Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

**факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

по дисциплине

‘Компьютерные сети’

*Выполнил:*

Студент группы P33312

Соболев Иван Александрович

*Преподаватель:*

Алиев Тауфик Измайлович



Санкт-Петербург, 2024

**1. Постановка задачи и исходные данные**

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 | Количество компьютеров в ... | | | Класс IP-адресов |
| сети 1 (N1) | сети 2 (N2) | сети 3 (N3) |
| 17 | 3 | 2 | 2 | A |

*Таблица 1: Вариант ЛР*

Сформированные 4 байта IP-адресов для использования в ЛР (Ф=6, И=4, О=13, Н=12):

* Класс A: 18.16.25.10

В работе должен быть сформирован и использоваться в дальнейшем пул  
последовательных IP-адресов, представляющий собой множество адресов,  
начинающееся с полученного выше значения, размер которого достаточен для  
адресации всех интерфейсов сети.

**2. Локальная сеть с концентратором (Сеть 1)**

На Рисунок 1 представлена локальная сеть с концентратором, где компьютерам не заданы IP-адреса.

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, текст, диаграмма

Автоматически созданное описаниеРисунок 1: Сеть 1 - До установки IP адресов компьютерам

ARP таблица компьютера 1 пустая, так как для ее заполнения необходимо знать IP адреса. Когда IP адреса присвоены, то посылается широковещательный ARP-запрос по известному IP-адресу, и устройство с таким IP-адресом должно послать ответ. После этого отправитель извлекает MAC адрес и добавляет в запись ARP-таблицы. На данном этапе ARP запросы еще не были посланы.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, программное обеспечение

Автоматически созданное описаниеРисунок 2: Сеть 1 - ARP таблица К1

В таблице маршрутизации компьютера один есть только одна запись — запись с адресом обратной петли, она же loopback, предназначенный для обмена пакетами программами в пределах компьютера. Пакеты, отправленные на этот адрес, никогда не достигают сети, а проходят только через сетевую карту.

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание Рисунок 3: Сеть 1 - Таблица маршрутизации К1

Во время установки IP адресов, автоматически устанавливается маска, соответствующая заданному классу сети.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 - Сеть с назначенными IP адресами

После установки от каждого компьютера посылается ARP запрос для установки соответствия между MAC и IP адресами. Также следует отметить, что ARP запрос не приходит тому компьютеру, который его послал. Содержание: ARP запрос, передается в кадре Ethernet, содержащем MAC адрес отправителя и получателя (широковещательный).

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, дисплей

Автоматически созданное описаниеРисунок 5: Сеть 1 - Журнал К1 после отправки ARP запросов с компьютеров

В таблице маршрутизации каждого из компьютеров появилась запись: адрес назначения и маска соответствуют адресу сети и маске сети, шлюз — IP адрес самого компьютера. Теперь компьютеры могут обмениваться пакетами по протоколу, использующий IP адреса, через концентратор.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 6: Сеть 1 - Таблица маршрутизации К1

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 7: Сеть 1 - Таблица маршрутизации К2

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 8: Сеть 1 - Таблица маршрутизации К3

В ARP таблице добавились записи соответствий IP и MAC адреса каждого компьютера. Следует отметить ограниченное время жизни записей.

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описаниеРисунок 9: Сеть 1 - ARP таблица К1

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, программное обеспечение

Автоматически созданное описание

Рисунок 10: Сеть 1 - ARP таблица К2

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, программное обеспечение

Автоматически созданное описание

Рисунок 11: Сеть 1 - ARP таблица К3

По сети передается UDP дейтаграмма. Размер данных в пакетах 1 кбайт, поэтому будет отправлено 1 дейтаграмма, кроме того для UDP не требуется установки соединения. Последовательность пакетов и кадров (сверху-вниз оборачивание): Ethernet кадр с MAC адресами отправителя и получателя, IP пакет с IP адресами отправителя и получателя и флагами (TTL — максимальное количество «хопов», что пакет должен существовать внутри сети, прежде чем он будет отброшен маршрутизатором), UDP дейтаграмма с портами отправителя и получателя.

Также можно заметить, что дейтаграмма придет всем компьютерам (кроме отправителя), однако в передаваемых данных заданы IP и MAC адреса получателя, которому предназначается.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, дисплей

Автоматически созданное описаниеРисунок 12: Сеть 1 - UDP журнал К1

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описаниеРисунок 13: Сеть 1 - UDP журнал К2

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описаниеРисунок 14: Сеть 1 - UDP журнал К3

При отправке данных по протоколу TCP сначала требуется установка соединения (тройное рукопожатие). На Рисунок 15 и Рисунок 16 представлены получаемые и отправляемые пакеты, где данные передаются от К1 к К2. Сначала производится установка соединения: 1) К1 отправляет сегмент с установленным флагом SYN, при этом сегменту присваивается порядковый номер ISN 2778, относительно которого будет вестись отчет последовательности сегментов 2) К2 отправляет ответный сегмент с установленными SYN+ACK, при этом в ACK записывается порядковый номер полученного первого сегмента, а также устанавливает свой номер ISN. 3) После получения сегмента от К2 К1 отправляет в ответ сегмент с флагом ACK. После должны продолжать передаваться данные, однако так как мои данные имеют размер 1 кбайт, то данных уже не осталось. Происходит закрытие соединения: 1) флаги FIN — первый пакет, значит что отправитель передал все свои данные 2) ACK — подтверждение от получателя. Пакет содержит: Ethernet кадр с MAC адресами отправителя и получателя, IP пакет с IP адресами отправителя и получателя, TCP пакет с портами отправителя и получателя, флагами, переменными (ACK, ISN — 4 байта каждый) и т.д.

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, программное обеспечение

Автоматически созданное описаниеРисунок 15: Сеть 1 - TCP журнал К1

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, программное обеспечение

Автоматически созданное описаниеРисунок 16: Сеть 1 - TCP журнал К2

Таким образом, основное отличие TCP и UDP в том, что первый устанавливает соединение, осуществляется гарантия отправки и порядка передаваемых пакетов с помощью метаинформации в заголовке TCP пакета, содержащем переменные и флаги, а в UDP такого нет. Отсюда вытекает, что UDP более быстрый, так как меньше метаинформации и не требуется подтверждений, и несет меньше накладных расходов в виде флагов и переменных, но менее надёжный.

**3. Локальная сеть с коммутатором (Сеть 2)**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, диаграмма

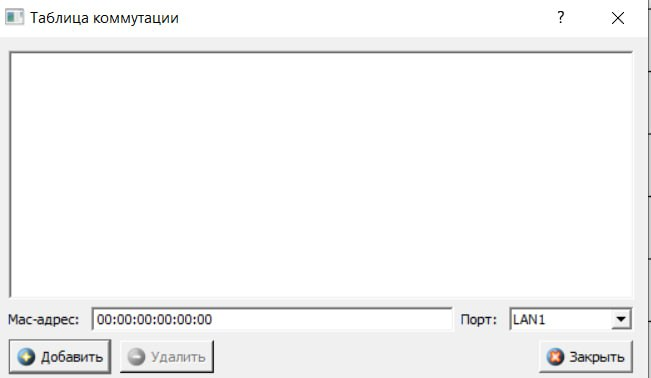
Автоматически созданное описаниеРисунок 17: Сеть 2 — до установки IP адресов компьютеров

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 18: Сеть 2 - после утсановки IP адресов

Изначально таблица коммутации пуста. Таблица коммутации содержит следующие поля: MAC-адрес компьютера, который послал через вход LAN какой-либо запрос; Порт; Тип записи — если добавляется запись в таблицу вручную, то будет статическим, если при запросе, то динамическим; Время жизни — в данной модели 300 секунд для динамических и статических записей.

Рисунок 19: Сеть 2 - Изначально пустая таблица коммутации

При отправке какого-либо запроса от компьютера и прохождении его через коммутатор, из Ethernet кадра запроса коммутатор достанет MAC адрес отправившего компьютера. При передаче сообщения в сети с концентратором запрос будет отправлен на выход на все порты, отличные от порта с которого он поступил, а с коммутатором - сначала тот отправляет, до того, как в таблицу будет занесен MAC адрес получателя, на все выходящие порты (кроме с которого поступил запрос), а когда MAC адрес попадет в таблицу при запросе/ответе, то будет отправлять только на порт, соответствующий записи в таблице коммутации. Таблица коммутации будет построена полностью, когда все компьютеры отправят запросы, и те попадут в таблицу коммутации, и не пройдет для какого-либо из них максимальное время жизни. Максимальное количество строк в таблице зависит от модели коммутатора.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описаниеРисунок 20: Сеть 2 - После отправки ARP запросов от К5 и К6

ARP таблицы и таблицы маршрутизации компьютеров заполняются аналогично с сетью с концентратором. ARP таблица — при приходе запросов на компьютер, таблица маршрутизации дозаполняется при установке IP адреса.

Изображение выглядит как текст, линия, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описаниеРисунок 21: Сеть 2 - ARP таблица К5

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 22: Сеть 2 - Таблица маршрутизации К5

Изображение выглядит как текст, линия, снимок экрана, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 23: Сеть 2 - ARP таблица К6

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 24: Сеть 2 - Таблица маршрутизации К6

При отправке пакетов TCP, UDP получаем аналогичные результаты, только сейчас отправляются данные 10 кбайт. Таблица маршрутизации не изменяется, так как не меняются IP адреса, ARP таблица может заполняться при получении запроса с MAC + IP адресов отправителя, таблица коммутации заполняется аналогично описанному выше алгоритму. На какие выходы коммутатора будут отправлены пакеты тоже было описано выше.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описаниеРисунок 25: Сеть 2 - UDP запрос 10 кбайт К5

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 26: Сеть 2 - UDP запрос 10 кбайт К6

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, дисплей

Автоматически созданное описание

Рисунок 27: Сеть 2 - TCP запрос 10 кбайт К5

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, дисплей

Автоматически созданное описание

Рисунок 28: Сеть 2 - TCP запрос 10 кбайт К6

**4. Многосегментная локальная сеть (Сеть 3)**

Кольцевая связь точно недопустима, так как в таком случае может сложиться ситуация, когда пакет будет блуждать по кругу. Если это IP пакет, то он может быть отброшен при проходе через n маршрутизаторов самим им (TTL), однако это не лучший вариант, так как сеть будет загружена, но не будет выполнять полезной работы. Например, блуждание может случиться при отправке какого-либо широковещательного запроса.

Кроме того, нельзя, чтобы с концентратором было связано 2 или более коммутатора, поскольку при возврате, например, TCP сообщения из одного коммутатора при установке соединения, оно через концентратор будет продублировано на другой коммутатор, поэтому в таблицу коммутации будут занесены MAC адреса отправителя и получателя из одного входа. В результате при приходе очередного TCP пакета на последний коммутатор, он будет отправлен обратно, так как присутствует запись, что такой-то MAC адрес находится на этом входе/выходе. В результате пакет будет продублирован/начнет блуждать.

Вариант рабочей сети с концентраторами и коммутаторами, где соблюдаются эти требования, представлен ниже.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Параллельный

Автоматически созданное описаниеРисунок 29: Сеть 3 - Вариант рабочей сети с 2 коммутаторами и концентратором

ARP таблицы и таблицы маршрутизации компьютеров устанавливаются аналогичным образом, как и выше.

При замене коммутаторов на концентраторы кольцевая связь также недопустима из-за бесконечного блуждания/дублирования пакетов на компьютерах. Также, не всегда хорошо, когда пакет отправляется всем другим компьютерам в сети, так как это нагрузка на всю сеть.

Последовательная связь Общая шина допустима, однако пакет будет отправляться всем компьютерам внутри сети.

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 22: Сеть 3 - Вариант рабочей сети с 3 концентраторами

Таким образом оптимальной является сеть с двумя коммутаторами и концентратором.

Результаты отправки пакетов по TCP и UDP аналогичны для случая с коммутаторами и без. Ниже приведены результаты.

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описаниеРисунок 23: Сеть 3 - Таблица маршрутизации К8

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описаниеРисунок 24: Сеть 3 - ARP таблица К8

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описаниеРисунок 25: Сеть 3 - таблица коммутации Коммутатора 1 (посередине)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, дисплей

Автоматически созданное описаниеРисунок 26: Сеть 3 - UDP запрос К1

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описаниеРисунок 27: Сеть 3 - UDP запрос К6

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 28: Сеть 3 - TCP запрос К1

Изображение выглядит как текст, электроника, снимок экрана, дисплей

Автоматически созданное описание

Рисунок 29: Сеть 3 - TCP запрос К6

**5. Выводы**

В процессе выполнения лабораторной работы рассмотрены принципы построения сетей с помощью концентраторов, коммутаторов. Концентратор — устройство, которое пересылает на все порты, отличные от входящего, а коммутатор — использует либо таблицу коммутации, либо, если в этой таблице нет записи о MAC адресе, то работают по аналогичному концентратору принципу. Эти два устройства можно комбинировать между собой, однако нужно следить за тем, чтобы сеть правильно функционировала (эти случаи были рассмотрены в Пункте 4). Как мне кажется, в современном мире отдается предпочтение построению сетей с использованием исключительно коммутаторов. Если использовать концентраторы, то нужно учитывать совместимость работы вместе с коммутаторами, либо использовать исключительно концентраторы, но тогда сеть может быть более загружена.

Также были рассмотрены принципы заполнения ARP таблиц, таблиц маршрутизаций компьютеров, а также функционирования TCP, UDP протоколов. Так последний является более «легковесным», однако не гарантирует доставки, последовательности пакетов, в то время как TCP благодаря наличию дополнительной информации в пакете и установки соединения это предоставляет.