

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №2
«Локальные сети»
по дисциплине «**Компьютерные сети**»
Вариант 13

Автор: Кулаков Н. В.

Факультет: ПИиКТ

Группа: Р33312

Преподаватель: Алиев Т. И.



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург 2023

1. Постановка задачи и исходные данные

Изучение принципов настройки и функционирования локальных сетей, построенных с использованием концентраторов и коммутаторов, а также процессов передачи данных на основе стека протоколов TCP/IP, с использованием программы моделирования компьютерных сетей NetEmul.

Вариант	Количество компьютеров в ...			Класс IP-адресов
13	4	2	2	B

Таблица 1: Вариант ЛР

Сформированные 4 байта IP-адресов для использования в ЛР (Ф=7, И=6, О=10, Н=10):

- Класс B: 144.20.17.13

В работе должен быть сформирован и использоваться в дальнейшем пул последовательных IP-адресов, представляющий собой множество адресов, начинающееся с полученного выше значения, размер которого достаточен для адресации всех интерфейсов сети.

2. Локальная сеть с концентратором (Сеть 1)

На Рисунок 1 представлена локальная сеть с концентратором, где компьютерам не заданы IP-адреса.

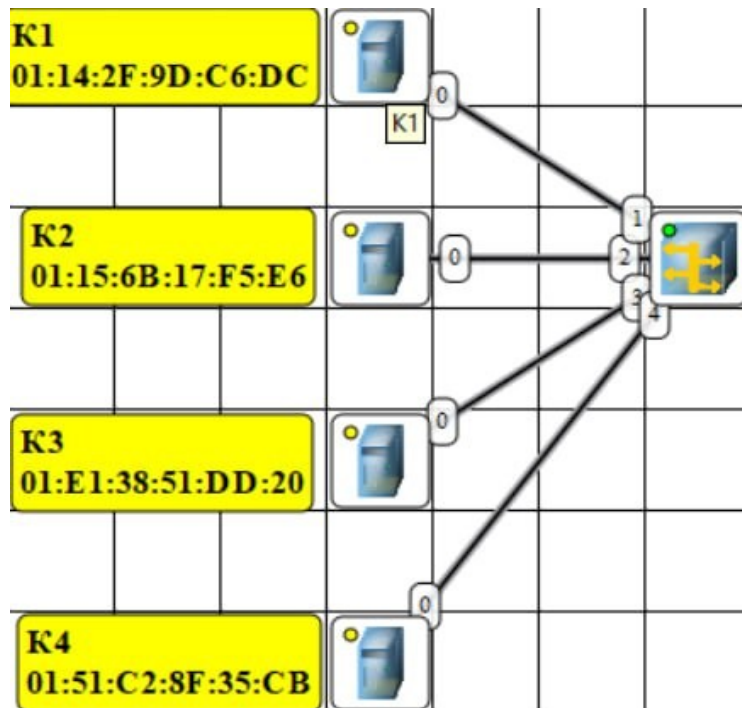


Рисунок 1: Сеть 1 - До установки IP адресов компьютерам

ARP таблица компьютера 1 пустая, так как для ее заполнения необходимо знать IP адреса. Когда знает, то посылается широковещательный ARP-запрос по известному IP-адресу, и устройство с таким IP-адресом должно послать ответ. После этого отправитель извлекает MAC адрес и добавляет в запись ARP-таблицы. На данном этапе ARP запросы еще не были посланы.

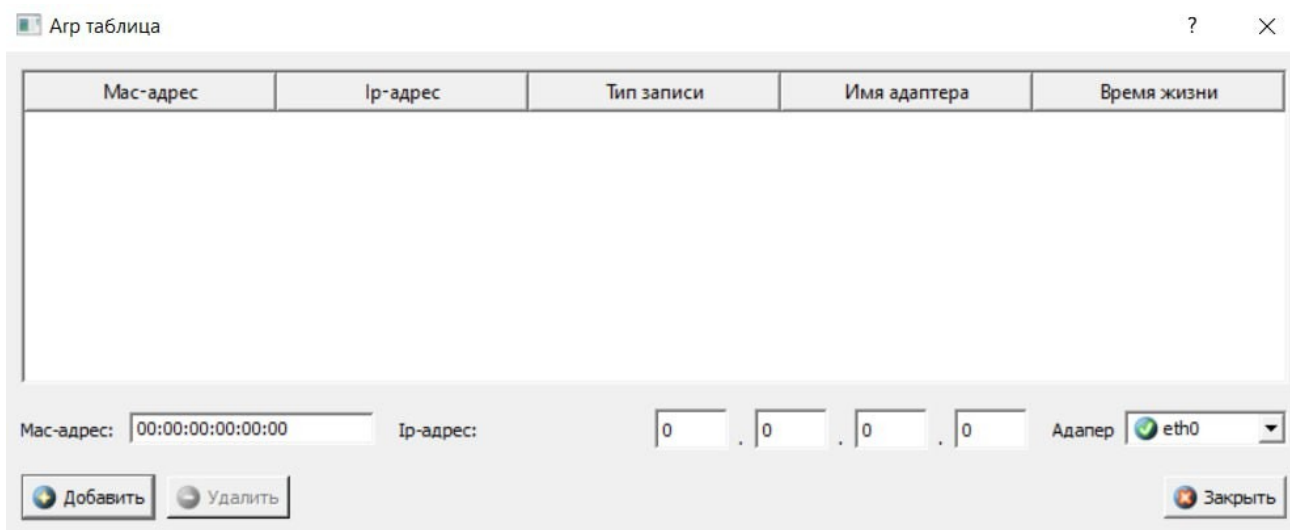


Рисунок 2: Сеть 1 - ARP таблица K1

В таблице маршрутизации компьютера один есть только одна запись — запись с адресом обратной петли, она же loopback, предназначенный для обмена пакетами программами в пределах компьютера. Пакеты, отправленные на этот адрес, никогда не достигают сети, а проходят только через сетевую карту.



	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Рисунок 3: Сеть 1 - Таблица маршрутизации K1

Во время установки IP адресов, автоматически устанавливается маска, соответствующая заданному классу сети. После установки от каждого компьютера посылается ARP запрос для установки соответствия между MAC и IP адресами. Также следует отметить, что ARP запрос не приходит тому компьютеру, который его послал. Содержание: ARP запрос, передается в кадре Ethernet, содержащем MAC адрес отправителя и получателя (широковещательный).

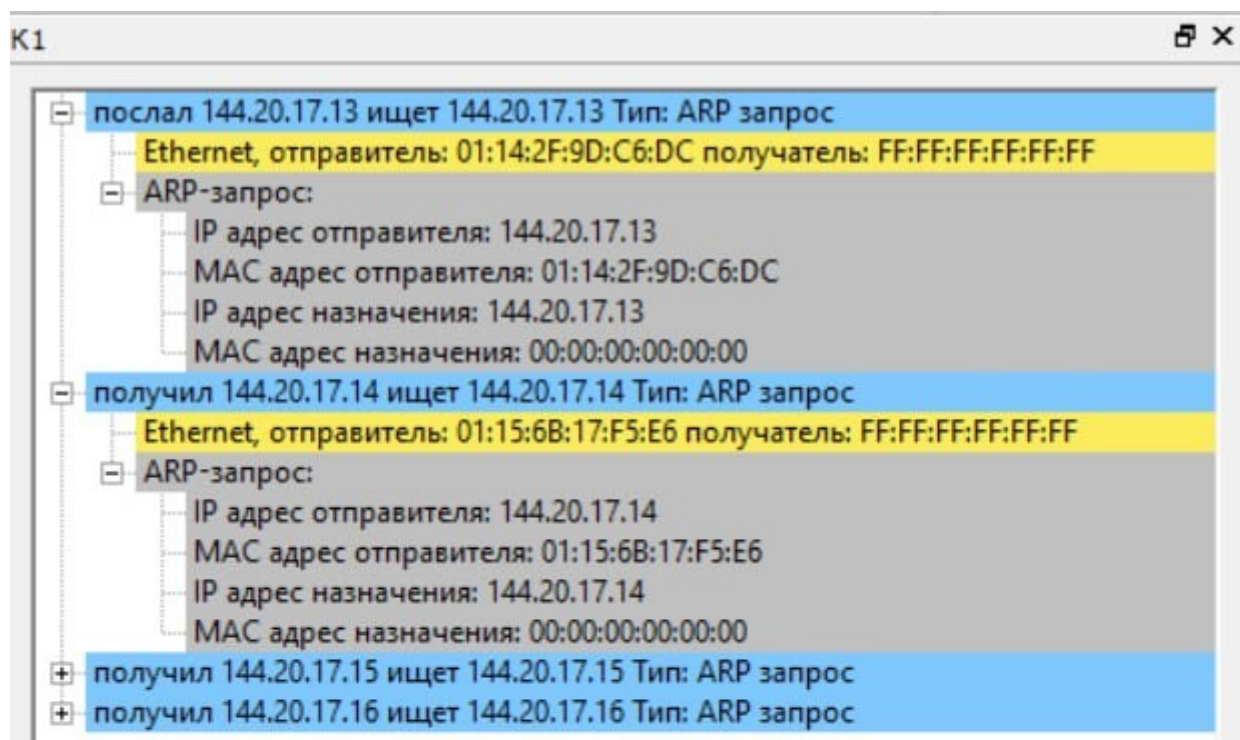


Рисунок 4: Сеть 1 - Журнал K1 после отправки ARP запросов с компьютеров

В таблице маршрутизации каждого из компьютеров появилась запись: адрес назначения и маска соответствуют адресу сети и маске сети, шлюз — IP адрес самого компьютера. Теперь компьютеры могут обмениваться пакетами по протоколу, использующий IP адреса, через концентратор.

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	144.20.0.0	255.255.0.0	144.20.17.13	144.20.17.13	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Рисунок 5: Сеть 1 - Таблица маршрутизации K1

В ARP таблице добавились записи соответствий IP и MAC адреса каждого компьютера, кроме данного. Следует отметить время жизни — это означает, что если компьютер не сможет по какой-то причине отправить запрос на изменение/удаление записи из ARP таблицы других компьютеров, то все равно запись будет удалена.

Арп таблица

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:15:6B:17:F5:E6	144.20.17.14	Динамическая	eth0	209
2	01:E1:38:51:DD:20	144.20.17.15	Динамическая	eth0	208
3	01:51:C2:8F:35:CB	144.20.17.16	Динамическая	eth0	192

Рисунок 6: Сеть 1 - ARP таблица K1

По сети передается UDP датаграмма. Размер данных в пакетах 1 кбайт, поэтому будет отправлено 1 датаграмма, кроме того UDP не требуется установки соединения. Последовательность пакетов и кадров (сверху-вниз оборачивание): Ethernet кадр с MAC адресами отправителя и получателя, IP пакет с IP адресами отправителя и получателя и флагами (TTL — максимальное количество «прыжков», что пакет должен существовать внутри сети, прежде чем он будет отброшен маршрутизатором), UDP датаграмма с портами отправителя и получателя.

Также можно заметить, что датаграмма придет всем компьютерам (кроме отправителя), однако в передаваемых данных заданы IP и MAC адреса получателя, которому предназначается.

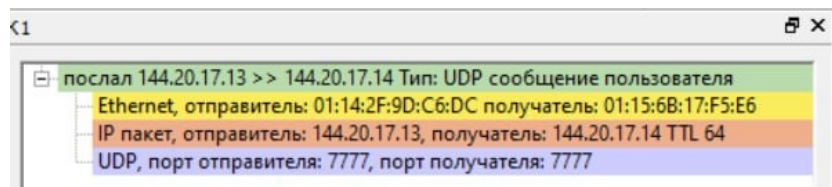


Рисунок 7: Сеть 1 - UDP журнал K1

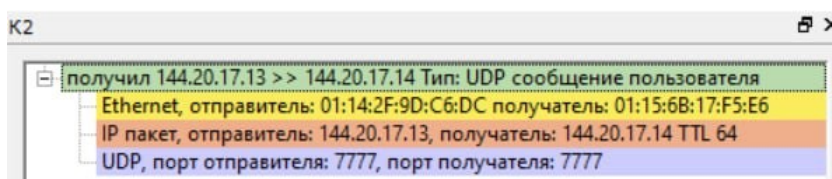


Рисунок 8: Сеть 1 - UDP журнал K2

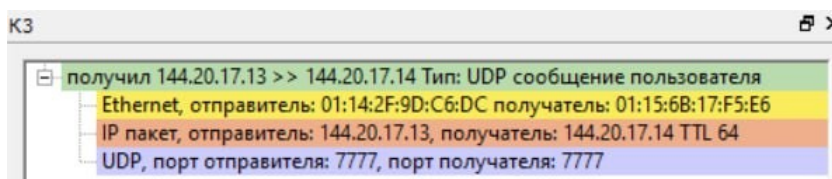


Рисунок 9: Сеть 1 - UDP журнал K3

При отправке данных по протоколу TCP сначала требуется установка соединения (тройное рукопожатие). На Рисунок 10 и Рисунок 11 представлены получаемые и отправляемые пакеты, где данные передаются от K1 к K2. Сначала производится установка соединения: 1) K1 отправляет сегмент с установленным флагом SYN, при этом сегменту присваивается порядковый номер ISN 3214, относительно которого будет вестись отсчет последовательности сегментов 2) K2 отправляет ответный сегмент с установленными SYN+ACK, при этом в ACK записывается порядковый номер полученного первого сегмента (должен быть на 1 больше), а также устанавливает свой номер ISN. 3) После получения сегмента от K2 K1 отправляет в ответ сегмент с флагом ACK. После должны продолжаться передаваться данные, однако так как мои данные имеют размер 1 кбайт, то данных уже не осталось. Происходит закрытие соединения: 1) флаги FIN —

первый пакет, значит что отправитель передал все свои данные 2) ACK — подтверждение от получателя. Пакет содержит: Ethernet кадр с MAC адресами отправителя и получателя, IP пакет с IP адресами отправителя и получателя, TCP пакет с портами отправителя и получателя, флагами, переменными (ACK, ISN — 4 байта каждый) и т.д.

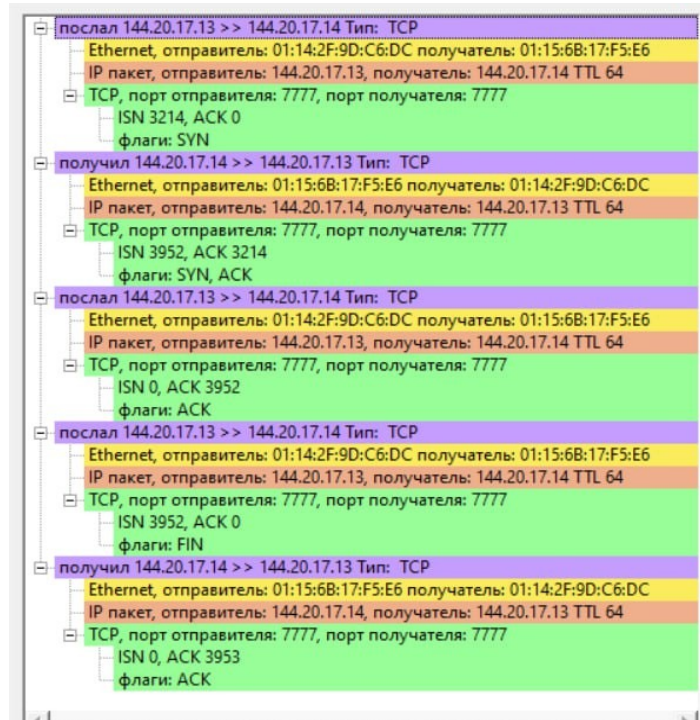


Рисунок 10: Сеть 1 - TCP журнал K1



Рисунок 11: Сеть 1 - TCP журнал K2

Таким образом, основное отличие TCP и UDP в том, что первый устанавливает соединение, осуществляется гарантия отправки и порядка передаваемых пакетов с помощью метайнформации в хедере TCP пакета, содержащем переменные и флаги, а в UDP такого нет. Отсюда вытекает, что UDP более быстрый, так как меньше метайнформации и не требуется подтверждений, и несет меньше накладных расходов в виде флагов и переменных.

3. Локальная сеть с коммутатором (Сеть 2)

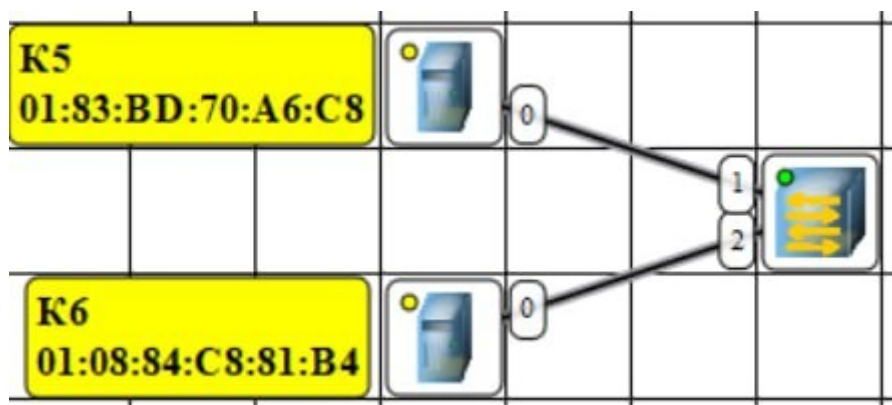


Рисунок 12: Сеть 2 — до установки IP адресов компьютеров

Изначально таблица коммутации пуста. Таблица коммутации содержит следующие поля: MAC-адрес компьютера, который послал через вход LAN какой-либо запрос; Порт; Тип записи — если добавляется запись в таблицу вручную, то будет статическим, если при запросе, то динамическим; Время жизни — в данной модели 300 секунд для динамических и статических записей.

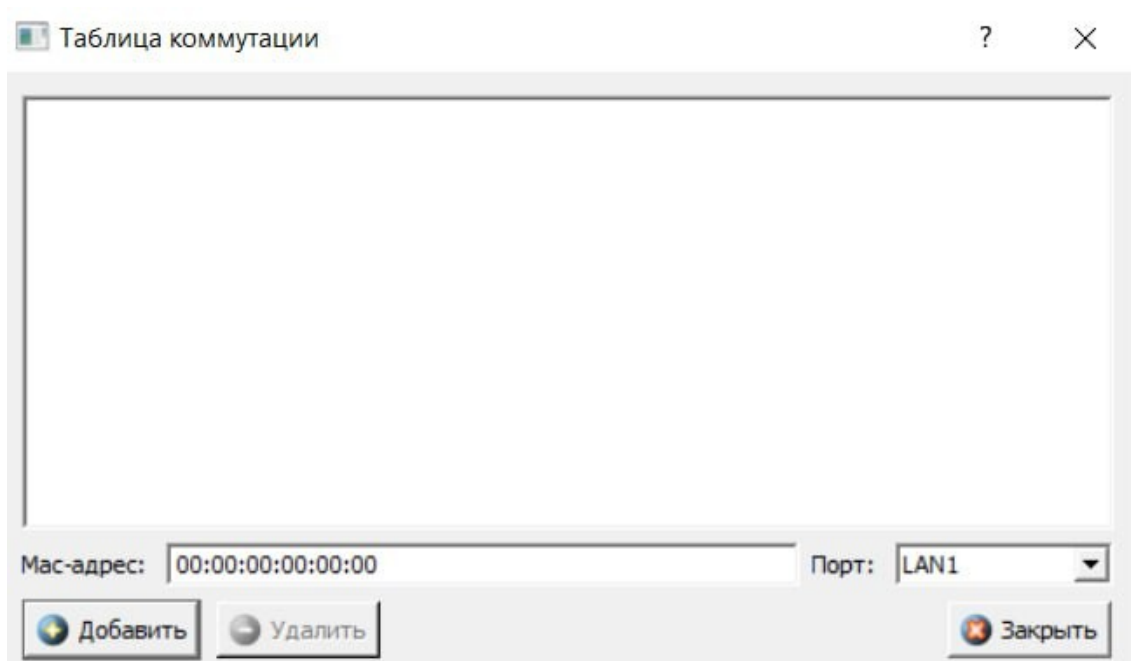


Рисунок 13: Сеть 2 - Изначально пустая таблица коммутации

При отправке какого-либо запроса от компьютера и прохождении его через коммутатор, из Ethernet кадра запроса коммутатор достанет MAC адрес отправившего компьютера. К одному порту может быть привязано несколько различных MAC адресов. При передаче сообщения в сети с концентратором запрос будет отправлен на выход на все порты, отличные от порта с которого он поступил, а с коммутатором - сначала тот отправляет, до того, как в таблицу будет занесен MAC адрес получателя, на все выходящие порты (кроме с которого поступил запрос), а когда MAC адрес попадет в таблицу при запросе/ответе, то будет отправлять только на порт, соответствующий записи в таблице коммутации. Таблица коммутации будет построена полностью, когда все компьютеры отправят запросы, и те попадут в таблицу коммутации, и не пройдет для какого-либо из них максимальное время жизни. Максимальное

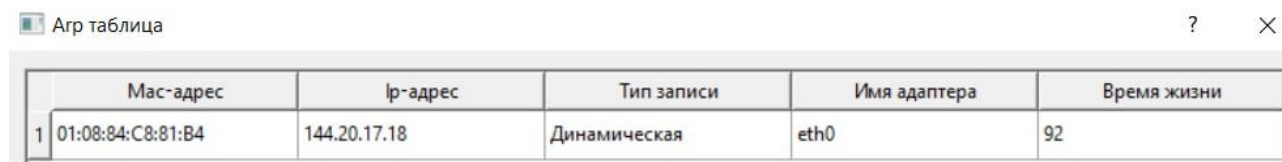
количество строк в таблице зависит от модели коммутатора и, возможно, прошивки.



	Мас-адрес	Порт	Тип записи	Время жизни
1	01:83:BD:70:A6:C8	LAN1	Динамическая	32
2	01:08:84:C8:81:B4	LAN2	Динамическая	7

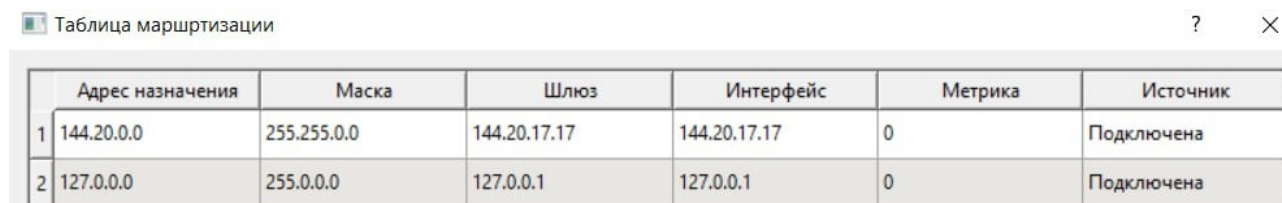
Рисунок 14: Сеть 2 - После отправки ARP запросов от K5 и K6

ARP таблицы и таблицы маршрутизации компьютеров заполняются аналогично с сетью с концентратором. ARP таблица — при приходе запросов на компьютер, таблица маршрутизации дозаполняется при установке IP адреса.



	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:08:84:C8:81:B4	144.20.17.18	Динамическая	eth0	92

Рисунок 15: Сеть 2 - ARP таблица K5



	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	144.20.0.0	255.255.0.0	144.20.17.17	144.20.17.17	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Рисунок 16: Сеть 2 - Таблица маршрутизации K5

При отправке пакетов TCP, UDP получаем аналогичные результаты, только сейчас отправляются данные 10 кбайт. Таблица маршрутизации не изменяется, так как не меняются IP адреса, ARP таблица может заполняться при получении запроса с MAC + IP адресов отправителя, таблица коммутации заполняется аналогично описанному выше. На какие выходы коммутатора будут отправлены пакеты тоже было описано выше.

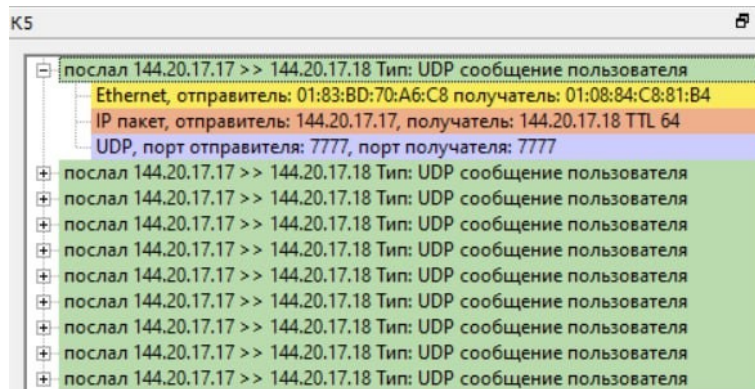


Рисунок 17: Сеть 2 - UDP запрос 10 кбайт К5

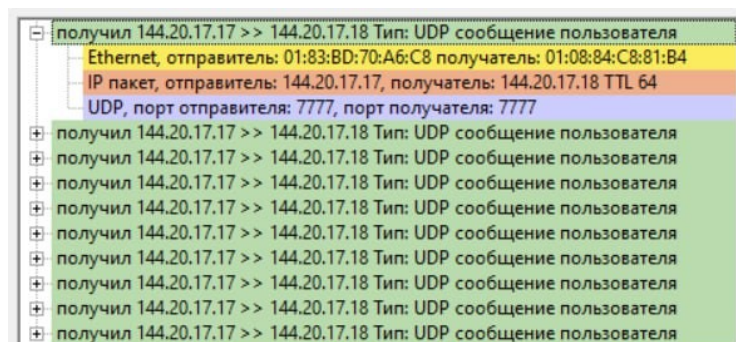


Рисунок 18: Сеть 2 - UDP запрос 10 кбайт К6

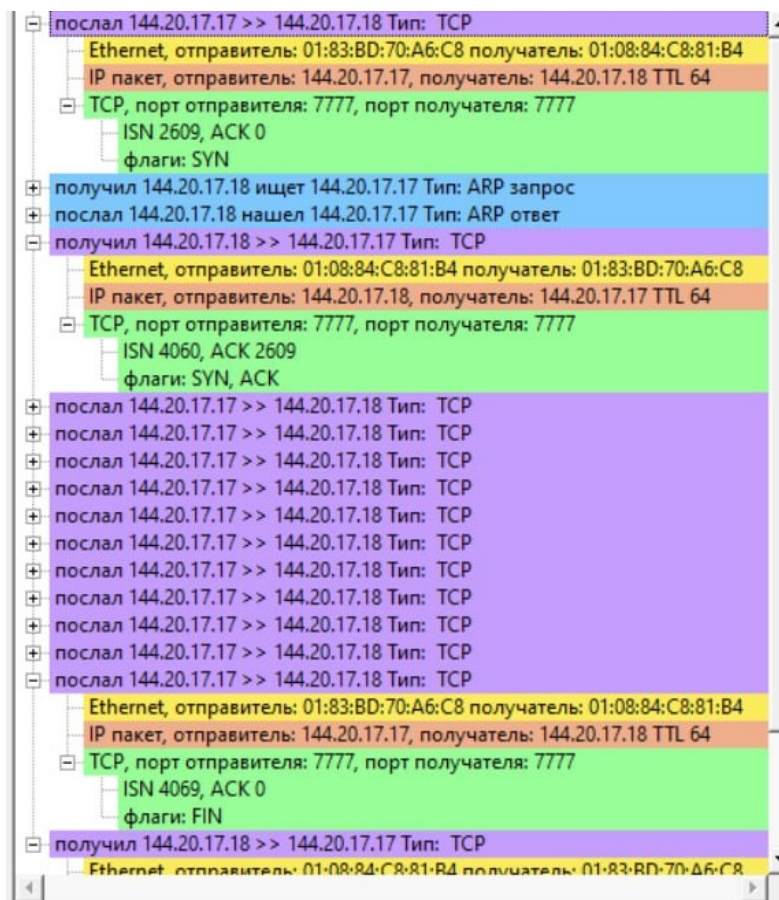


Рисунок 19: Сеть 2 - TCP запрос 10 кбайт К5

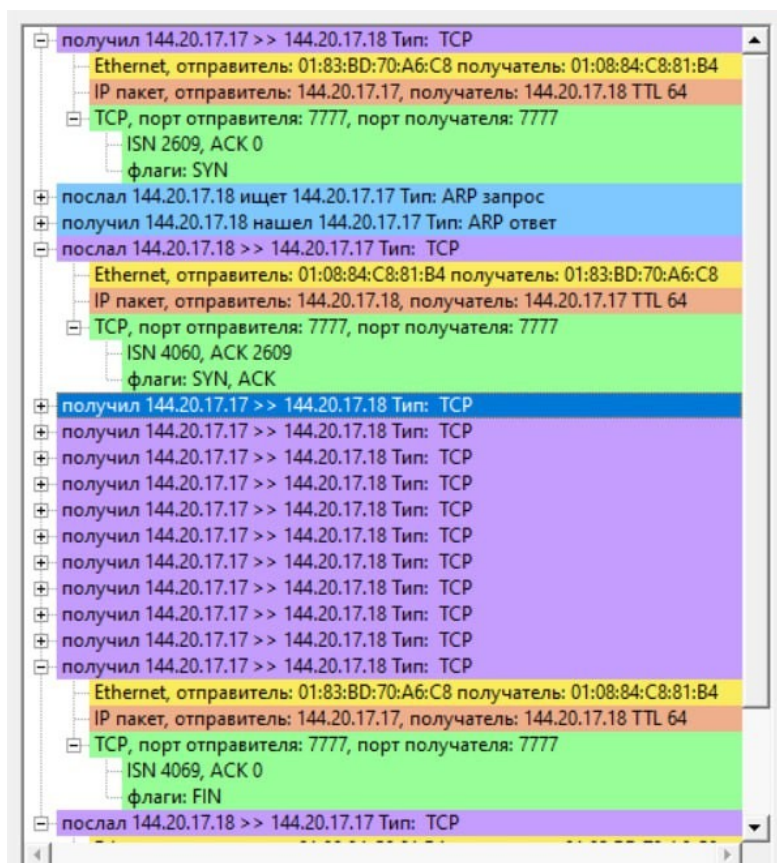


Рисунок 20: Сеть 2 - TCP запрос 10 кбайт К6

4. Многосегментная локальная сеть (Сеть 3)

Для нормальной работоспособности сети необходимо, чтобы концентратор был соединен только с одним коммутатором. Кольцевая связь точно недопустима, так как в таком случае может сложиться ситуация, когда пакет будет блуждать по кругу. Если это IP пакет, то он может быть отброшен при проходе через n маршрутизаторов самим им (TTL), однако это не самый лучший вариант, так как сеть будет загружена, но не будет выполнять полезной работы. Например, блуждание может случиться при отправке какого-либо широковещательного запроса.

Кроме того, нельзя, чтобы с концентратором было связано 2 или более коммутатора, поскольку при возврате, например, TCP сообщения из одного коммутатора при установке соединения, оно через концентратор будет продублировано на другой коммутатор, поэтому в таблицу коммутации будут занесены MAC адреса отправителя и получателя из одного входа. В результате

при приходе очередного ТСР пакета на последний коммутатор, он будет отправлен обратно, так как присутствует запись, что такой-то MAC адрес находится на этом входе/выходе. В результате пакет будет продублирован/начнет блуждать.

Вариант рабочей сети с концентраторами и коммутаторами, где соблюдаются эти требования, представлен ниже.

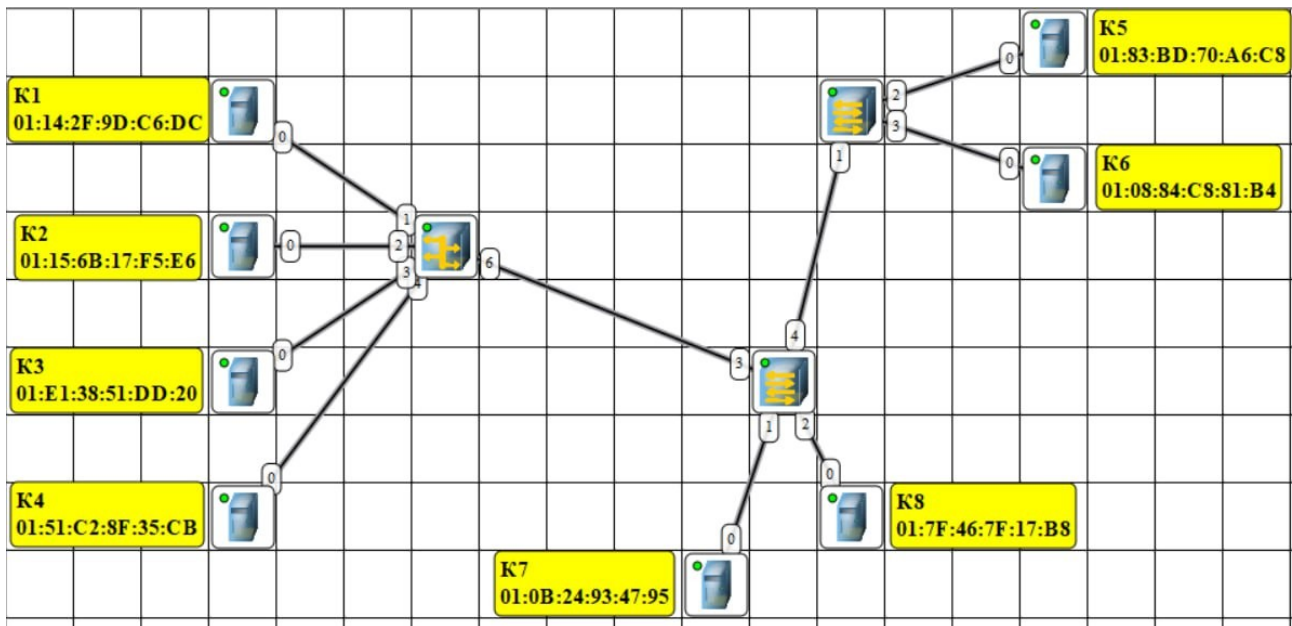


Рисунок 21: Сеть 3 - Вариант рабочей сети с 2 коммутаторами и концентратором

ARP таблицы и таблицы маршрутизации компьютеров устанавливаются аналогичным образом, как и выше.

При замене коммутаторов на концентраторы кольцевая связь также недопустима из-за бесконечного блуждания/дублирования пакетов на компьютерах. В противном случае сеть будет работоспособной, однако становится невозможным одновременное осуществление запросов с нескольких компьютеров. Также, не всегда хорошо, когда пакет отправляется всем другим компьютерам в сети, так как это нагрузка на всю сеть.

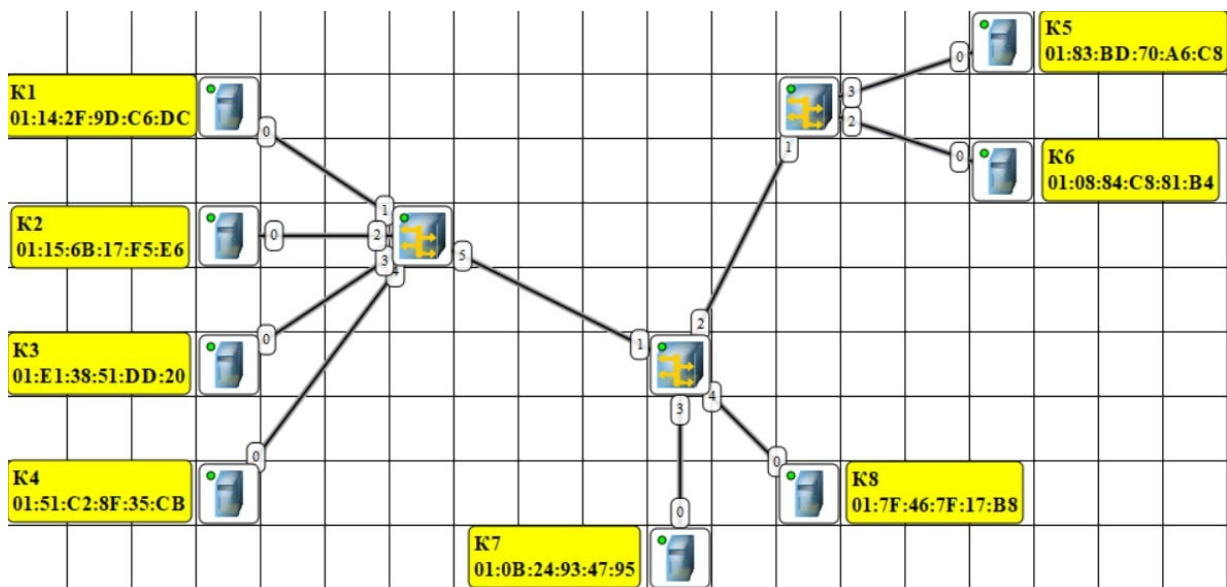


Рисунок 22: Сеть 3 - Вариант рабочей сети с 3 концентраторами

Результаты отправки пакетов по TCP и UDP аналогичны для случая с коммутаторами и без. Ниже приведены результаты.

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	144.20.0.0	255.255.0.0	144.20.17.13	144.20.17.13	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Рисунок 23: Сеть 3 - Таблица маршрутизации K1

Арп таблица

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:83:BD:70:A6:C8	144.20.17.17	Динамическая	eth0	882
2	01:0B:24:93:47:95	144.20.17.19	Динамическая	eth0	454
3	01:08:84:C8:81:B4	144.20.17.18	Динамическая	eth0	121

Рисунок 24: Сеть 3 - ARP таблица K1

	Мас-адрес	Порт	Тип записи	Время жизни
1	01:14:2F:9D:C6:DC	LAN1	Динамическая	127
2	01:E1:38:51:DD:20	LAN1	Динамическая	97
3	01:08:84:C8:81:B4	LAN4	Динамическая	87
4	01:7F:46:7F:17:B8	LAN3	Динамическая	58
5	01:83:BD:70:A6:C8	LAN4	Динамическая	58
6	01:15:6B:17:F5:E6	LAN1	Динамическая	28

Рисунок 25: Сеть 3 - таблица коммутации Коммутатора 1
(посередине)

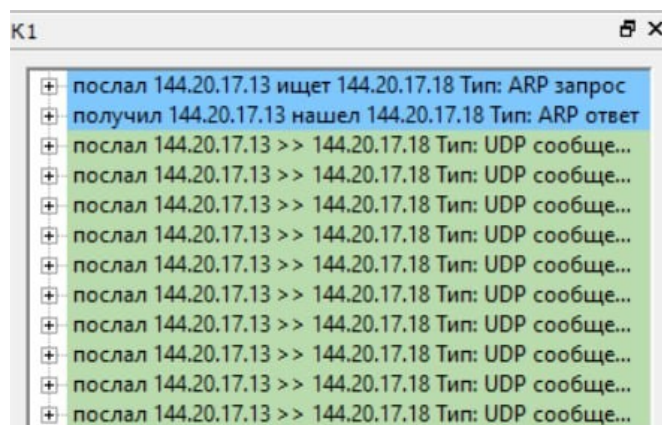


Рисунок 26: Сеть 3 - UDP запрос K1

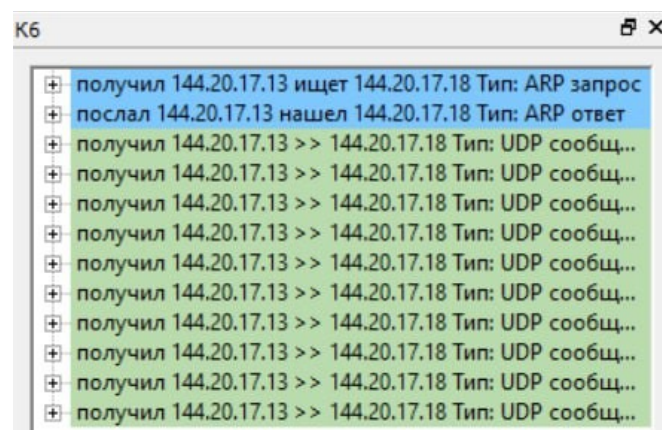


Рисунок 27: Сеть 3 - UDP запрос K6

5. Выводы

В процессе выполнения лабораторной работы рассмотрены принципы построения сетей с помощью концентраторов, коммутаторов. Концентратор — устройство, которое пересылает на все порты, отличные от входящего, а коммутатор — использует либо таблицу коммутации, либо, если в этой таблице нет записи о MAC адресе, то работают по аналогичному концентратору принципу. Эти два устройства можно комбинировать между собой, однако нужно следить за тем, чтобы сеть правильно функционировала (эти случаи были рассмотрены в Пункте 4). Как мне кажется, в современном мире отдается предпочтение построению сетей с использованием исключительно коммутаторов. Если использовать концентраторы, то нужно учитывать совместимость работы вместе с коммутаторами (как в Пункте 4), либо использовать исключительно концентраторы, но тогда сеть может быть более загружена.

Также были рассмотрены принципы заполнения ARP таблиц, таблиц маршрутизации компьютеров, а также функционирования TCP, UDP протоколов. Так последний является более «легковесным», однако не гарантирует доставки, последовательности пакетов, в то время как TCP благодаря наличию дополнительной информации в пакете и установки соединения это предоставляет.