Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**НИУ ИТМО**

**ФПИиКТ, Информатика и вычислительная техника**

По Дисциплине: Компьютерные сети

**Лабораторная работа №2**

**«Локальные сети»**

**Выполнила:**

Михайлова Анна Игоревна

**Группа:** P33302

**Проверил:**

Алиев Т. И.

Санкт-Петербург

2023

**Цель работы**

Изучение принципов настройки и функционирования локальных сетей, построенных с использованием концентраторов и коммутаторов, а также процессов передачи данных на основе стека протоколов TCP/IP, с использованием программы моделирования компьютерных сетей NetEmul.

**Вариант:**

**19**  🡪 **N1 = 3, N2 = 2, N3 = 3, класс B**

IP-адрес: **134.10.11.6**

**Этап 1. Локальная сеть с концентратором (сеть 1)**

* **Построим локальную сеть из 3 компьютеров**

Распределим IP-адреса компьютерам:

Компьютер 1: 134.10.11.6

Компьютер 2: 134.10.11.7

Компьютер 3: 134.10.11.8

Построенная сеть:

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

До указания IP адресов таблицы ARP

* ARP таблицы пусты
* Таблицы маршрутизации содержат одну запись – loopback

Указание IP адреса для компьютеров запустило процесс отправки ARP запросов для всех компьютеров в сети. Этим компьютеры сообщают о своем появлении, отправляя свои MAC и IP адреса, остальные заносят эту информацию в свои ARP таблицы.

Пример ARP запроса:

Изображение выглядит как текст

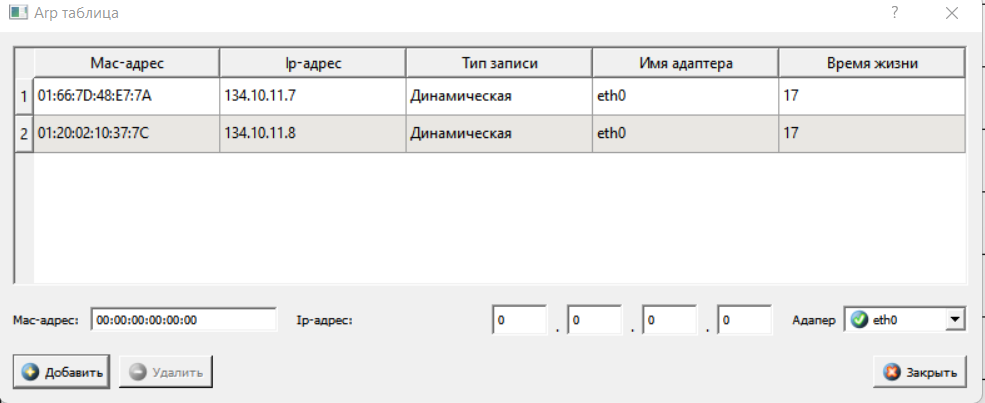
Автоматически созданное описание

Кадр Ethernet содержит адрес отправителя и является широковещательным.

Пакет содержит 4 поля данных, указанных выше. Они будут использованы в формировании ARP таблиц хостов, получивших этот пакет.

В ARP таблицах хранятся записи соответствия IP адресов их MAC адресам. Эти данные необходимы для передачи IP пакетов в сети.

После подключения всех компьютеров их ARP таблицы выглядят следующим образом (для Компьютера 1):



Тип записей динамический, поэтому если не отправлять запросы, не обновлять записи в таблице, то спустя 1200 секунд они удалятся.

В таблицах маршрутизации появилась еще одна запись, теперь таблица у всех компьютеров выглядит так

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Хост подключен к одной локальной сети и имеет возможность получить доступ к хостам только в этой локальной сети. Таблица маршрутизации имеет 2 пункта: один для loopback интерфейса и один для локальной сети.

* **Тестирование сети**

Отправим 50 Кб сообщение от Компьютера 1 (134.10.11.6) к Компьютеру 2 (134.10.11.6)

**- по протоколу UDP**

Сначала будет определен MAC адрес получателя с помощью ARP запроса.

Когда мы получили результат и можем указать уже известный нам MAC адрес в кадре, формируем UDP дейтаграмму, вкладываем ее в IP пакет и затем в Ethernet кадр. Отправляем этот кадр по каналу в концентратор. Он ретранслирует все принятые пакеты на остальные свои порты.

ARP запрос от Компьютера 1 ко всем в сети

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

ARP ответ от Компьютера 2 к Компьютеру 1

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

UDP пакет от Компьютера 1 к Компьютеру 2

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Все пакеты были отправлены за раз, без подтверждений.

Ethernet пакет содержит MAC адреса отправителя и получателя, IP пакет - их IP адреса, а UDP - порты.

**- по протоколу TCP**

Отправим те же самые 50 Кб с Компьютера 1 в 2, но по протоколу TCP.

В ARP таблице присутствует запись о получателе, заново запрос на поиск адреса не отправляется.

Далее происходит тройное рукопожатие.

Первое посылаемое сообщение – установление связи с получателем, это видно по установленному в TCP сегменте флагу SYN. Происходит согласование параметров передачи, например, ISN1 - начальный порядковый номер байта – выбран как 2685.

Изображение выглядит как текст

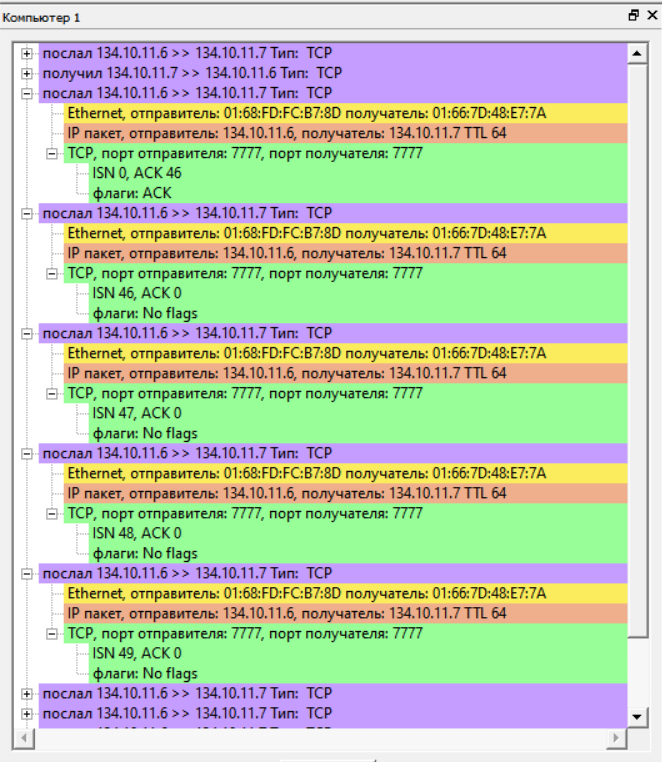
Автоматически созданное описание

Ответ Компьютера 2 на установление синхронизации – подтверждение начала обмена данными, ISN2 = 46 (номер следующего ожидаемого байта от отправителя).

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

Положительная квитанция от отправителя и отправленные далее пакеты с данными

****

Видим, что пакеты нумеруются с заранее согласованного номера ISN2 и далее увеличиваются на 1 в каждом следующем пакете.

Ответ Компьютера 2 после получения первой порции пакетов

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

Окно скольжения = 10 (56 - 46).

Последний отправленный пакет с данными

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Этот пакет маркируется флагом FIN как последний и означает разрыв соединения.

И последняя положительная квитанция от отправителя

Изображение выглядит как текст

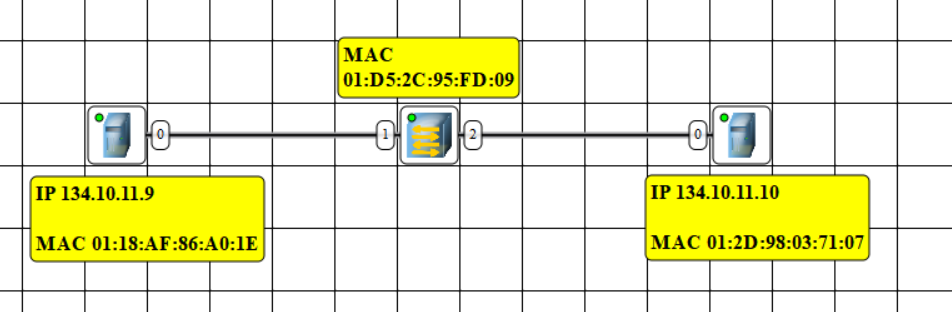
Автоматически созданное описание

Так как сбоев в процессе передачи не возникало, не было необходимости передавать данные повторно.

Основные отличия UDP от TCP: это отсутствие формирования соединения между компьютерами и подтверждений приема. Также важно, что в UDP данные при ошибках или задержках не посылаются заново.

**Этап 2. Локальная сеть с коммутатором (сеть 2)**

* **Построим сеть из 2 компьютеров, объединенных коммутатором**

****

В этой сети:

IP 134.10.11.9 – Компьютер 1

IP 134.10.11.10 – Компьютер 2

Поля таблицы коммутации:

- MAC адрес и соответствующий ему порт коммутатора

- тип записи: Статическая, если вводим запись вручную, или Динамическая

- время жизни: измеряется в секундах, максимальное значение – указывается в настройках и по умолчанию равно 300 секундам

Изначально таблица коммутации не имеет записей. Но после того, как компьютеры обменялись ARP запросами, коммутатор проанализировал поступающие кадры и занес в таблицу MAC адреса появившихся в сети компьютеров и соответствующие им порты.

В режиме обучения, когда коммутатор не имеет записи о том, к какому порту подсоединен получатель, коммутатор передает получивший пакет на все остальные порты, как и хаб. Адреса отправителя он заносит в таблицу.

Но когда запись о получателе присутствует в таблице, коммутатор переправляет данные на указанный порт. Возможность недублирования кадров и отличает коммутатор от концентратора. Впоследствии каналы сети не нагружаются ненужным трафиком.

Максимальное количество строк в таблице – не ограничивается.

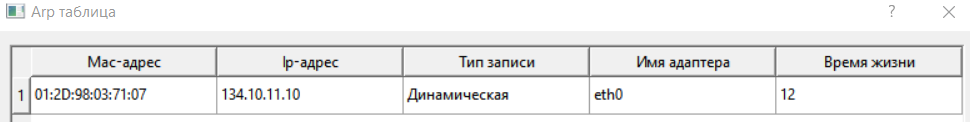
Полностью заполненная для данной сети таблица коммутации:

Изображение выглядит как стол

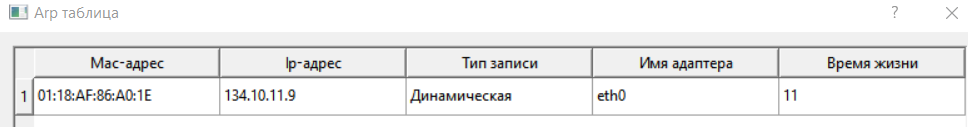
Автоматически созданное описание

* **Анализ таблиц маршрутизации и ARP таблиц**

ARP таблица Компьютера 1



ARP таблица Компьютера 2



Содержат соответствие IP и MAC адресов другого в этой сети компьютера.

Таблицы маршрутизации остались прежними

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

* **Тестирование сети**

**От компьютера 1 к Компьютеру 2**

**- Передача по протоколу UDP**

Содержание заголовков переданных пакетов

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Коммутатор получает последовательно все отправленные пакеты и транслирует их на порт 2, который закреплен согласно таблице коммутации за хостом получателя.

Компьютер 2 получает все пакеты

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

В таблице коммутации обновилась запись компьютера-получателя запроса, отчет времени жизни начался заново.

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Обновление записи произошло и в ARP таблице отправителя.

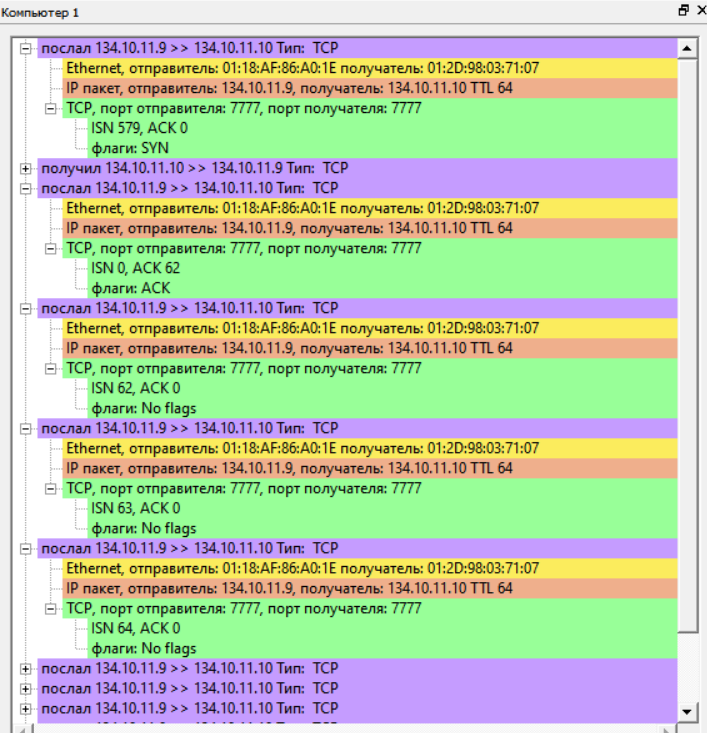
- **Передача по протоколу UDP**

Тройное рукопожатие:

* Компьютер 1 посылает запрос на соединение. В заголовке сегмента установлен флаг SYN и указан ISN1 = 579. Коммутатор передает этот кадр на порт 2.
* Компьютер 2 получил корректный запрос и в ответ отправляет положительную квитанцию с подтверждением возможности передачи с указанными параметрами. Установлены флаги SYN, ACK, ISN2 = 62. Коммутатор транслирует этот кадр на порт 1.
* Компьютер отправляет еще один пакет с подтверждением корректности принятой информации (Флаг ACK, ACK= 62). И за ним следуют пакеты с данными.

Пакеты с данными не имеют флагов, они нумеруются с ISN2 = 62.

После каждой порции пакетов получателем передается положительная квитанция.



Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

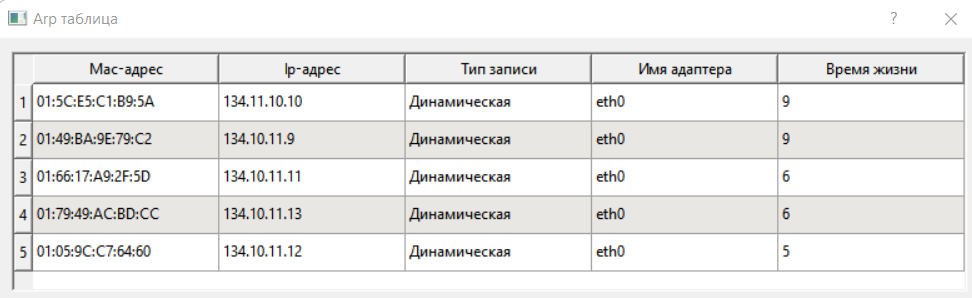
При каждой новой отправке сообщения происходит обновление ARP таблиц каждого из хостов. При передаче через коммутатор его таблицы так же обновляются. В обоих случаях происходит обновление поля времени жизни записей.

**Этап 3. Многосегментная локальная сеть (сеть 3)**

* **Формирование сети**
* Соединяем подсети дополнительным коммутатором, получаем топологию “**Звезда**”.

В случае, когда таблицы коммутации содержат необходимые записи для пересылаемого пакета, ретрансляция трафика минимальна, и соответственно коллизий можно избежать. Хаб может способствовать появлению коллизий, поэтому замена его на коммутатор снизила бы возможные ошибки в сети.

Пример ARP таблицы (Компьютера 1)



Пример таблицы коммутации (коммутатора второй подсети):

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как диаграмма, схематичный

Автоматически созданное описаниеСхема сети:

Сеть работоспособна. При необходимости отправки пакетов в другую подсеть они всегда проходят через коммутатор, соединяющий сети через свои порты.

* Соединяем коммутаторы и концентратор друг с другом, получаем топологию “**Кольцо**”

Недостаток концентратора – то, что он транслирует трафик на все каналы, к которым подсоединен. В нашем случае при передаче через один из таких каналов остальные 4 захламляются ненужным трафиком, что влечет за собой повышенное число коллизии.

Помимо этого, такая сеть нереализуема, так как из-за постоянной пересылки одних и тех же данных по многим каналам, передать сообщения без коллизий почти невозможно, а между подсетями может образовываться цикличная передача данных. Коммутаторы начинают работать как хабы, когда не могут определить к какому порту отнести компьютер для передачи, и появившиеся при некоторых условиях записи в таблицах коммутации становятся причиной циклов. В итоге это приводит к непредвиденным ошибкам.

При замене хаба на коммутатор, ошибки все еще присутствуют.

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

* Удаляем ребро из “Кольца”, получаем топологию “**Последовательная**”.

Изображение выглядит как диаграмма

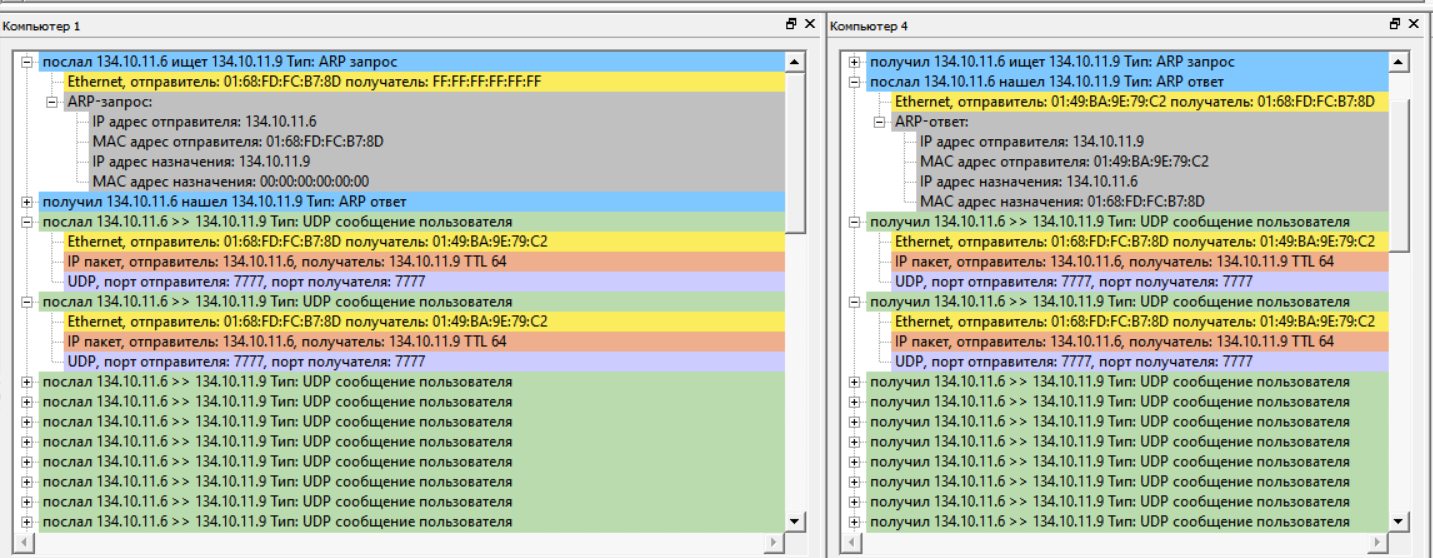
Автоматически созданное описание

Реализуема, но появляется зацикливание при TCP и UDP передачах. При замене на свитч и предварительно заполненных ARP-таблицах все корректно. Если соединять через хаб, то могут быть ошибки.

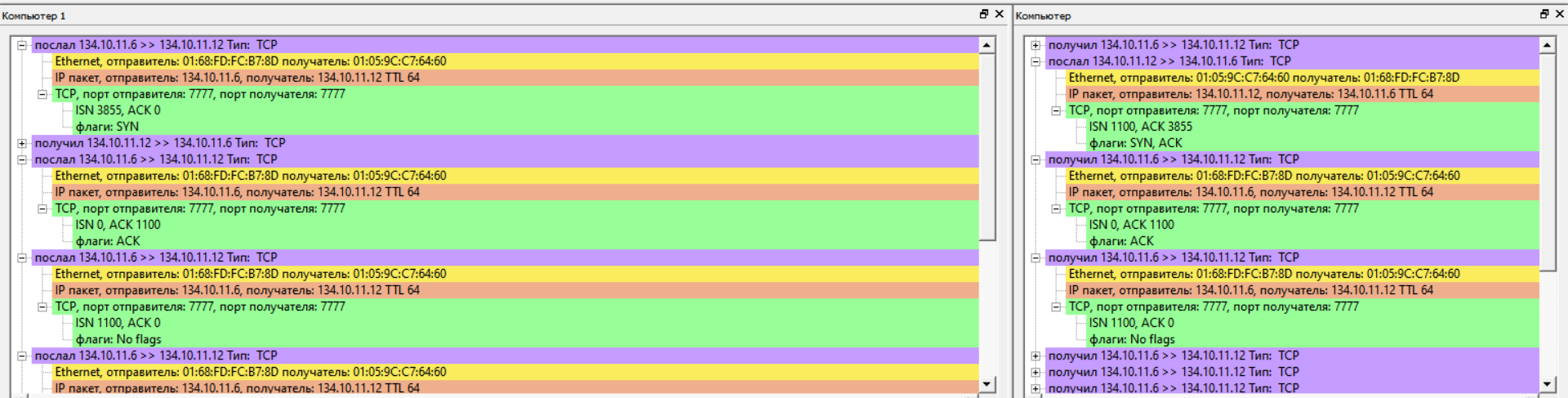
Таким образом, лучший и рабочий вариант с минимальным число ошибок будет соединение по топологии звезда, и с заменой концентратора на коммутатор.

* **Тестирование сети**

- UDP от компьютера одной подсети к компьютеру другой

Сначала был передан ARP запрос, далее получен ARP ответ, коммутаторы при этом работали как концентратор. Но после этого процесса в таблицы коммутации были занесены записи, которые соединили порты с адресами отправителя и получателя, далее ретрансляции через коммутаторы не осуществлялось и UDP пакеты были доставлены обычным образом, без ошибок.

- TCP от компьютера одной подсети к компьютеру другой

TCP передача проходит обычным образом.

Вывод: в ходе лабораторной работы были рассмотрены и смоделированы локальные сети различных конфигураций: с коммутатором, с концентратором и многосегментная. При изучении моделей была проанализирована работа таких протоколов, как ARP, TCP, UDP, а также рассмотрено формирование таблиц, используемых при работе этих протоколов.