



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
“Национальный исследовательский университет ИТМО”

**ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ  
И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ**



KC.

0000-0?

000 000 000  
000 000 000  
000 000 000

**Учебно-исследовательская работа №1**

«Моделирование компьютерных сетей в среде NetEmul»

по дисциплине  
“Компьютерные сети”

ULTRAVIOLENCE.

*Работу выполнил:*

Студент группы Р3311

**Болорболд Аригуун**

*Преподаватель:*

**Алиев Тауфик Измайлович**

*Практик:*

**Тропченко Андрей Александрович**

20/21

Монголы

Монголы

Монголы

Монголы

Монголы

Монголы

г. Санкт-Петербург  
2025 г.

# Содержимое

<b>1 Цель и описание работы</b>	<b>3</b>
1.1 Цель работы	3
1.2 Краткое описание работы	3
1.3 Определение адреса IPv4	3
<b>2 Этап 1. Знакомство с NetEmul на примере простейшей сети из двух компьютеров</b>	<b>3</b>
2.1 Построение сети	3
2.2 Таблица маршрутизации	3
2.3 Настройка компьютеров	4
2.4 Анализ таблиц	4
2.5 Тестирование сети	5
2.6 Отправка пакетов	6
<b>3 Этап 2. Линейная сеть из трёх компьютеров</b>	<b>6</b>
3.1 Построение сети	6
3.2 Таблица маршрутизации	6
3.3 Настройка компьютеров	9
3.4 Анализ таблиц	9
3.5 Тестирование сети	11
3.6 Отправка пакетов	11
<b>4 Этап 3. Полносвязная сеть из трёх компьютеров</b>	<b>12</b>
4.1 Построение сети	12
4.2 Таблица маршрутизации	12
4.3 Настройка компьютеров	13
4.4 Анализ таблиц	14
4.5 Тестирование сети	17
4.6 Отправка пакетов	17
<b>5 Вывод</b>	<b>18</b>

# 1 Цель и описание работы

## 1.1 Цель работы

Рассмотрение и изучение теоретических и практических основ настройки сетевого оборудования компьютерных сетей, методов передачи данных в локальных и глобальных вычислительных сетях, а также принципов реализации основных протоколов в процессе функционирования сети.

## 1.2 Краткое описание работы

В процессе выполнения лабораторной работы (ЛР) необходимо:

- построить три простейшие модели компьютерной сети;
- выполнить настройку сети, заключающуюся в присвоении IP-адресов интерфейсам сети;
- выполнить тестирование разработанных сетей путем проведения экспериментов по передаче данных на основе протокола UDP;
- сохранить разработанные модели компьютерных сетей для демонстрации процессов передачи данных при защите лабораторной работы.

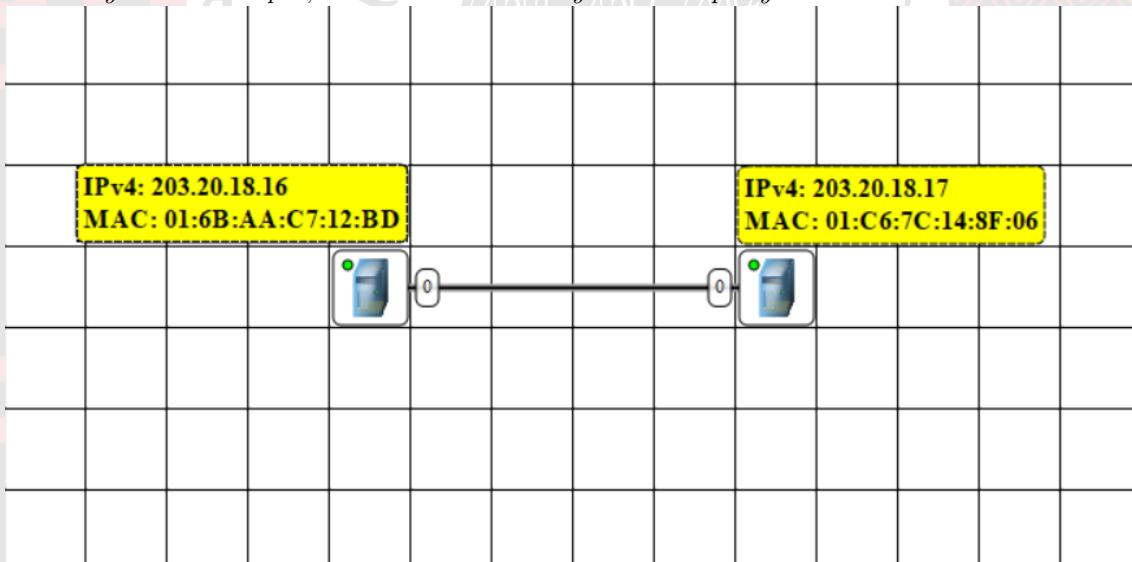
## 1.3 Определение адреса IPv4

$$192 + 11 + 0.9 + 11.7 + 11.9 + 7 = 203.20.18.16$$

## 2 Этап 1. Знакомство с NetEmul на примере простейшей сети из двух компьютеров

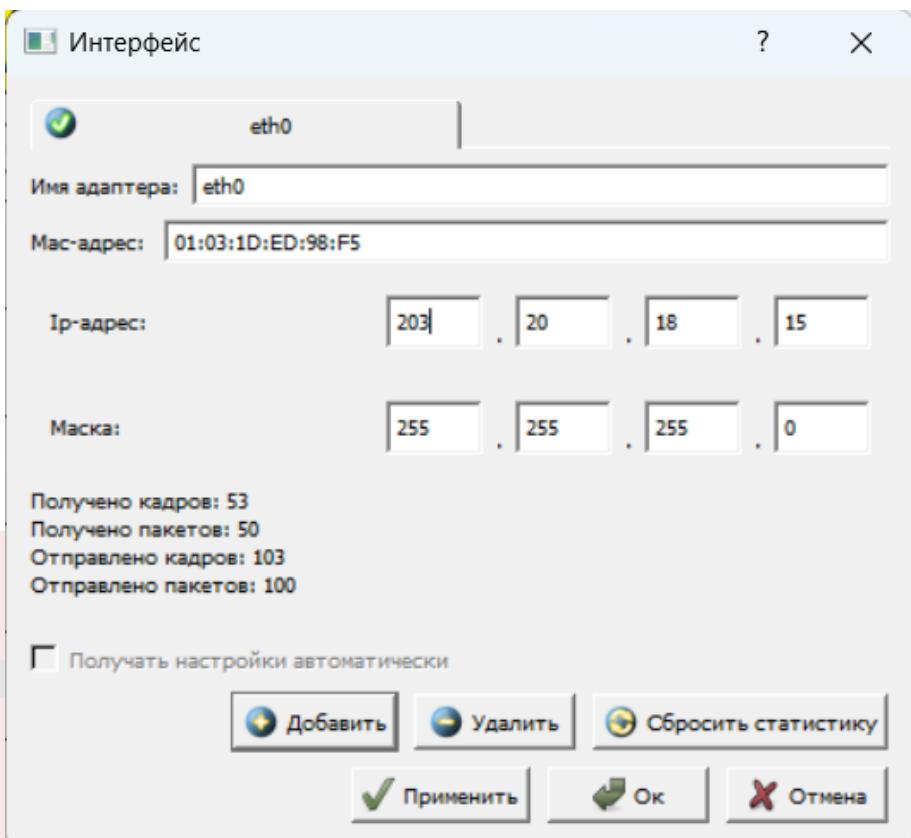
### 2.1 Построение сети

*Сеть из двух компьютеров, обединённых между собой напрямую.*



### 2.2 Таблица маршрутизации

1. Шлюз локальной сети, которой состоит компьютер;
2. Шлюз обратной петли.

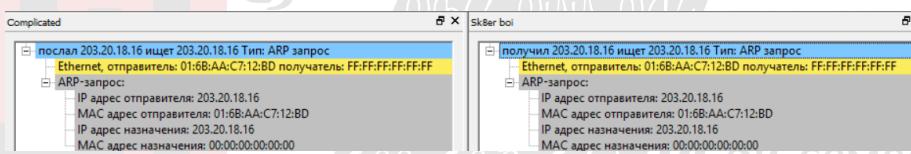


ARP-таблицы хранят соответствия между МАС-адресами и их IP-адресами. Данная таблица формируется путем ответов на ARP-запросы.

## 2.3 Настройка компьютеров

Шаги:

1. Подключаем журнал сообщений;
2. Выдаем IP-адреса;
3. После назначения IP-адреса начинаем передавать ARP-запросы, чтобы определить соответствия между IP- и МАС-адресами другого компьютера в сети.



## 2.4 Анализ таблиц

Получили данные о другом компьютере в сети, где каждый такой компьютер получил ARP-запрос с данными от других.

Two screenshots of the 'Aрп таблица' (ARP table) window from a network monitoring tool. Both windows show a single entry in the ARP table.

Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1 01:C6:7C:14:8F:06	203.20.18.17	Динамическая	eth0	2

Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1 01:4A:14:43:04:07	203.20.18.18	Динамическая	eth0	41

## 2.5 Тестирование сети

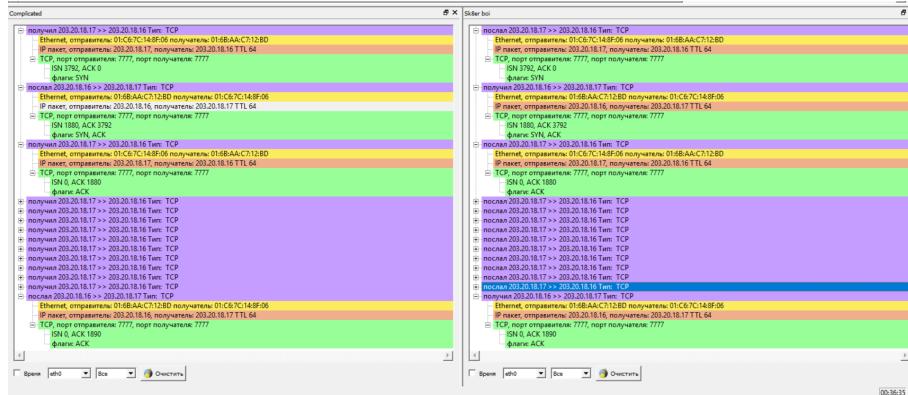
Шаги:

1. Используем только пакеты с пользовательским данным;
2. Передаем в порядке отправления;
3. Ethernet: MAC-адреса получателя и отправителя, IP: IP-адреса получателя и отправителя, UDP: порты получателя и отправителя.

Two screenshots of a packet capture tool showing a list of transmitted and received UDP packets between two hosts.

Пакет	Событие	Информация
послал 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	получил 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	Ethernet, отправитель: 01:6B:AA:C7:12:BD получатель: 01:C6:7C:14:8F... IP пакет, отправитель: 203.20.18.16, получатель: 203.20.18.17 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
послал 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	получил 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	Ethernet, отправитель: 01:6B:AA:C7:12:BD получатель: 01:C6:7C:14:8F... IP пакет, отправитель: 203.20.18.16, получатель: 203.20.18.17 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
послал 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	получил 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	Ethernet, отправитель: 01:6B:AA:C7:12:BD получатель: 01:C6:7C:14:8F... IP пакет, отправитель: 203.20.18.16, получатель: 203.20.18.17 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
послал 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	получил 203.20.18.16 >> 203.20.18.17 Тип: UDP сообщение пользователя	Ethernet, отправитель: 01:6B:AA:C7:12:BD получатель: 01:C6:7C:14:8F... IP пакет, отправитель: 203.20.18.16, получатель: 203.20.18.17 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777

## 2.6 Отправка пакетов



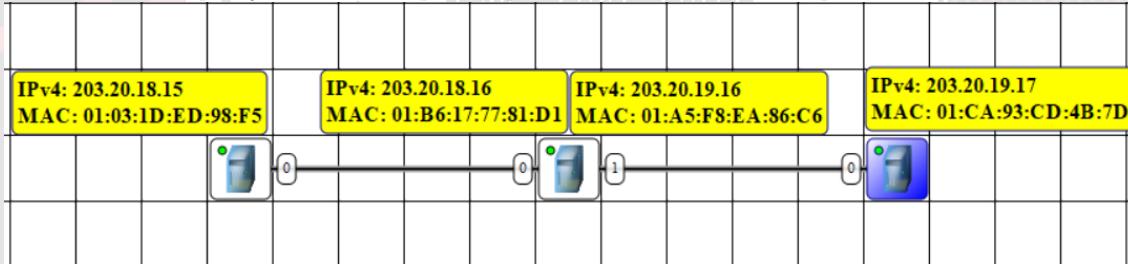
В случае TCP передаются служебные пакеты. Порядок служебных и пользовательских пакетов/кадров:

1. Служебный пакет на установление соединения от Компьютера А. (SYN)
2. Служебный пакет, подтверждающий соединение от компьютера В. (SYN-ACK)
3. Служебный пакет, подтверждающий соединение от Компьютера А. Здесь завершается процесс трёхстороннего рукопожатия. (ACK)
4. Пользовательские пакеты от компьютера А.
5. Служебный пакет, подтверждающий получение пакетов от компьютера В (ACK).

## 3 Этап 2. Линейная сеть из трёх компьютеров

### 3.1 Построение сети

Сеть из трёх компьютеров, обединённых между собой напрямую по линии. Компьютеры 1 и 3 не соединены напрямую, только через посредника в виде компьютера 2.



### 3.2 Таблица маршрутизации

1. Шлюз локальной сети, которой состоит компьютер;
2. Шлюз локальной сети, через которого можно обратиться в третий компьютер;
3. Шлюз обратной петли.

ARP-таблицы хранят соответствия между МАС-адресами и их IP-адресами. Данная таблица формирует путем ответов на ARP-запросы.

Интерфейс

Имя адаптера: eth0

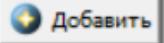
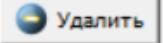
Мак-адрес: 01:03:1D:ED:98:F5

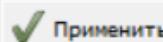
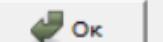
Ip-адрес: 203.20.18.15

Маска: 255.255.255.0

Получено кадров: 53  
Получено пакетов: 50  
Отправлено кадров: 103  
Отправлено пакетов: 100

Получать настройки автоматически

 Добавить  Удалить 

 Применить  Ok  Отмена

Интерфейс

Имя адаптера: eth0

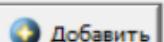
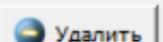
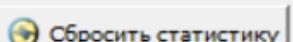
Мак-адрес: 01:B6:17:77:81:D1

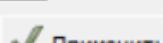
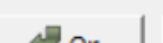
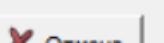
Ip-адрес: 203.20.18.16

Маска: 255.255.255.0

Получено кадров: 103  
Получено пакетов: 100  
Отправлено кадров: 53  
Отправлено пакетов: 50

Получать настройки автоматически

 Добавить  Удалить 

 Применить  Ok  Отмена



ULTRAVIOLENCE.

**Интерфейс**

eth0 eth1

Имя адаптера: **eth1**

Мак-адрес: **01:A5:F8:EA:86:C6**

Ip-адрес: **203.20.19.16**

Маска: **255.255.255.0**

Получено кадров: 54  
Получено пакетов: 50  
Отправлено кадров: 103  
Отправлено пакетов: 100

Получать настройки автоматически

**Добавить Удалить Сбросить статистику**

**Применить Ок Отмена**

**Интерфейс**

eth0

Имя адаптера: **eth0**

Мак-адрес: **01:CA:93:CD:4B:7D**

Ip-адрес: **203.20.19.17**

Маска: **255.255.255.0**

Получено кадров: 103  
Получено пакетов: 100  
Отправлено кадров: 54  
Отправлено пакетов: 50

Получать настройки автоматически

**Добавить Удалить Сбросить статистику**

**Применить Ок Отмена**

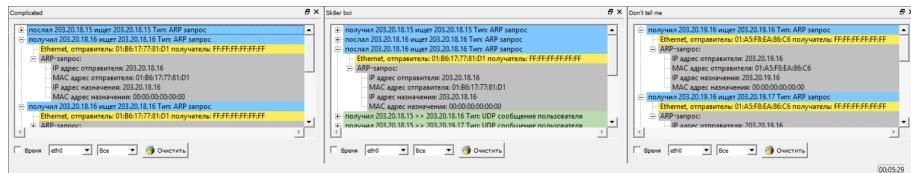


OLENCE.

### 3.3 Настройка компьютеров

Шаги:

- Подключаем журнал сообщений;
- Выдаем IP-адреса;
- После назначения IP-адреса начинаем передавать ARP-запросы, чтобы определить соответствия между IP- и MAC-адресами другого компьютера в сети.



### 3.4 Анализ таблиц

Получили данные о другого компьютера в сети, где каждый такой компьютер получил ARP-запрос с данными от других.

Мак-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
01:B6:17:77:81:D1	203.20.18.16	Динамическая	eth0	135

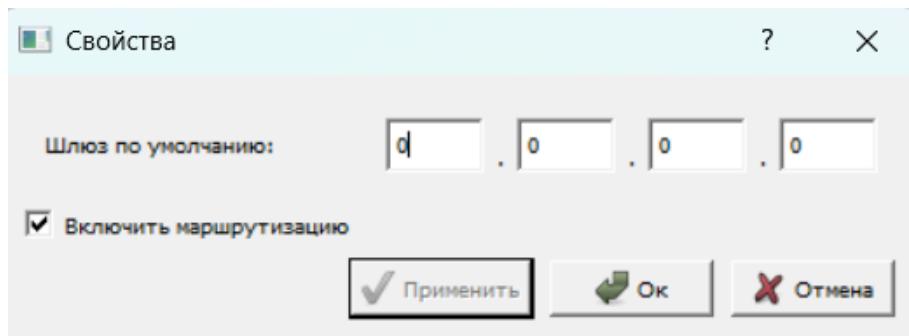
Мак-адрес: 00:00:00:00:00:00      Ип-адрес: 0 0 0 0      Адаптер: eth0

В этом случае у среднего компьютера есть 2 интерфейса:

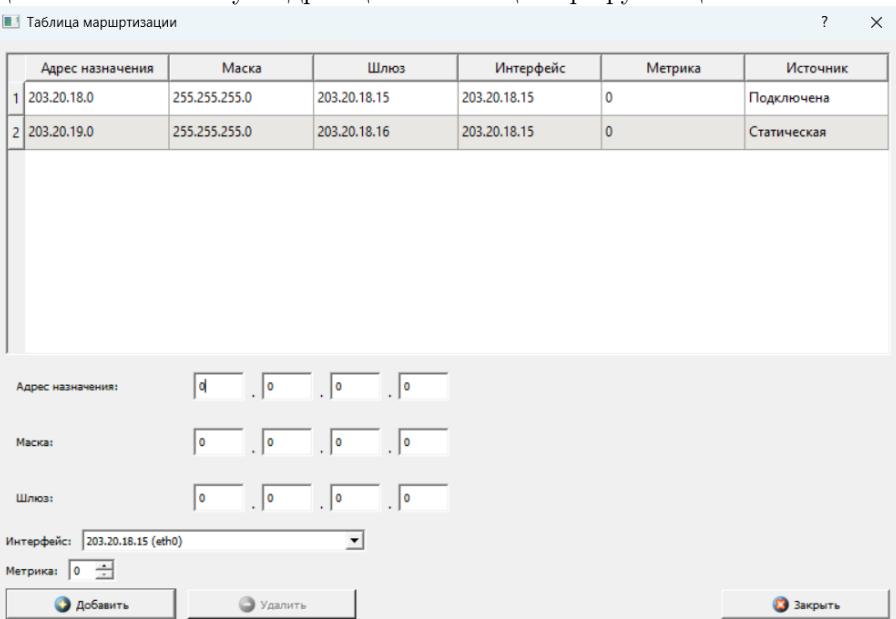
Мак-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
01:03:1D:ED:98:F5	203.20.18.15	Динамическая	eth0	275
01:CA:93:CD:4B:7D	203.20.19.17	Динамическая	eth1	129

Мак-адрес: 00:00:00:00:00:00      Ип-адрес: 0 0 0 0      Адаптер: eth0

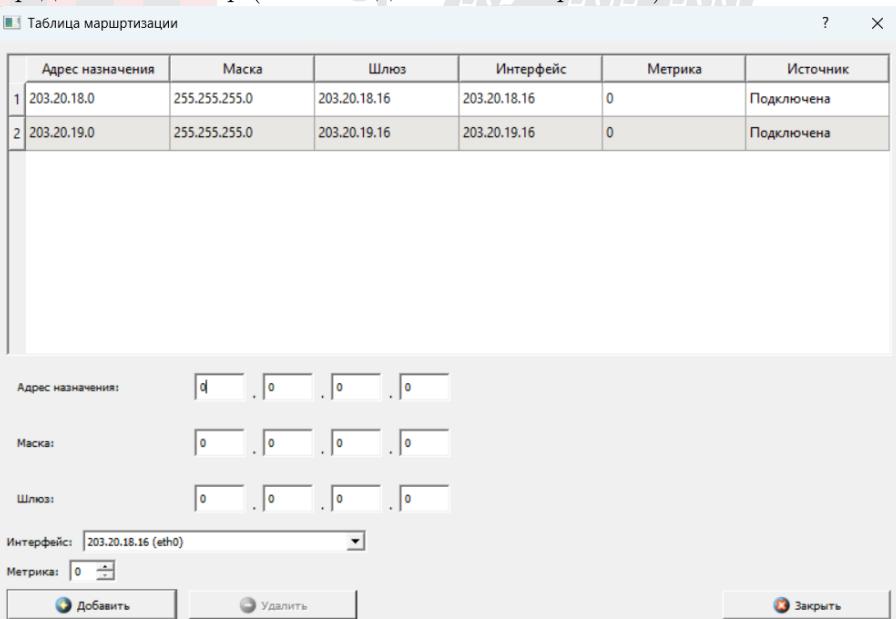
Для того, чтобы средний компьютер работал как маршрутизатор, надо включить соответствующую опцию.



Потом, для того, чтобы крайние компьютера распознавал другого крайнего, надо вручную добавить статическую адресацию в таблице маршрутизации:



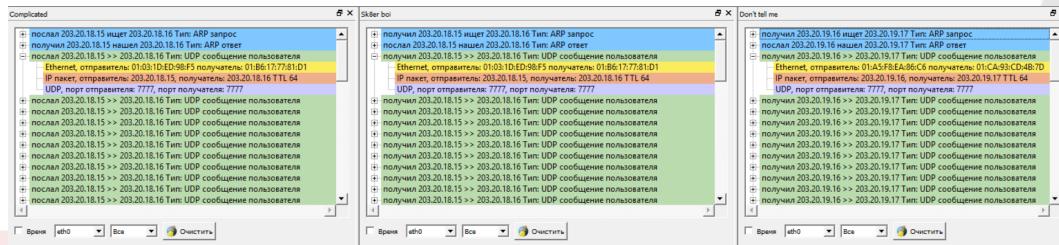
Средний компьютер (там не надо ничего настраивать):



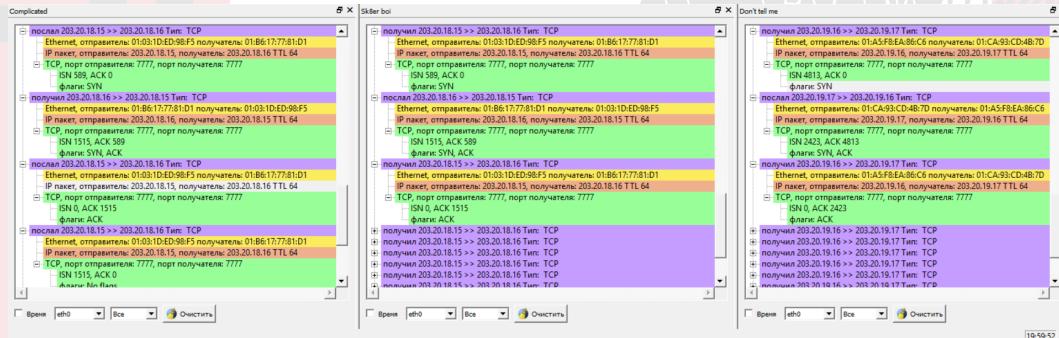
### 3.5 Тестирование сети

Шаги:

- Используем только пакеты с пользовательским данным;
- Передаем в порядке отправления;
- Ethernet: MAC-адреса получателя и отправителя, IP: IP-адреса получателя и отправителя, UDP: порты получателя и отправителя.



### 3.6 Отправка пакетов



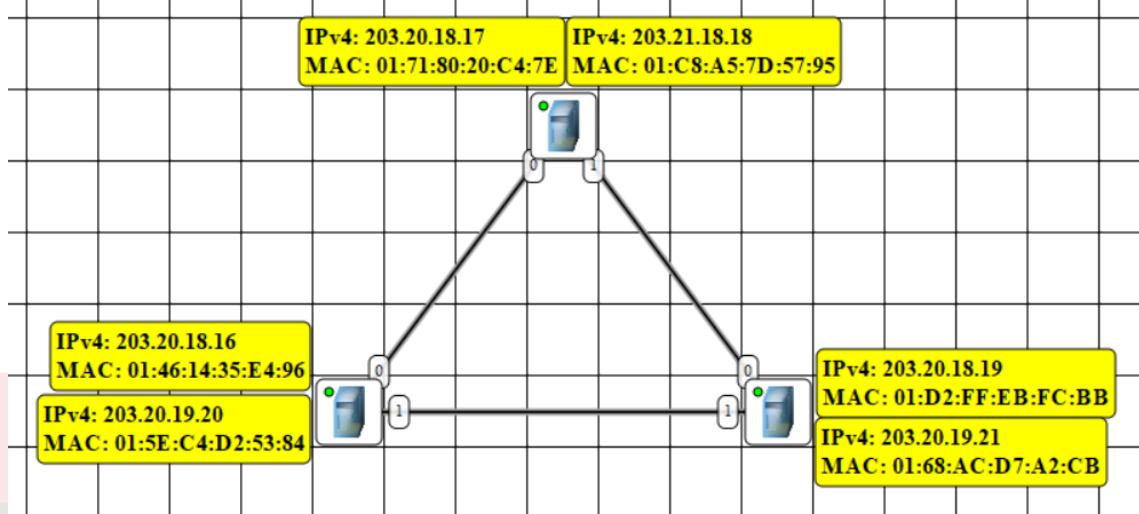
В случае TCP передаются служебные пакеты. Порядок служебных и пользовательских пакетов/кадров:

- Служебный пакет на установление соединения от Компьютера А. (SYN)
- Служебный пакет, подтверждающий соединение от компьютера В. (SYN-ACK)
- Служебный пакет, подтверждающий соединение от Компьютера А. Здесь завершается процесс трёхстороннего рукопожатия. (ACK)
- Пользовательские пакеты от компьютера А.
- Служебный пакет, подтверждающий получение пакетов от компьютера В (ACK).

## 4 Этап 3. Полносвязная сеть из трёх компьютеров

### 4.1 Построение сети

Сеть из трёх компьютеров, объединённых между собой напрямую по линии.



### 4.2 Таблица маршрутизации

- Шлюз локальной сети, которой состоит компьютер;
- Шлюз локальной сети, которой состоит компьютер;
- Шлюз локальной сети, через которого можно обратиться в третий компьютер;
- Шлюз обратной петли.

ARP-таблицы хранят соответствия между MAC-адресами и их IP-адресами. Данная таблица формирует путем ответов на ARP-запросы.

Таблица маршрутизации					
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика
1	203.20.18.0	255.255.255.0	203.20.18.16	203.20.18.16	0
2	203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.19.20	203.20.19.20	0
3	203.21.18.0	255.255.255.0	203.20.18.17	203.20.18.16	0

Стр

Адрес назначения:

Маска:

Шлюз:

Интерфейс:

Метрика:

Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1 203.20.18.0	255.255.255.0	203.20.18.17	203.20.18.17	0	Подключена
2 203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.18.16	203.20.18.17	0	Статическая
3 203.21.18.0	255.255.255.0	203.21.18.18	203.21.18.18	0	Подключена

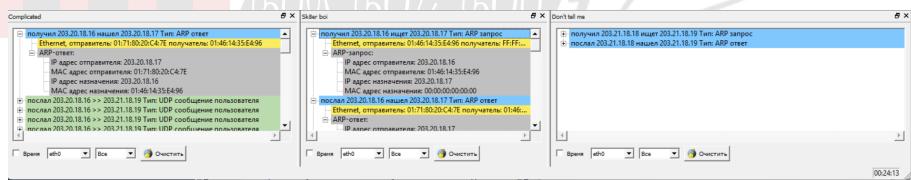
Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1 203.20.18.0	255.255.255.0	203.21.18.18	203.21.18.19	0	Статическая
2 203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.19.21	203.20.19.21	0	Подключена
3 203.21.18.0	255.255.255.0	203.21.18.19	203.21.18.19	0	Подключена

Wireshark screenshot showing network traffic. The interface shows several frames, including ARP requests and responses, and UDP packets for file transfer. The frames are color-coded by source and destination MAC addresses.

### 4.3 Настройка компьютеров

Шаги:

- Подключаем журнал сообщений;
- Выдаем IP-адреса;
- После назначения IP-адреса начинаем передавать ARP-запросы, чтобы определить соответствия между IP- и MAC-адресами другого компьютера в сети.



#### 4.4 Анализ таблиц

Получили данные о другого компьютера в сети, где каждый такой компьютер получил ARP-запрос с данными от других. В этом случае у всех компьютеров есть 2 интерфейса:

The image shows two windows titled "Интерфейс" (Interface) side-by-side. Both windows display configuration details for two network interfaces: eth0 and eth1.

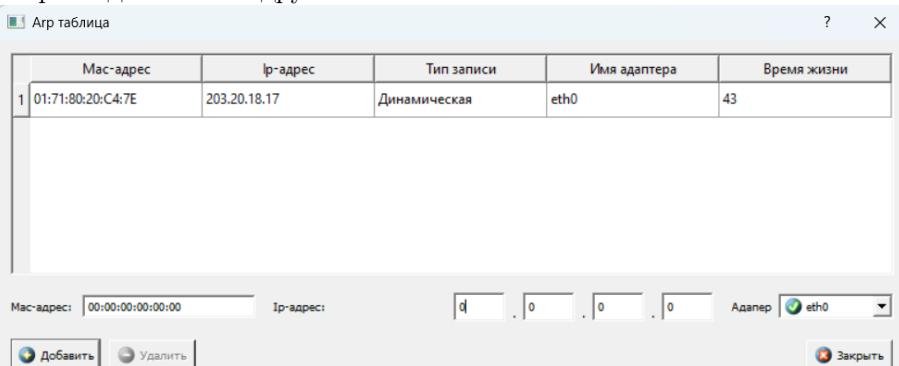
**Top Window (eth0 Configuration):**

- Имя адаптера: eth0
- Мак-адрес: 01:46:14:35:E4:96
- Ip-адрес: 203.20.18.16
- Маска: 255.255.255.0
- Статистика:
  - Получено кадров: 431
  - Получено пакетов: 427
  - Отправлено кадров: 466
  - Отправлено пакетов: 462
- Галочка "Получать настройки автоматически" (unchecked)
- Кнопки: Добавить, Удалить, Сбросить статистику, Применить, Ок, Отмена

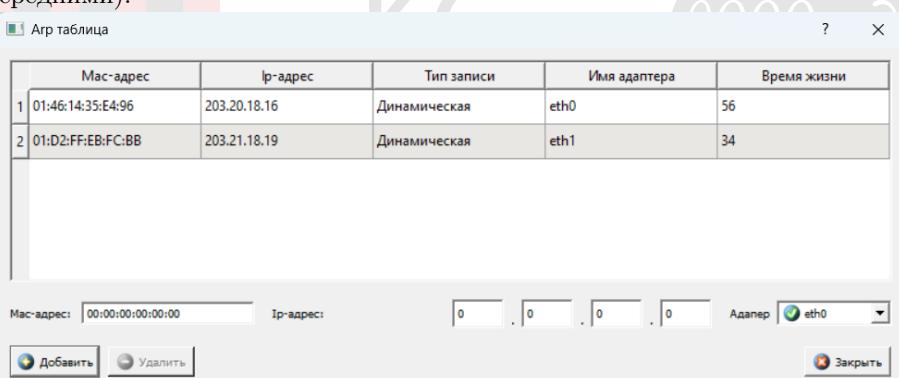
**Bottom Window (eth1 Configuration):**

- Имя адаптера: eth1
- Мак-адрес: 01:5E:C4:D2:53:84
- Ip-адрес: 203.20.19.20
- Маска: 255.255.255.0
- Статистика:
  - Получено кадров: 2
  - Получено пакетов: 0
  - Отправлено кадров: 276
  - Отправлено пакетов: 260
- Галочка "Получать настройки автоматически" (unchecked)
- Кнопки: Добавить, Удалить, Сбросить статистику, Применить, Ок, Отмена

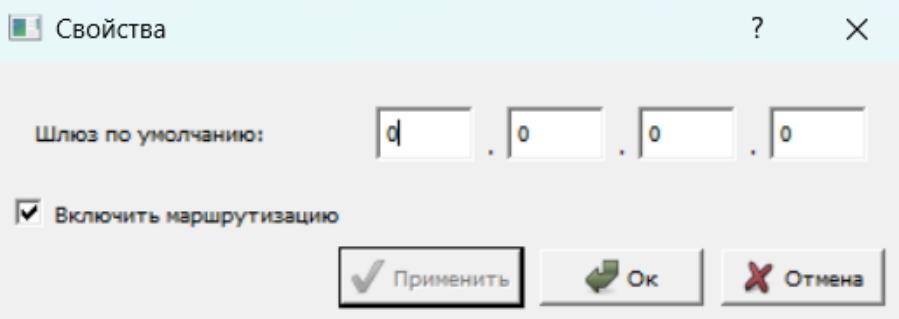
Получили данные о другого компьютера в сети, где каждый такой компьютер получил ARP-запрос с данными от других.



В этом случае у среднего компьютера есть 2 интерфейса (важно понять, что все узлы могут быть средними):



Для того, чтобы узел работал как маршрутизатор, надо включить соответствующую опцию.



Потом, для того, чтобы крайние компьютера распознавал другого крайнего, надо вручную добавить статическую адресацию в таблице маршрутизации (тут для всех):

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	203.20.18.0	255.255.255.0	203.20.18.16	203.20.18.16	0	Подключена
2	203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.19.20	203.20.19.20	0	Подключена
3	203.21.18.0	255.255.255.0	203.20.18.17	203.20.18.16	0	Статическая

Адрес назначения:  .  .  .

Маска:  .  .  .

Шлюз:  .  .  .

Интерфейс:

Метрика:

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	203.20.18.0	255.255.255.0	203.20.18.17	203.20.18.17	0	Подключена
2	203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.18.16	203.20.18.17	0	Статическая
3	203.21.18.0	255.255.255.0	203.21.18.18	203.21.18.18	0	Подключена

Адрес назначения:  .  .  .

Маска:  .  .  .

Шлюз:  .  .  .

Интерфейс:

Метрика:

Таблица маршрутизации

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	203.20.18.0	255.255.255.0	203.21.18.18	203.21.18.19	0	Статическая
2	203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.19.21	203.20.19.21	0	Подключена
3	203.21.18.0	255.255.255.0	203.21.18.19	203.21.18.19	0	Подключена

Адрес назначения:  .  .  .

Маска:  .  .  .

Шлюз:  .  .  .

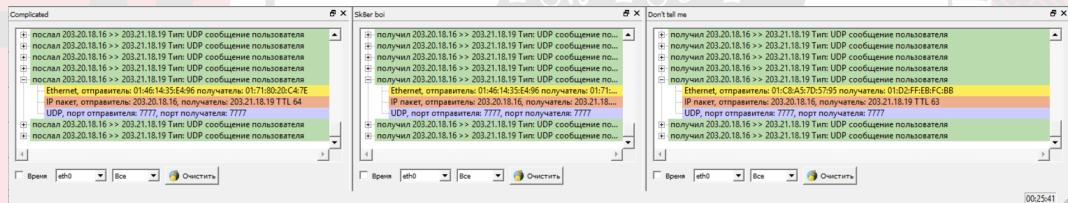
Интерфейс:

Метрика:

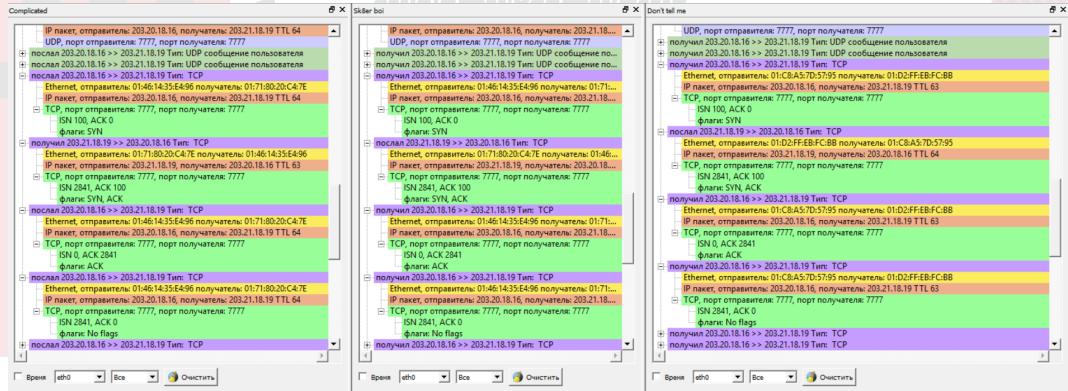
## 4.5 Тестирование сети

Шаги:

- Используем только пакеты с пользовательским данным;
- Передаем в порядке отправления;
- Ethernet: MAC-адреса получателя и отправителя, IP: IP-адреса получателя и отправителя, UDP: порты получателя и отправителя.



## 4.6 Отправка пакетов



В случае TCP передаются служебные пакеты. Порядок служебных и пользовательских пакетов/кадров:

- Служебный пакет на установление соединения от Компьютера А. (SYN)

2. Служебный пакет, подтверждающий соединение от компьютера В. (SYN-ACK)
  3. Служебный пакет, подтверждающий соединение от Компьютера А. Здесь завершается процесс трёхстороннего рукопожатия. (ACK)
  4. Пользовательские пакеты от компьютера А.
  5. Служебный пакет, подтверждающий получение пакетов от компьютера В (ACK).

5 Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы я наглядно изучил, как работают локальные сети различных конфигураций. Познакомился с ошибками, которые могут в них возникать, а также с процессом формирования основных таблиц (ARP) для доставки пакетов нужному адресату и оптимизации процесса.