

Университет ИТМО
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №1
«Модели простейших компьютерных сетей»
по дисциплине «Компьютерные сети»

Выполнил:
Студент 3 курса группы Р3311
Шорников Сергей Андреевич

Преподаватель:
Тропченко А. А.

г. Санкт-Петербург
2025 г.

1 Введение

Целью работы является изучение принципов построения и настройки моделей компьютерных сетей в среде NetEmul.

2 Вариант лабораторной работы

Ф = 8 (Шорников); И = 6 (Сергей); О = 9 (Андреевич); Н = 11 (Р3311)

$\Rightarrow (192 + 11 + 9).(8 + 11).(6 + 11).(8+6) \Leftrightarrow 212.19.17.14$

Итак, исходный IPv4 адрес класса С: **212.19.17.14**

3 Этап 1. Простейшая сеть из двух компьютеров

3.1 Построение сети

Для нумерации интерфейсов двух компьютеров в данной сети используется пул последовательных адресов: **212.19.17.14 - 212.19.17.15**

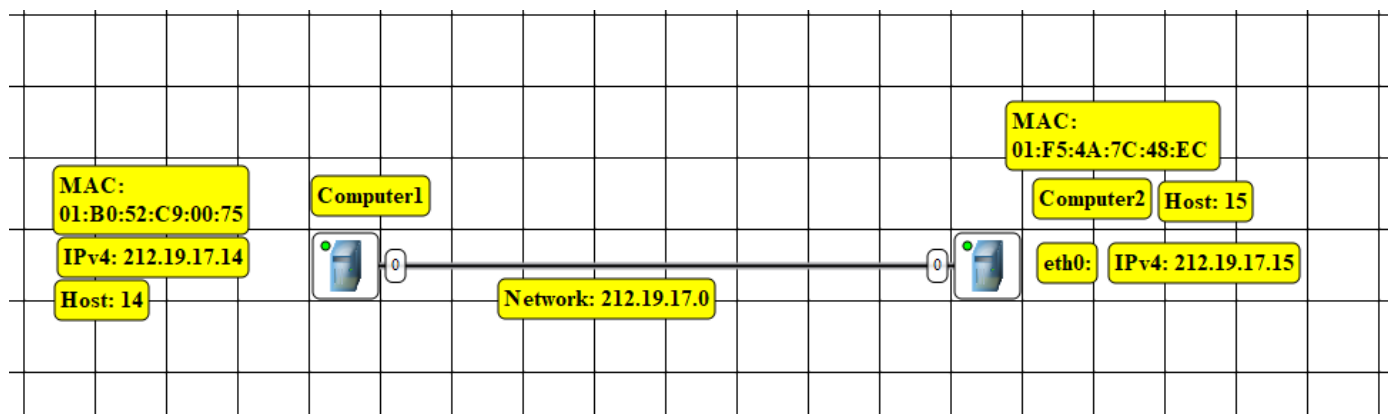


Рис.1: Модель простейшей сети из 2х компьютеров

3.2 Анализ таблиц

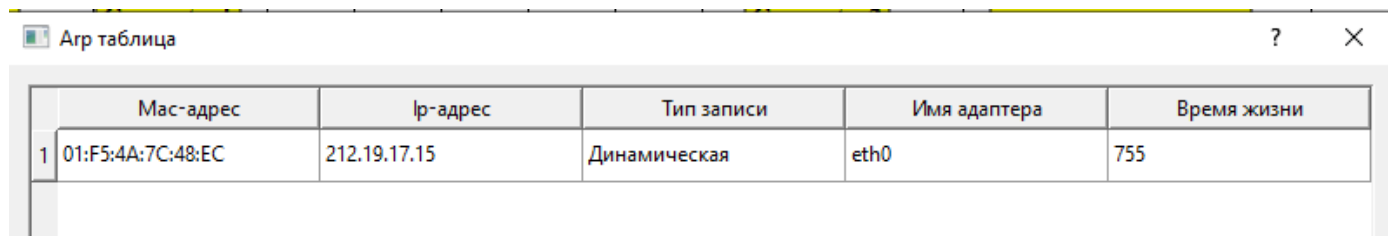
ARP-таблица

Address Resolution Protocol - протокол для разрешения MAC-адресов физического сетевого устройства по IP-адресу компьютера.

ARP-таблица - хранит соответствия между IP-адресами и MAC-адресами устройств в локальной сети. Это позволяет

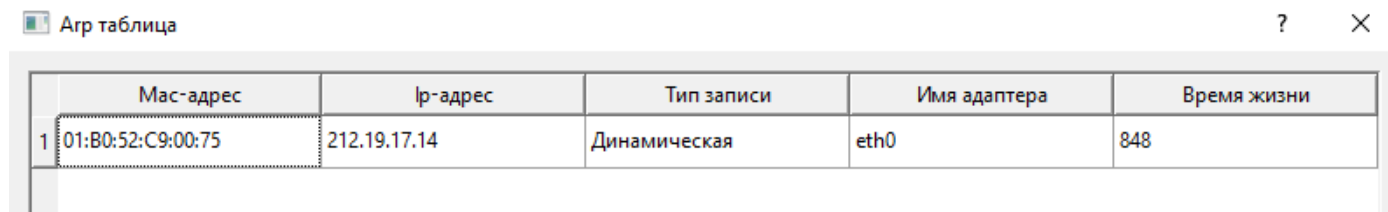
устройствам находить друг друга на канальном уровне (уровне сетевого интерфейса в TCP/IP).

В устройстве Computer1 ARP таблица выглядит следующим образом:



	Mac-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:F5:4A:7C:48:EC	212.19.17.15	Динамическая	eth0	755

В устройстве Computer 2 ARP таблица выглядит следующим образом:



	Mac-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:B0:52:C9:00:75	212.19.17.14	Динамическая	eth0	848


Пояснения по содержимому таблиц:

- ARP-запрос был отправлен с Computer 1 и получен всеми устройствами в сети, в данном случае - Computer 2 узнал в запросе свой IP-адрес и отправил ARP-ответ, после чего MAC-адрес Computer 2 был **закеширован** в ARP-таблице Computer 1, чтобы не запрашивать его каждый раз (и наоборот).
- Записи являются **динамическими**, то есть они создаются автоматически при отправке ARP-запросов и удаляются через определённое **время жизни** (TTL - Time To Live).
- Например, Computer 1 знает, что IP-адрес **236.38.36.13** принадлежит устройству с MAC-адресом **01:F5:4A:7C:48:EC**, с которым можно взаимодействовать по сетевому Ethernet-интерфейсу **eth0**

Таблица маршрутизации

- содержит информацию о том, как данные должны передаваться между сетями. Она определяет, куда отправлять пакеты в зависимости от их IP-адреса назначения.

Таблица маршрутизации Computer 1:

 Таблица маршрутизации

?

×

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.14	212.19.17.14	0	Подключена

Таблица маршрутизации Computer 2:

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.15	212.19.17.15	0	Подключена

Пояснения по содержимому таблиц:

1. Назначение (Destination):

- Указывает сеть или IP-адрес, куда должен быть отправлен пакет. В нашем случае это локальная сеть **212.19.17.0**.

2. Маска (Mask):

- Определяет, какая часть IP-адреса относится к сети, а какая — к узлу. Маска **255.255.255.0** означает, что первые 24 бита (3 октета) относятся к сети, а последние 8 бит — к узлу.

3. Шлюз (Gateway):

- Это IP-адрес устройства, через которое пакеты должны быть отправлены, если они не находятся в локальной сети. В данном случае шлюз указывает на интерфейс самого устройства, так как маршрутизатор не используется.

4. Интерфейс (Interface):

- Это сетевой интерфейс, через который пакеты будут отправлены. В нашем случае это Ethernet-интерфейс **eth0** с IP-адресом **212.19.17.14** для Compute1 и **212.19.17.15** для Compute2.

5. Метрика (Metric):

- Это числовое значение, которое определяет приоритет маршрута. Чем меньше метрика, тем предпочтительнее маршрут. В нашем случае метрика равна 0, что означает, что это прямой маршрут (устройства находятся в одной сети).

6. Источник (Source):

- Указывает на состояние источника. Например, Connected - подключено.

3.3 Тестирование сети (отправка пакетов)

Передача сообщений проводилась с использованием транспортного протокола UDP:

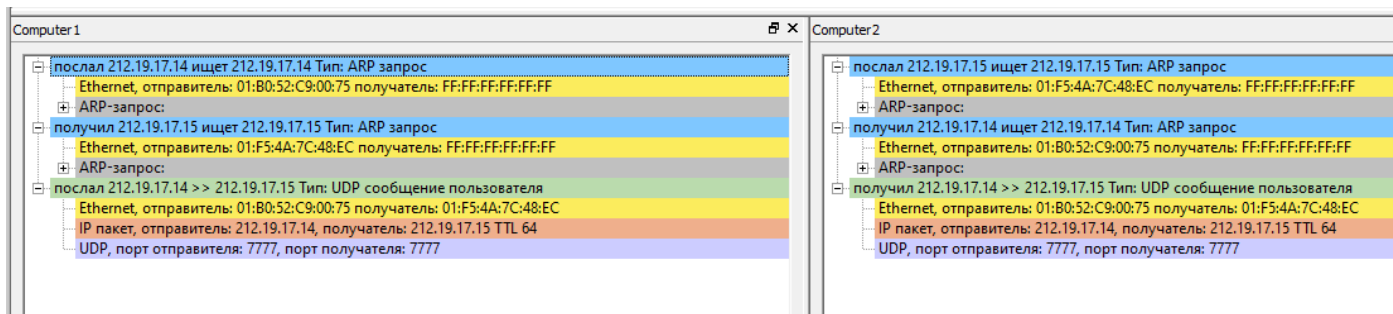


Рис.2: Журнал сообщений Computer 1 и Computer 2

3.3.1. Какие пакеты и кадры передаются в сети?

1. ARP-запрос (ARP request):

- Это широковещательный запрос, который отправляет Computer1, чтобы узнать MAC-адрес устройства с IP-адресом 212.19.17.15 (Computer2).
- Кадр Ethernet:
 - Отправитель (Sender): 01:B0:52:C9:00:75 (MAC-адрес Computer1).
 - Получатель (Receiver): FF:FF:FF:FF:FF:FF (широковещательный адрес, запрос отправляется всем устройствам в сети).
- ARP-запрос:
 - IP-адрес отправителя: FF:FF:FF:FF:FF:FF (Computer1).
 - MAC-адрес отправителя: 01:B0:52:C9:00:75 (Computer1).
 - IP-адрес назначения: 212.19.17.15 (Computer2).
 - MAC-адрес назначения: 00:00:00:00:00:00 (неизвестен, поэтому запрашивается).

2. ARP-ответ (ARP response):

- Это ответ от Computer2 на ARP-запрос, в котором он сообщает свой MAC-адрес.

- Кадр Ethernet:
 - Отправитель (Sender): 01:F5:4A:7C:48:EC (MAC-адрес Computer2).
 - Получатель (Receiver): 01:B0:52:C9:00:75 (MAC-адрес Computer1).
 - ARP-ответ:
 - IP-адрес отправителя: 212.19.17.15 (Computer2).
 - MAC-адрес отправителя: 01:F5:4A:7C:48:EC (Computer2).
 - IP-адрес назначения: 212.19.17.14 (Computer1).
 - MAC-адрес назначения: 01:B0:52:C9:00:75 (Computer1).
3. UDP-пакет (UDP Message user):
- Это пакет данных, который Computer 1 отправляет на Computer 2 с использованием протокола UDP.
 - Кадр Ethernet:
 - Отправитель (Sender): 01:B0:52:C9:00:75 (MAC-адрес Computer1).
 - Получатель (Receiver): 01:F5:4A:7C:48:EC (MAC-адрес Computer2).
 - IP-пакет:
 - Отправитель (Sender): 212.19.17.14 (Computer1).
 - Получатель (Receiver): 212.19.17.15 (Computer2).
 - TTL (Time To Live): 64 (время жизни пакета, уменьшается на каждом маршрутизаторе).
 - UDP-сегмент:
 - Порт отправителя (Sender port): 7777.
 - Порт получателя (Receiver port): 7777.

3.3.2. Как происходит передача, что содержится в пакетах?

Сначала ARP-запрос, чтобы узнать MAC-адрес Computer 2, затем ARP-ответ от Computer 2 с указанием своего MAC-адреса, и после получения ARP-ответа устройством Computer 1, отправка UDP-пакета от Computer 1 до Computer 2 с Ethernet пакетом, содержащим MAC-адреса отправителя и получателя, UDP сегментом с портами отправителя и получателя и IP пакет с IP-адресами отправителя и получателя.

3.3.2. Появились ли изменения в таблицах?

В таблицах маршрутизации, ожидаемо, изменений не произошло, т.к. конфигурация (топология) сети не поменялась, однако содержимое ARP-таблиц обновилось записями о соответствии MAC-адресов и IP-адресов Computer 1 и Computer 2.

4 Этап 2. Линейная сеть из трех компьютеров

4.1 Построение сети

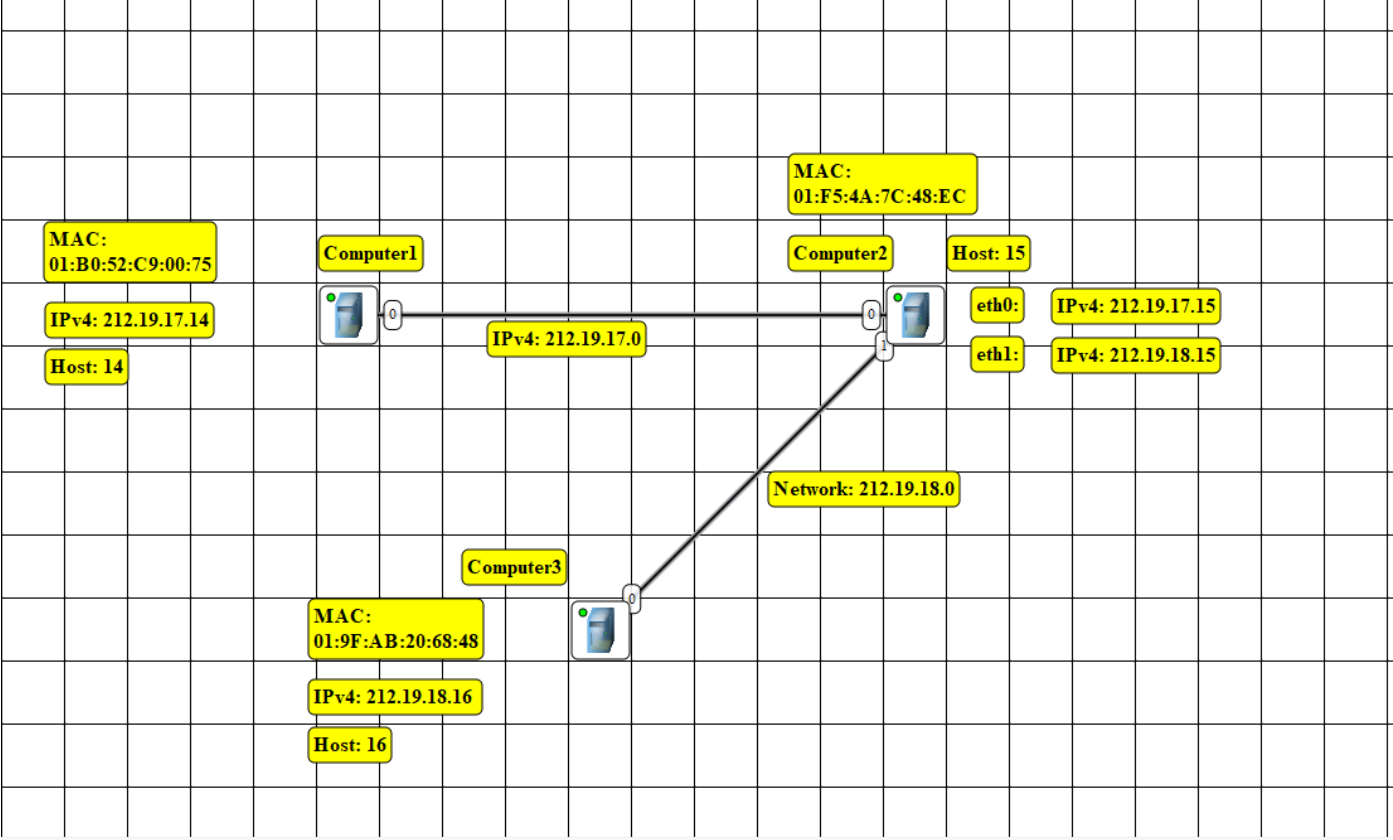


Рис.3: Модель линейной сети из 3х компьютеров

4.2 Анализ таблиц

Таблицы Computer 2.

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.15	212.19.17.15	0	Подключена
2	212.19.18.0	255.255.255.0	212.19.18.15	212.19.18.15	0	Подключена

ARP-таблица

	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:B0:52:C9:00:75	212.19.17.14	Динамическая	eth0	649
2	01:E4:2B:24:7E:92	212.19.18.16	Динамическая	eth1	232

Что поменялось:

- Добавилась вторая запись для подсети **212.19.18.0/24**, так как Computer 2 теперь подключён к двум подсетям через два интерфейса (**eth0** и **eth1**).

Таблицы Computer 1 и 3 также поменялись.

☒ Включить маршрутизацию

Computer 1:

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.14	212.19.17.14	0	Подключена
2	212.19.18.0	255.255.255.0	212.19.17.15	212.19.17.14	0	Статическая

Computer 2:

Таблица маршрутизации						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.18.15	212.19.18.16	0	Статическая
2	212.19.18.0	255.255.255.0	212.19.18.16	212.19.18.16	0	Подключена

4.3 Тестирование сети (отправка пакетов)

Аналогично использую транспортный протокол стека TCP/IP - **UDP**

Передачу ARP-запросов в данном разделе я опускаю, потому что очень подробно описал ее в предыдущем параграфе 3.3. А сама по себе передача UDP-пакетов мало чем отличается от прошлого примера - лишь добавляется новый узел Computer 3, и что любопытно

The screenshots show network traffic capture windows for three computers. Each window displays a list of captured packets with details such as the source and destination IP addresses, MAC addresses, and the type of packet (ARP request, ARP response, or UDP). The traffic shows the flow of data between the three computers, including the routing of packets through the intermediate computer (Computer 2) for the second network segment.

- при прохождении через узел Computer 2 происходит маршрутизация между подсетями **212.19.17.0/24** и **212.19.18.0/24**.

Для маршрутизации я вручную добавил пути с указанием нужных шлюзов в таблицы маршрутизации Computer 1 и Computer 3.

5 Этап 3. Полносвязная сеть из трех компьютеров

5.1 Построение сети

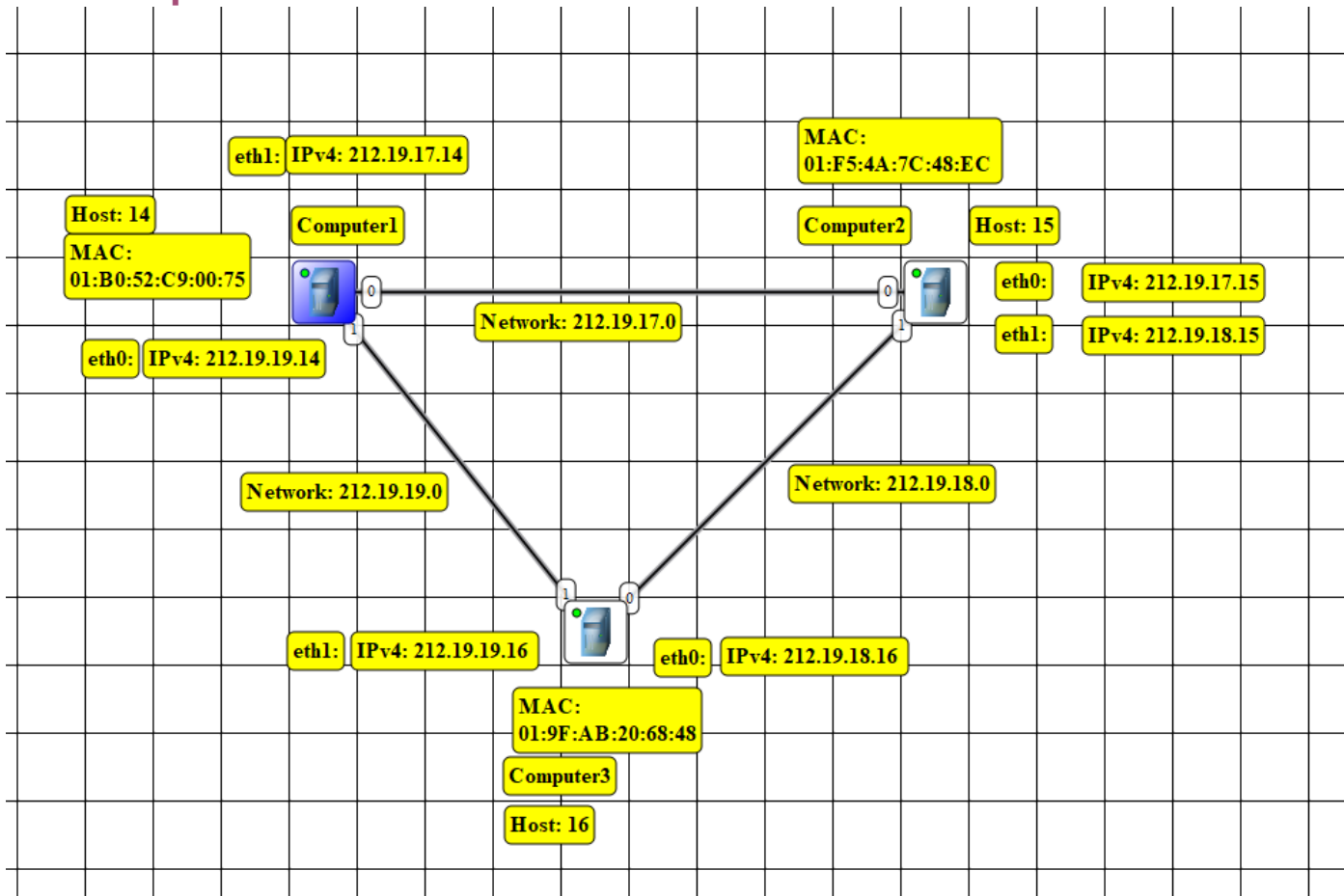


Рис.4: Модель полносвязной сети из 3х компьютеров

5.2 Тестирование сети (отправка пакетов), анализ таблиц

1. Передача пакетов и направление:

- Каждый компьютер имеет несколько интерфейсов, подключенных к разным подсетям. При передаче данных между компьютерами, пакеты будут передаваться напрямую, если они находятся в одной подсети. Например, если Computer 1 (212.19.17.14) отправляет данные на Computer 2 (212.19.17.15), пакеты будут переданы напрямую через интерфейс **eth0**.
- Если компьютеры находятся в разных подсетях (например, Computer1 и Computer3), то пакеты будут передаваться через маршрутизатор. В данном случае, Computer 2 может выступать в роли маршрутизатора, так как он подключён к обеим подсетям (212.19.17.0 и 212.19.18.0), а для того, чтобы маршрутизация корректно функционировала, мне пришлось вручную добавлять запись с путём через шлюз в таблицу маршрутизации.

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	212.19.17.0	255.255.255.0	212.19.17.14	212.19.17.14	0	Подключена
2	212.19.19.0	255.255.255.0	212.19.19.14	212.19.19.14	0	Подключена

2. **Последовательность передачи пакетов и кадров:**

- При отправке UDP-пакета, сначала создается IP-пакет, который инкапсулируется в Ethernet-кадр. Кадр содержит MAC-адреса отправителя и получателя.
- Если получатель находится в той же подсети, ARP-протокол используется для определения MAC-адреса получателя. Если получатель в другой подсети, пакет отправляется на маршрутизатор, который затем пересылает его в нужную подсеть.

3. **Информация в пакетах и кадрах:**

- **Ethernet-кадр:** Содержит MAC-адреса отправителя и получателя, тип протокола (например, IPv4) и данные.
- **IP-пакет:** Содержит IP-адреса отправителя и получателя, информацию о протоколе (UDP), TTL (Time To Live) и данные.
- **UDP-датаграмма:** Содержит порты отправителя и получателя, длину данных и контрольную сумму.

6 Выводы

В ходе лабораторной работы была построена и настроена вычислительная сеть, состоящая из нескольких компьютеров. Анализ таблиц маршрутизации и ARP-таблиц показал, что сеть является полностью связной, что позволяет передавать данные как напрямую между компьютерами в одной подсети, так и через маршрутизатор, если устройства находятся в разных подсетях.

Использование протокола UDP обеспечило быструю передачу данных без необходимости установления соединения, что делает его подходящим для приложений, требующих низкой задержки.

Анализ таблиц маршрутизации и ARP-таблиц позволил понять механизмы перемещения данных по сети и взаимодействия устройств между собой. Настройка сети и межузловой коммуникации с использованием транспортного протокола UDP была успешно выполнена.