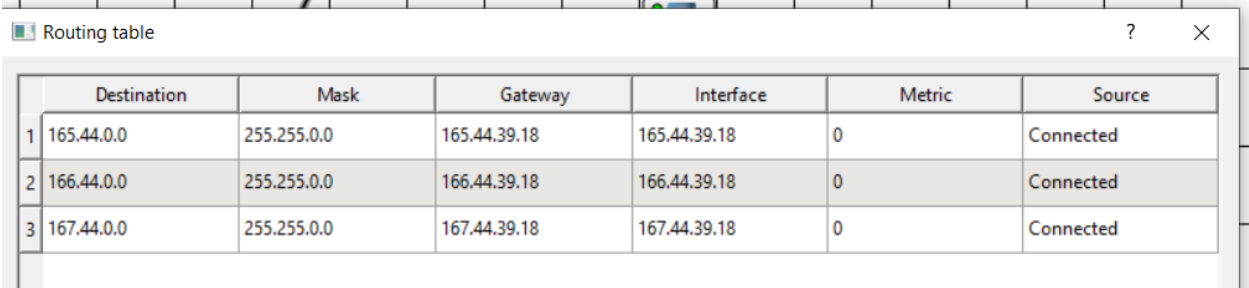
1. Destination: IPv4 адрес подсети назначения
2. Маска сети
3. Шлюз: IPv4, по которому можно достичь подсеть

4. Интерфейс: IPv4 локальный адрес, по которому достигается шлюз
5. Метрика, число, характеризующее цену использования данного маршрута

Таблица сформирована относительно настроек сетевой карты.

Каждая запись в таблице формируется при изменении/назначении нового IP-адреса компьютеру.

Интереснее обстоит картина с таблицей маршрутизации маршрутизатора: здесь мы можем увидеть все три интерфейса для коммуникации с каждой из подсетей.



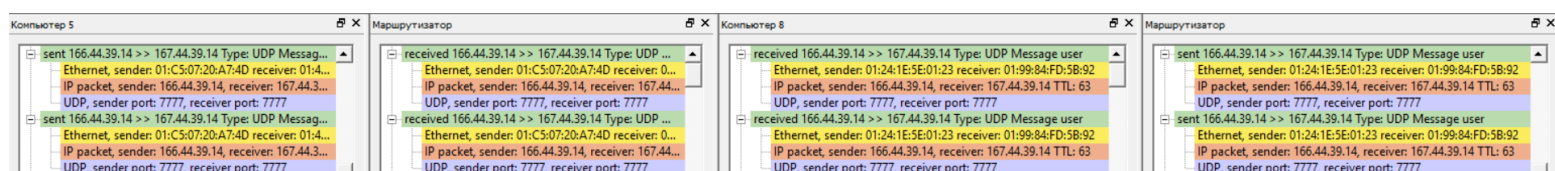
	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	165.44.0.0	255.255.0.0	165.44.39.18	165.44.39.18	0	Connected
2	166.44.0.0	255.255.0.0	166.44.39.18	166.44.39.18	0	Connected
3	167.44.0.0	255.255.0.0	167.44.39.18	167.44.39.18	0	Connected

Тестирование сети (отправка пакетов).

Порядок отправки пакетов:

- Если неизвестен MAC-адрес маршрутизатора, то отправляется ARP-запрос на его адрес, для получения необходимой информации
- UDP пакеты, в которых MAC-получателя установлен в MAC-адрес маршрутизатора
- После прохождения маршрутизатора MAC-адрес отправителя заменяется на MAC-адрес выходного порта маршрутизатора, а MAC-адрес получателя заменяется на MAC-адрес получателя конкретного устройства

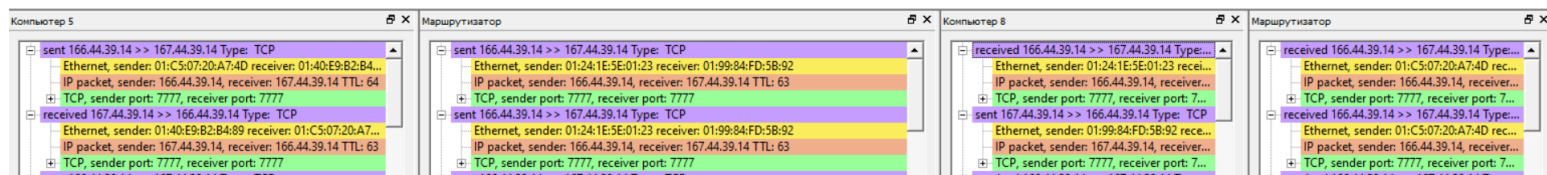
При отправке сообщения по протоколу UDP с “Компьютер 5” на “Компьютер 8”, видим следующую картину



Компьютер 5	Маршрутизатор	Компьютер 8	Маршрутизатор
sent 166.44.39.14 >> 167.44.39.14 Type: UDP Message user	received 166.44.39.14 >> 167.44.39.14 Type: UDP Message user	received 166.44.39.14 >> 167.44.39.14 Type: UDP Message user	sent 166.44.39.14 >> 167.44.39.14 Type: UDP Message user
Ethernet, sender: 01:C5:07:20:A7:4D receiver: 01:4...	Ethernet, sender: 01:C5:07:20:A7:4D receiver: 0...	Ethernet, sender: 01:24:1E:5E:01:23 receiver: 01:99:84:FD:58:92	Ethernet, sender: 01:24:1E:5E:01:23 receiver: 01:99:84:FD:58:92
IP packet, sender: 166.44.39.14, receiver: 167.44.3...	IP packet, sender: 166.44.39.14, receiver: 167.44...	IP packet, sender: 166.44.39.14, receiver: 167.44.39.14 TTL: 63	IP packet, sender: 166.44.39.14, receiver: 167.44.39.14 TTL: 63
UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777	UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777	UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777	UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

С журналов видно, что отправка UDP пакетов через роутер ничем особо не отличается. В начале отправляются ARP-запросы, для идентификации mac-адреса маршрутизатора. Так как идентификация прошла успешно -> следующий шаг: отправка самого сообщения.

При отправке по UDP сначала передается Ethernet пакет с mac-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 при TCP остается таким же.

Порядок отправки пакетов:

- Если нет MAC-адреса маршрутизатора в ARP-таблице, то шлется ARP-запрос
- Стандартный принцип отправки TCP:
 1. Отправитель шлёт TCP-сегмент с установленными SYN и ISN для установки соединения
 2. Получатель шлёт TCP-сегмент с установленными SYN, ACK и ISN, подтверждающий соединение
 3. Отправитель шлёт TCP-сегмент с установленным ACK, ISN = 0
- Отправляется 10 TCP-сегментов с payload без флагов, но с ISN = +
- Обмен идет с шириной окна 10, так что после 10 сегментов получатель подтверждает передачу TCP-сегментом с ISN=0, ACK
- Последний пакет от отправителя помечается флагом FIN и MAC-адреса устанавливаются аналогично при передаче по UDP

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 вычисленное 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.

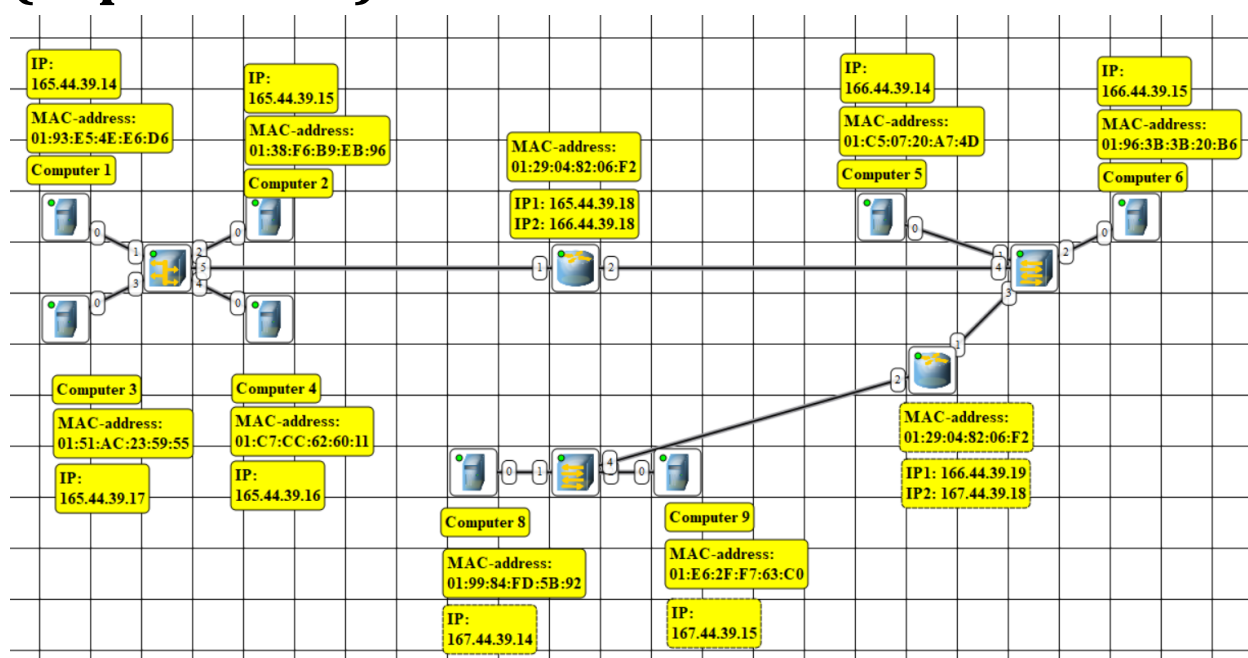
Также выставлен флаг SYN – запрашивает разрешение на установление соединения. И флаг ACK, подтверждающий, что запрашиваемое соединение от “Компьютер 5” он готов принять.

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 мой 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)



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).

Непонятная 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.

Тестирование сети (отправка пакетов).

Отправка пакетов по UDP и TCP не будет отличаться от предыдущего пункта.

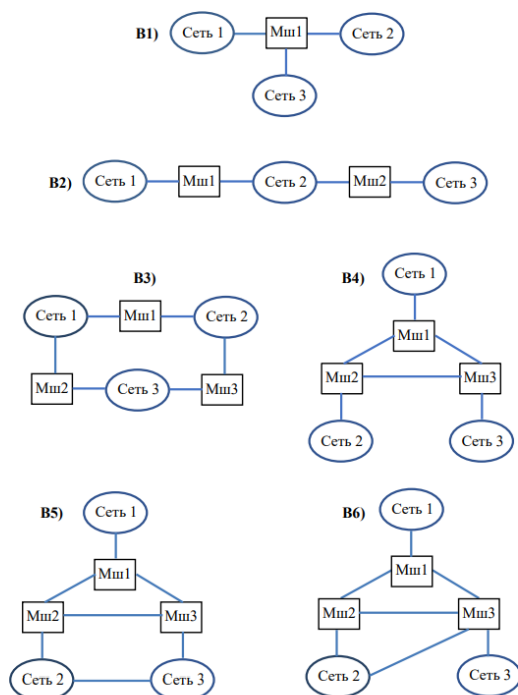
Точнее механизм и само содержание пакетов отличаться не будет, но будут отличаться маршруты. А точнее их доступность.

Так, например, мы не сможем передать с 1 подсети сообщение в 3 подсеть, так как наш маршрутизатор, 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

Варианты построения компьютерных сетей



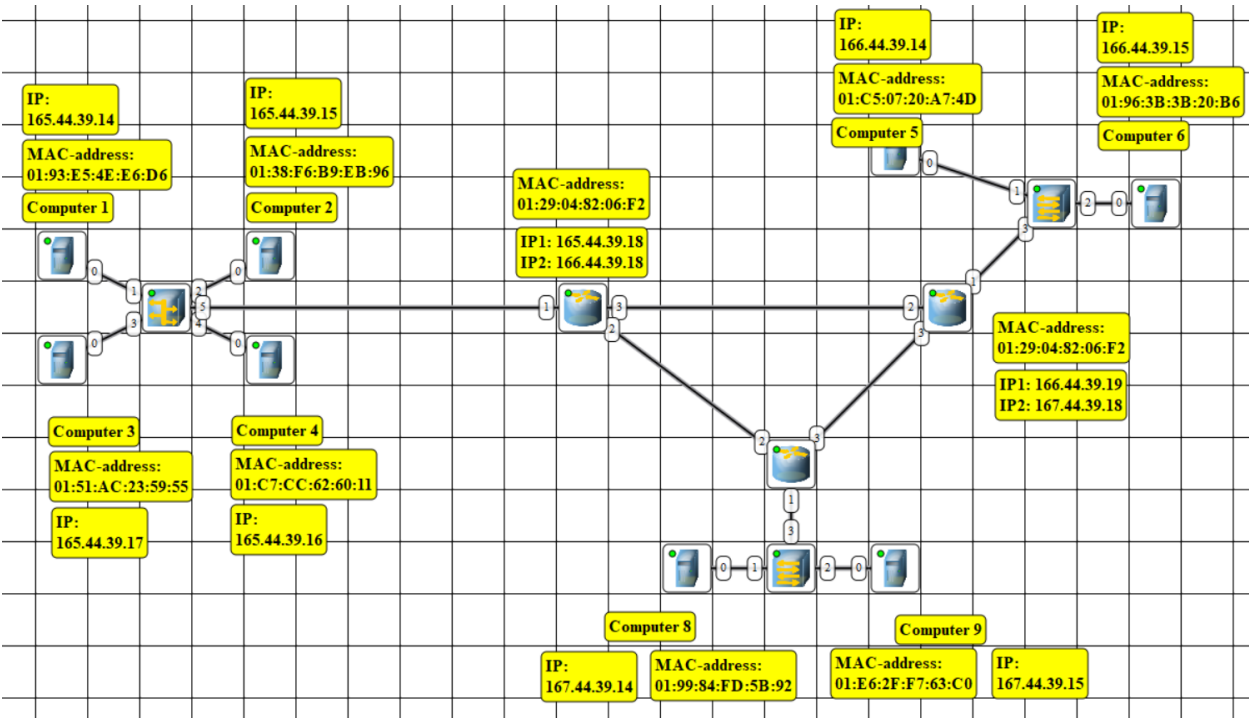
Как я отметил ранее, спорная ситуация возникает, при подключении к одной подсети сразу двух роутеров, так как непонятно, какой шлюз по умолчанию и выставлять и куда пойдет итоговый трафик.

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, 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.

Что не так с топологией B5? Дело в том, что в ней две подсети вообще соединены между собой. Если у нас есть локальная сеть и вторая подсеть, зачем нам 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.



Таблицы маршрутизации выглядят подобно двум предыдущим моделям.

За исключением того, что, так как маршрутизаторы соединены между собой, они составляют собой мнимую своеобразную подсеть -> нам нужна новая группа адресов для 3 дополнительных подсетей, 2 из которых для каждого маршрутизатора мы и наблюдаем в таблице маршрутизации.

Из-за появления новых подсетей (трех пар маршрутизаторов) возникает необходимость в добавлении статических маршрутов в таблицу маршрутизации. Иначе у нас не будет возможности из одной подсети попасть во вторую. Нам нужно задать правило. Таким образом, таблица маршрутизации для первого маршрутизатора выглядит следующим образом:

Routing table

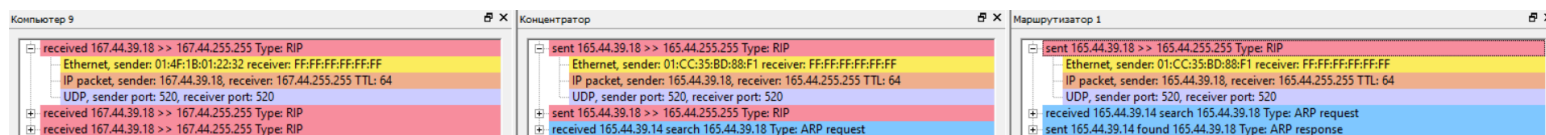
	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	165.44.0.0	255.255.0.0	165.44.39.18	165.44.39.18	0	Connected
2	166.44.0.0	255.255.0.0	15.44.39.1	165.44.39.18	0	Static
3	167.44.0.0	255.255.0.0	17.44.39.1	165.44.39.18	0	Static
4	15.0.0.0	255.0.0.0	15.44.39.2	15.44.39.2	0	Connected
5	17.0.0.0	255.0.0.0	17.44.39.1	17.44.39.1	0	Connected

Тестирование сети (отправка пакетов).

За счет того, что в начале была выбрана В4 топология, то изменения в сети вносить не пришлось, добавив статические записи в таблицу маршрутизации и наладив взаимодействие двух маршрутизаторов друг с другом, мне 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).

Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP.



RIP (Routing Information Protocol) — это протокол динамической маршрутизации, который используется маршрутизаторами для обмена информацией о маршрутах в сети. RIP отправляет запросы и обновления соседним маршрутизаторам, чтобы узнать о доступных маршрутах и выбрать оптимальные пути для доставки данных. RIP работает на основе метрики, которая определяет стоимость каждого маршрута. RIP-запросы отправляются периодически или при изменении топологии сети.

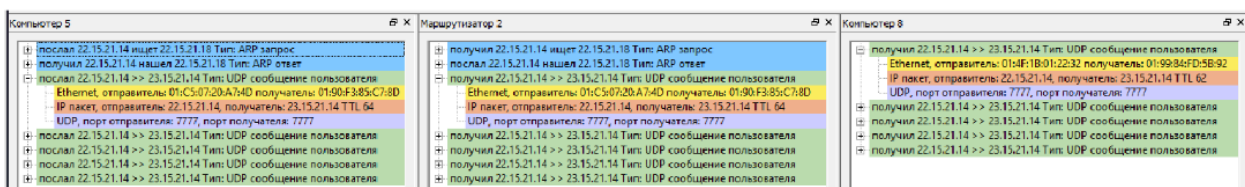
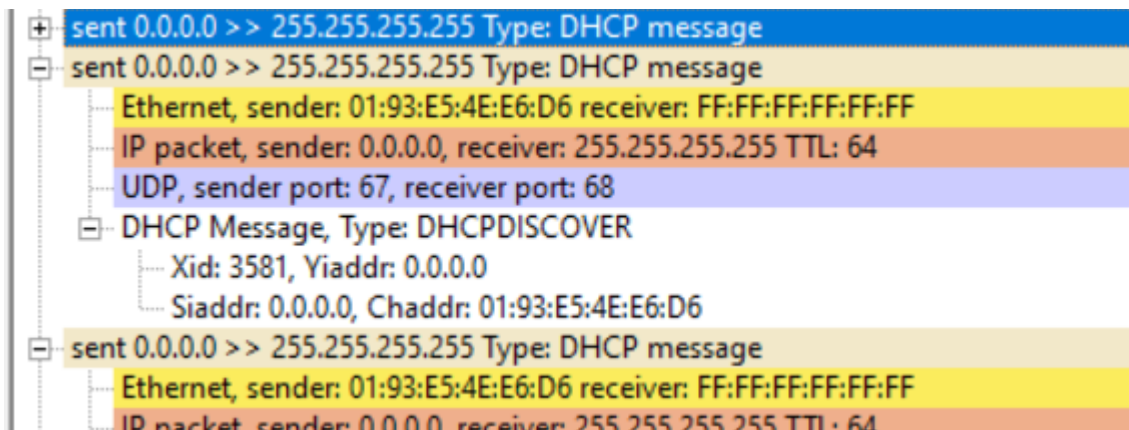
В таблицах маршрутизации появились новые записи (маршруты), соответствующие удаленным подсетям (с которыми напрямую мы не связаны). Пакеты протокола RIP посылались примерно каждые 30 секунд.

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	166.44.0.0	255.255.0.0	15.15.21.2	15.15.21.1	7	RIP
2	15.0.0.0	255.0.0.0	15.15.21.1	15.15.21.1	0	Connected
3	16.0.0.0	255.0.0.0	16.15.21.1	16.15.21.1	0	Connected
4	17.0.0.0	255.0.0.0	15.15.21.2	15.15.21.1	1	RIP
5	21.0.0.0	255.0.0.0	15.15.21.2	15.15.21.1	6	RIP

Настройка автоматического получения сетевых настроек по протоколу DHCP.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) — это протокол, который автоматически назначает сетевые настройки клиентским устройствам в сети, такие как IP-адрес, маска подсети, адрес шлюза, сервера DNS и другие

параметры конфигурации. Когда устройство подключается к сети и запрашивает IP-адрес, оно отправляет DHCP-запрос, и DHCP-сервер в сети отвечает на этот запрос, предоставляя необходимые настройки. DHCP-запросы могут быть отправлены при подключении устройства к сети или при обновлении настроек сети.



Вывод

В результате выполнения данной лабораторной работы я:

- разобрался со взаимодействием конечных узлов
- разобрался с вариантом объединения маршрутов в подсеть
- познакомился с RIP и DHCP