



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

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

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ  
И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ



КС.

0000-0?

000 046 000  
002 051 012  
010 000 020

ULTRAVIOLENCE.

Учебно-исследовательская работа №1

«Моделирование компьютерных сетей в среде NetEmul»

по дисциплине  
“Компьютерные сети”

蒙古文

Работу выполнил:  
Студент группы Р3311  
Болорболд Аригуун

Преподаватель:  
Алиев Тауфик Измайлович

Практик:

Тропченко Андрей Александрович

20/21

蒙古文

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.

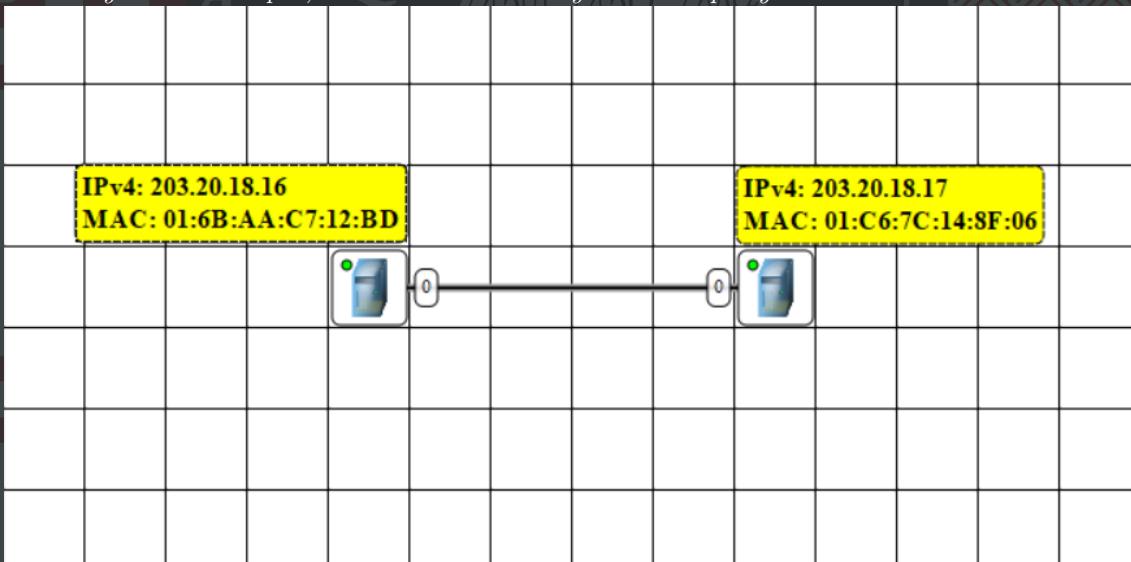
## 1.3 Определение адреса IPv4

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

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

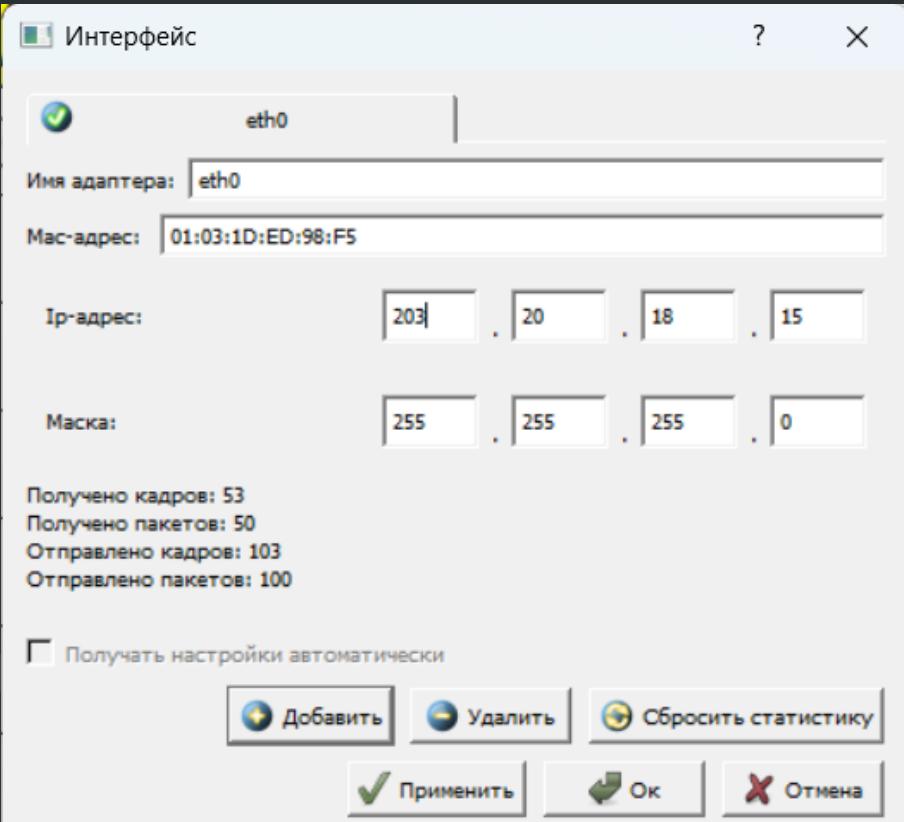
### 2.1 Построение сети

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



### 2.2 Таблица маршрутизации

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

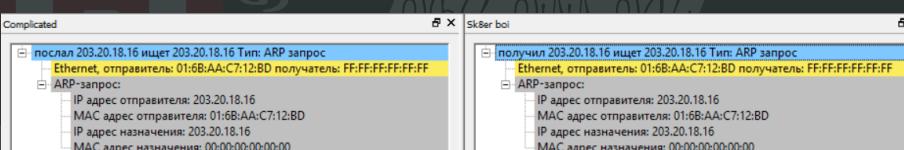


ARP-таблицы хранят соответствия между МАС-адресами и их IP-адресами. Данная таблица формируется путем ответов на ARP-запросы.

## 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 MAC-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 a software interface titled "Арг таблица" (Arg Table). Both show a table with columns: Мас-адрес (Mac-address), Ир-адрес (IP-address), Тип записи (Type of entry), Имя адаптера (Adapter name), and Время жизни (Lifetime).

**Screenshot 1:**

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

**Screenshot 2:**

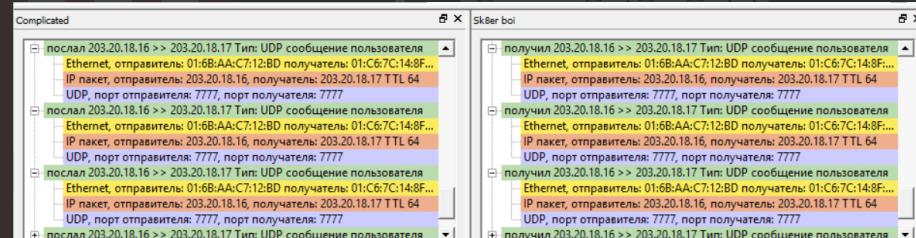
Мас-адрес	Ир-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1 01:4A:14:43:04:07	203.20.18.18	Динамическая	eth0	41

Both interfaces include input fields for "Мас-адрес" (Mac-address) and "Ир-адрес" (IP-address), and buttons for "Добавить" (Add) and "Удалить" (Delete).

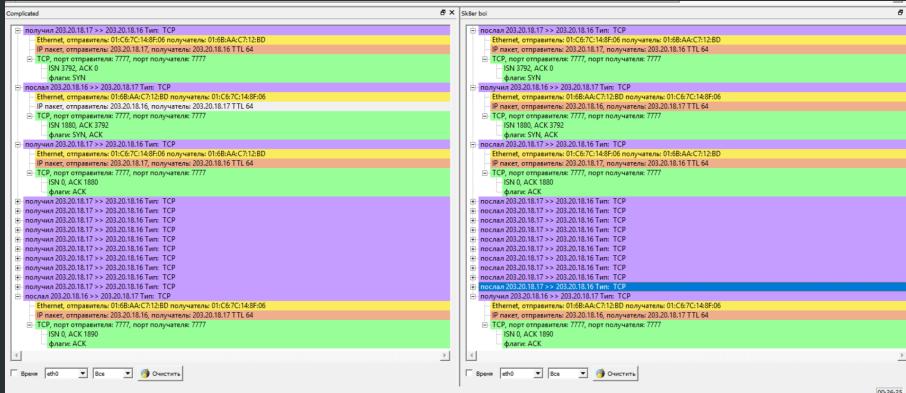
## 2.5 Тестирование сети

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.



## 2.6 Отправка пакетов



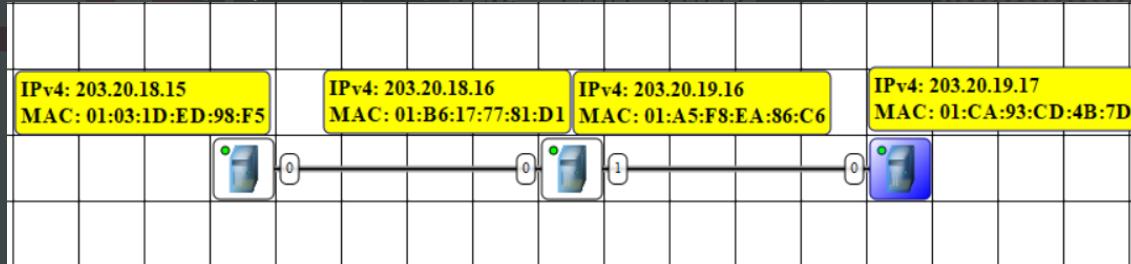
В случае TCP передаются служебные пакеты. Порядок служебных и пользовательских пакетов/кадров:

- 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).

## 3 Этап 2. Линейная сеть из трёх компьютеров

### 3.1 Построение сети

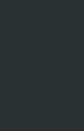
*Сеть из трёх компьютеров, обединённых между собой напрямую по линии. Компьютеры 1 и 3 не соединены напрямую, только через посредника в виде компьютера 2.*



### 3.2 Таблица маршрутизации

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

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

 Интерфейс ? X

eth0

Имя адаптера: eth0

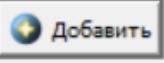
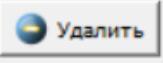
Мак-адрес: 01:03:1D:ED:98:F5

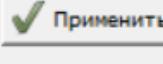
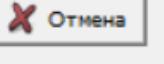
Ip-адрес: 203.20.18.15

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 ? X

eth0 | eth1

Имя адаптера: eth0

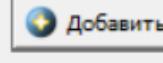
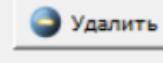
Мак-адрес: 01:B6:17:77:81:D1

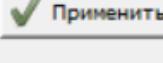
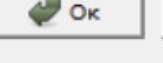
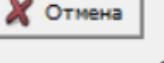
Ip-адрес: 203.20.18.16

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

Интерфейс

?

X

eth0 eth1

Имя адаптера: eth1

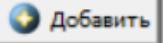
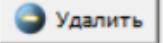
Мак-адрес: 01:A5:F8:EA:86:C6

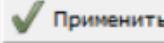
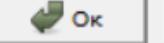
Ip-адрес: 203.20.19.16

Маска: 255.255.255.0

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

Получать настройки автоматически

 Добавить  Удалить 

 Применить  Ok  Отмена

Интерфейс

?

X

eth0

Имя адаптера: eth0

Мак-адрес: 01:CA:93:CD:4B:7D

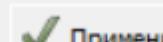
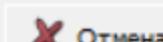
Ip-адрес: 203.20.19.17

Маска: 255.255.255.0

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

Получать настройки автоматически

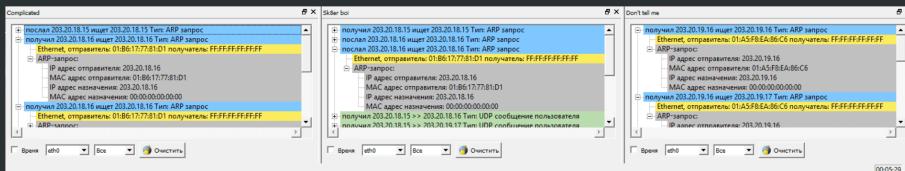
 Добавить  Удалить 

 Применить  Ok  Отмена

### 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.

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

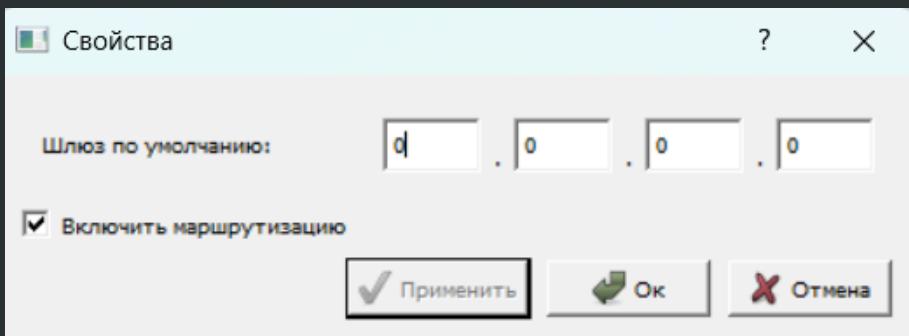
Мас-адрес: 00:00:00:00:00:00      Ир-адрес: 0 . 0 . 0 . 0      Адаптер: eth0

В этом случае у среднего компьютера есть 2 интерфейса:

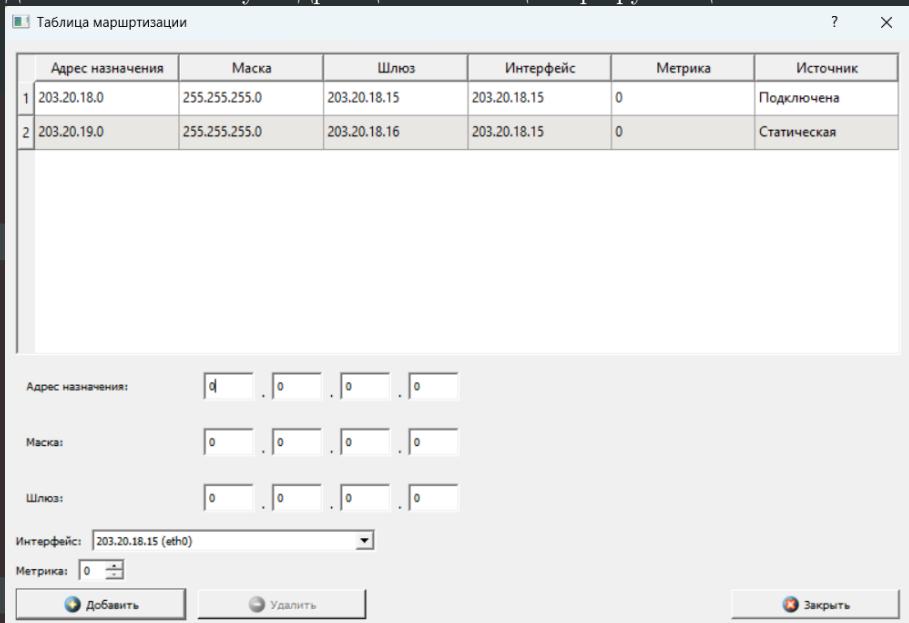
Mac-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
01:03:1D:ED:98:F5	203.20.18.15	Динамическая	eth0	275
01:CA:93:CD:4B:7D	203.20.19.17	Динамическая	eth1	129

Мас-адрес: 00:00:00:00:00:00      Ир-адрес: 0 . 0 . 0 . 0 . 0 . 0      Адаптер: eth0

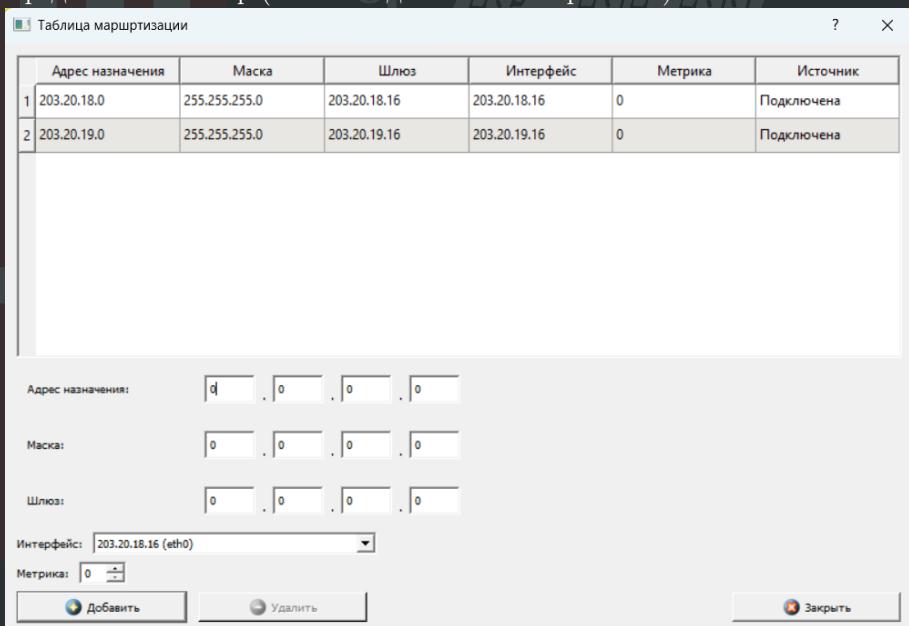
Для того, чтобы средний компьютер работал как маршрутизатор, надо включить соответствующую опцию.



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



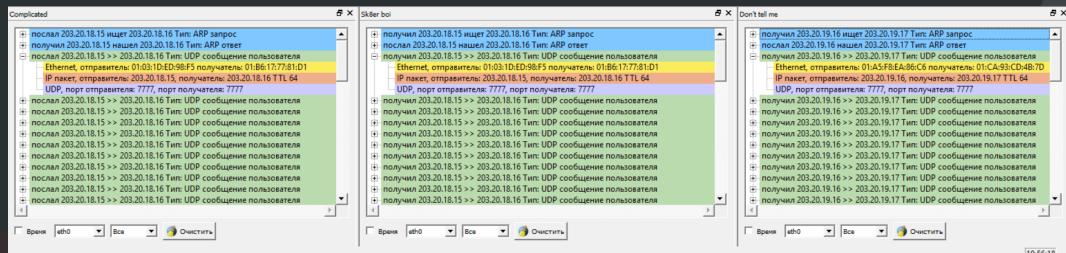
Средний компьютер (там не надо ничего настраивать):



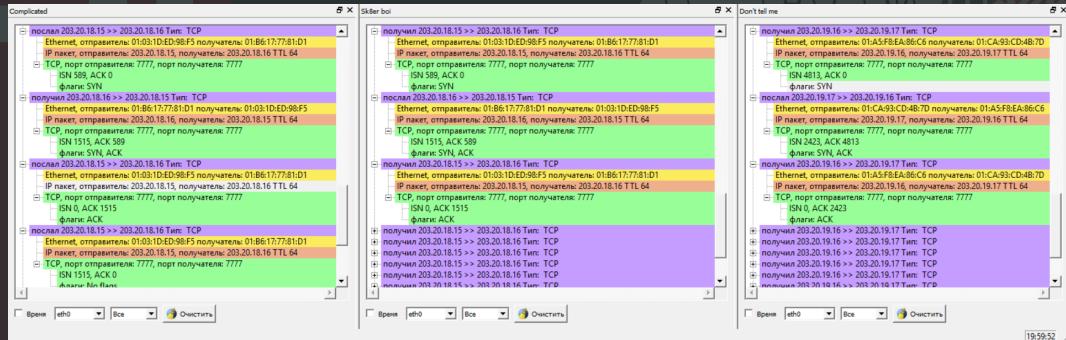
### 3.5 Тестирование сети

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



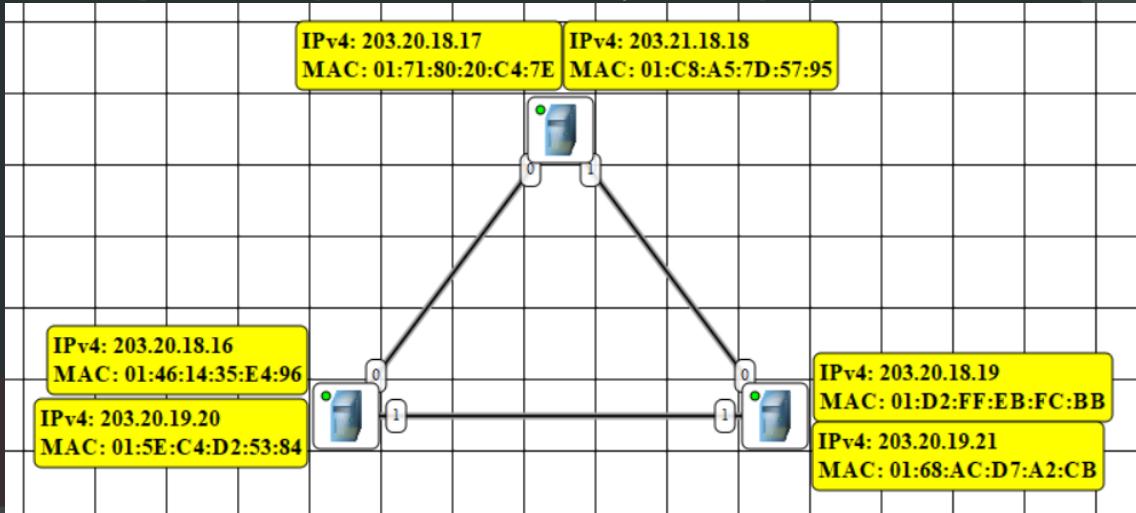
В случае TCP передаются служебные пакеты. Порядок служебных и пользовательских пакетов / кадров:

- 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

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

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

A screenshot of a software window titled "Таблица маршрутизации". The window contains a table with six columns: Адрес назначения, Маска, Шлюз, Интерфейс, Метрика, and Источник. There are three entries:

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

Below the table are input fields for "Адрес назначения" (Address), "Маска" (Mask), and "Шлюз" (Gateway). There are dropdown menus for "Интерфейс" (Interface) and "Метрика" (Metric), and buttons for "Добавить" (Add) and "Удалить" (Delete).

Таблица маршртизации

	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: 203.20.18.17 (eth0)

Метрика: 0

Таблица маршртизации

	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:  .  .  .

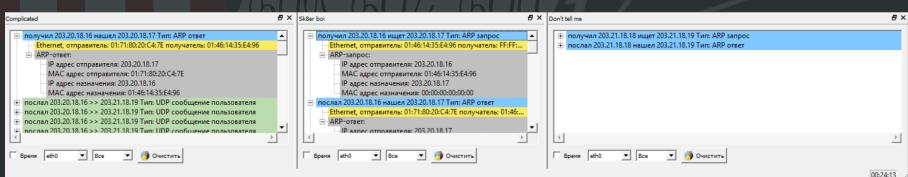
Интерфейс: 203.21.18.19 (eth0)

Метрика: 0

### 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 другом компьютере 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 separate windows for network interface configuration, both titled "Интерфейс".

**Top Window (eth0):**

- Имя адаптера: eth0
- Мак-адрес: 01:46:14:35:E4:96
- Ip-адрес: 203.20.18.16
- Маска: 255.255.255.0
- Получено кадров: 431
- Получено пакетов: 427
- Отправлено кадров: 466
- Отправлено пакетов: 462
- Получать настройки автоматически
- Buttons: Добавить, Удалить, Сбросить статистику, Применить, Ok, Отмена

**Bottom Window (eth1):**

- Имя адаптера: eth1
- Мак-адрес: 01:5E:C4:D2:53:84
- Ip-адрес: 203.20.19.20
- Маска: 255.255.255.0
- Получено кадров: 2
- Получено пакетов: 0
- Отправлено кадров: 276
- Отправлено пакетов: 260
- Получать настройки автоматически
- Buttons: Добавить, Удалить, Сбросить статистику, Применить, Ok, Отмена

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

The screenshot shows a window titled "Арп таблица" (ARP table). It contains a table with five columns: "Мас-адрес" (Mac address), "Ip-адрес" (IP address), "Тип записи" (Record type), "Имя адаптера" (Adapter name), and "Время жизни" (Lifetime). There is one entry: Mac address 01:71:80:20:C4:7E, IP address 203.20.18.17, Record type Dynamic, Adapter eth0, Lifetime 43. Below the table are input fields for Mac address (00:00:00:00:00), IP address (0.0.0.0), and Adapter (eth0). Buttons for "Добавить" (Add) and "Удалить" (Delete) are at the bottom left, and a "Закрыть" (Close) button is on the right.

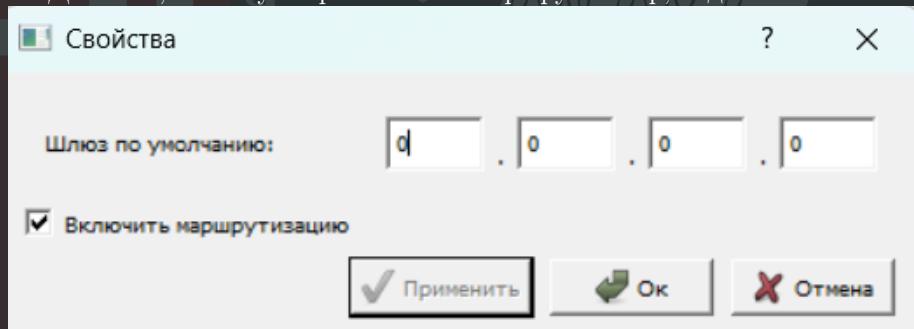
Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
01:71:80:20:C4:7E	203.20.18.17	Динамическая	eth0	43

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

The screenshot shows a window titled "Арп таблица" (ARP table). It contains a table with five columns: "Мас-адрес" (Mac address), "Ip-адрес" (IP address), "Тип записи" (Record type), "Имя адаптера" (Adapter name), and "Время жизни" (Lifetime). There are two entries: Mac address 01:46:14:35:E4:96, IP address 203.20.18.16, Record type Dynamic, Adapter eth0, Lifetime 56; and Mac address 01:D2:FF:EB:FC:BB, IP address 203.21.18.19, Record type Dynamic, Adapter eth1, Lifetime 34. Below the table are input fields for Mac address (00:00:00:00:00), IP address (0.0.0.0), and Adapter (eth0). Buttons for "Добавить" (Add) and "Удалить" (Delete) are at the bottom left, and a "Закрыть" (Close) button is on the right.

Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
01:46:14:35:E4:96	203.20.18.16	Динамическая	eth0	56
01:D2:FF:EB:FC:BB	203.21.18.19	Динамическая	eth1	34

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:

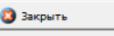
  

Таблица маршрутизации

	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:

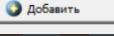
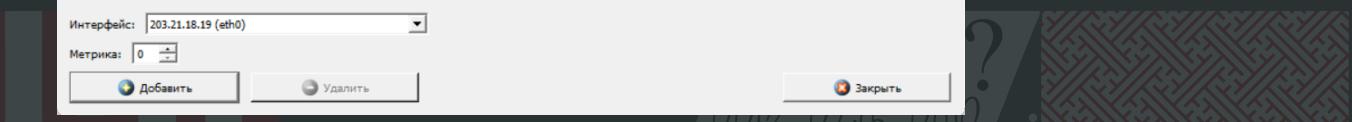
  

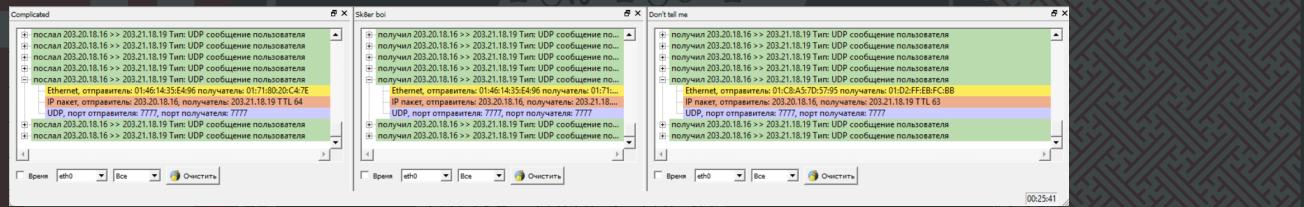
Таблица маршрутизации						?	
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник	X
1	203.20.18.0	255.255.255.0	203.21.18.18	203.21.18.19	0	Статическая	
2	203.20.19.0	255.255.255.0	203.20.19.21	203.20.19.21	0	Подключена	
3	203.21.18.0	255.255.255.0	203.21.18.19	203.21.18.19	0	Подключена	



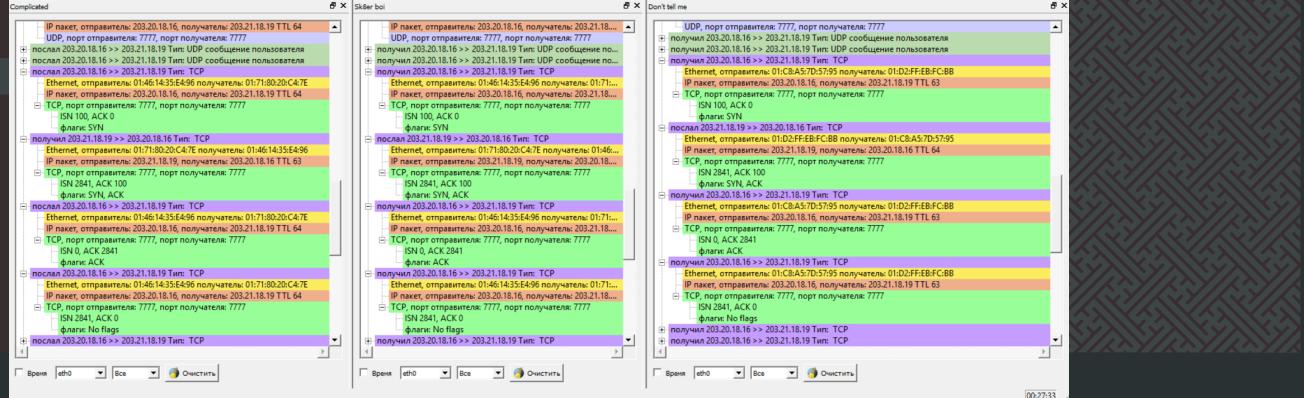
## 4.5 Тестирование сети

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.