

## **Лабораторная работа № 3**

### **Статическая маршрутизация**

#### **3.1. Цель работы**

Лабораторная работа №3 предназначена для изучения технологий и протоколов статической маршрутизации и суммирования маршрутов и представляет собой сценарий для Cisco Packet Tracer. Для успешного выполнения лабораторной работы студентам необходимо выполнить задание сценария и подготовить отчет (по своему варианту), а также защитить его в форме собеседования.

#### **3.2. Теоретическая часть**

Технологии и протоколы канального уровня позволяют передавать трафик только в пределах домашней сети, локальной или глобальной. Для соединения сетей между собой в составные сети используются маршрутизаторы.

##### **3.2.1. Таблица маршрутизации**

Маршрутизация — процесс определения оптимального пути, по которому пакет может быть доставлен в сеть назначения. Возможные пути передачи пакетов называются маршрутами. Оптимальные маршруты до известных сетей назначения хранятся в таблице маршрутизации.

В зависимости от способа заполнения таблицы маршрутизатора, различают два вида маршрутизации:

- Статическая — удалённые сети вручную вводятся в таблицу маршрутизации с помощью статических маршрутов;
- Адаптивная (динамическая) — удалённые маршруты автоматически добавляются в таблицу с помощью протокола маршрутизации.

Таблица маршрутизации (Рис 3.1) — электронная таблица или база данных, хранимая в памяти маршрутизатора, которая описывает соответствие между адресами сетей назначения и маршрутами, которые следует использовать для отправки пакетов в указанные сети.

Каждая запись таблицы маршрутизации включает следующие сведения:

- Источник записи (англ. source, SRC) — показывает, кем добавлен в таблицу данный маршрут; разные источники характеризуются разной степенью достоверности, см. административная дистанция;
- IP-адрес и маска сети назначения;

- Метрика (англ. metric) — аддитивная характеристика протяженности маршрута (чем меньше метрика, тем короче и, следовательно, лучше, маршрут); используется для сравнения маршрутов, полученных из одного источника;
- Административная дистанция (англ. administrative distance, AD) — критерий достоверности маршрута; используется для сравнения маршрутов, полученных из разных источников, т.к. такие маршруты имеют разные алгоритмы расчета метрики;
- Направление (собственный интерфейс или IP следующего маршрутизатора – nexthop).

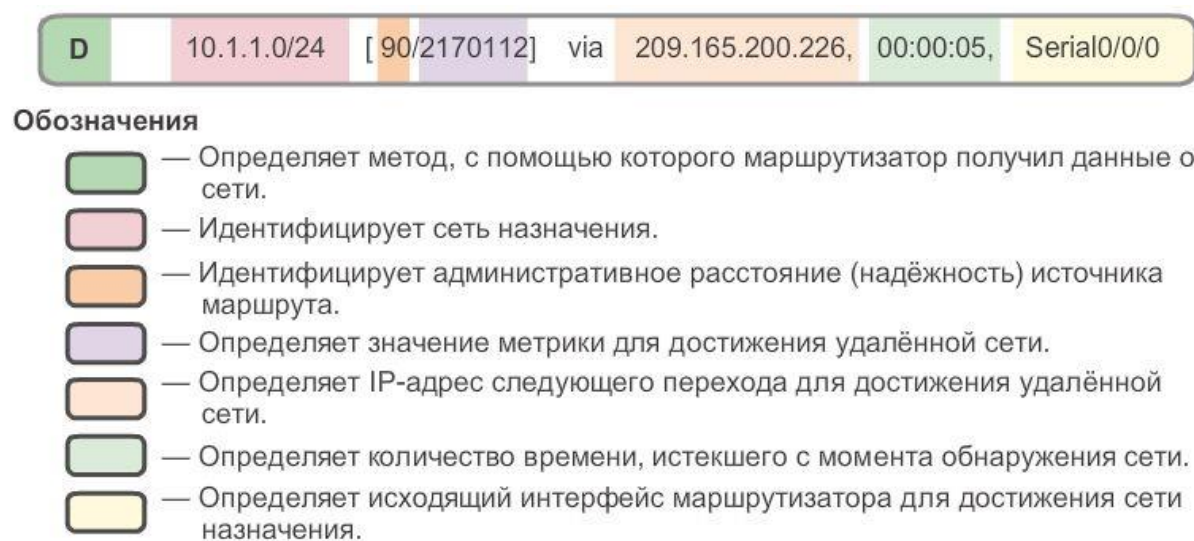


Рисунок 3.1. Маршрут в таблице маршрутизации

### 3.2.2. Выбор маршрута

Всякий раз при получении пакета маршрутизатор начинает его обработку с декапсуляции, извлекая пакет из кадра данный той сети, в которой находится интерфейс, на который этот пакет получен. Отбросив заголовок и концевик канального уровня, маршрутизатор анализирует пакет, извлекая из него IP-адрес и маску назначения. По адресу и маске производится расчет сети назначения. Именно этот адрес будет использован в процессе маршрутизации данного пакета.

Рассчитав адрес сети назначения, маршрутизатор производит выбор оптимального маршрута. Процедура выбора состоит из нескольких этапов.

1. Среди всех маршрутов, содержащихся в таблице, выбираются те, которые позволяют достичь сети назначения. Это условие выполняется, если сеть назначения для пакета совпадает с сетью назначения в маршруте или входит в состав сети назначения, указанной в маршруте. *Например, сеть*

*192.168.1.0/24 входит в состав сети 192.168.0.0/23, поэтому маршрут до последней пригоден для отправки пакета в первую.* Отобранных маршрутов может быть 0, 1 или несколько. Если их 0, процесс маршрутизации завершается с ошибкой, о чем маршрутизатор уведомляет узел – источник пакета. Если найден единственный маршрут, процесс маршрутизации завершается, не переходя к следующему этапу, и найденный маршрут используется для продвижения пакета. Если найденных маршрутов несколько, процесс переходит ко второму этапу.

2. Среди всех маршрутов, отобранных на первом этапе, выбирается оптимальный по критериям административная дистанция (AD) и метрика. При этом сначала происходит отбор по минимальной величине AD, затем – из отобранных – по метрике. Отобранных маршрутов может 1 или несколько. Как и на первом этапе, отбор единственного маршрута позволяет сразу завершить процесс. Если же вновь найдено несколько маршрутов, необходимо продолжить отбор для нахождения оптимального – переходим к третьему этапу.

3. Переход к третьему этапу возможен в том случае, если в таблице найдено несколько маршрутов до сети назначения с одинаковыми AD и метрикой. В этом случае последний и решающий выбор производится по критерию маски: чем меньше размер сети назначения, тем более точным считается попадание в нее, следовательно, такой маршрут лучше. Он и будет использован для продвижения. Если и этот параметр совпадает, маршруты будут использоваться попеременно, обеспечивая балансировку трафика.

### **3.2.3. Статическая маршрутизация**

Статическая маршрутизация — вид маршрутизации, при котором маршруты вручную указываются администратором при настройке маршрутизатора.

Статическая маршрутизация имеет три основных назначения:

- Обеспечение упрощённого обслуживания таблицы маршрутизации в небольших сетях, которые не планируется существенно расширять.
- Маршрутизация к тупиковым сетям и от них. Тупиковая сеть представляет собой сеть, доступ к которой осуществляется через один маршрут, и маршрутизатор имеет только одно соседнее устройство.
- Использование маршрута по умолчанию для представления пути к любой сети, не имеющего более точного совпадения с другим маршрутом в таблице маршрутизации. Маршруты по умолчанию используются для отправки трафика в любой пункт назначения за пределами следующего маршрутизатора в восходящем направлении.

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота настройки (в небольших сетях);</li> <li>– Отсутствие дополнительной нагрузки на сеть (в отличие от динамических протоколов маршрутизации);</li> <li>– Путь, используемый статическим маршрутом для отправки данных, известен;</li> <li>– Статические маршруты не объявляются по сети, поэтому, они более безопасны.</li> <li>– Не потребляет ресурсов маршрутизатора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Для внесения изменений в данные маршрута требуется вмешательство администратора.</li> <li>– Недостаточные возможности масштабирования для растущих сетей, обслуживание при этом становится довольно трудоёмким.</li> <li>– Для качественного внедрения требуется доскональное знание всей сети.</li> </ul>

*ПРИМЕЧАНИЕ. Следует отметить, что в данной лабораторной работе у всех маршрутов одинаковая AD (все маршруты статические) и метрика. Более наглядно применение этих параметров представлено в следующей лабораторной работе.*

### 3.2.4. Типы статических маршрутов

**Статический маршрут по умолчанию** — это маршрут, которому соответствуют все пакеты. Маршрут по умолчанию идентифицирует IP-адрес шлюза, на который маршрутизатор отправляет все IP-пакеты, для которых у него нет известного полученного или статического маршрута. Статический маршрут по умолчанию — это статический маршрут с IPv4-адресов назначения равным 0.0.0.0/0. При настройке статического маршрута по умолчанию создаётся «шлюз последней надежды».

**Суммарный статический маршрут** (Рис 3.2). Для уменьшения числа записей в таблице маршрутизации можно объединить несколько статических маршрутов в один. Это возможно при следующих условиях:

- Сети назначения являются смежными и могут быть объединены в один сетевой адрес.
- Все статические маршруты используют один и тот же выходной интерфейс или один IP-адрес следующего перехода.

## Расчёт суммарного маршрута

**Шаг 1.** Перечислите сети в двоичном формате.

172.20.0.0	10101100	.	00010100	.	00000000	.	00000000
172.21.0.0	10101100	.	00010101	.	00000000	.	00000000
172.22.0.0	10101100	.	00010110	.	00000000	.	00000000
172.23.0.0	10101100	.	00010111	.	00000000	.	00000000

**Шаг 2.** Подсчитайте количество крайних слева совпадающих битов для определения маски.

**Ответ:** 14 совпадающих битов = /14 или 255.252.0.0

**Шаг 3.** Скопируйте совпадающие биты и добавьте нулевые биты для определения суммарного сетевого адреса (префикса).

10101100	.	00010100	.	00000000	.	00000000
Копировать		Добавить нулевые биты				

**Ответ:** 172.20.0.0

Рис. 3.3. Расчет суммарного маршрута

### 3.2.5. Команды IOS

Рассмотрим список новых команд IOS, необходимых и достаточных для выполнения лабораторной работы № 3. Более простые команды см. в описании лабораторных работ №№ 1 и 2, а также в контекстной справке Cisco IOS (команда ?).

*Команды привилегированного режима // router#*

- **show ip route** – выводит таблицу маршрутизации;
- **show ip protocols** – выводит расширенную информацию об используемых протоколах маршрутизации;

*Команды режима глобального конфигурирования // router(config)#*

- **ip route [сеть назначения] [маска] [маршрут]** – добавляет в таблицу маршрутизации статический маршрут до указанной сети назначения.

Маршрут может быть задан в виде исходящего интерфейса и/или (предпочтительно!) адреса next hop (IP-адреса входящего интерфейса следующего маршрутизатора на маршруте);

### 3.3. Задание на лабораторную работу

Лабораторная работа выполняется в среде Cisco Packet Tracer в предложенном Вам файле-сценарии формата rka. Сценарий содержит созданную заранее логическую топологию в виде составной сети, моделирующей корпоративную сеть условного предприятия, подключенную к сети Интернет (рис. 3.4). Устройства не настроены.

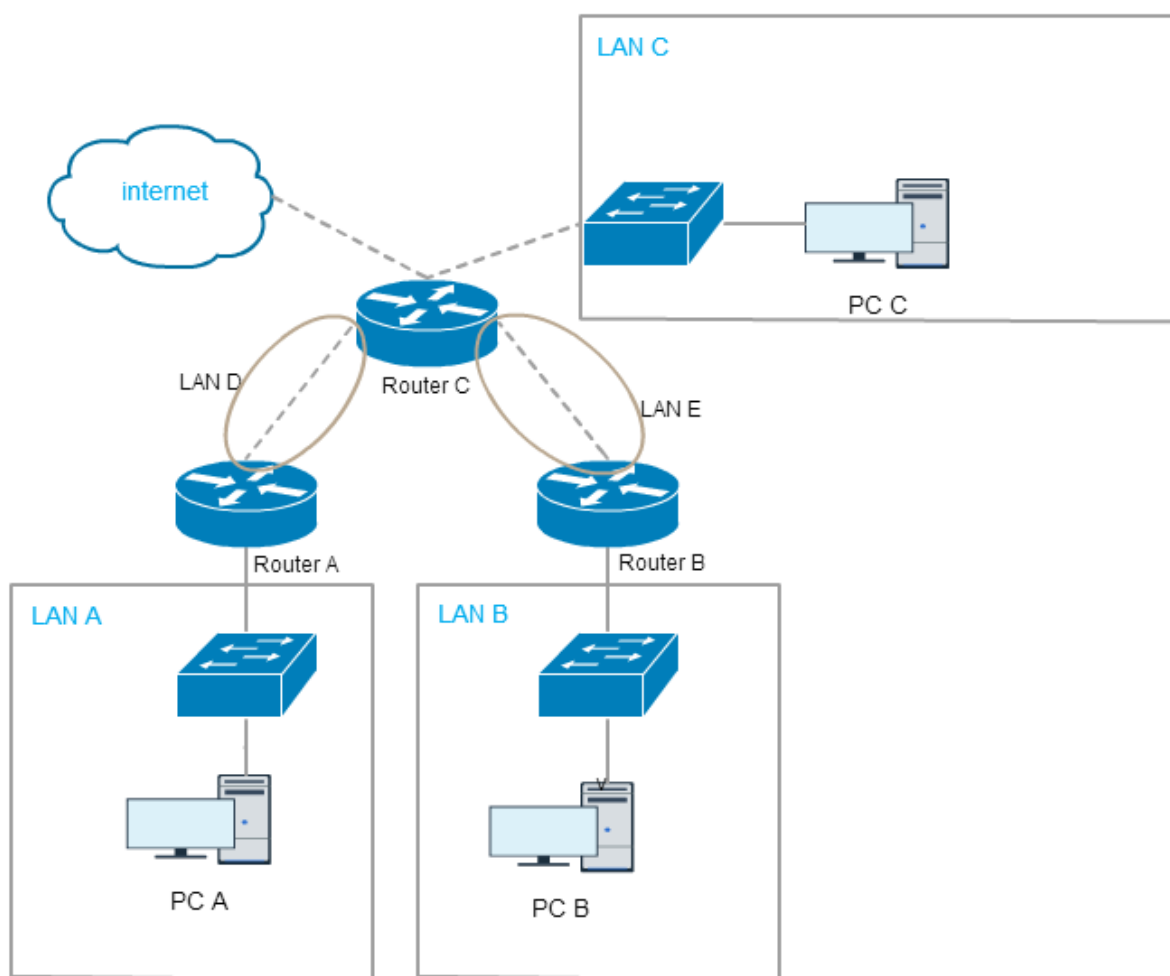


Рисунок 3.4. Топология сети

#### 3.3.1. Расчёт IP-адресов и настройка локальных сетей

Выполнить расчёт основных сетевых параметров для сетей LAN A, LAN B, LAN C исходя из известного количества узлов в каждой из них (согласно Вашему варианту), а также известного диапазона адресов для каждой из сетей: (где X – номер Вашего варианта):

- для сети LAN A – 100+X.144.0.0/16;
- для сети LAN B – 100+X.145.0.0/16;
- для сети LAN C – 100+X.146.0.0/16.

*Пример: Студент с номером варианта 34 выбирает для сети A диапазон необходимой длины из пространства 134.144.0.0/16.*

Для сетей LAN D и LAN E использовать любые два **минимальных по количеству адресов** диапазона адресов из пространства 192.168.X.0/24.

Рассчитанные адреса занести в отчет.

Выполнить настройку компьютеров (настроить IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию). Задать компьютерам IP-адреса из соответствующих диапазонов. Как и ранее, использовать для компьютеров **максимальные IP-адреса** из доступных.

### **3.3.2. Настройка маршрутизаторов**

Выполнить первоначальную настройку маршрутизаторов (присвоить символьные имена, задать пароли для доступа к консоли, привилегированному режиму и виртуальному терминалу, включить шифрование всех паролей и добавить баннер). *Подробнее о первоначальной настройке устройств см. методические рекомендации к лабораторной работе №1.*

Просмотреть таблицы маршрутизации на всех маршрутизаторах.

На всех интерфейсах маршрутизаторов Router A и Router B, а также на интерфейсе маршрутизатора Router C в сети LAN C использовать **минимальные IP-адреса** из доступных.

Вновь просмотреть таблицы маршрутизации. Сделать выводы.

Используя команды проверки конфигурации (show), убедиться в правильности введенных настроек. Присвоенные адреса занести в отчет.

### **3.3.3. Настройка статических маршрутов**

На всех маршрутизаторах добавить статические маршруты до каждой сети, не подключенной напрямую, кроме сети Интернет.

**ВНИМАНИЕ!** Сеть Интернет не имеет конкретного адреса, поэтому настроить конкретный маршрут до нее невозможно. В моделируемой топологии кластер Internet условно обозначает отдельный участок сети Интернет. В связи с этим адрес сети, в которой находится PC0, не должен использоваться в таблицах маршрутизации устройств Router A, Router B и Router C. Вместо этого необходимо использовать маршруты по умолчанию.

На маршрутизаторе Router C добавить статический маршрут по умолчанию, отправляющий в сеть Интернет все пакеты, для которых не указано иное. Использовать маршрутизатор ISP в качестве «шлюза последней надежды».

Настроить статические маршруты по умолчанию на маршрутизаторах Router A, Router B.

На маршрутизаторе ISP настроить статический суммарный маршрут до сетей LAN A, LAN B, LAN C.

На маршрутизаторе ISP настроить статический суммарный маршрут до сетей LAN D, LAN E.

### **3.3.4. Анализ пакета в режиме симуляции**

Перейти в режим simulation.

Послать echo запрос с компьютера PC A на PC C.

Послать echo запрос с компьютера PC B на PC 0.

Сделать выводы.

### **3.4. Контрольные вопросы**

1. Какие задачи решает сетевой уровень модели OSI?
2. Какие устройства относятся к сетевому уровню OSI?
3. Что такое маршрутизатор? Каковы его функции?
4. Как и для чего используется таблица маршрутизации? Какие сведения в ней хранятся? Как она заполняется и очищается? Как просмотреть ее содержимое?
5. Как осуществляется выбор оптимального маршрута?
6. Какие виды маршрутизации существуют?
7. Каковы достоинства и недостатки статической маршрутизации?
8. Как добавить статический маршрут в таблицу? Как его удалить?
9. Что такое маршрут по умолчанию? Как и зачем используются такие маршруты?
10. Что такое суммарный маршрут? Как и зачем используются такие маршруты? Как рассчитать суммарный маршрут?



### 3.5. Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Количество узлов в сети		
	LAN A	LAN B	LAN C
1	2	1765	190
2	5	965	1024
3	12	457	78
4	20	201	200
5	35	120	512
6	67	13	675
7	137	30	37
8	323	13	11
9	517	6	126
10	1027	210	7
11	4	624	1654
12	400	900	3000
13	61	29	289
14	164	590	1000
15	854	14	169

### 3.6. Форма отчета

Отчет о выполнении лабораторной работы оформляется в соответствии с индивидуальным вариантом задания и является обязательным требованием для допуска к защите наряду с правильно настроенными сценариями работы в программе Packet Tracer.

Отчет должен включать титульный лист, схему сети, а также заполненные таблицы, приведенные ниже.

### Расчет адресов сетей

Параметр	LAN A	LAN B	LAN C	LAN D	LAN E
Количество узлов					
Ближайшая сверху степень двойки					
Маска (префикс)					
Маска (десятичн.)					
SUBNET					
HOSTMIN (router)					
HOSTMAX (host)					
BROADCAST					
Суммарный адр./маска					

### Сведения о конфигурации устройств

Устройство	Интерфейс	IP-адрес	Маска подсети	Основной шлюз
PC A	NIC			
PC B	NIC			
PC C	NIC			
Router A	Fa0/0			
	Fa1/0			
Router B	Fa0/0			

Устройство	Интер- фейс	IP-адрес	Маска подсети	Основной шлюз
	Fa1/0			
Router C	Fa1/0			
	Fa2/0			
	Fa3/0			
	Fa4/0			
ISP	Fa0/0			
	Fa0/1			
PC 0	NIC			

**Сведения о таблицах маршрутизации (добавить необходимое число строк)**

Устройство	Источник записи	Сеть назначения	AD/Метрика	Маршрут
Router A				
Router B				
Router C				
ISP				