

Лабораторная работа № 2

Цель: *изучить методы статической маршрутизации в IP-сетях.
Научиться управлять таблицами маршрутизации на узлах сетевого уровня.*

Теоретические сведения

1. СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ: СТАТИЧЕСКАЯ МАРШРУТИЗАЦИЯ

Маршрутизация – важнейший процесс в IP-сетях. Чтобы некоторый узел мог найти в сети другой, должен быть определен механизм описания того, как достичь от произвольного узла к другому узлу. Такой механизм и называется маршрутизацией. Более строгое определение звучит так: *Маршрутизация* – процесс определения маршрута следования пакетов данных в компьютерных сетях. Маршрутизация выполняется специальными программными или аппаратными средствами – маршрутизаторами. *Маршрутизатор* – сетевое устройство, используемое в компьютерных сетях передачи данных, которое, на основании информации о топологии сети (таблицы маршрутизации) и определенных правил, принимает решения о пересылке пакетов сетевого уровня их получателю. Маршрутизация, осуществляемая IP – это процесс поиска в таблице маршрутизации, определение интерфейса, куда будет послан пакет. Существует два типа маршрутизации:

- Статическая
- Динамическая

Статическая маршрутизация осуществляется на основе таблиц маршрутизации, задаваемых администратором. Динамическая

маршрутизация осуществляется с помощью протоколов маршрутизации. Протокол маршрутизации это сетевой протокол, используемый маршрутизаторами для определения возможных маршрутов следования данных в составной компьютерной сети. Применение протокола маршрутизации позволяет избежать ручного ввода всех допустимых маршрутов, что, в свою очередь, снижает количество ошибок, обеспечивает согласованность действий всех маршрутизаторов в сети и облегчает труд администраторов.

1.1. Принцип статической маршрутизации

В этой главе будет рассмотрена статическая маршрутизация в IP-сетях. Частично, эта тема уже затрагивалась в главе 1, когда рассматривалась простейшая маршрутизация на основе шлюзов по умолчанию. Как правило, маршрутизатор имеет несколько интерфейсов и может одновременно находиться в нескольких подсетях. Таблица маршрутизации содержит информацию, на основе которой маршрутизатор принимает решение о дальнейшей пересылке пакетов. Как только маршрутизатор (или на любой узел сети, поддерживающем сетевой уровень модели TCP/IP) получает IP-пакет, выполняется следующая последовательность действий [1]:

1. Маршрутизатор определяет, является ли узел-получатель пакета локальным (т.е. находится ли он в той же подсети, что маршрутизатор). Если получатель находится в той же подсети, то пакет направляется ему напрямую.
2. Если узел-получатель находится в другой подсети, то просматривается таблица маршрутизации на предмет пути к этому узлу. При просмотре, сеть узла-получателя сравнивается с записями о сетях в таблице маршрутизации и при обнаружении совпадения пакет направляется маршрутизатору, указанному в соответствующей записи.
3. Если маршрут в таблице маршрутизации не найден, то пакет отправляется шлюзу по умолчанию, указанному на маршрутизаторе.
4. Если запись о шлюзе по умолчанию отсутствует, то пакет уничтожается.

Для указания шлюза по умолчанию, в таблице существует специальная запись default. Запись default указывает, на какой узел должен быть направлен пакет, если совпадений его места назначения в таблице не найдено.

1.2. Таблицы маршрутизации

Чтобы по адресу сети назначения можно было бы выбрать маршрут дальнейшей пересылки пакета, каждый узел, поддерживающий сетевой уровень анализирует специальную информационную структуру, называемую *таблицей маршрутизации*. Простейшая таблица маршрутизации включает в себя информацию об узле(или сети) назначения, маске подсети для узла(сети) назначения, интерфейсе, через который следует направить пакет и шлюзе – удаленном узле, которому будет передан пакет. Рассмотрим, как может выглядеть таблица маршрутизации на примере. Пусть задана конфигурация сети показанная на рисунке 1.1.

Таблица для маршрутизатора R2 может выглядеть например так:

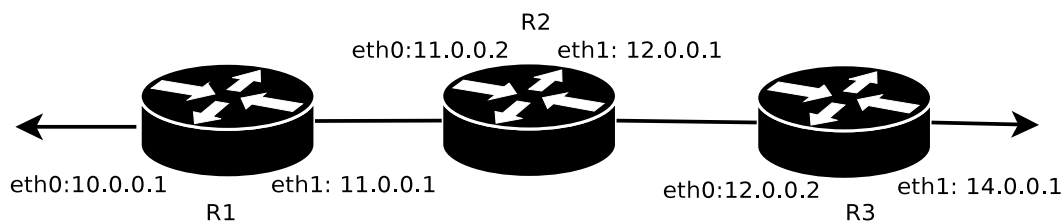


Рис. 1.1 Схема сети

Deeestination	Gateway	Genmask	Iface
d fault	1111...000...000...22222222...000eee000hhh000000		
14.0.0.0	2		1

В первой колонке таблице перечисляются номера подсетей, во второй – какому маршрутизатору следует перенаправить пакет для для отправки в заданную подсеть. Третья колонка задает маску подсети назначения, в четвертой указывается через какой интерфейс следует направить пакет.

Порядок выполнения работы

1. Для всех узлов сети установить IP-адреса, маски подсетей и шлюзы по-умолчанию, чтобы добиться успешного выполнения эхозапроса ближайших соседей (находящихся в одной подсети).
2. Настроить таблицы маршрутизации на маршрутизаторах, чтобы добиться доставки пакетов от узла K1 к узлу K2 и обратно, от узла K2

к К3 и обратно, от узла К3 к К1 и обратно. Пакеты должны доходить до узлов кратчайшим путем

3. Настроить таблицы маршрутизации на узлах К1, К2 и К3 чтобы обеспечить кратчайшую доставку пакетов между этими узлами, если это невозможно было обеспечить в пункте 2.

В отчете привести конфигурацию TCP/IP для каждого из узлов, таблицы маршрутизации, результаты эхо-запросов между узлами К1, К2 и К3, а также обоснование правильности и оптимальности выбранных маршрутов.

Варианты заданий

Вариант 1. Файл со схемой сети: lab2_var1.jfst. Сеть между маршрутизаторами R1, R2 и R3: 192.168.3.0. Сеть между маршрутизаторами R3 и R4: 192.168.4.0. Сеть между маршрутизаторами R5 и R6: 192.168.5.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 192.168.0.100. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 192.168.1.100. Компьютер PC4 имеет IP-адрес: 192.168.2.100.

Обозначения в задании: К1 – PC1, К2 – PC3, К3 – PC4.

Вариант 2. Файл со схемой сети: lab2_var2.jfst. Сеть между маршрутизаторами R1, R2 и R3: 172.168.3.0. Сеть между маршрутизаторами R5 и R6: 172.168.4.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 172.168.0.100. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 172.168.1.100. Компьютер PC4 имеет IP-адрес: 172.168.2.100.

Обозначения в задании: К1 – PC1, К2 – PC3, К3 – PC4.

Вариант 3. Файл со схемой сети: lab2_var3.jfst. Сеть между маршрутизаторами R1, R2, R3 и R4: 192.168.0.96. Сеть между маршрутизаторами R4 и R5: 172.168.4.0. Маршрутизатор R6 имеет адрес 10.120.0.1 на первом интерфейсе и 10.159.0.1 на втором интерфейсе. Сеть между маршрутизаторами R3 и R8: 11.0.0.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 192.168.0.4. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 192.168.0.34. Компьютер PC4 имеет IP-адрес: 192.168.0.250.

Обозначения в задании: К1 – PC1, К2 – PC3, К3 – PC4.

Вариант 4. Файл со схемой сети: lab2_var4.jfst. Сеть между маршрутизаторами R1, R2, R3 и R4: 199.0.5.96. Сеть между маршрутизаторами R4 и R5: 172.168.4.0. Маршрутизатор R6 имеет адрес 11.120.0.1 на первом интерфейсе и 11.159.0.1 на втором интерфейсе. Сеть между маршрутизаторами R3 и R8: 12.0.0.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 199.0.5.2. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 199.0.5.52. Компьютер PC4 имеет IP-адрес: 199.0.5.250.

Обозначения в задании: К1 – PC1, К2 – PC3, К3 – PC4.

Вариант 5. Файл со схемой сети: lab2_var5.jfst. Сеть между узлами

PC3 и R3, R4, R6: 204.188.45.128. Сеть между маршрутизаторами R1, R2, R3: 204.188.45.192. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 204.188.45.1. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 204.188.45.65. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 204.188.45.129. Длина маски подсети должна быть минимально возможной.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 6. Файл со схемой сети: lab2_var6.jfst. Сеть между узлами R1, R2, R3: 192.115.120.0. Сеть между узлами R2, R3, R4: 192.115.112.0. Сеть между узлами R4, R5, R7: 192.115.108.0. Сеть между узлами R6 и R7: 192.115.96.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 192.115.128.1. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 192.115.100.1. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 192.115.88.2. Длина маски подсети должна быть минимально возможной.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 7. Файл со схемой сети: lab2_var7.jfst. Сеть между узлами PC3 и R3, R4, R6: 204.188.45.128. Сеть между маршрутизаторами R1, R2, R3: 204.188.45.192. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 204.188.45.1. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 204.188.45.65. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 204.188.45.129. Компьютер BOSS имеет IP-адрес 204.188.45.196.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – BOSS, K3 – PC3.

Вариант 8. Файл со схемой сети: lab2_var8.jfst. Сеть между узлами R1, R2, R3: 192.115.120.0. Сеть между узлами R4 и R7: 192.115.108.0. Сеть между узлами R6 и R7: 192.115.96.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 192.115.128.1. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 192.115.112.4. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 192.115.88.2. Длина маски подсети должна быть минимально возможной.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 9. Файл со схемой сети: lab2_var9.jfst. Сеть между узлами R1, R2, R3: 10.0.120.0. Сеть между узлами R3 и R4: 192.168.0.0. Сеть между узлами R4 и R5: 192.168.1.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 10.0.0.3. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 10.0.0.10. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 10.0.0.18.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 10. Файл со схемой сети: lab2_var10.jfst. Сеть между узлами R3 и R4: 192.168.0.0. Сеть между узлами R4 и R5: 192.168.1.0. Компьютер PC1 имеет IP-адрес 10.0.0.5. Компьютер PC2 имеет IP-адрес 10.0.0.130. Компьютер PC3 имеет IP-адрес 10.0.0.194.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 11. Файл со схемой сети: lab2_var11.jfst. Все маршрутизаторы и компьютеры имеют адреса из диапазона 192.168.0.1 – 192.168.0.254.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 12. Файл со схемой сети: lab2_var12.jfst. Все маршрутизаторы и компьютеры имеют адреса из диапазона 200.0.1.1 – 200.0.254.254.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 13. Файл со схемой сети: lab2_var13.jfst. Все маршрутизаторы и компьютеры имеют адреса из диапазона 172.1.1.1 – 172.254.254.254.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – PC2, K3 – PC3.

Вариант 14. Файл со схемой сети: lab2_var14.jfst. Все маршрутизаторы и компьютеры имеют адреса из диапазона 172.0.10.1 – 172.0.88.254.

Обозначения в задании: K1 – PC1, K2 – R5, K3 – PC3.

Пример выполнения лабораторной работы

Пусть дана конфигурация сети, показанная на рисунке 2.2. Файл со схемой сети: lab2_sample.jfst. Компьютер PC1 имеет IP адрес 172.168.0.2. Компьютер PC2 имеет IP адрес 10.0.0.2), Сеть между маршрутизаторами R1 и R: 172.168.100.0. Сеть между маршрутизаторами R2 и R: 192.168.0.0.

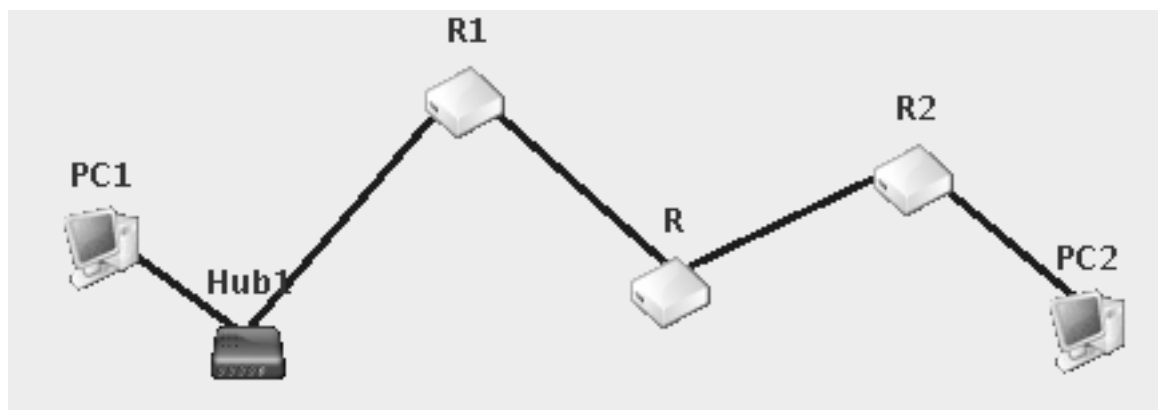


Рис. 2.2 Схема сети

Задание:

1. Задать маски подсети и шлюзы по-умолчанию для PC1 и PC2, а также IP-адреса из заданного диапазона вместе с масками и шлюзами для R1, R и R2 так, чтобы обеспечить корректную доставку пакетов от PC1 к PC2.
2. Настроить таблицу маршрутизации на R так, чтобы обеспечить корректную доставку пакетов от PC2 к PC1
3. Выполнить эхо-запрос с PC1 на PC2. Посмотреть вывод программы.

Порядок выполнения работы будет следующим:

1. Установим для всех узлов IP адреса, маски подсетей и шлюзы по умолчанию:

PC1: IP адрес: 172.168.0.2, маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 172.168.0.1

PC2: IP адрес: 10.0.0.2, маска подсети: 255.0.0.0, шлюз по умолчанию: 10.0.0.1

R1: Интерфейс eth0: IP адрес: 172.168.0.1, маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 172.168.100.1

R1: Интерфейс eth1: IP адрес: 172.168.100.2, маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 172.168.100.1

R: Интерфейс eth0: IP адрес: 172.168.100.1, маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 192.168.0.1

R: Интерфейс eth1: IP адрес: 192.168.0.2, маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 192.168.0.1

R2: Интерфейс eth0: IP адрес: 192.168.0.1 маска подсети: 255.255.255.0, шлюз по умолчанию: 192.168.0.2

R2: Интерфейс eth1: IP адрес: 10.0.0.1, маска подсети: 255.0.0.0, шлюз по умолчанию: 192.168.0.2

Такая конфигурация обеспечит доставку пакетов от PC1 к PC2, но не обратно. Это объясняется тем, что при попытке отправки пакета с PC2 на PC1, пакет сначала попадет на R2 (т.к. он является шлюзом для PC2), а оттуда на R. Но с маршрутизатора R он снова будет отправлен на R2, т.к. для R шлюзом является R2. Таким образом, возникнет "петля". Устранить её можно с помощью настройки таблицы маршрутизации на R.

2. Таблицу маршрутизации на R будет выглядеть следующим образом:

```
R#routeprint
```

```
DestinationGatewayGenmask Type Iface  
d fault 192.168.0.1 255.255.255.0 0 eth0
```

Для того чтобы пакеты от PC2 прошли через R на R1, необходимо добавить маршрут для сети 172.168.0.0/255.255.255.

```
R#routeadd172.168.0.0eth0255.255.255.0172.168.100.2  
outeadd d.
```

Теперь любой пакет, попавший на R и имеющий в качестве подсети назначения 172.168.0.0/255.255.255.0 будет направлен на маршрутизатор R1. Чтобы проверить корректность добавления маршрута необходимо вывести таблицу маршрутизации:

```
R#routeprint
```

```
IProuttttiinngtttable:
```

```
Deees a ionGatewayGenmask Type Iface  
d fault 192.168.0.1 255.255.255.0 0 eth0
```

172.168.0.0172.168.100.2255.255.255.00eth0

С PC1 посылаем эхо-запрос PC2.

PC1CreatedEchoRequestpacketto10.0.0.2

PC1SendingpacketfromProtocolStack(to172.168.0.1).

...

PPPPCC222ProtocolStackreceivedpacketfromlocaaalInteeerface.

CCConfirmedPackeeetisfortttthisNetworkLyerDvice.

PPPPCC222reatedEchoRplypacketto172.168.0.2

SendingpacketfromProtocolStack(to10.0.0.1).

...

PPPPCC111ProtocolStackreceivedpacketfromlocaaalInteeerface.

CooonfirrrmedPackeeetisforrrrthisNetworkLyerDvice.

PC1Echeplypacketrecivedfom10.0.0.2

Как видно из вывода программы, на эхо-запрос пришел ответ, следовательно таблица маршрутизации настроена верно. Аналогичным образом можно настроить таблицы на остальных устройствах.

Контрольные вопросы

1. Что такое маршрутизация?
2. Для чего предназначен маршрутизатор?
3. Перечислите типы маршрутизации.
4. Что такое таблицы маршрутизации и для чего они нужны?
5. Какие типы записей могут быть в таблице маршрутизации?
6. Объясните механизм статической маршрутизации.