



# MainPage/DataBase/Lab 1

Университет ИТМО  
Факультет ФПИ и КТ

## Отчёт по лабораторной работе 1

### «Компьютерные сети»

Студент: Чжоу Хунсян  
Группа: Р33131  
Преподаватель:

Санкт-Петербург 2024

---

Вариант: Ф = 4, И = 6, О = 0, Н = 31

Исходный IP адрес: 223.35.37.10

## Цель работы

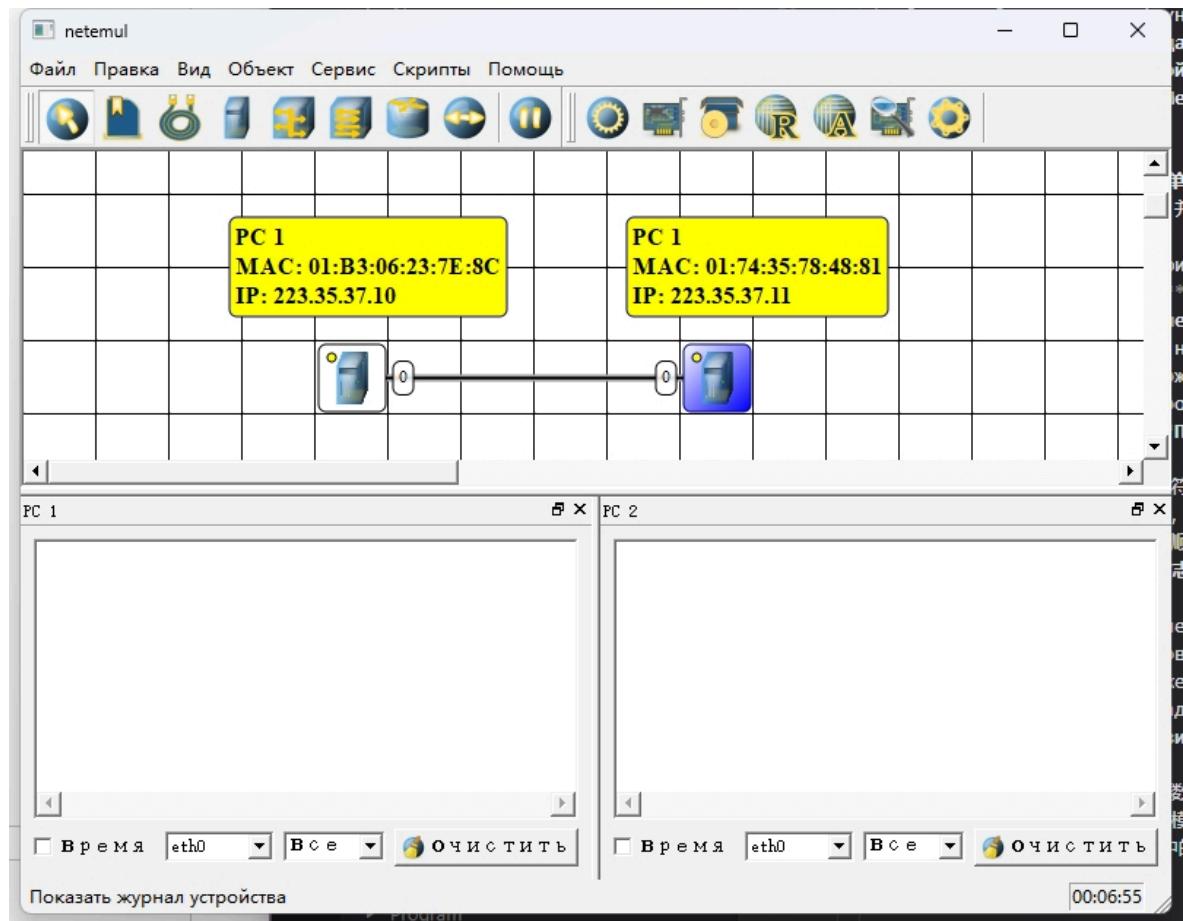
Изучение принципов построения и настройки моделей компьютерных сетей в среде NetEmul.

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.

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

1. Построение сети.



### Таблица маршрутизации

Таблица маршрутизации — это важная структура данных, в которой хранится информация, используемая маршрутизаторами для определения того, как пакеты доставляются к месту назначения.

The screenshot shows a window titled "Таблица маршрутизации". Inside the window, there is a table with the following data:

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

Below the table, there are four sets of input fields for entering route information:

- Адрес назначение:  .  .  .
- Маска:  .  .  .
- Шлюз:  .  .  .
- Интерфейс:  (0.0.0.0 (eth0))

At the bottom, there are buttons for "Добавить" (Add), "Удалить" (Delete), and "Закрыть" (Close).

Таблица маршрутизации содержит следующие типы информации:

- Адрес назначения (Destination)  
Это адрес, куда отправить пакетов
- Маска (Mask)  
Вместе используется с Адресом назначения для определения того, к какой подсети принадлежит IP-адрес.
- Шлюз (Gateway)  
Показывает следующий адрес для передачи пакетов
- Интерфейс (Interface)  
Это сетевой интерфейс, по которому пакеты покидают текущий маршрутизатор и доставляются на следующий узел.
- Метрика (Metric)  
используется для выражения относительной стоимости или расстояния до пункта назначения.
- Источник (Source)  
Относится к источнику, который генерирует или вводит запись маршрутизации.

## ARP-таблицы

Таблица ARP (протокол разрешения адресов) — это таблица, используемая в компьютерных сетях для хранения отношений сопоставления IP-адресов и MAC-адресов. Это помогает устройствам находить физические адреса других устройств в той же подсети для передачи пакетов.

The screenshot shows a window titled "Арп таблица" (ARP table). The window has a header with columns: "Мас-адрес", "Ip-адрес", "Тип записи", "Имя адаптера", and "Время жизни". Below the header is a large empty table area. At the bottom of the window, there are several input fields: "Мас-адрес" (Mac address) containing "00:00:00:00:00:00", "Ip-адрес" (IP address) containing "0.0.0.0", "Тип записи" (Type) with dropdown values "0", "1", "2", and "3", and "Адаптер" (Adapter) set to "eth0". There are also buttons for "Добавить" (Add), "Удалить" (Delete), and "Закрыть" (Close).

Записи таблицы ARP содержат следующую информацию:

- Мас-адрес  
Это физический адрес целевого устройства.
- Ip-адрес  
Это IP-адрес целевого устройства
- Тип записи

Указывает тип записи в таблице ARP. Общие типы записей:

- Статическая запись: Эти записи настраиваются администратором вручную, срок их действия не истекает и не обновляется протоколом динамического ARP. Эти записи обычно используются для критически важной связи между устройствами, гарантируя, что определенные IP-адреса всегда сопоставляются с назначенными MAC-адресами.
- Динамическая запись: Эти записи генерируются динамически посредством запросов и ответов ARP, имеют определенное время жизни (TTL) и автоматически обновляются или удаляются в зависимости от условий сетевого соединения.

- Имя адаптера

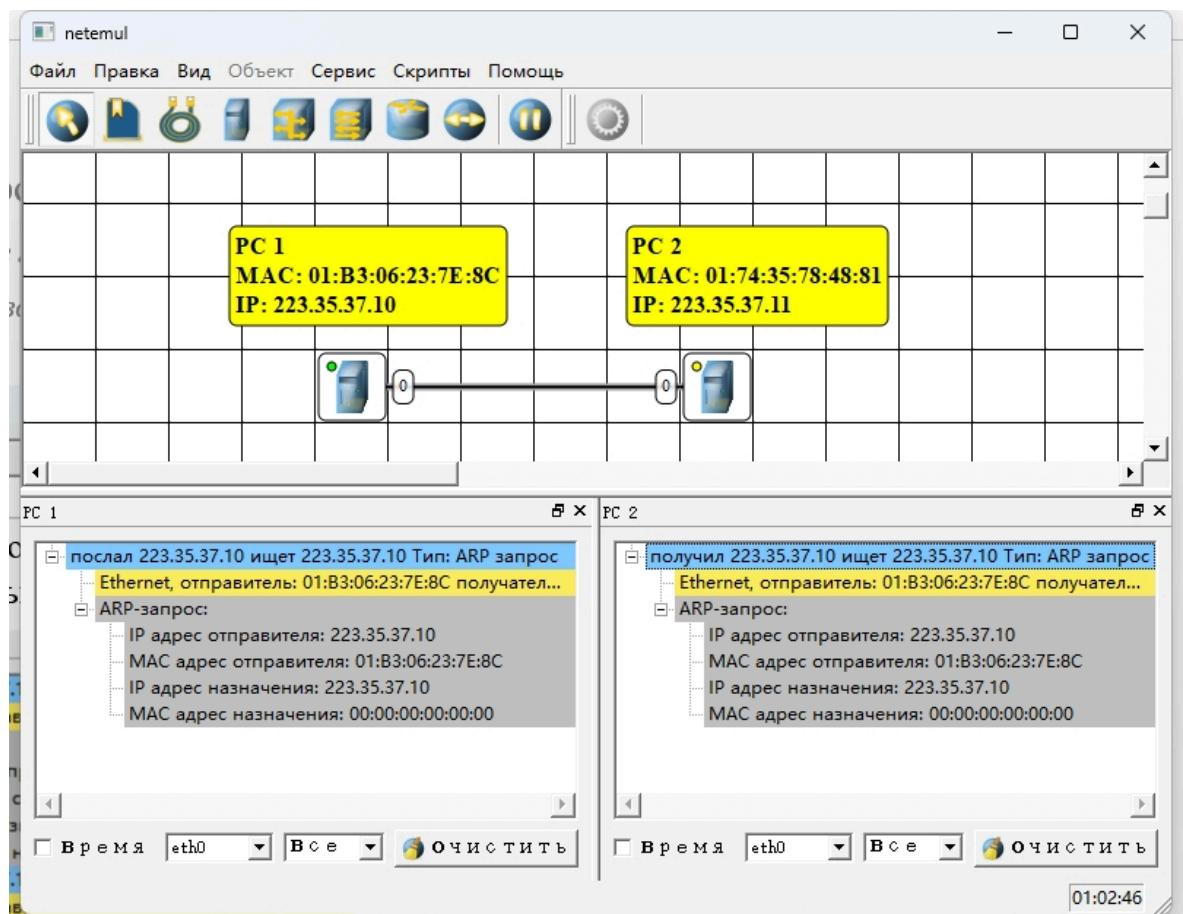
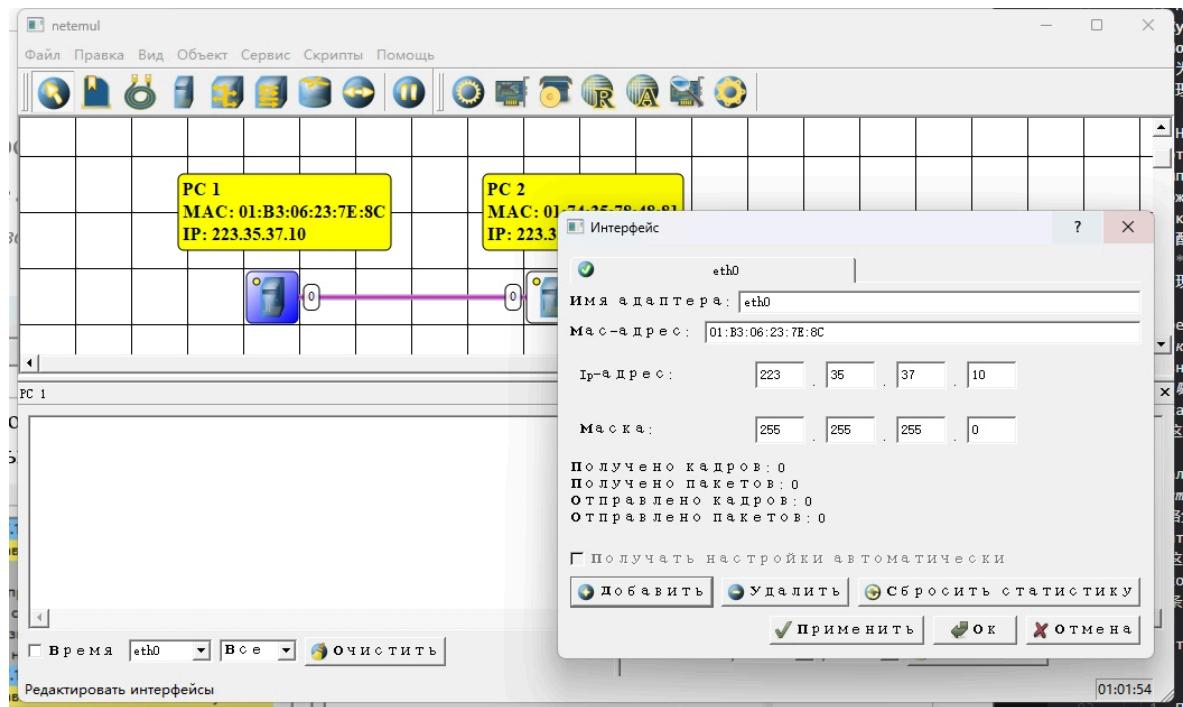
Поле «Имя сетевой карты» представляет имя сетевого интерфейса или сетевого адаптера, используемого для связи. Он определяет интерфейс, через который должны отправляться и получать пакеты.

- Время жизни

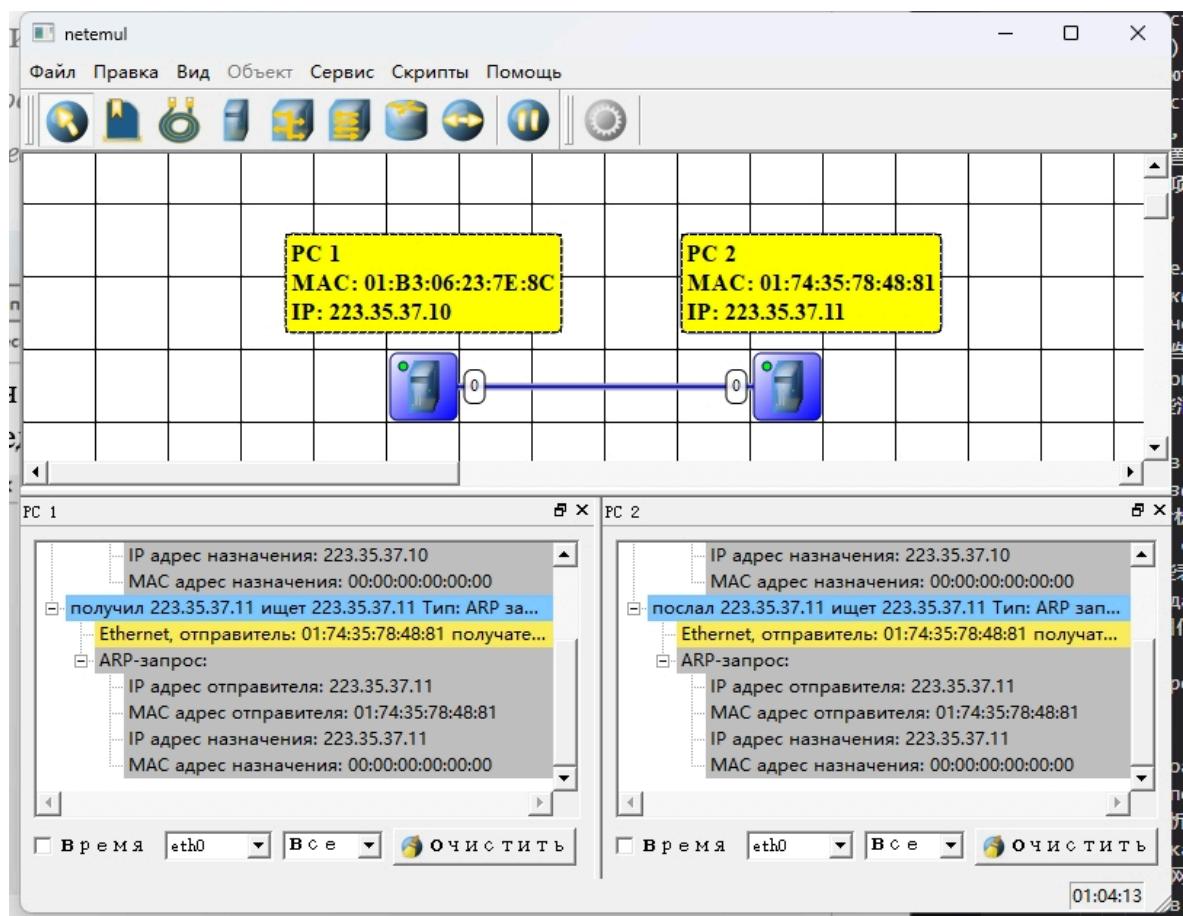
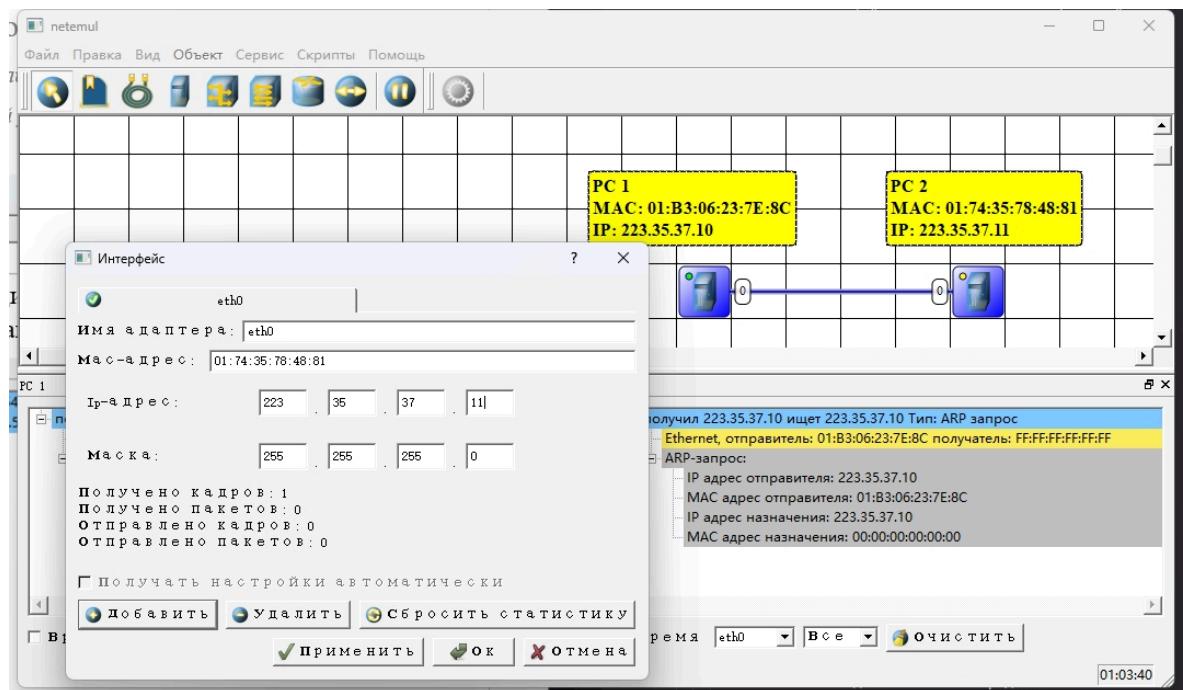
Указывает время действия записи ARP в таблице ARP. По истечении срока TTL, если нет нового соединения, запись удаляется, чтобы гарантировать актуальность информации в таблице ARP.

## 2. Настройка компьютеров и сети.

Настроить интерфейс PC 1



Настроить интерфейс PC 2



- какие и зачем передаются служебные сообщения после назначения IP-адреса;

После назначения IP-адреса передаются Ethernet Frame и ARP-

Запрос. Когда PC 1 назначается IP-адрес, ему необходимо убедиться, что другие устройства могут правильно отправлять данные на этот IP-адрес. И чтобы отправить данные на целевой IP-адрес, устройству необходим MAC-адрес целевого устройства. Следовательно, чтобы установить сопоставление IP-адреса и MAC-адреса, PC 1 отправляет это сообщение.

- каково содержание этих сообщений?

Ethernet, отправитель: 01:B3:06:23:7E:8C получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF

Эта часть представляет собой кадр Ethernet. MAC-адрес отправителя — 01:B3:06:23:7E:8C, а MAC-адрес получателя — широковещательный адрес FF:FF:FF:FF:FF:FF.

Широковещательный адрес используется для отправки кадров всем устройствам в локальной сети.

ARP-запрос:

IP адрес отправителя: 223.35.37.10

MAC адрес отправителя: 01:B3:06:23:7E:8C

IP адрес назначения: 223.35.37.10

MAC адрес назначения: 00:00:00:00:00:00

Эта часть представляет запрос ARP.

- IP-адрес отправителя — 223.35.37.10, который является IP-адресом PC 1.
- MAC-адрес отправителя — 01:B3:06:23:7E:8C, который является MAC-адресом PC 1.
- IP-адрес получателя — 223.35.37.10, который является IP-адресом PC 1, что указывает на то, что запрос ARP предназначен для самого PC 1.
- MAC-адрес получателя состоит из нулей, что является неизвестным MAC-адресом в запросе ARP, поскольку цель запроса ARP — найти MAC-адрес, соответствующий IP-адресу.

### 3. Анализ таблиц.

PC 1

**PC 1**

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.10	223.35.37.10	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .   
 Mask:  .  .  .   
 Gateway:  .  .  .   
 Interface:   
 Metric:

**Arp table**

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
00:00:00:00:00:00	0.0.0.0		eth0	

Mac-address:  :  :  :  :  :  Ip-address:  .  .  .  Netcard:

**PC 2**

**PC 2**

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.11	223.35.37.11	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .   
 Mask:  .  .  .   
 Gateway:  .  .  .   
 Interface:   
 Metric:

Arp table

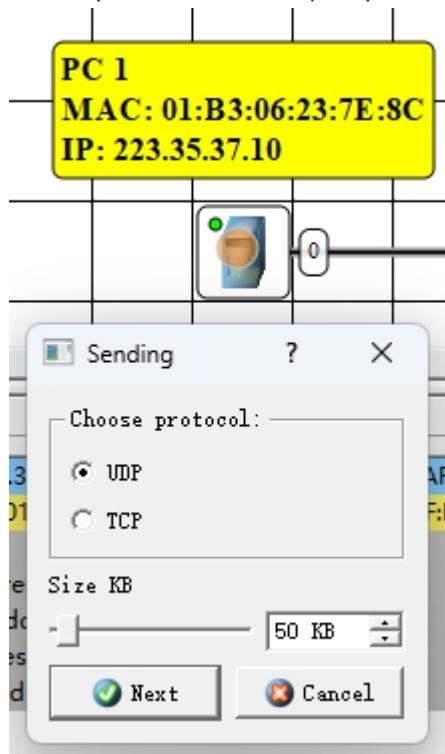
Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1 01:B3:06:23:7E:8C	223.35.37.10	Dinamic	eth0	229

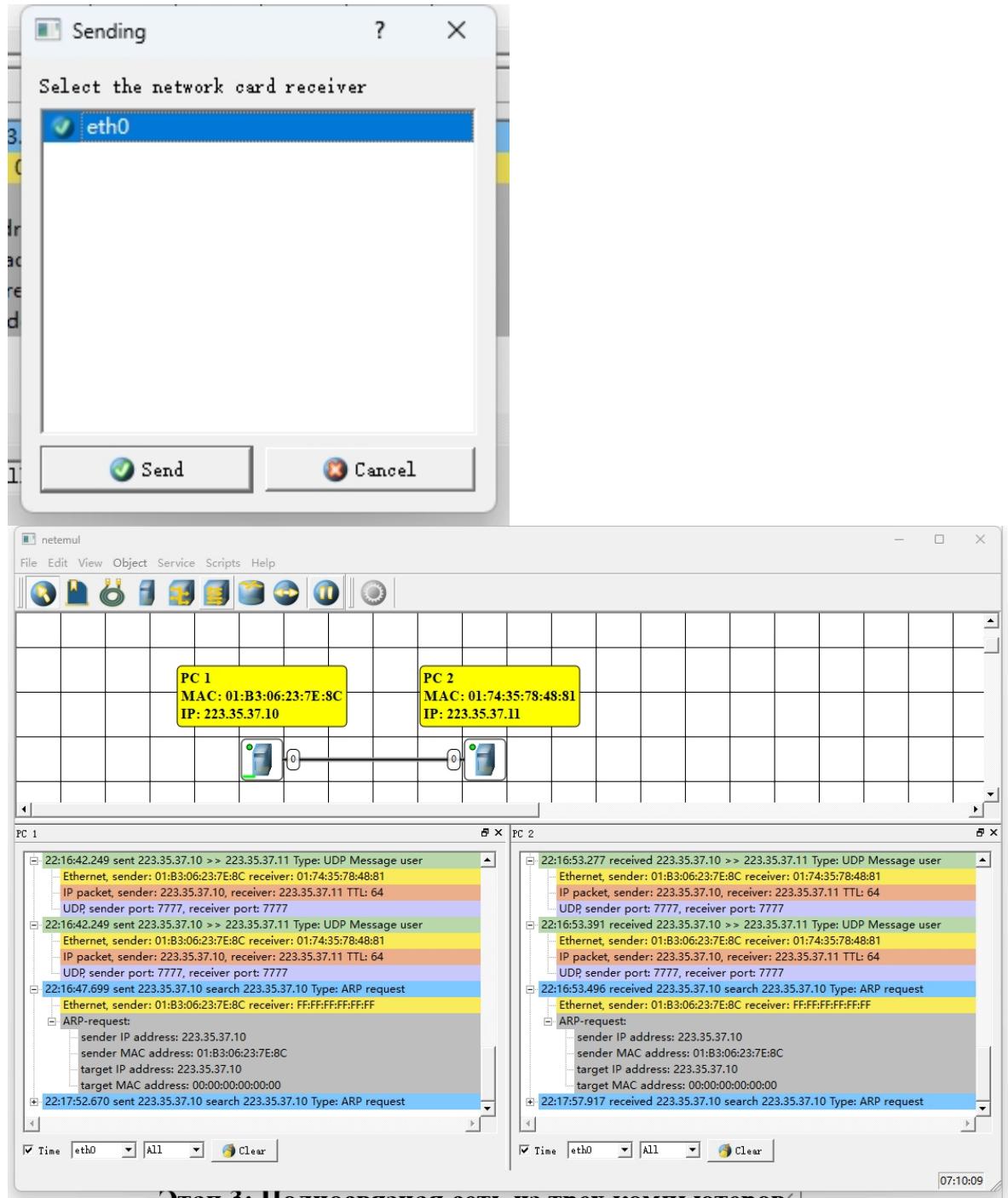
Mac-address: 00:00:00:00:00:00    Ip-address: 0 0 0 0    Netcard eth0

Add   Delete   Close

Address: 223.35.37.10    sender IP address: 223.35.37.10

4. Тестирование сети (отправка пакетов).





- какие пакеты и кадры передаются в сети;
  - UDP-пакет
  - IP-пакет
  - кадр Ethernet:
- в какой последовательности передаются пакеты и кадры;
  - а. Сгенерируйте данные уровня приложения.
  - б. Инкапсулировать пакеты UDP (добавить заголовок UDP).

- c. Инкапсулировать IP-пакеты (добавлять IP-заголовки).
  - d. Инкапсулировать кадры Ethernet (добавлять заголовки кадров Ethernet).
  - e. Передача кадров Ethernet по физическому носителю.
- какая информация содержится в пакетах и кадрах;

a. **UDP-пакет:**

- Данные уровня приложения: это фактические данные, которые необходимо отправить.
- UDP-заголовок:
  - Исходный порт: случайно сгенерированный номер порта.
  - Целевой порт: заранее определенный номер порта службы (например, DNS использует порт 53).
  - Длина: общая длина заголовка и данных UDP.
  - Контрольная сумма: используется для обнаружения ошибок.

b. **IP-пакет данных:**

- IP-заголовок:
  - Исходный IP-адрес: 223.35.37.10.
  - IP-адрес назначения: 223.35.37.11.
  - Другие поля: такие как TTL (время жизни), протокол (номер протокола UDP равен 17), общая длина и т. д.
- Часть данных: содержит UDP-пакет верхнего уровня.

c. **Кадр Ethernet:**

- Заголовок кадра Ethernet:

- MAC-адрес назначения:  
01:74:35:78:48:81
  - Исходный MAC-адрес:  
01:B3:06:23:7E:8C
  - Поле типа: указывает тип полезных данных (0x0800  
указывает IPv4).
  - Часть данных: содержит IP-пакет верхнего уровня.
  - появились ли изменения (записи) в таблицах маршрутизации и arp-таблицах, и если «да», то, когда и как формируются записи? РС 1 и РС 2 находятся в одной подсети, и таблица маршрутизации не изменилась.
- После отправки запроса ARP и получения ответа в таблице ARP добавляется или обновляется запись.

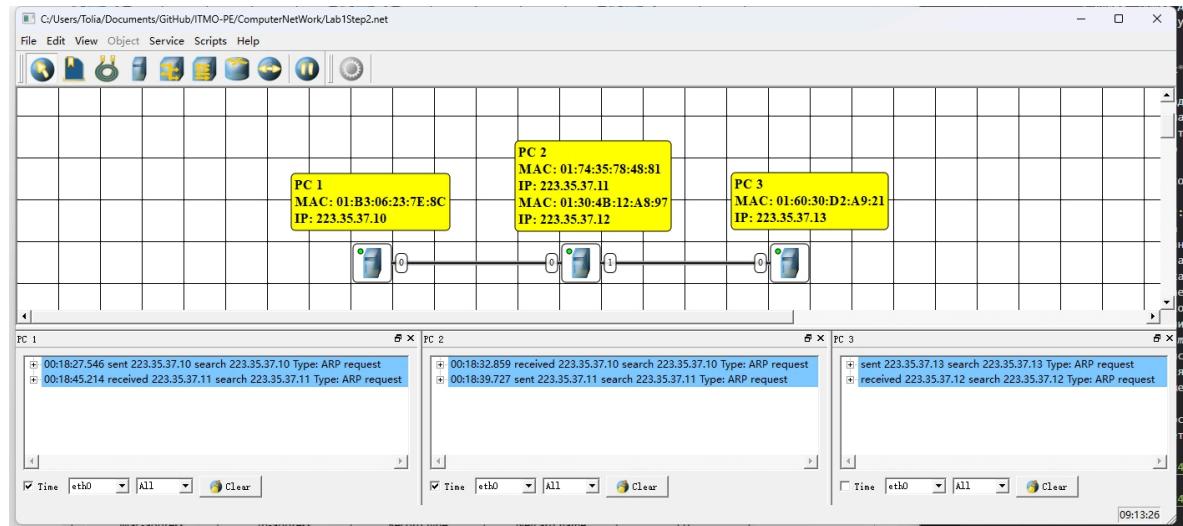
Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
01:74:35:78:48:81	223.35.37.11	Dynamic	eth0	113

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
01:B3:06:23:7E:8C	223.35.37.10	Dynamic	eth0	135

## Этап 2. Линейная сеть из трех компьютеров

5. Построение сети с тремя компьютерами и анализ таблиц.



### Таблица маршрутизации

PC 1

Routing table					
	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.10	223.35.37.10	0
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface:

Metric:

PC 2

Routing table

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.12	223.35.37.12	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface: 223.35.37.11 (eth0)

Metric:

PC 3

Routing table

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.13	223.35.37.13	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface: 223.35.37.13 (eth0)

Metric:

Арп-таблиц

PC 1

Arp table

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1 01:74:35:78:48:81	223.35.37.11	Dinamic	eth0	810

Mac-address: 00:00:00:00:00:00    Ip-address: 0 0 0 0    Netcard eth0

Add    Delete    Close

PC 2

Arp table

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1 01:B3:06:23:7E:8C	223.35.37.10	Dinamic	eth0	814
2 01:60:30:D2:A9:21	223.35.37.13	Dinamic	eth1	917

Mac-address: 00:00:00:00:00:00    Ip-address: 0 0 0 0    Netcard eth0

Add    Delete    Close

PC 3

Arp table

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1 01:30:4B:12:A8:97	223.35.37.12	Dinamic	eth0	892

Mac-address: 00:00:00:00:00:00    Ip-address: 0 0 0 0    Netcard eth0

Add    Delete    Close

Проанализировать содержимое таблиц маршрутизации и arp-таблиц всех компьютеров. Описать:

- как изменилось содержимое таблиц;

В таблицу ARP добавлена связь между МАС-адресами и IP-адресами других устройств в сети.

- как формируется каждая запись в таблицах;

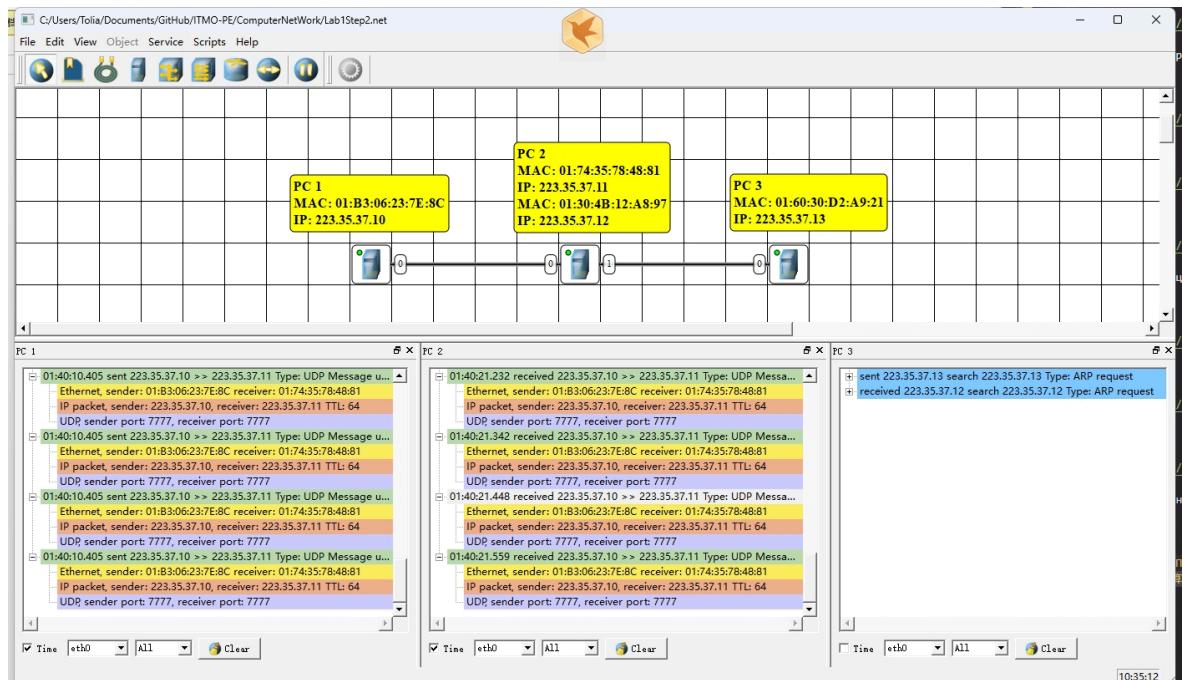
После установки IP-адреса для PC PC отправит запрос ARP всем устройствам в сети и сохранит взаимосвязь между MAC-адресом PC и IP-адресом в таблицах ARP других устройств.

- в чем отличие таблицы маршрутизации компьютера, находящегося в центре сети, от таблиц маршрутизации крайних компьютеров?

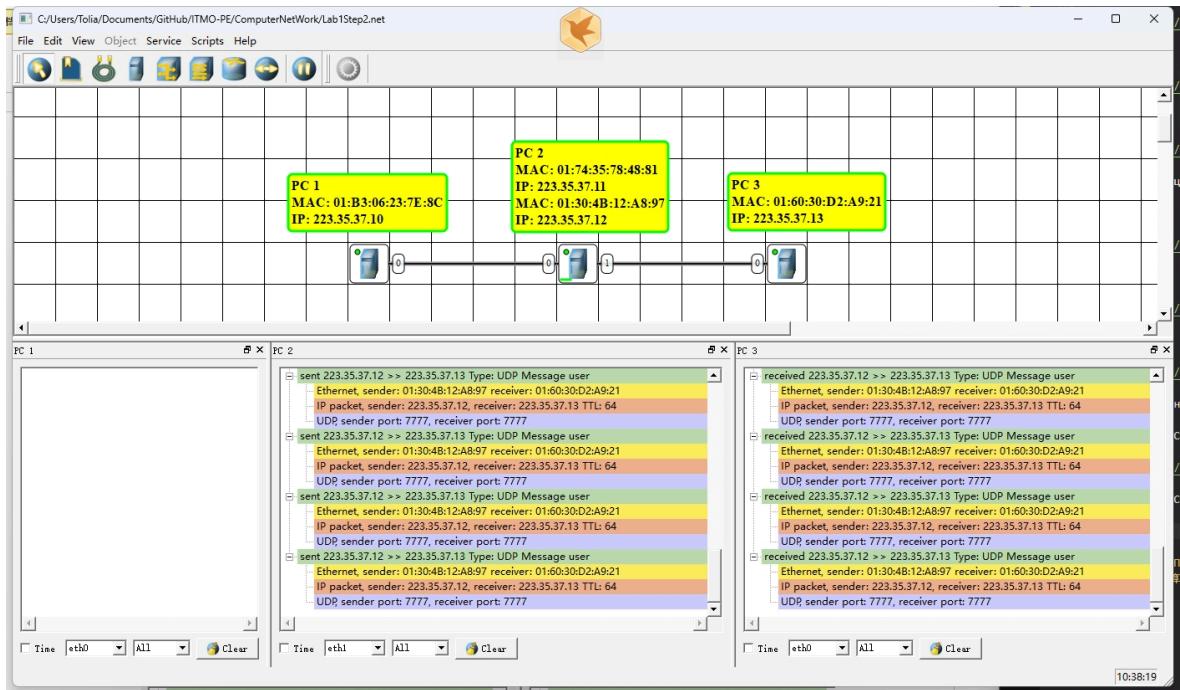
Таблицы маршрутизации для PC 1 и PC 3 относительно просты и содержат только сеть с прямым подключением и возможный маршрут по умолчанию. Таблица маршрутизации PC 2 более сложна, поскольку она соединяет две разные подсети и требует управления информацией о маршрутизации этих двух подсетей.

## 6. Тестирование сети (отправка пакетов).

PC 1 -> PC 2



PC 2 -> PC 3



Проанализировать передачу сообщений с использованием протокола UDP.

Пояснить:

- какие пакеты и кадры передаются в сети;
- в какой последовательности передаются пакеты и кадры;
- какая информация содержится в пакетах и кадрах.

Последовательность и информация, содержащаяся в пакетах данных и кадрах, которые будут передаваться по сети, следующие:

#### ARP-запрос:

- **Кадр Ethernet:**
  - **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес PC1.
  - **MAC-адрес назначения:** широковещательный адрес FF:FF:FF:FF:FF:FF
- **ARP-пакет:**
  - **MAC-адрес отправителя:** MAC-адрес PC1.
  - **IP-адрес отправителя:** IP-адрес PC1.
  - **MAC-адрес назначения:** 00:00:00:00:00:00
  - **IP-адрес назначения:** IP-адрес назначения.

**Ответ ARP** (при условии, что целевое устройство существует):

- **Кадр Ethernet:**
  - **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес целевого устройства.
  - **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес PC1.

- **ARP-пакет:**

- **MAC-адрес отправителя:** MAC-адрес целевого устройства.
- **IP-адрес отправителя:** IP-адрес целевого устройства.
- **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес PC1.
- **IP-адрес назначения:** IP-адрес PC1.

### **UDP-пакетов**

Как только PC1 узнает MAC-адрес целевого устройства, он начинает передавать пакеты UDP.

#### **UDP-пакет:**

- **Кадр Ethernet:**

- **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес PC1.
- **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес целевого устройства.

- **IP-ПАКЕТ:**

- **Версия:** IPv4.
- **Длина заголовка:** 20 байт.
- **Тип услуги:** по умолчанию.
- **Общая длина:** заголовок IP + заголовок UDP + данные.
- **Идентификация:** идентификатор, идентифицирующий пакет.
- **flag:** флаг шардинга.
- **Смещение среза:** смещение среза.
- **Время жизни (TTL):** обычно 64.
- **Протокол:** UDP (17)
- **Контрольная сумма заголовка:** контрольная сумма IP-заголовка.
- **Исходный IP-адрес:** IP-адрес PC1.
- **IP-адрес назначения:** IP-адрес целевого устройства.

- **UDP-ПАКЕТ:**

- **Исходный порт:** случайно выбранный порт.
- **Порт назначения:** порт, указанный приложением.
- **Длина:** заголовок UDP + длина данных.

- **Контрольная сумма:** контрольная сумма UDP (необязательно).
- **Данные:** фактические данные приложения.

### Последовательность передачи данных

- i. **ARP-запрос** (при необходимости):
  - PC1 отправляет широковещательный запрос ARP с вопросом, кому принадлежит целевой IP-адрес.
- ii. **Ответ ARP** (при необходимости):
  - Целевое устройство отправляет PC1 свой MAC-адрес.
- iii. **UDP-пакет:**
  - PC1 отправляет пакет UDP на целевое устройство.

## Этап 3. Полносвязная сеть из трех компьютеров

### 7. Формирование полносвязной компьютерной сети.

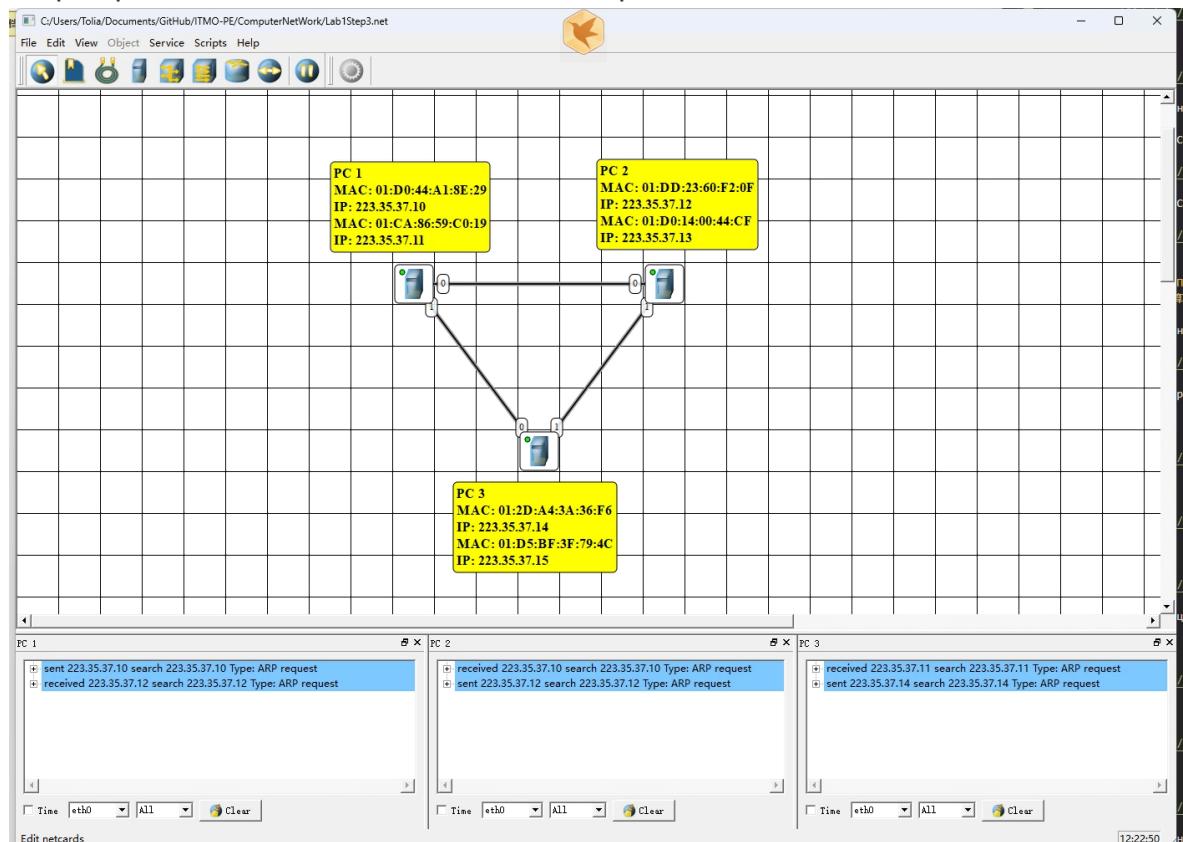


Таблица маршрутизации

PC 1

Routing table

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.11	223.35.37.11	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface:

Metric:

PC 2

Routing table

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.13	223.35.37.13	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface:

Metric:

PC 3

Routing table

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	223.35.37.0	255.255.255.0	223.35.37.15	223.35.37.15	0	Connected
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Connected

Destination:  .  .  .

Mask:  .  .  .

Gateway:  .  .  .

Interface:

Metric:

### Arp-таблиц

PC 1

Arp table

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:DD:23:60:F2:0F	223.35.37.12	Dinamic	eth0	185
2	01:2D:A4:3A:36:F6	223.35.37.14	Dinamic	eth1	182

Mac-address:  :  :  :  :  :  Ip-address:  .  .  .  Netcard

PC 2

Arp table

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:D0:44:A1:8E:29	223.35.37.10	Dinamic	eth0	209
2	01:D5:BF:3F:79:4C	223.35.37.15	Dinamic	eth1	195

Mac-address:  :  :  :  :  :  Ip-address:  .  .  .  Netcard

PC 3

Arp table

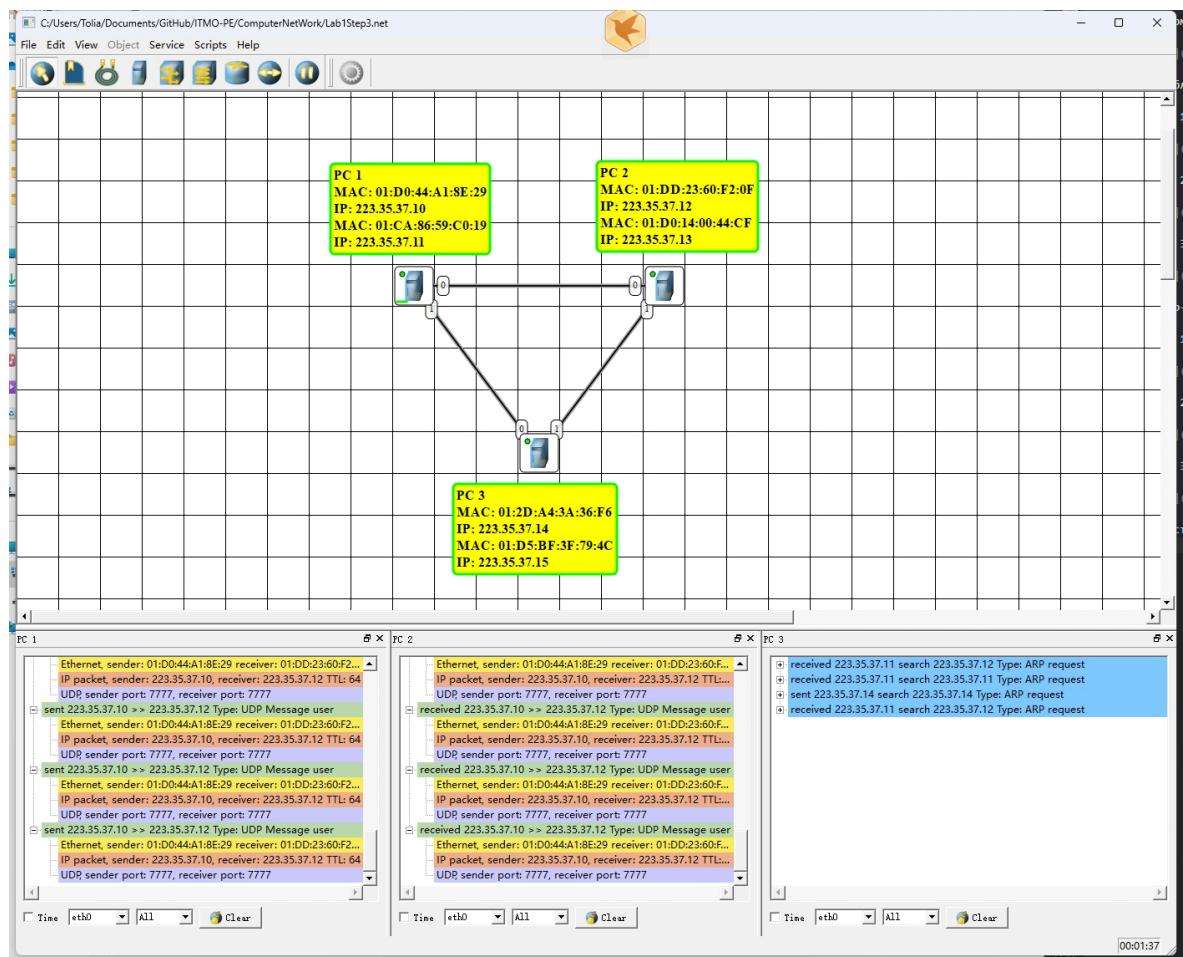
Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1 01:CA:86:59:C0:19	223.35.37.11	Dinamic	eth0	225
2 01:D0:14:00:44:CF	223.35.37.13	Dinamic	eth1	217

Mac-address: 00:00:00:00:00:00    Ip-address: 0 0 0 0    Netcard eth0

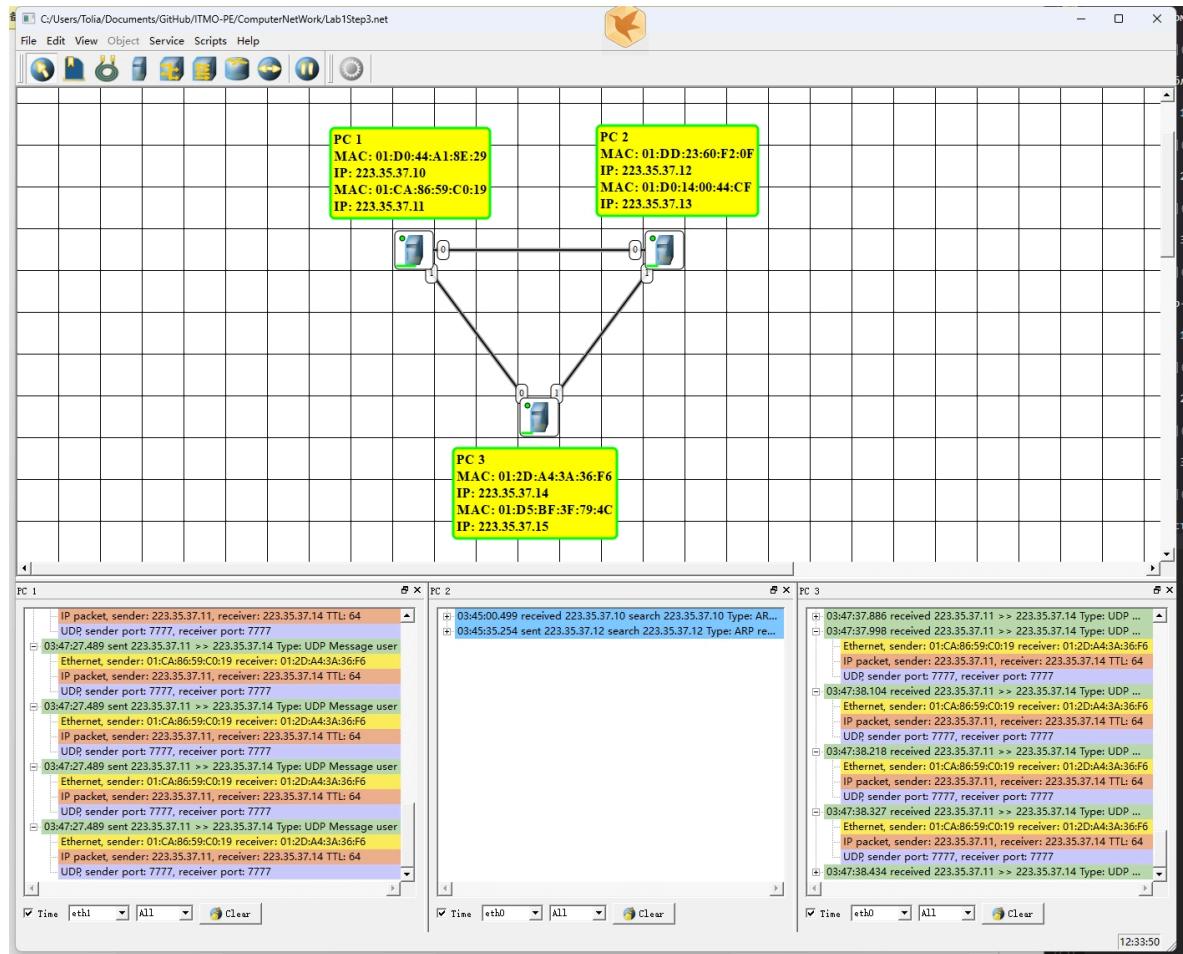
Add   Delete   Close

## 8. Тестирование сети (отправка пакетов).

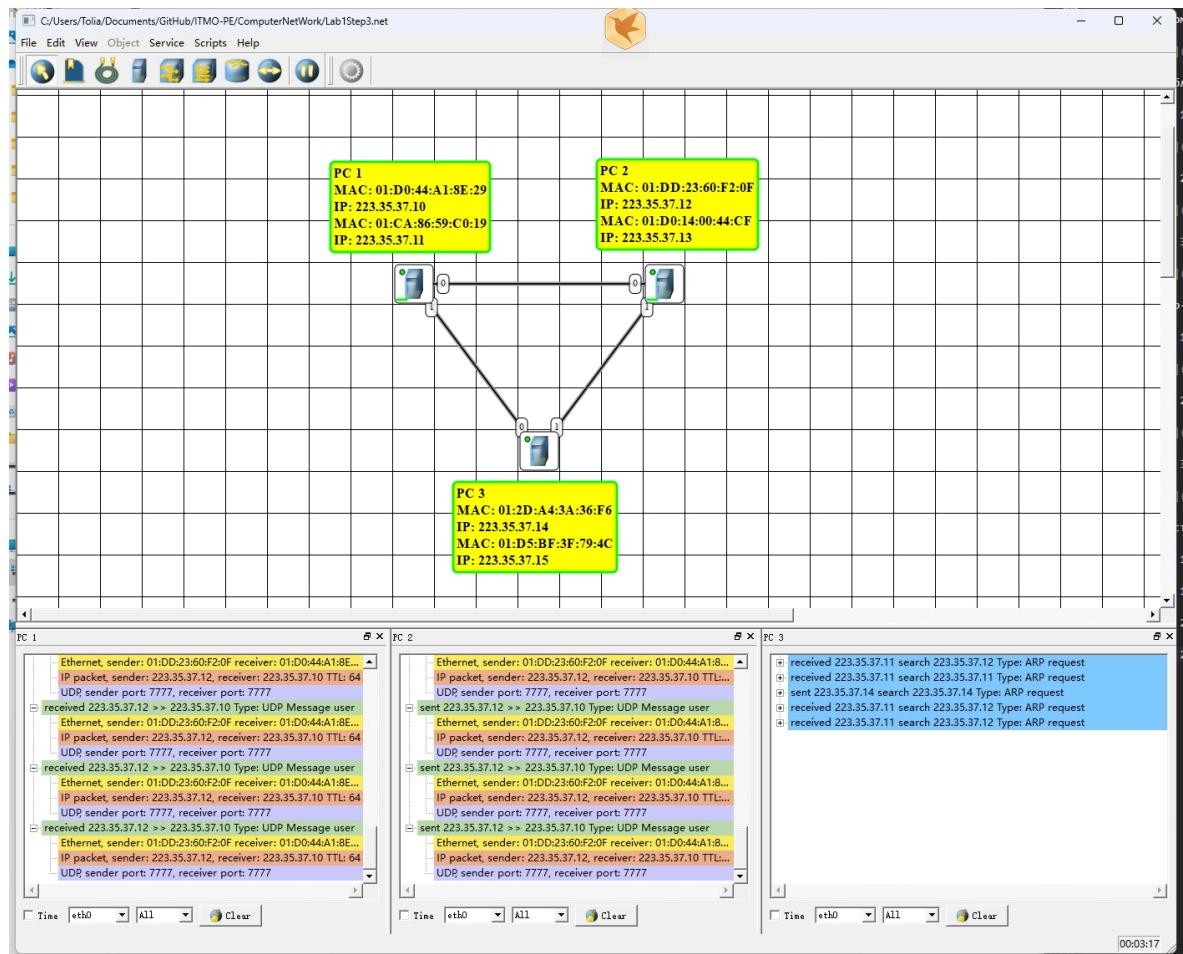
PC 1 -> PC 2



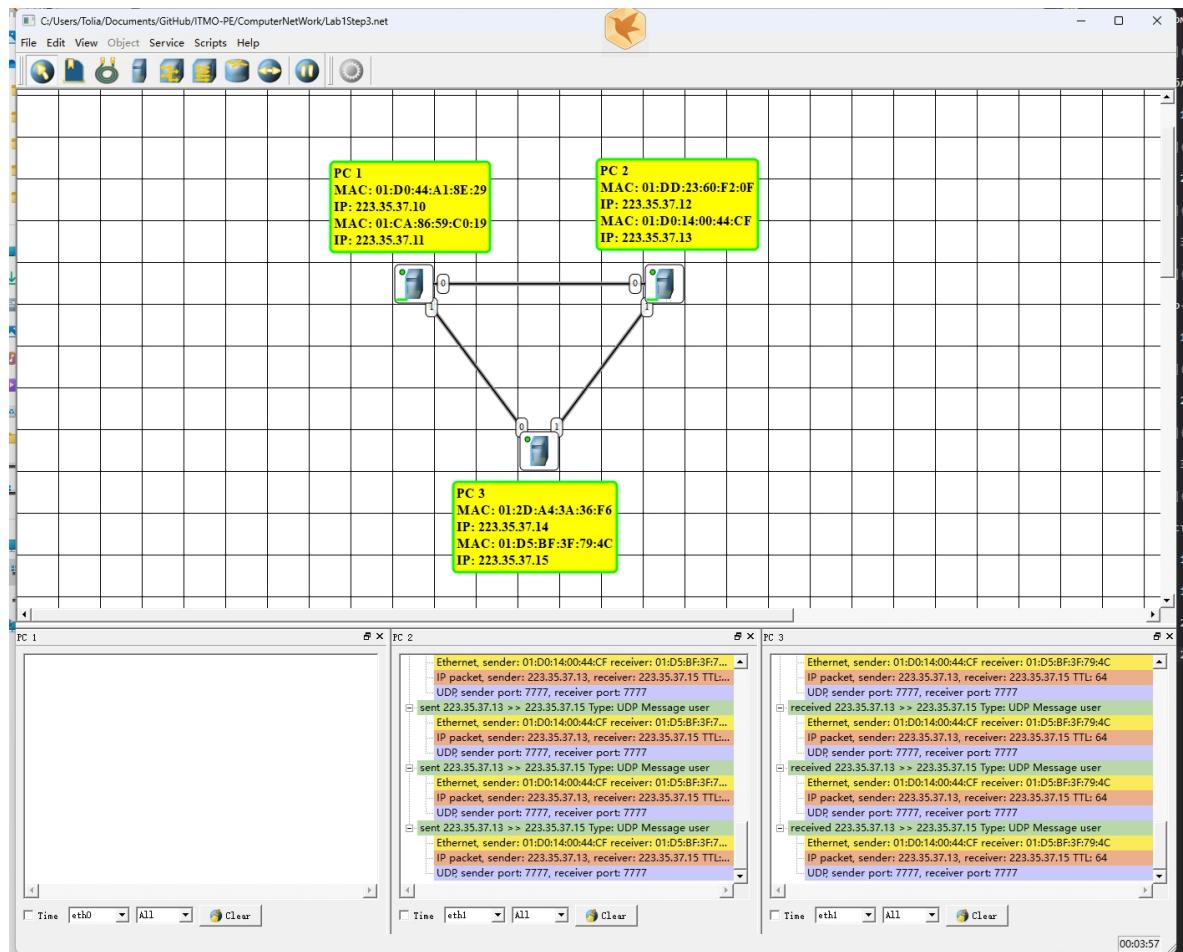
PC 1 -> PC 3



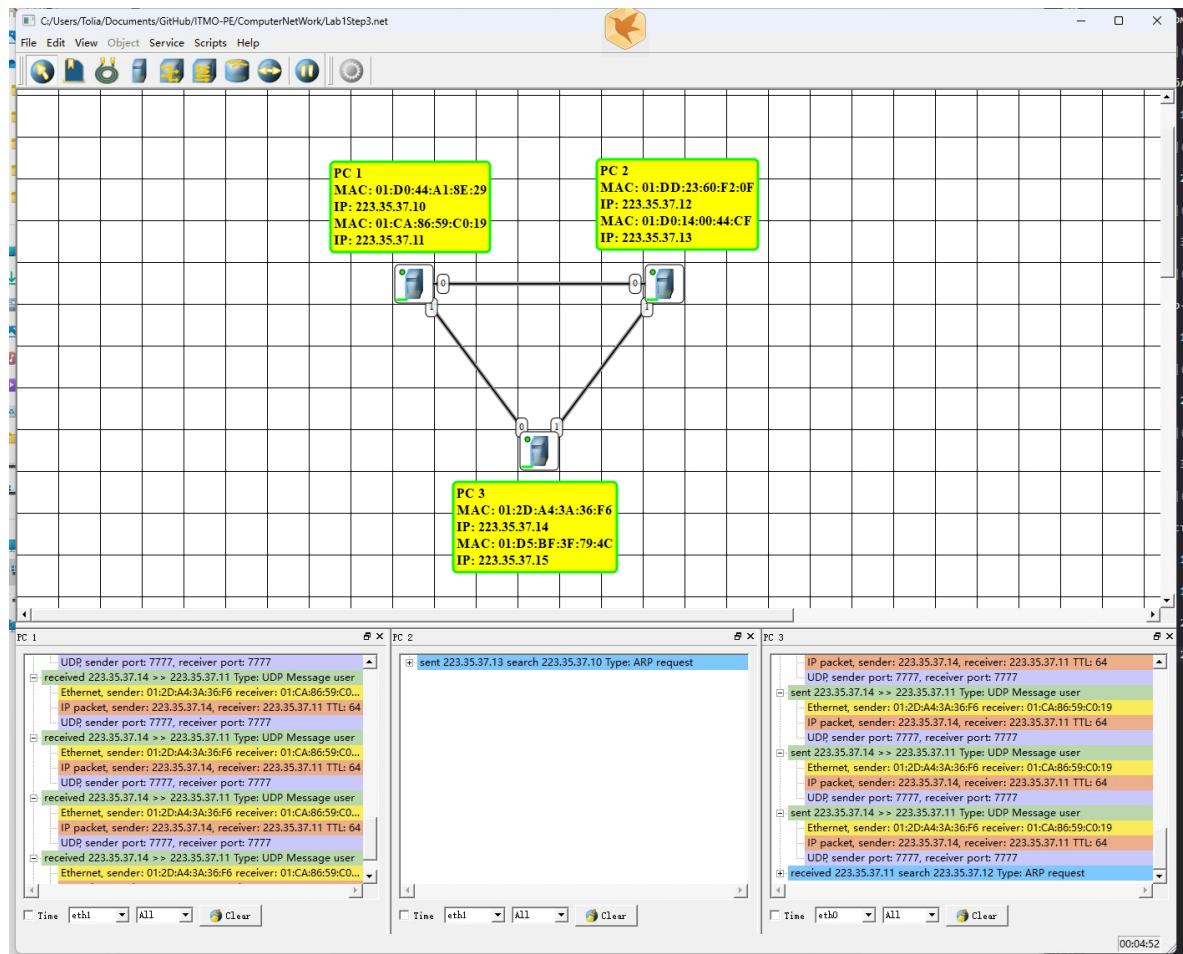
PC 2 -> PC 1



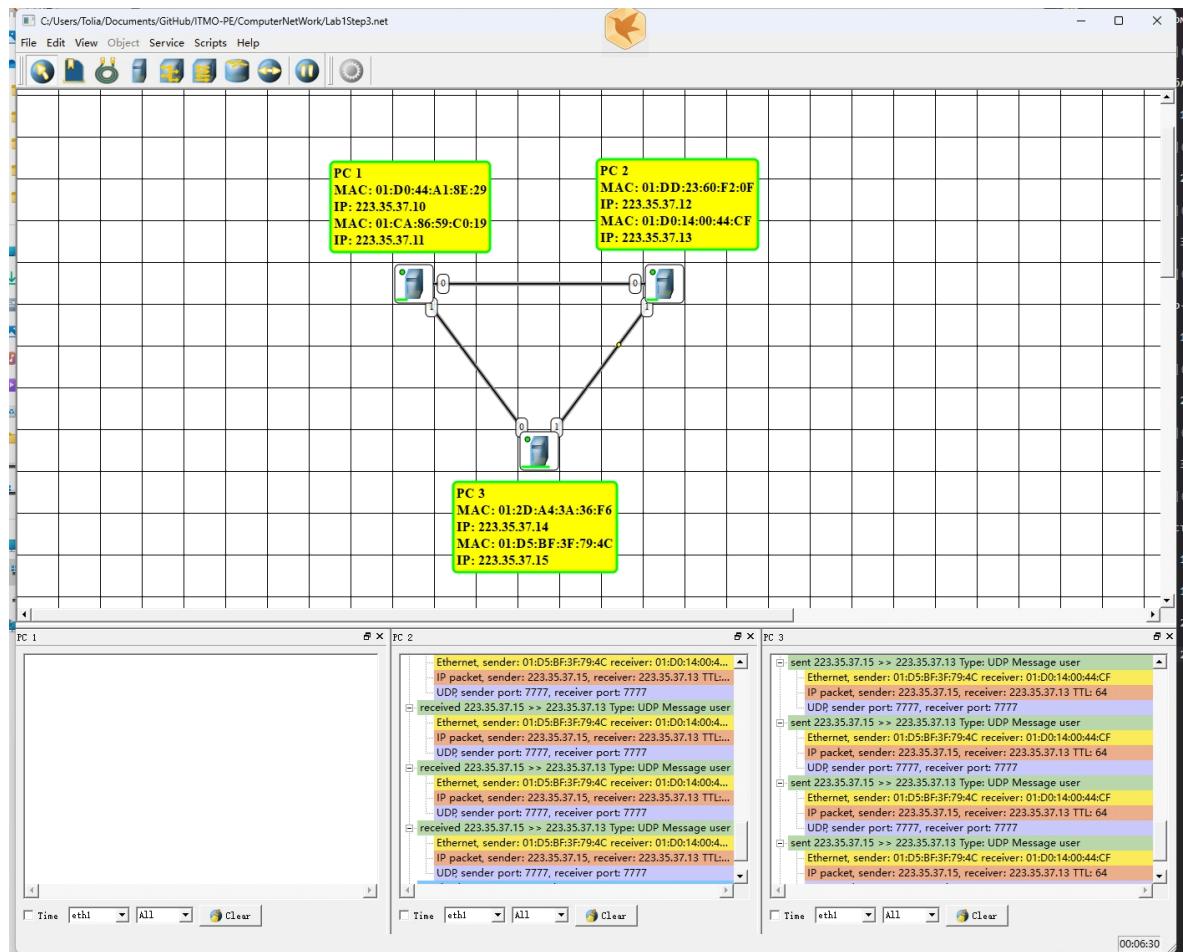
PC 2 -> PC 3



PC 3 -> PC 1



PC 3 -> PC 2



Проанализировать передачу сообщений с использованием протокола UDP.

Пояснить:

- какие пакеты и кадры передаются в сети;
- в какой последовательности передаются пакеты и кадры;
- какая информация содержится в пакетах и кадрах.

Последовательность и информация, содержащаяся в пакетах данных и кадрах, которые будут передаваться по сети, следующие:

**ARP-запрос:**

- **Кадр Ethernet:**

- **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес PC1.
- **MAC-адрес назначения:** широковещательный адрес FF:FF:FF:FF:FF:FF

- **ARP-пакет:**

- **MAC-адрес отправителя:** MAC-адрес PC1.
- **IP-адрес отправителя:** IP-адрес PC1.
- **MAC-адрес назначения:** 00:00:00:00:00:00
- **IP-адрес назначения:** IP-адрес назначения.

**Ответ ARP** (при условии, что целевое устройство существует):

- **Кадр Ethernet:**

- **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес целевого устройства.
- **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес PC1.

- **ARP-пакет:**

- **MAC-адрес отправителя:** MAC-адрес целевого устройства.
- **IP-адрес отправителя:** IP-адрес целевого устройства.
- **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес PC1.
- **IP-адрес назначения:** IP-адрес PC1.

### **UDP-пакетов**

Как только PC1 узнает MAC-адрес целевого устройства, он начинает передавать пакеты UDP.

#### **UDP-пакет:**

- **Кадр Ethernet:**

- **Исходный MAC-адрес:** MAC-адрес PC1.
- **MAC-адрес назначения:** MAC-адрес целевого устройства.

- **IP-ПАКЕТ:**

- **Версия:** IPv4.
- **Длина заголовка:** 20 байт.
- **Тип услуги:** по умолчанию.
- **Общая длина:** заголовок IP + заголовок UDP + данные.
- **Идентификация:** идентификатор, идентифицирующий пакет.
- **flag:** флаг шардинга.
- **Смещение среза:** смещение среза.
- **Время жизни (TTL):** обычно 64.
- **Протокол:** UDP (17)
- **Контрольная сумма заголовка:** контрольная сумма IP-заголовка.
- **Исходный IP-адрес:** IP-адрес PC1.

- **IP-адрес назначения:** IP-адрес целевого устройства.
- **UDP-ПАКЕТ:**
  - **Исходный порт:** случайно выбранный порт.
  - **Порт назначения:** порт, указанный приложением.
  - **Длина:** заголовок UDP + длина данных.
  - **Контрольная сумма:** контрольная сумма UDP (необязательно).
  - **Данные:** фактические данные приложения.

### **Последовательность передачи данных**

- i. **ARP-запрос** (при необходимости):
  - PC1 отправляет широковещательный запрос ARP с вопросом, кому принадлежит целевой IP-адрес.
- ii. **Ответ ARP** (при необходимости):
  - Целевое устройство отправляет PC1 свой MAC-адрес.
- iii. **UDP-пакет:**
  - PC1 отправляет пакет UDP на целевое устройство.