



Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №2

«Моделирование компьютерных сетей в среде NetEmul. Локальные сети»
по дисциплине «Компьютерные сети»

Выполнила:

Студент группы Р3332

Чмурова Мария Владиславовна

Преподаватель:

Алиев Тауфик Измайлович

Санкт-Петербург

2025

Оглавление

<i>Введение</i>	3
<i>Вариант лабораторной работы</i>	3
<i>Этап 1. Локальная сеть с концентратором</i>	4
1.1. Построение сети	4
1.2. Анализ Таблиц	4
1.3. Тестирование сети, отправка пакетов	6
<i>Этап 2. Локальная сеть с коммутатором</i>	8
2.1. Построение сети	8
2.2. Анализ таблиц	8
2.3. Тестирование сети, отправка пакетов	9
<i>Этап 3. Многосегментная локальная сеть</i>	10
3.1. Построение сети	10
3.2. Анализ таблиц	11
3.3. Тестирование сети, отправка пакетов	12
<i>Вывод</i>	12

Введение

Целью работы является 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 лабораторной работы

Формирование 4 байта IP-адресов:

Ф = Чмунова (7)

И = Мария (5)

О = Владиславовна (13)

Н = 32

Класс А: $(7 + 2).(5 + 2).(13 + 2).(7 + 5) = 9.7.15.12$

Класс В: $(5 + 7 + 128).(13 + 2).(7 + 2).(7 + 5) = 140.15.9.12$

Класс С: $(192+2+13).(7+2).(5+2).(7+5) = 207.9.7.12$

Вар-т	Количество компьютеров в ...			Класс IP-адресов
	Сети 1 (N_1)	Сети 2 (N_2)	Сети 3 (N_3)	
12	3	3	3	А

Этап 1. Локальная сеть с концентратором

1.1. Построение сети

Для нумерации IP-адресов используются диапазон адресов:

9.7.5.12 – 9.7.5.14

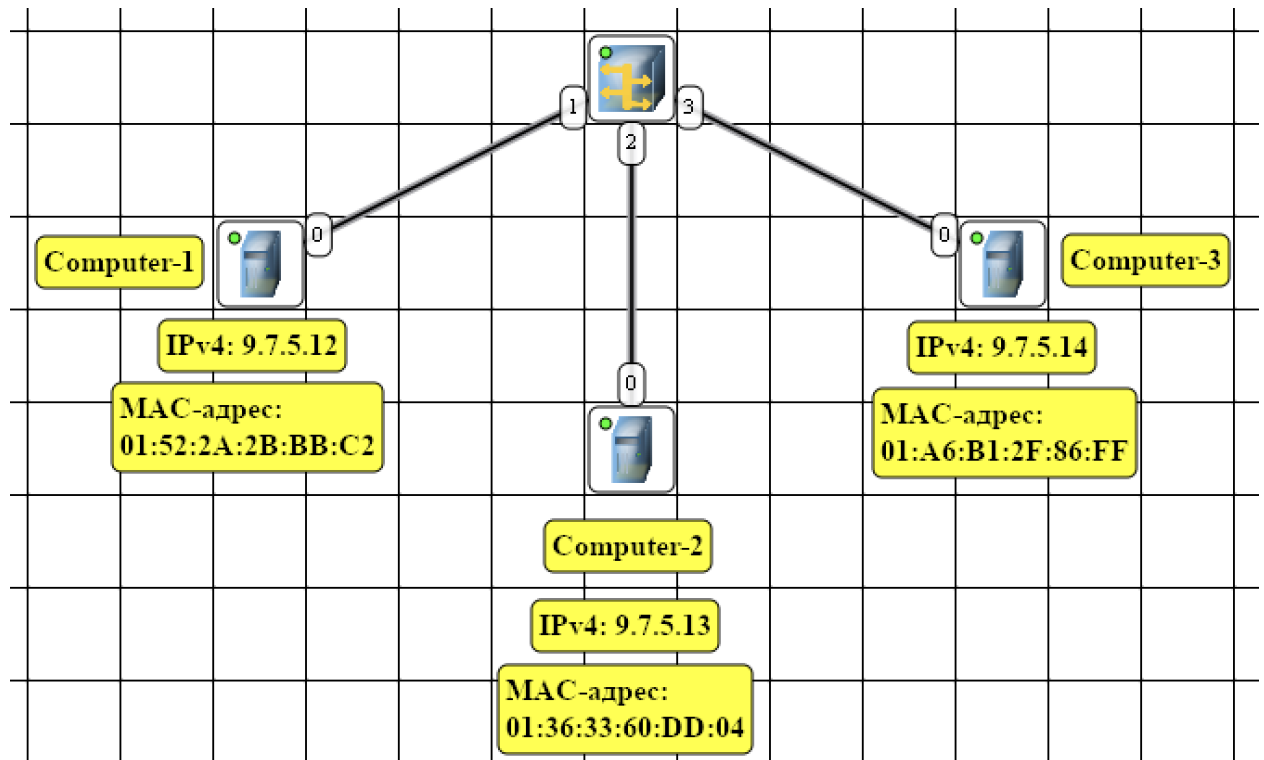


Рисунок 1. Локальная сеть с концентратором

1.2. Анализ Таблиц

ARP (Address Resolution Protocol) - протокол для определения MAC-адреса другого компьютера по известному IP-адресу. ARP-таблица - хранит соответствия между IP-адресами и MAC-адресами устройств в локальной сети. Это позволяет устройствам находить друг друга на канальном уровне (уровне сетевого интерфейса в TCP/IP).

До начала отправки ARP-запросов таблица пуста. После отправки ARP-запросов таблицы заполнились записями о соответствии MAC-адресов сетевых интерфейсов и IPv4-адресов двух других компьютеров:

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:36:33:60:DD:04	9.7.5.13	Динамическая	eth0	63
2	01:A6:B1:2F:86:FF	9.7.5.14	Динамическая	eth0	14

Рисунок 2. ARP-таблица Computer-1

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:52:2A:2B:BB:C2	9.7.5.12	Динамическая	eth0	50
2	01:A6:B1:2F:86:FF	9.7.5.14	Динамическая	eth0	14

Рисунок 3. ARP-таблица Computer-2

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:52:2A:2B:BB:C2	9.7.5.12	Динамическая	eth0	73
2	01:36:33:60:DD:04	9.7.5.13	Динамическая	eth0	63

Рисунок 4. ARP-таблица Computer-3

Пояснения содержимого ARP-таблиц:

- При отправке ARP-запроса с Computer-1 на Computer-2 концентратор отправляет запрос на все имеющиеся компьютеры: на Computer-2 и Computer-3. Компьютер с искомым MAC-адресом (Computer-2) после получения ARP-запроса отправляет ARP-ответ на все компьютеры. После чего, все полученные MAC-адреса были за кэшированы в ARP-таблицах, которые получили ARP-запросы и ARP-ответы.

Таблица маршрутизации - таблица, состоящая из сетевых маршрутов и предназначенная для определения наилучшего пути передачи сетевого пакета

Таблица маршрутизации Computer-1:

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	9.0.0.0	255.0.0.0	9.7.5.12	9.7.5.12	0	Подключена

Рисунок 5. Таблица маршрутизации Computer-1

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	9.0.0.0	255.0.0.0	9.7.5.13	9.7.5.13	0	Подключена

Рисунок 6. Таблица маршрутизации Computer-2

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	9.0.0.0	255.0.0.0	9.7.5.14	9.7.5.14	0	Подключена

Рисунок 7. Таблица маршрутизации Computer-3

- Адрес назначения – куда должен быть отправлен пакет. В данном случае в локальную сеть 9.0.0.0
- Маска – какая часть IP-адреса является адресом сети, а какая адресом узла. Получается, что первый октет – адрес сети, а последние три – адрес узла. Первый октет относится к сети типа А.
- Шлюз - обеспечивает маршрутизацию данных между различными сетями. В данном случае шлюз указывает на интерфейс самого устройства.
- Интерфейс - сетевой интерфейс, через который пакеты будут отправлены. Например, для Computer-1 это IP-адрес 9.7.5.12 Ethernet-интерфейса eth0
- Метрика – определяет приоритет маршрута, чем меньше значение, тем предпочтительнее маршрут. Например, значение ноль указывает, что маршрут прямой (устройства находятся в одной сети)
- Источник – состояние источника, например – Подключено

1.3. Тестирование сети, отправка пакетов

Передача сообщений с использованием транспортного протокола UDP:

Computer-1	Computer-2	Computer-3
12:57:27.881 послан 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос	12:57:32.852 получил 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос	12:57:33.101 получил 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос
12:57:37.252 получил 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: ARP ответ	12:57:32.852 послан 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP ответ	12:57:37.101 получил 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP ответ
12:57:37.252 послан 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: UDP сообщение пользователя	13:04:41.385 получил 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: UDP сообщение пользователя	13:04:41.685 получил 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: UDP сообщение пользователя
Ethernet, отправитель: 01:52:2A:2B:BB:C2 получатель: 01:36:33:60:DD:04	Ethernet, отправитель: 01:52:2A:2B:BB:C2 получатель: 01:36:33:60:DD:04	Ethernet, отправитель: 01:52:2A:2B:BB:C2 получатель: 01:36:33:60:DD:04
IP пакет, отправитель: 9.7.5.12, получатель: 9.7.5.13 TTL 64	IP пакет, отправитель: 9.7.5.12, получатель: 9.7.5.13 TTL 64	IP пакет, отправитель: 9.7.5.12, получатель: 9.7.5.13 TTL 64
UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777	UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777	UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777

Рисунок 8. Пример передачи сообщения для этапа 1

Описание передачи в сети:

- ARP запрос: широковещательный запрос, отправленный Computer-1 для определения MAC-адреса устройства с IP-адресом 9.7.5.13 (Computer-2)

- Кадр Ethernet: отправитель 01:52:2A:2B:BB:C2 (MAC-адрес Computer-1), получатель FF:FF:FF:FF:FF:FF (широковещательный адрес, запрос всем устройствам в сети)
- ARP-ответ: ответ от Computer-2, сообщаящего свой MAC-адрес.
 - Кадр Ethernet: содержит MAC-адрес отправителя (Computer-2) и MAC-адрес получателя (Computer-1)
 - ARP-ответ: IP-адрес и MAC-адрес отправителя, IP-адрес и MAC-адрес получателя
- UDP сообщение пользователя: пакет данных, который отправляет Computer-1 на Computer-2
 - Кадр Ethernet: MAC-адреса отправителя и получателя
 - IP-пакет: IP-адреса отправителя и получателя и время жизни пакета, уменьшающееся на каждом маршрутизаторе
 - UDP-сегмент: порты отправителя и получателя – 7777

Описание передачи и содержимого пакетов:

Происходит ARP-запрос, чтобы узнать MAC-адрес Computer 2, затем ARP-ответ от Computer 2 с указанием своего MAC-адреса. Затем отправка UDP-пакета Computer-1 -> Computer-2 с Ethernet пакетом, содержащим MAC-адреса отправителя и получателя, UDP-сегмента с портами и пакет с IP-адресами отправителя и получателя

Этап 2. Локальная сеть с коммутатором

2.1. Построение сети

Для нумерации IP-адресов используется диапазон адресов:

9.7.5.12 – 9.7.5.14

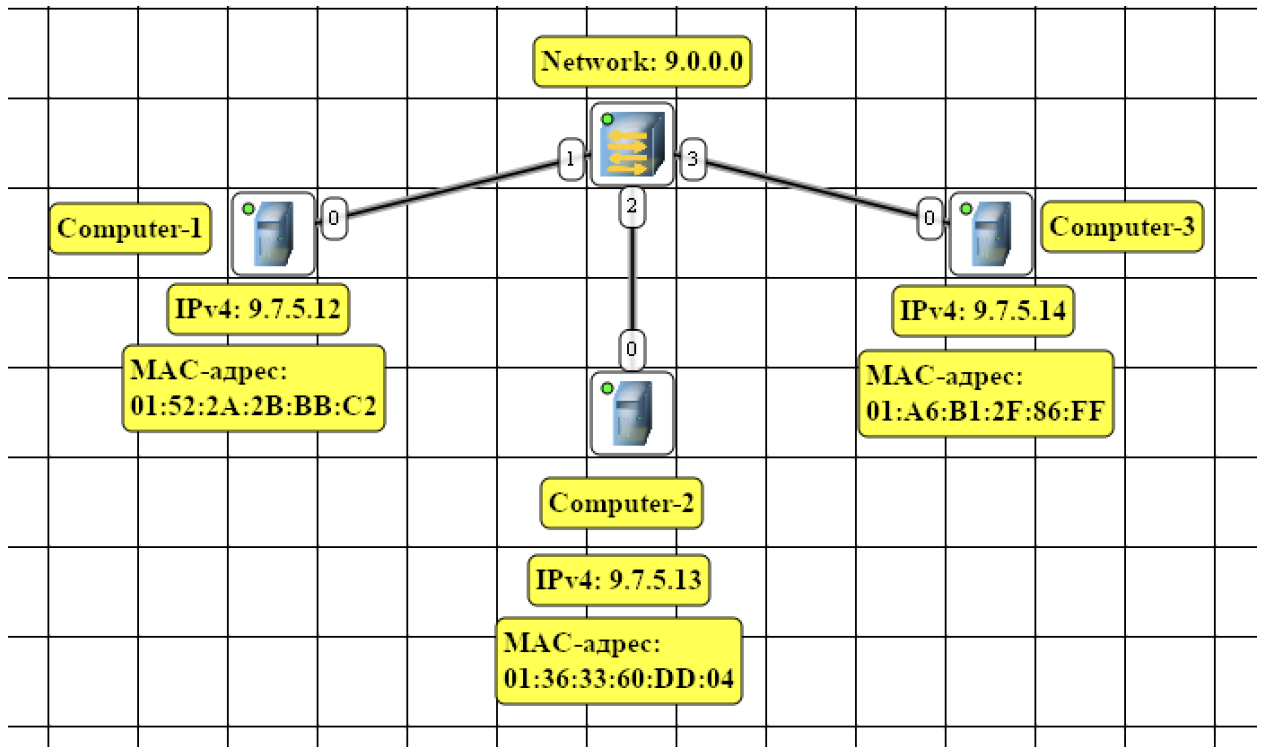


Рисунок 9. Модель локальной сети из 3 компьютеров с коммутатором

2.2. Анализ таблиц

ARP-таблицы и таблицы маршрутизаторов для компьютеров не изменились.

Коммутатор имеет свою собственную ARP-таблицу, которая заполняется по мере отправки ARP-запросов и ARP-ответов между компьютерами. Она содержит MAC-адреса всех известных для коммутатора компьютеров:

Таблица коммутации			
	Mac-адрес	Порт	Тип записи
1	01:52:2A:2B:BB:C2	LAN1	Динамическая
2	01:36:33:60:DD:04	LAN2	Динамическая
3	01:A6:B1:2F:86:FF	LAN3	Динамическая
<div> <div>Mac-адрес: 00:00:00:00:00:00</div> <div>Порт: LAN1</div> <div> <div>Добавить</div> <div>Удалить</div> <div>Заккрыть</div> </div> </div>			

Рисунок 10. ARP-таблица коммутатора

Отправка сообщения с Computer-1 на Computer-2 имеет следующее логирование:

Computer-1	Computer-2	Computer-3
<div> <div>13:28:11.473 послал 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос</div> <div>13:28:19.654 получил 9.7.5.12 нашел 9.7.5.13 Тип: ARP ответ</div> <div>13:28:19.655 послал 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: UDP сообщение пользователя</div> </div>	<div> <div>13:28:15.853 получил 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос</div> <div>13:28:15.854 послал 9.7.5.12 нашел 9.7.5.13 Тип: ARP ответ</div> <div>13:28:23.304 получил 9.7.5.12 >> 9.7.5.13 Тип: UDP сообщение пользователя</div> </div>	<div> <div>13:28:16.254 получил 9.7.5.12 ищет 9.7.5.13 Тип: ARP запрос</div> </div>

Рисунок 11. Логирование отправки сообщения с Computer-1 на Computer-2

2.3. Тестирование сети, отправка пакетов

При тестировании пакет данных отправлялся по протоколу UDP с Computer-1 на Computer-3. Отправка аналогична предыдущему этапу. Основное отличие заключается в использовании коммутатора, хранящего MAC-адреса компьютеров в сети. Однако в отличие от использования концентратора, ARP-ответ не отправляется всем компьютерам в сети, а только тому, который отправил ARP-запрос, так как коммутатор хранит информацию об отправителе ARP-запроса:

Computer-1	Computer-3
<div> <div>13:31:42.873 послал 9.7.5.12 >> 9.7.5.14 Тип: UDP сообщение пользователя</div> <div>Ethernet, отправитель: 01:52:2A:2B:BB:C2 получатель: 01:A6:B1:2F:86:FF</div> <div>IP пакет, отправитель: 9.7.5.12, получатель: 9.7.5.14 TTL 64</div> <div>UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777</div> </div>	<div> <div>13:31:47.882 получил 9.7.5.12 >> 9.7.5.14 Тип: UDP сообщение пользователя</div> <div>Ethernet, отправитель: 01:52:2A:2B:BB:C2 получатель: 01:A6:B1:2F:86:FF</div> <div>IP пакет, отправитель: 9.7.5.12, получатель: 9.7.5.14 TTL 64</div> <div>UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777</div> </div>

Рисунок 12. Отправка данных с Computer-1 на Computer-3

Этап 3. Многосегментная локальная сеть

3.1. Построение сети

Для построение данной сети необходимо использовать соединения между коммутаторами и концентраторами для создания единой локальной сети. Соединение «кольцо» невозможно для решения этой задачи, так как при передаче пакетов устройства начнет отправлять ARP-запросы, которые будут клонироваться и в итоге будут бесконечными. Таким образом, сеть будет соединяться последовательно.

Для реализации сети будет использовать диапазон IP-адресов: 9.7.5.12 – 9.7.5.20. Таким образом, получим последовательную сеть из 2 коммутаторов и одного концентратора:

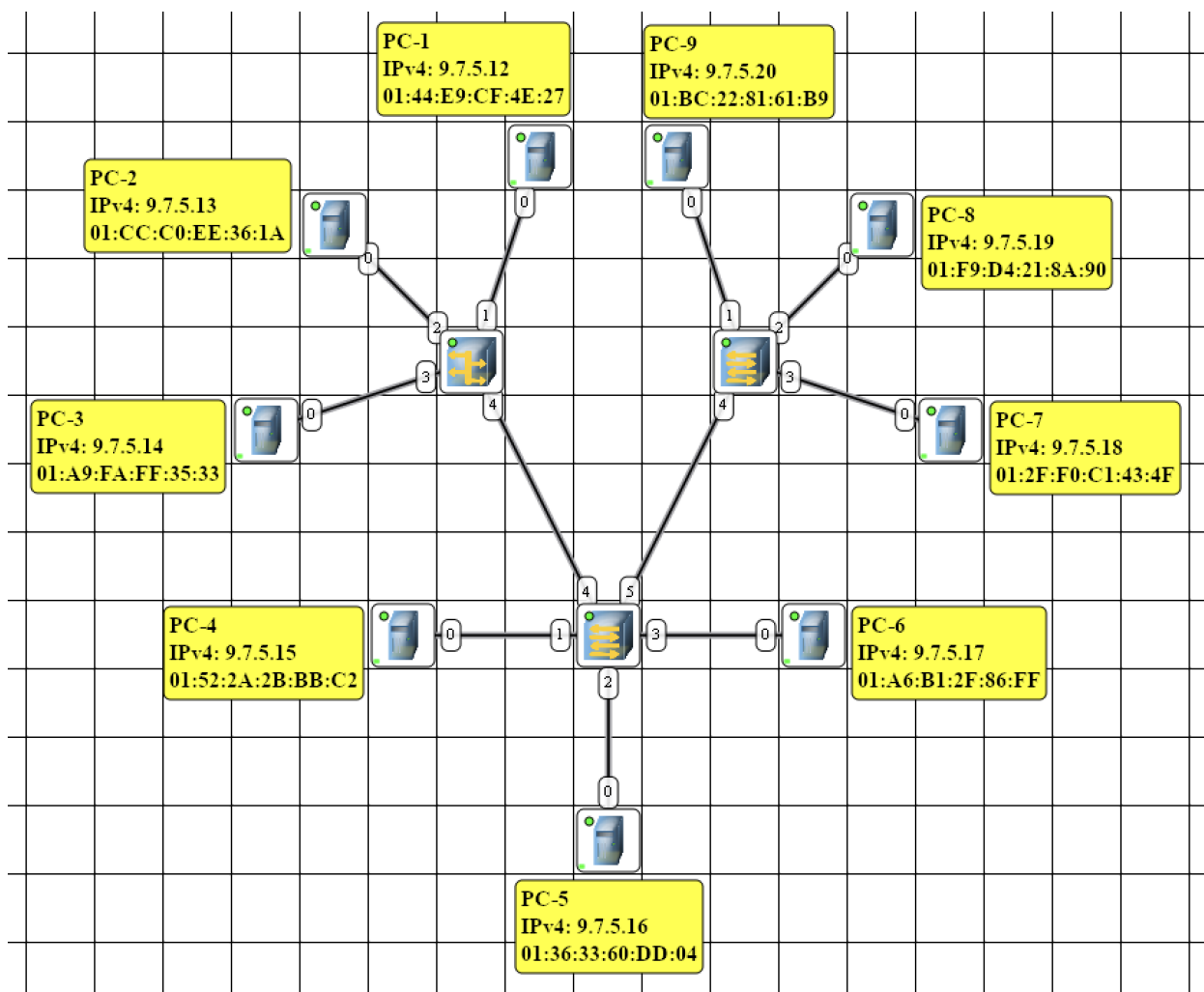
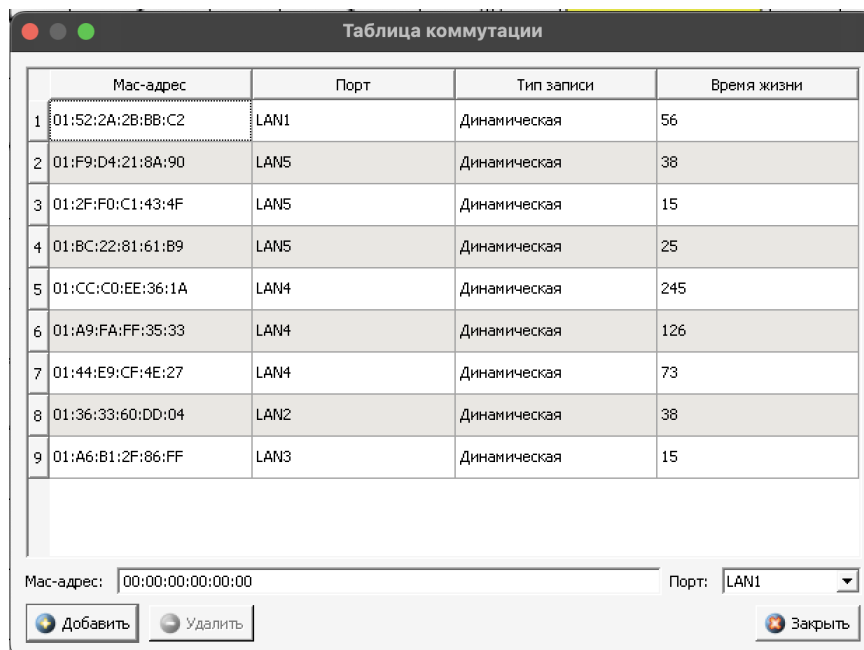


Рисунок 13. Многосегментная локальная сеть

3.2. Анализ таблиц

После отправки ARP-запросов и данных между компьютерами, таблица коммутации для коммутаторов заполняется и будут содержать MAC-адреса всех компьютеров в сети:



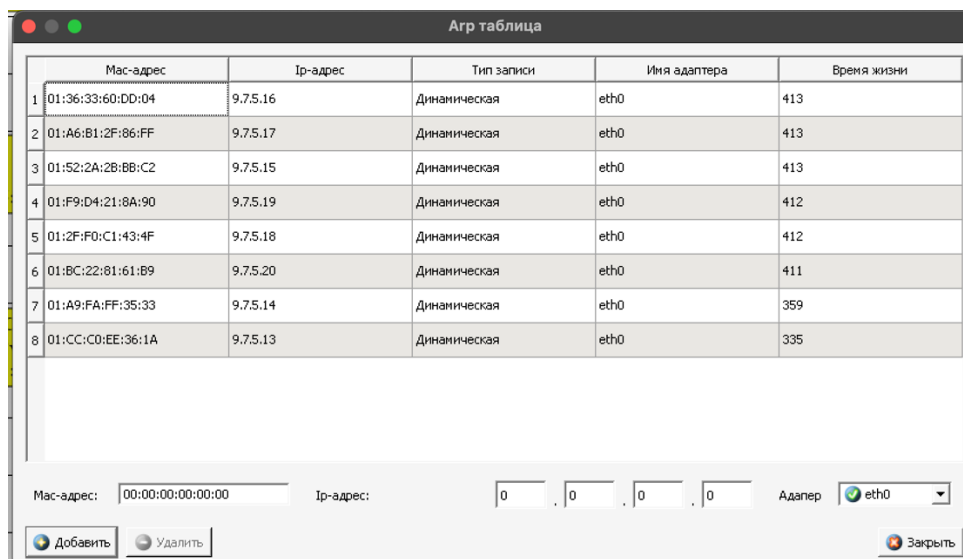
	Mac-адрес	Порт	Тип записи	Время жизни
1	01:52:2A:2B:BB:C2	LAN1	Динамическая	56
2	01:F9:D4:21:8A:90	LAN5	Динамическая	38
3	01:2F:F0:C1:43:4F	LAN5	Динамическая	15
4	01:BC:22:81:61:B9	LAN5	Динамическая	25
5	01:CC:C0:EE:36:1A	LAN4	Динамическая	245
6	01:A9:FA:FF:35:33	LAN4	Динамическая	126
7	01:44:E9:CF:4E:27	LAN4	Динамическая	73
8	01:36:33:60:DD:04	LAN2	Динамическая	38
9	01:A6:B1:2F:86:FF	LAN3	Динамическая	15

Mac-адрес: 00:00:00:00:00:00 Порт: LAN1

Добавить Удалить Закрыть

Рисунок 14. Таблица коммутации

ARP-таблицы заполняются по мере передачи сообщений в сети и указывают конкретные MAC-адреса для конкретных IP-адресов:



	Mac-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:36:33:60:DD:04	9.7.5.16	Динамическая	eth0	413
2	01:A6:B1:2F:86:FF	9.7.5.17	Динамическая	eth0	413
3	01:52:2A:2B:BB:C2	9.7.5.15	Динамическая	eth0	413
4	01:F9:D4:21:8A:90	9.7.5.19	Динамическая	eth0	412
5	01:2F:F0:C1:43:4F	9.7.5.18	Динамическая	eth0	412
6	01:BC:22:81:61:B9	9.7.5.20	Динамическая	eth0	411
7	01:A9:FA:FF:35:33	9.7.5.14	Динамическая	eth0	359
8	01:CC:C0:EE:36:1A	9.7.5.13	Динамическая	eth0	335

Mac-адрес: 00:00:00:00:00:00 Ip-адрес: 0.0.0.0 Адаптер: eth0

Добавить Удалить Закрыть

Рисунок 15. ARP-таблица для PC-1

3.3. Тестирование сети, отправка пакетов

Для тестирования сети отправим пакет данных с помощью UDP с PC-1 на PC-9:

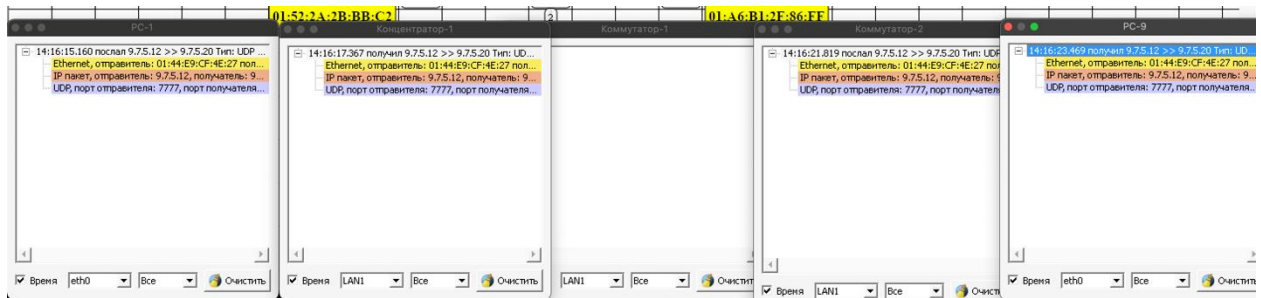


Рисунок 16. Пример отправки данных через концентратор и коммутатор

Вывод

В ходе данной лабораторной работы я изучила принципы настройки и функционирования локальных сетей с использованием концентраторов и коммутаторов, а также процессы передачи данных в стеке протоколов TCP/IP. В среде моделирования NetEmul были построены различные топологии сети, проанализирована работа устройств на канальном уровне и исследован механизм коммутации кадров. Анализ ARP-таблиц и таблиц маршрутизации помог детальнее разобраться в механизмах адресации и обработки пакетов.