

Лабораторная работа №4

Стек протоколов TCP/IP. Создание правил маршрутизации

1. Теоретические сведения

Маршрутизация

Маршрутизация ([англ. Routing](#)) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи.

Маршруты могут задаваться административно ([статические маршруты](#)), либо вычисляться с помощью [алгоритмов маршрутизации](#), базируясь на информации о топологии и состоянии сети, полученной с помощью [протоколов маршрутизации](#) (динамические маршруты).

Статическими маршрутами могут быть:

1. маршруты, не изменяющиеся во времени;
2. маршруты, изменяющиеся по расписанию;
3. маршруты, изменяющиеся по ситуации — административно в момент возникновения стандартной ситуации.

Маршрутизация в компьютерных сетях типично выполняется специальными программно-аппаратными средствами — [маршрутизаторами](#); в простых конфигурациях может выполняться и компьютерами общего назначения, соответственно настроенными.

Маршрутизируемые протоколы

[Протокол маршрутизации](#) может работать только с пакетами, принадлежащими к одному из маршрутизируемых протоколов, например, [IP](#), [IPX](#) или [Xerox Network System](#), [AppleTalk](#). Маршрутизируемые протоколы определяют формат пакетов (заголовков), важнейшей информацией из которых для маршрутизации является адрес назначения. Протоколы, не поддерживающие маршрутизацию, могут передаваться между сетями с помощью [туннелей](#). Подобные возможности обычно предоставляют программные маршрутизаторы и некоторые модели аппаратных маршрутизаторов.

Программная и аппаратная маршрутизация

Первые маршрутизаторы представляли из себя специализированное ПО, обрабатывающее приходящие IP-пакеты специфичным образом. Это ПО работало на компьютерах, у которых было несколько сетевых интерфейсов, входящих в состав различных сетей (между которыми осуществляется маршрутизация). В дальнейшем появились маршрутизаторы в форме специализированных устройств. Компьютеры с маршрутизирующим ПО называют программные маршрутизаторы, оборудование - аппаратные маршрутизаторы.

В современных аппаратных маршрутизаторах для построения таблиц маршрутизации используется специализированное ПО ("прошивка"), для обработки же IP-пакетов используется [коммутационная матрица](#) (или другая технология аппаратной коммутации), расширенная фильтрами адресов в заголовке IP-пакета.

Аппаратная маршрутизация

Выделяют два типа аппаратной маршрутизации: со статическими шаблонами потоков и с динамически адаптируемыми таблицами.

Статические шаблоны потоков подразумевают разделение всех входящих в маршрутизатор IP-пакетов на виртуальные потоки; каждый поток характеризуется набором признаков для пакета: IP-адресами отправителя/получателя, TCP/UDP-порт отправителя/получателя (в случае поддержки маршрутизации на основании информации 4 уровня), порт, через который пришёл пакет. Оптимизация маршрутизации при этом строится на идее, что все пакеты с одинаковыми признаками должны обрабатываться одинаково (по одинаковым правилам), при этом правила проверяются только для первого пакета в потоке (при появлении пакета с набором признаков, не укладывающимся в существующие потоки, создаётся новый поток), по результатам анализа этого пакета формируется статический шаблон, который и используется для определения правил коммутации приходящих пакетов (внутри потока). Обычно время хранения неиспользуемого шаблона ограничено (для освобождения ресурсов маршрутизатора). Ключевым недостатком подобной схемы является инерциональность по отношению к изменению таблицы маршрутизации (в случае существующего потока изменение правил маршрутизации пакетов не будет "замечено" до момента удаления шаблона).

Динамически адаптируемые таблицы используют правила маршрутизации "напрямую", используя маску и номер сети из таблицы маршрутизации для проверки пакета и определения порта, на который нужно передать пакет. При этом изменения в таблице маршрутизации (в результате работы, например, протоколов маршрутизации/резервирования) сразу же влияют на обработку всех новопришедших пакетов. Динамически адаптируемые таблицы также позволяют легко реализовывать быструю (аппаратную) проверку списков доступа.

Программная маршрутизация

Программная маршрутизация выполняется либо специализированным ПО маршрутизаторов (в случае, когда аппаратные методы не могут быть использованы, например, в случае организации [туннелей](#)), либо программным обеспечением на компьютере. В общем случае, любой компьютер осуществляет маршрутизацию своих собственных исходящих пакетов (как минимум, для разделения пакетов, отправляемых на [шлюз по умолчанию](#) и пакетов, предназначенных узлам в локальном сегменте сети). Для маршрутизации чужих IP-пакетов, а также построения таблиц маршрутизации используется различное ПО:

1. Сервис RRAS ([англ.](#) routing and remote access service) в [Windows Server](#)
2. Демоны [routed](#), [gated](#), [quagga](#) в Unix-подобных операционных системах (Linux, FreeBSD и т.д..)

Таблица маршрутизации

Таблица маршрутизации — электронная таблица ([файл](#)) или [база данных](#), хранящаяся на [маршрутизаторе](#) или [сетевом компьютере](#), описывающая соответствие между адресами назначения и [интерфейсами](#), через которые следует отправить пакет данных до следующего маршрутизатора. Является простейшей формой правил маршрутизации.

Таблица маршрутизации обычно содержит:

1. адрес сети или узла назначения, либо указание, что маршрут является маршрутом по умолчанию
2. [маску сети назначения](#) (для IPv4-сетей маска [/32](#) (255.255.255.255) позволяет указать единичный [узел сети](#))

3. шлюз, обозначающий адрес маршрутизатора в сети, на который необходимо отправить пакет, следующий до указанного адреса назначения
4. интерфейс (в зависимости от системы это может быть порядковый номер, [GUID](#) или символьное имя устройства)
5. метрику — числовой показатель, задающий предпочтительность маршрута. Чем меньше число, тем более предпочтителен маршрут (интуитивно представляется как [расстояние](#)).

В таблице может быть один, а в некоторых [операционных системах](#) и несколько [шлюзов по умолчанию](#). Такой шлюз используется для сетей для которых нет более конкретных маршрутов в таблице маршрутизации.

```
Interface List
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 14 2a 8b a1 b5 ..... NVIDIA nForce Networking Controller
0x3 ...00 50 56 c0 00 01 ..... VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
0xd0005 ...00 53 45 00 00 00 ..... WAN (PPP/SLIP) Interface
```

Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0	89.223.67.129	89.223.67.131	20
60.48.85.155	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
60.48.105.1	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
60.48.172.103	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
60.48.203.116	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
60.49.71.132	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
66.36.138.228	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
66.36.152.228	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
74.108.102.130	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
89.223.67.128	255.255.255.192		89.223.67.131	89.223.67.131	20
89.223.67.131	255.255.255.255		127.0.0.1	127.0.0.1	20
89.255.255.255	255.255.255.255		89.223.67.131	89.223.67.131	20
127.0.0.0	255.0.0.0		127.0.0.1	127.0.0.1	1
164.77.239.153	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
192.168.23.0	255.255.255.0		192.168.23.1	192.168.23.1	20
192.168.23.1	255.255.255.255		127.0.0.1	127.0.0.1	20
192.168.23.255	255.255.255.255		192.168.23.1	192.168.23.1	20
192.168.192.0	255.255.255.0		192.168.192.251	192.168.192.251	1
192.168.192.251	255.255.255.255		127.0.0.1	127.0.0.1	50
192.168.192.255	255.255.255.255		192.168.192.251	192.168.192.251	50
212.113.96.250	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
219.95.153.243	255.255.255.255		89.223.67.129	89.223.67.131	20
224.0.0.0	240.0.0.0		89.223.67.131	89.223.67.131	20
224.0.0.0	240.0.0.0		192.168.23.1	192.168.23.1	20
224.0.0.0	240.0.0.0		192.168.192.251	192.168.192.251	50
255.255.255.255	255.255.255.255		89.223.67.131	89.223.67.131	1
255.255.255.255	255.255.255.255		192.168.23.1	192.168.23.1	1
255.255.255.255	255.255.255.255		192.168.192.251	192.168.192.251	1
Default Gateway:		89.223.67.129			

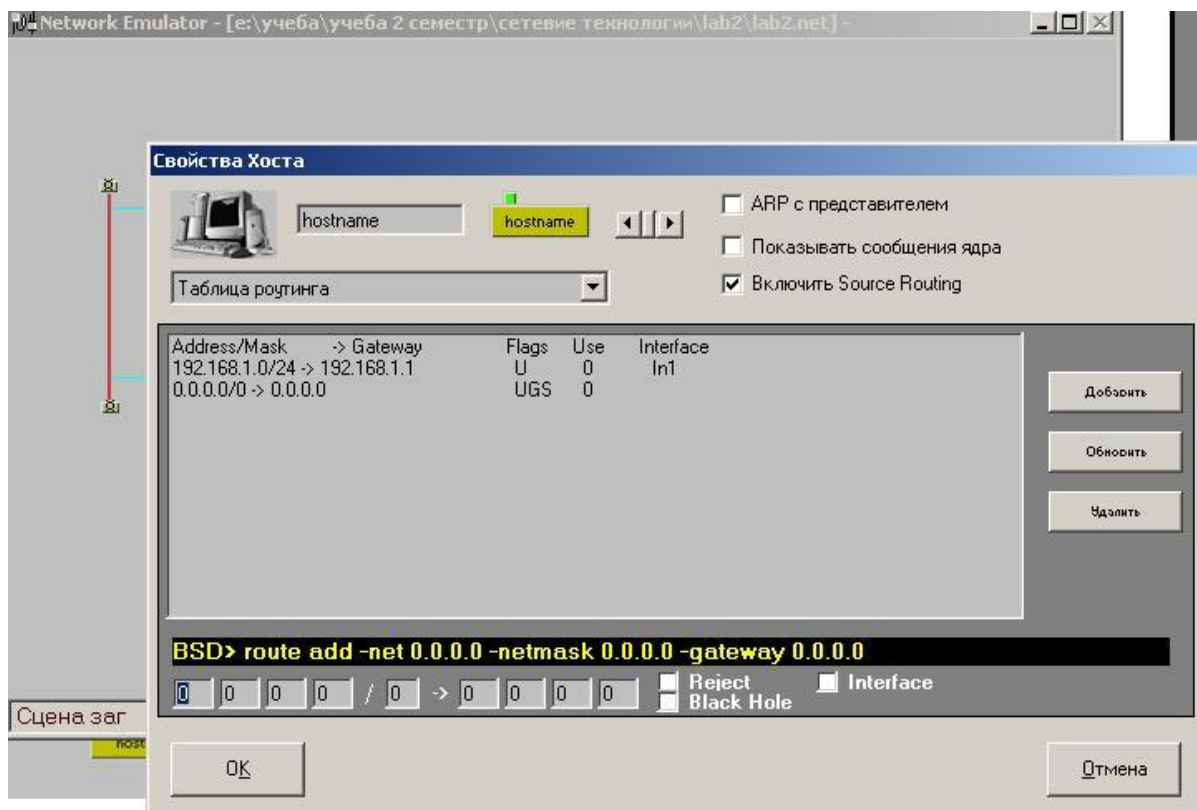
Пример таблицы маршрутизации при четырёх интерфейсах ([loopback](#), две [сетевые карты](#), [VPN-соединение](#))

Типы записей в таблице маршрутизации:

1. маршрут до сети
2. маршрут до компьютера
3. маршрут [по умолчанию](#)

Добавление маршрута в Network Emulator

Для добавления маршрута в Network Emulatore необходимо выделить объект, таблицу маршрутизации которого необходимо изменить, нажать правую кнопку мыши и выбрать «Настройки». После чего ввести маршрут и нажать «Добавить».



2. Задание

Согласно варианта смоделировать ЛВС в NetWork Emulator'e. Задать правила маршрутизации и проверить доставку пакетов между компьютерами сети.

Вариант	Топология ЛВС (протокол TCP/IP)
1, 6, 9, 12, 19, 25	2 подсети объединённые с использованием 2 шлюзов. Между шлюзами соединение «точка-точка»
2, 13, 16, 21, 26, 30	3 подсети объединённые между собой с использованием 1 шлюза.
3, 8, 14, 18, 24, 27	2 подсети объединённые с использованием 2 шлюзов. Между шлюзами соединение с использованием общей шины.
4, 7, 10, 15, 22, 28	3 шлюза объединены по кольцу между собой. К каждому шлюзу подключены локальные подсети.
5, 11, 17, 20, 23, 29	3 подсети последовательно соединены между собой с использованием двух шлюзов

Отчёт должен содержать схему моделируемой ЛВС с указанием адресов компьютеров в сети и правил маршрутизации для каждого компьютера и подробное описание функционирования ЛВС.

Результаты моделирования обязательно должны быть продемонстрированы на компьютере.

3. Контрольные вопросы

1. Таблица маршрутизации содержит записи о сетях назначения. Должна ли она содержать записи обо всех сетях составной сети или только о некоторых? Если только о некоторых, то о каких именно?
2. Может ли в таблице маршрутизации иметься несколько записей о маршрутизаторах по умолчанию?
3. Пусть IP-адрес некоторого узла подсети равен 198.65.12.67, а значение маски для этой подсети - 255.255.255.240. Определите номер подсети. Какое максимальное число узлов может быть в этой подсети?
4. Какое максимальное количество подсетей теоретически возможно организовать, если в вашем распоряжении имеется сеть класса C? Какое значение должна при этом иметь маска?
5. Почему даже в тех случаях, когда используются маски, в IP-пакете маска не передается?
6. Почему в записи о маршрутизаторе по умолчанию в качестве адреса сети назначения указывается 0.0.0.0 с маской 0.0.0.0?
7. Сравните функции маршрутизаторов, которые поддерживают маршрутизацию от источника, с функциями маршрутизаторов, поддерживающих протоколы адаптивной маршрутизации.
8. Какие метрики расстояния могут быть использованы в алгоритмах сбора маршрутной информации?