Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

**факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

по дисциплине

‘Компьютерные сети’

*Выполнил:*

Студент группы P33312

Соболев Иван Александрович

*Преподаватель:*

Алиев Тауфик Измайлович



Санкт-Петербург, 2024

**Постановка задачи и исходные данные**

Изучение принципов настройки и функционирования компьютерных  
сетей, представляющих собой несколько подсетей, связанных с помощью  
маршрутизаторов, процессов автоматического распределения сетевых адресов, принципов статической маршрутизации и динамической маршрутизации, а также передачи данных на основе протоколов UDP и TCP.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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*

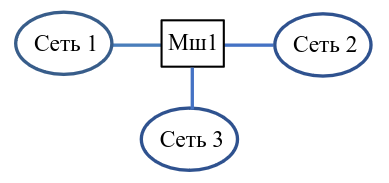
Сформированные 4 байта IP-адресов для использования в ЛР (Ф=6, И=4, О=13, Н=12):

* 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.

**Выполнение**

**Сеть с одним маршрутизатором (вариант B1)**

Рисунок 1: Вариант 1 построения КС

**Этап 1. Построение и настройка сети с маршрутизатором.**

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описаниеРисунок 2: Построенная сеть с одним маршрутизатором: В1

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 - Таблица маршрутизации К1

Таблицы маршрутизации – это правила для описания соответствия между адресами назначения и интерфейсами, через которые нужно отправить пакет данных. Каждая запись в таблице формируется при изменении/назначении нового IP-адреса компьютеру. В таблице есть также адрес 0.0.0.0 – или адрес «по умолчанию», то есть если мы хотим отправить пакет данных компьютеру с неизвестным нашей подсети IP-адресом, мы отправим пакет по адресу по умолчанию.

Интереснее обстоит картина с таблицей маршрутизации маршрутизатора:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 - Таблица маршрутизации маршрутизатора

Здесь мы можем увидеть все три интерфейса для коммуникации с каждой из подсетей.

Столбцы таблицы маршрутизации:

* Адрес назначения: IP адрес подсети назначения
* Маска сети
* Шлюз: IP, по которому можно достичь подсеть
* Интерфейс: IP локальный адрес, по которому достигается шлюз
* Метрика: число, характеризующее цену использования данного маршрута

Ниже представлены некоторые скриншоты, описывающие настройку данной сети.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 5: Заданный шлюз по умолчанию для К1: В1

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

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 Настройки маршрутизатора 1: В1

**Этап 2. Тестирование сети (отправка пакетов).**

Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 7 - Отправка UDP сообщения от К1 до К5

Полный цикл отправки UDP запроса:

* Компьютер узнает MAC адрес маршрутизатора, для этого оправляя ARP запрос и получает ответ.
* Компьютер посылает пакет, при этом в кадре ethernet в качестве получателя установлен не MAC адрес компьютера-получателя, а маршрутизатора, LAN-1.
* Маршрутизатор посылает ответ на компьютер-получатель (предварительно до этого узнав его MAC адрес), при этом в качестве MAC адреса отправителя указывает адрес сетевой карточки маршрутизатора, а получателя — MAC адрес компьютера (его сетевой карточки).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 8 - Отправка TCP сообщения от К1 до К5

Механизм передачи по сети остается таким же. Сначала мы посылаем пакет данных с Ethernet и IP пакетами с пакетом TCP. В нем проставлен флаг SYN (таким образом так “Компьютер 1” высказывает намерение установить соединение с “Компьютер 5”). ISN – номер первого передаваемого байта (алгоритмически высчитанное случайное число). Нужен, чтобы не было одинаковых пакетов. Так как если номера пакетов совпадут – начнется неразбериха.

Далее “Компьютер 1” уже получает пакет от “Компьютер 5”, в котором зафиксирован новый ISN (дуплексная связь) и в качестве ACK уже наш сгенерированный до этого ISN. То есть таким образом “Компьютер 5” подтвердил готовность принять байт под номером ISN. Также выставлен флаг SYN – запрашивает разрешение на установление соединения и флаг ACK, подтверждающий, что запрашиваемое соединение от “Компьютер 1” он готов принять.

Далее мы снова посылаем TCP пакет, который уже говорит о том, что подтверждает соединение, запрашиваемое “Компьютер 5”. Таким образом, получается тройное рукопожатие.

Далее уже отправляются наши пакеты с информацией.

Ключевая разница при отправке сообщений по UDP и TCP с использованием

маршрутизатора и без него заключается, на мой взгляд, в том, что нам напрямую недоступен компьютер другой подсети, мы знаем только его IP, с помощью механизма маршрутизации нам удается выбрать нужное направление и донести информацию до адресата. Поэтому в журналах мы видим MAC-адрес не конечного узла, с которым обмениваемся, а MAC-адреса одного из интерфейсов маршрутизатора.

**Сеть с двумя маршрутизаторами (вариант B2)**

Рисунок 9: Вариант 2 построения КС

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 10: Построенная сеть с одним маршрутизатором: В1

Единственное отличие по сравнению с В1 заключается в том, что необходимо продумать какими путями пойдут пакеты от отправителей сети 2, так как она соединена с двумя маршрутизаторами. Поскольку нельзя изменять таблицу маршрутизации компьютеров, то выставим шлюз по умолчанию на один из смежных маршрутизаторов, чтобы затем от него пошел пакет в подсеть или отправился на другой маршрутизатор, а потом в подсеть.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 11 - Шлюз по умолчанию для компьютера 4

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 12 - Таблица маршрутизации М1

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 13 - Таблица маршрутизации М2

Продемонстрируем, какие узлы пройдет пакет из подсети 2 в подсеть 3 для UDP:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Сначала пакет из К4 попал на маршрутизатор 1, который не соединен с подсетью 3. Тот перенаправил пакет на маршрутизатор 2, который уже имеет соединение с 3 подсетью. Далее пакет направился к компьютеру-получателю.

TCP:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, Красочность

Автоматически созданное описание

Имеем аналогичную ситуацию по маршрутам. Отличие только в процессе тройного рукопожатия.

**Сеть с тремя маршрутизаторами**

**Преимущества и недостатки вариантов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Преимущества | Недостатки |
| В3 | \* Существует два маршрута доставки пакетов  \* Надежность в случае выхода одного маршрутизатора из строя | \* Каждый маршрутизатор циклически связан с двумя подсетями, что может порождать дублирование информации (ARP таблиц)  \* При прохождении пакета по другому пути пакет проходит через подсеть, что в нашем случае может порождать дополнительную нагрузку  \* Не работоспособна с концентратором |
| В4 | \* Существует два маршрута доставки пакетов  \* Маршрутизаторы связаны друг с другом и только с одной подсетью | \* Изолированность в случае выхода из строя маршрутизатора (или: 1,2,3) |
| В5 | \* Больше маршрутов доставки пакетов по сравнению с В4 | \* Сложнее чем В4  \* Изолированность в случае выхода из строя маршрутизатора 1 |
| В6 | \* Больше маршрутов доставки пакетов по сравнению с В4 | \* Маршрутизатор 3 в случае его активного использования может быть нагружен больше других маршрутизаторов  \* Изолированность в случае выхода из строя маршрутизатора (или 1, 3) |

Помимо вышеперечисленных преимуществ и недостатков топологий, стоит отметить, что в случае выбора топологии В3, В5 или В6 возникнет проблема, что некоторые компьютеры будут подключены к двум маршрутизаторам одновременно, что приведёт к неоднозначности выбора шлюза по умолчанию и появлению дополнительной нагрузки на сеть.

Исходя из этого мой выбор пал на топологию B4, в которой вышеперечисленных проблем не возникает. Единственная трудность – это появление новых «подсетей» между маршрутизаторами, поэтому и придется добавлять в таблицу маршрутизации статические адреса.

**Построенная конфигурация В4**

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 14 - Сеть с тремя маршрутизаторами

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 15 - Таблица маршрутизации М1

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 16 - Таблица маршрутизации М2

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 17 - Таблица маршрутизации М3

Топология В4 была реализована, для этого потребовалось на каждом маршрутизаторе добавить статические записи, которые будут перенаправлять пакеты в нужные сети. Таблицы маршрутизации выглядят подобно двум предыдущим моделям за исключением того, что, так как маршрутизаторы соединены между собой, они составляют собой мнимую своеобразную подсеть -> нам нужна новая группа адресов для 3 дополнительных подсетей, 2 из которых для каждого маршрутизатора мы и наблюдаем в таблице маршрутизации.

**Тестирование сети (отправка пакетов).**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 18 - Отправка UDP сообщения

Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 19 - Передача TCP сообщения

За счет того, что была выбрана наиболее подходящая топология, изменения в сети вносить не пришлось, добавив статические записи в таблицу маршрутизации и наладив взаимодействие двух маршрутизаторов друг с другом, нам удалось добиться доступности одной подсети другой -> передача по протоколам UDP и TCP осуществилась корректно. Передача ничем принципиальным не отличается от предыдущих случаев, за исключением добавления + 1 уровня на пути к конечной подсети (за счет коммуникации двух маршрутизаторов).

**Динамическая маршрутизация по протоколу RIP**

Динамическая маршрутизация говорит, что маршруты в сети определяются автоматически с помощью протоколов маршрутизации.

Расстояние в RIP задается как количество промежуточных маршрутизаторов. Протокол извлекает информацию о новых сетях в сообщениях от соседей. Маршрутизаторы обмениваются сообщениями каждые 30 секунд, а если от маршрутизатора нет сообщения в течение 180 секунд, то он считается отказавшим.

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, программное обеспечение

Автоматически созданное описаниеРисунок 20: Сообщения протокола RIP между М1, M2 и М3

Как можно заметить, MAC адрес получателя является широковещательным. Рассылка происходит по всем интерфейсам маршрутизатора.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 21: Таблица маршрутизации маршрутизатора 2

В таблице маршрутизации записи указаны верно. Кроме того, в отличие от заданных статических записей, протокол указал подсети между маршрутизаторами.

Удаление коммутатора сети привело к удалению записи маршрута до этой сети в маршрутизаторе. В результате удаления коммутатора сеть стала недоступна.

**Автоматическое получение сетевых настроек по DHCP**

По протоколу DHCP компьютерам предоставляются IP адреса по двум разным алгоритмам: статический (соответствие MAC адреса и IP адреса) или из выбранного пула. Здесь использовался пул адресов.

Адрес выдается на ограниченный срок (300 сек), при этом сервер DHCP должен находиться в одной подсети вместе с клиентом.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рисунок 22 - Обмен DHCP сообщениями

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 23 - IP адрес К5

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 24 - IP адрес К4

Можем заметить, что IP адреса выставились автоматически. Отправка UDP и TCP сообщений работает корректно между всеми подсетями.

**Выводы**

В процессе выполнения ЛР были рассмотрены вопросы построения различных вариантов сетей, соединяя подсети и маршрутизаторы, изучены принципы работы маршрутизаторов и их настройка (редактирование таблицы маршрутизации).

Таблицы маршрутизации маршрутизаторов в первой части задавались статически, а затем при помощи протокола RIP, который по таблицам маршрутизации соседей добавляет записи в маршрутизатор с учетом кол-ва хопов. На смену данному протоколу пришел OSPF, так как RIP медленный, тяжеловесный и не учитывает пропускные способности каналов и другие параметры. Также его макс количество хопов равно 16, что не всегда достаточно.

Для выставления IP адресов сначала использовали статический принцип (задавание вручную), а затем с использованием протокола DHCP и установленных программах клиента и сервера. Данный вариант скорее предпочтителен, если сеть часто меняется и в ней много компьютеров, однако могут возникать проблемы с изменением IP адресов компьютеров.