

# Лабораторная работа №1

Студент: Султанов Артур Радикович, группа: Р3313

Ф=8

И=5

О=9

Н=13

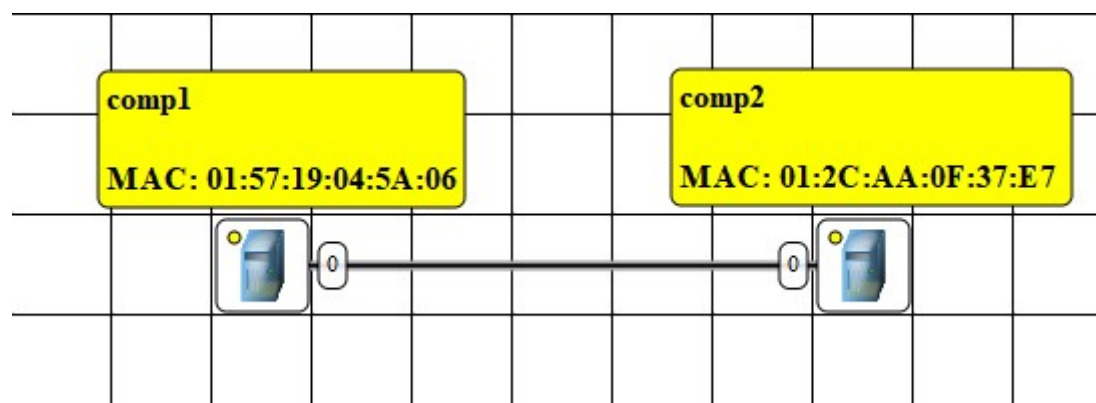
Исходный IP-адрес: 214.21.18.13

Начальный адрес пула второй сети: 214.26.18.18

Начальный адрес пула третьей сети: 214.21.27.22

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

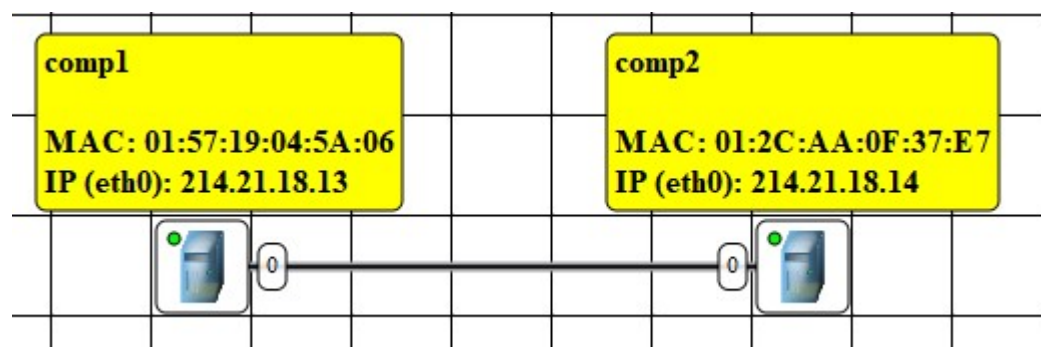
### 1. Построение сети



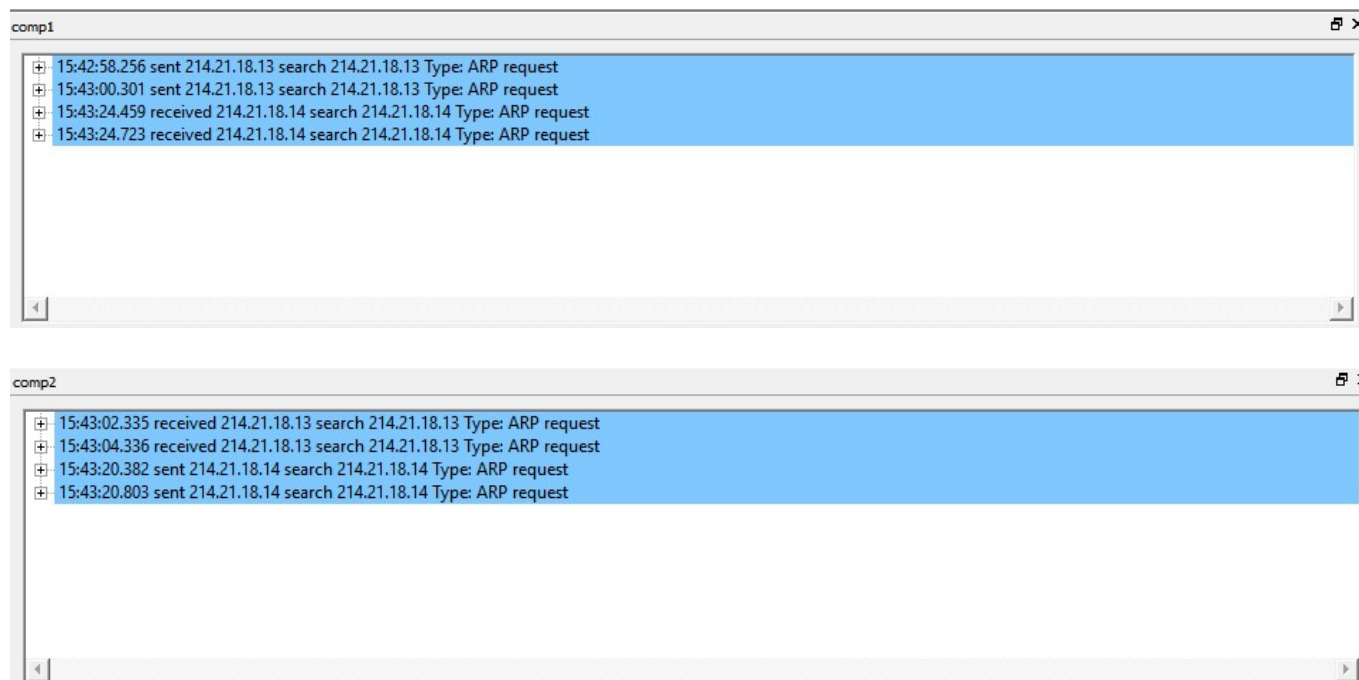
Создадим два компьютера `comp1`, `comp2`.

На данный момент таблицы у обоих компьютеров пустые.

### 2. Настройка компьютеров и сети



Первому компьютеру на сетевую карту (интерфейс eth0) назначим **214.21.18.13**, второму (интерфейс eth0) - **214.21.18.14**.



После назначения IP-адреса передается ARP-request, если быть точнее, Gratuitous ARP ([superuser](#), [wikipedia](#), [wireshark wiki](#)) - в них target IP и source IP совпадают. Запрос этот существует для оповещения других устройств о появлении нового и для проверки коллизий IP-адресов.

### 3. Анализ таблиц

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.13	214.21.18.13	0	Connected

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.14	0	Connected

Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
-------------	------------	-------------	--------------	-----

В таблицах маршрутизации содержится информация о соответствии адресов назначения и интерфейсов, через которые нужно отправить пакет данных.

- Destination: целевой адрес
- Mask: маска сети назначения
- Gateway: шлюз, обозначается IP-адресом маршрутизатора (устройства) в сети, на который нужно отправить пакет, чтобы он дошел до целевого адреса
- Interface: интерфейс, через который доступен шлюз (может совпасть с gateway)
- Metric: числовой показатель, обозначающий предпочтительность маршрута. Чем меньше число, тем более предпочтителен маршрут. Можно воспринимать как "расстояние".
- Source: источник этой записи.

В данном случае у каждого компьютера есть информация о сети **214.21.18.0** - общей сети, в которой находятся эти два компьютера, как видно metric равен 0 - для того, чтобы добраться до этой сети, пакету необходимо лишь пройти eth0.

В ARP-таблицах хранятся связи IP-адрес - MAC-адрес компьютера.

Принцип работы:

- Компьютер, которому нужно выполнить отображение адреса IP на MAC-адрес, формирует ARP-запрос с адресом IP получателя и рассылает его широкоэвещательно (broadcast).
- Все узлы сегмента локальной сети получают запрос ARP и сравнивают указанный адрес IP с собственным.
- В случае совпадения собственного адреса IP с полученным в запросе ARP, компьютер формирует ответ ARP, в котором указывает и свой IP-адрес, и свой MAC-адрес, и отправляет его уже адресно на MAC-адрес отправителя ARP-запроса.

Фактически, это таблица L3-L2, где нам известна L3-информация (IP), и мы хотим, чтобы L2 узнал свою информацию (MAC).

Здесь таблицы пустые, так как компьютеры еще не хотели "пообщаться".

#### 4. Тестирование сети (отправка пакетов)

Для тестирования сети было отправлено сообщение размером 4KB с comp1 на comp2:

The image shows two network packet capture windows. The top window, titled 'comp1', displays the following traffic:

- 18:16:45.344 sent 214.21.18.13 search 214.21.18.14 Type: ARP request
- 18:16:55.347 received 214.21.18.13 found 214.21.18.14 Type: ARP response
- 18:16:55.347 sent 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:55.347 sent 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:55.347 sent 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:55.347 sent 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user

The bottom window, titled 'comp2', displays the following traffic:

- 18:16:51.364 received 214.21.18.13 search 214.21.18.14 Type: ARP request
- 18:16:51.364 sent 214.21.18.13 found 214.21.18.14 Type: ARP response
- 18:16:59.376 received 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:59.458 received 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:59.521 received 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
- 18:16:59.583 received 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user

Последовательность событий:

- comp1 отправляет ARP-запрос на "поиск" MAC-адреса с указанным (равным comp2) IP-адресом:

```

18:16:45.344 sent 214.21.18.13 search 214.21.18.14 Type: ARP request
  Ethernet, sender: 01:57:19:04:5A:06 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF
    ARP-request:
      sender IP address: 214.21.18.13
      sender MAC address: 01:57:19:04:5A:06
      target IP address: 214.21.18.14
      target MAC address: 00:00:00:00:00:00

```

- comp2 получает запрос
- comp2 заносит в ARP-таблицу информацию о comp1 (т.к. в ARP-запросе есть вся нужная информация об источнике)
- comp2 сравнивает target IP со своим и понимает, что это он
- comp2 отправляет ARP-ответ:

```

18:16:51.364 sent 214.21.18.13 found 214.21.18.14 Type: ARP response
  Ethernet, sender: 01:2C:AA:0F:37:E7 receiver: 01:57:19:04:5A:06
    ARP-response:
      sender IP address: 214.21.18.14
      sender MAC address: 01:2C:AA:0F:37:E7
      target IP address: 214.21.18.13
      target MAC address: 01:57:19:04:5A:06

```

- comp1 получает этот ответ
- comp1 заносит в ARP-таблицу информацию о comp2

В результате у обоих компьютеров в их ARP-таблицах появилась информация о друг друге:

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:2C:AA:0F:37:E7	214.21.18.14	Dinamic	eth0	136

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:57:19:04:5A:06	214.21.18.13	Dinamic	eth0	189

Далее, comp1 отправляет UDP-пакеты на comp2:

```

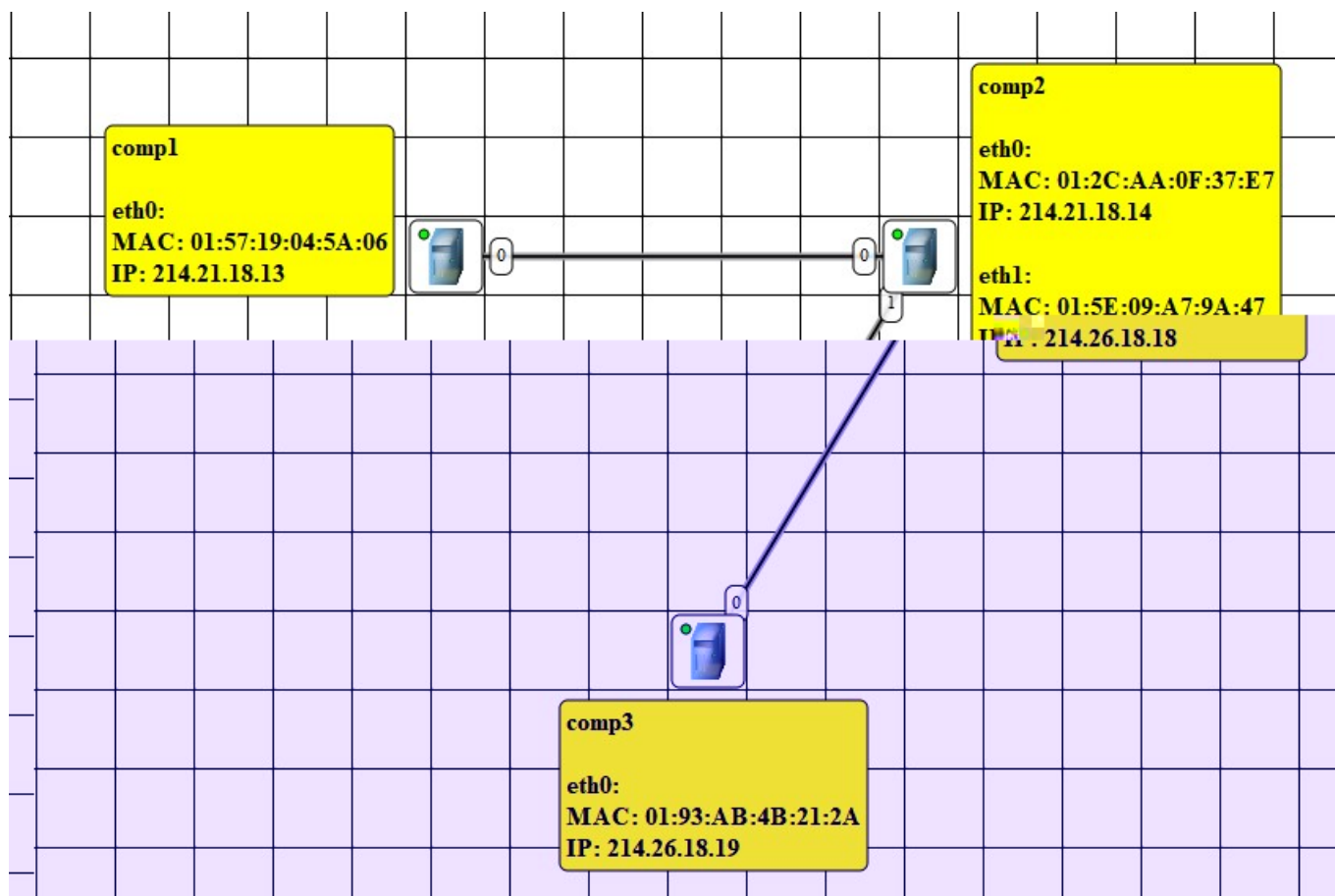
18:16:55.347 sent 214.21.18.13 >> 214.21.18.14 Type: UDP Message user
  Ethernet, sender: 01:57:19:04:5A:06 receiver: 01:2C:AA:0F:37:E7
    IP packet, sender: 214.21.18.13, receiver: 214.21.18.14 TTL: 64
    UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

```

## Этап 2. Линейная сеть из трех компьютеров

### 5. Построение сети с тремя компьютерами и анализ таблиц

Добавим еще один компьютер (comp3), подключим его к comp2, добавив для него дополнительный интерфейс/сетевую карту (eth1). Получаем следующую картину:



Из изменений - в таблице маршрутизации **comp2** появилась новая запись (после подключения eth1 к сети):

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.14	0	Connected
2	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.18	0	Connected

Теперь **comp2** имеет информацию о двух подсетях, тогда как компьютеры по краям - только об одной.

## 6. Тестирование сети (отправка пакетов)

Перед тем, как проверять сеть, добавим в таблицу маршрутизации **comp1** информацию о том, как попасть в подсеть **214.26.18.0**.

И сделаем то же самое для **comp3** (для подсети **214.21.18.0**).

Получаем:

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.13	214.21.18.13	0	Connected
2	214.26.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.13	0	Static

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.19	0	Static
2	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.19	214.26.18.19	0	Connected



И также у `comp2` включим маршрутизацию:

☒ Enable routing

И теперь отправим сообщение по UDP от `comp1` к `comp3`:

`comp1 (eth0)`:

```
+ 00:47:18.35 sent 214.21.18.13 search 214.21.18.14 Type: ARP request
+ 00:47:26.616 received 214.21.18.13 found 214.21.18.14 Type: ARP response
+ 00:47:26.616 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:26.616 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:26.616 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:26.616 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
```

`comp2 (eth0)`:

```
+ 00:47:22.367 received 214.21.18.13 search 214.21.18.14 Type: ARP request
+ 00:47:22.367 sent 214.21.18.13 found 214.21.18.14 Type: ARP response
+ 00:47:30.701 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:30.769 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:30.832 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:30.900 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
```

`comp2 (eth1)`:

```
+ 00:47:30.701 sent 214.26.18.18 search 214.26.18.19 Type: ARP request
+ 00:47:39.416 received 214.26.18.18 found 214.26.18.19 Type: ARP response
+ 00:47:39.416 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:39.416 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:39.416 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:39.416 sent 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
```

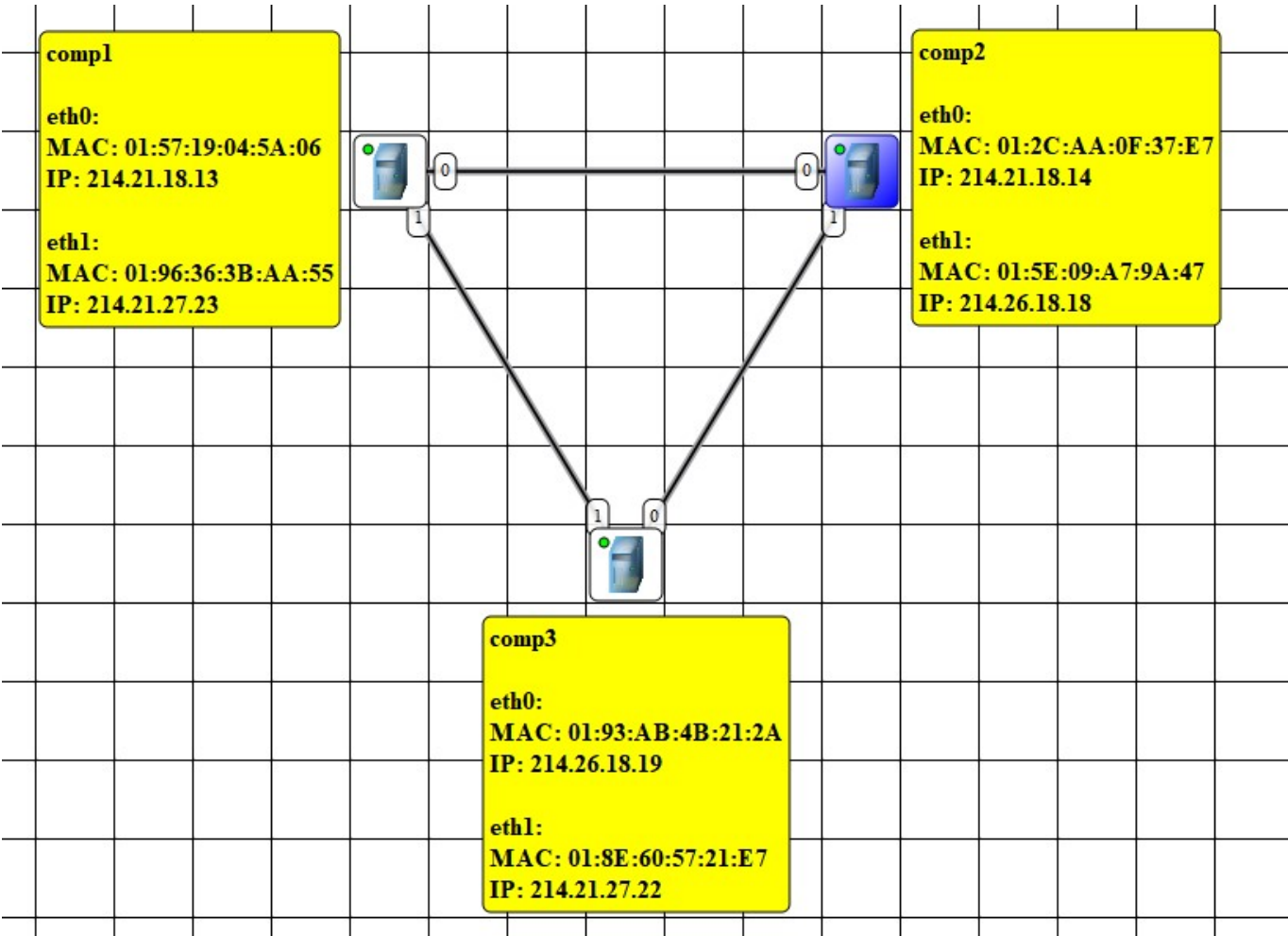
`comp3 (eth0)`:

```
+ 00:47:34.884 received 214.26.18.18 search 214.26.18.19 Type: ARP request
+ 00:47:34.884 sent 214.26.18.18 found 214.26.18.19 Type: ARP response
+ 00:47:43.602 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:43.664 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:43.727 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
+ 00:47:43.809 received 214.21.18.13 > > 214.26.18.19 Type: UDP Message user
```

Из интересного - `comp2`, прежде чем переслать UDP-сообщение на `comp3`, сначала сделал ARP-запрос, получил ARP-ответ и уже после отправил туда сообщение (т.к. это первый и до отправки запроса в ARP-таблице `comp2` не было записи об IP `comp3`)

## Этап 3. Полносвязная сеть из трех компьютеров

### 7. Формирование полносвязной компьютерной сети



Таблицы маршрутизации:

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.13	214.21.18.13	0	Connected
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.21.27.23	214.21.27.23	0	Connected
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.13	0	Static

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.14	0	Connected
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.26.18.19	214.26.18.18	0	Static
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.18	0	Connected

	Destination...	Mask...	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.19	0	Static
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.21.27.22	214.21.27.22	0	Connected
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.19	214.26.18.19	0	Connected

8. Тестирование сети (отправка пакетов)

Сначала отправим UDP-сообщение с comp3 на comp1 eth0:

comp3 eth1:

---

**comp3 eth1:**

---

```

+ 13:47:06.661 sent 214.21.27.22 search 214.21.27.23 Type: ARP request
+ 13:47:14.413 received 214.21.27.22 found 214.21.27.23 Type: ARP response
+ 13:47:14.413 sent 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:14.413 sent 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:14.413 sent 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:14.413 sent 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user

```

---

**comp1 eth1:**

---

```

+ 13:47:10.575 received 214.21.27.22 search 214.21.27.23 Type: ARP request
+ 13:47:10.575 sent 214.21.27.22 found 214.21.27.23 Type: ARP response
+ 13:47:18.394 received 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:18.525 received 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:18.594 received 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user
+ 13:47:18.656 received 214.21.27.22 >> 214.21.27.23 Type: UDP Message user

```

Здесь все сообщения шли по подсети **214.21.27.0**, схема схожа с тем, как это было в случае с сетью с 2 компьютерами.

Теперь попробуем отправить сообщение с **comp3** на **comp1**, но на интерфейс **eth0** (**214.21.18.13**):

---

**comp3 eth0:**

---

```

+ 13:55:51.759 sent 214.26.18.19 search 214.26.18.18 Type: ARP request
+ 13:55:59.645 received 214.26.18.19 found 214.26.18.18 Type: ARP response
+ 13:55:59.645 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:55:59.645 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:55:59.645 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:55:59.645 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user

```

---

**comp2 eth1:**

---

```

+ 13:55:55.626 received 214.26.18.19 search 214.26.18.18 Type: ARP request
+ 13:55:55.626 sent 214.26.18.19 found 214.26.18.18 Type: ARP response
+ 13:56:03.614 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:03.681 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:03.750 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:03.813 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user

```

---

**comp2 eth0:**

---

```

+ 13:56:03.614 sent 214.21.18.14 search 214.21.18.13 Type: ARP request
+ 13:56:11.696 received 214.21.18.14 found 214.21.18.13 Type: ARP response
+ 13:56:11.696 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:11.696 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:11.696 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:11.696 sent 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user

```

---

**comp1 eth0:**

---

```

+ 13:56:07.770 received 214.21.18.14 search 214.21.18.13 Type: ARP request
+ 13:56:07.770 sent 214.21.18.14 found 214.21.18.13 Type: ARP response
+ 13:56:15.766 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:15.828 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:15.898 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user
+ 13:56:15.967 received 214.26.18.19 >> 214.21.18.13 Type: UDP Message user

```



Здесь сообщения пошли в другую сторону - из-за того, что целевой адрес (214.21.18.13) находится в подсети 214.21.18.0, а в таблице маршрутизации comp3 есть вот такая строка:

Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
214.21.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.19	0	Static

Таблицы маршрутизации совпадают с предыдущими пунктами - новых подсетей не появилось:

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.13	214.21.18.13	0	Connected
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.21.27.23	214.21.27.23	0	Connected
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.13	0	Static

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.21.18.14	214.21.18.14	0	Connected
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.26.18.19	214.26.18.18	0	Static
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.18	0	Connected

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	214.21.18.0	255.255.255.0	214.26.18.18	214.26.18.19	0	Static
2	214.21.27.0	255.255.255.0	214.21.27.22	214.21.27.22	0	Connected
3	214.26.18.0	255.255.255.0	214.26.18.19	214.26.18.19	0	Connected

В ARP-таблицах сразу после отправки обоих сообщений ситуация следующая:

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:2C:AA:0F:37:E7	214.21.18.14	Dinamic	eth0	15
2	01:8E:60:57:21:E7	214.21.27.22	Dinamic	eth1	64

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:57:19:04:5A:06	214.21.18.13	Dinamic	eth0	8
2	01:93:AB:4B:21:2A	214.26.18.19	Dinamic	eth1	35

	Mac-address	Ip-address	Record type	Netcard name	TTL
1	01:5E:09:A7:9A:47	214.26.18.18	Dinamic	eth0	29
2	01:96:36:3B:AA:55	214.21.27.23	Dinamic	eth1	57

Фактически, этих двух запросов было достаточно для того, чтобы в ARP-таблицы были занесены записи обо всех "соседних" IP-адресах.

## Вывод

В рамках выполнения лабораторной работы были построены 3 простейшие модели (сеть из 2 компьютеров, сеть из 3 компьютеров, полносвязная сеть из 3 компьютеров) в программе NetEmul. На

практике изучил основы построения простейших компьютерных сетей, узнал о назначении ARP- и Routing- таблиц.