

## Лабораторная работа 3 «Статическая IP маршрутизация»

### 1. Цель работы

1. Изучить базовый синтаксис конфигурирования маршрутизаторов сетевого уровня
2. Получить навыки конфигурирования статической маршрутизации
3. Подготовиться к работе в среде эмулятора CORE

### 2. Рекомендуемая литература:

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003, 783 с. (Серия «Классика computer science»). Глава 14.
2. <https://www.nrl.navy.mil/itd/ncs/products/core> - **Common Open Research Emulator (CORE)** демонстрационные материалы

### 3. Предварительная подготовка к работе:

1. Изучить указанную литературу, иметь представление о работе в среде CORE
2. Составить схему сети, распределить адресные пространства, согласно варианта задания, приведенного в контрольной работе по курсу «Протоколы компьютерных сетей»

### 4. Теоретические сведения

#### 4.1 Среда эмуляции Common Open Research Emulator (CORE)

Common Open Research Emulator (Общий открытый исследовательский эмулятор CORE) - это инструмент для эмуляции сетей на одной или нескольких персональных компьютерах (ПК). Вы можете подключить эти эмулированные сети к живым сетям. CORE состоит из графического интерфейса для рисования топологий и для эмуляции сетевых сценариев.

Получив навыки работы в среде эмулятора Вы будете готовы для конфигурирования реального оборудования.

#### 4.2 Маршрутизация в IP-сетях

Маршрутизация служит для приема пакета от одного устройства и передачи его по сети другому устройству через другие сети. Если в сети нет маршрутизаторов, то не поддерживается маршрутизация. Маршрутизаторы направляют (перенаправляют) трафик во все сети, составляющие объединенную сеть.

Для маршрутизации пакета маршрутизатор должен владеть следующей информацией:

- Адрес назначения
- Соседний маршрутизатор, от которого он может узнать об удаленных сетях
- Доступные пути ко всем удаленным сетям

- Наилучший путь к каждой удаленной сети
- Методы обслуживания и проверки информации о маршрутизации

Маршрутизатор узнает об удаленных сетях от соседних маршрутизаторов или от сетевого администратора. Затем маршрутизатор строит таблицу маршрутизации, которая описывает, как найти удаленные сети.

Если сеть подключена непосредственно к маршрутизатору, он уже знает, как направить пакет в эту сеть. Если же сеть не подключена напрямую, маршрутизатор должен узнать (изучить) пути доступа к удаленной сети с помощью статической маршрутизации (ввод администратором вручную местоположения всех сетей в таблицу маршрутизации) или с помощью динамической маршрутизации.

В стеке TCP/IP маршрутизаторы и конечные узлы принимают решения о том, кому передавать пакет для его успешной доставки узлу назначения, на основании так называемых таблиц маршрутизации (routing tables).

*Чтобы доставить пакет в сеть с адресом из поля Сетевой адрес и маской из поля Маска сети, нужно с интерфейса с IP-адресом из поля Интерфейс послать пакет по IP-адресу из поля Адрес шлюза, а «стоимость» такой доставки будет равна числу из поля Метрика.*

В этой таблице в столбце "Адрес сети назначения" указываются адреса всех сетей, которым данный маршрутизатор может передавать пакеты. В стеке TCP/IP принят так называемый одношаговый подход к оптимизации маршрута продвижения пакета (next-hop routing) – каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи пакета. Поэтому в каждой строке таблицы маршрутизации указывается не весь маршрут в виде последовательности IP-адресов маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет, а только один IP-адрес - адрес следующего маршрутизатора, которому нужно передать пакет. Вместе с пакетом следующему маршрутизатору передается ответственность за выбор следующего шага маршрутизации. Одношаговый подход к маршрутизации означает распределенное решение задачи выбора маршрута. Это снимает ограничение на максимальное количество транзитных маршрутизаторов на пути пакета.

Одношаговая маршрутизация обладает еще одним преимуществом - она позволяет сократить объем таблиц маршрутизации в конечных узлах и маршрутизаторах за счет использования в качестве номера сети назначения так называемого маршрута по умолчанию – **default** (0.0.0.0), который обычно занимает в таблице маршрутизации последнюю строку. Если в таблице маршрутизации есть такая запись, то все пакеты с номерами сетей, которые отсутствуют в таблице маршрутизации, передаются маршрутизатору, указанному в строке default. Поэтому маршрутизаторы часто хранят в своих таблицах ограниченную информацию о сетях интерсети, пересылая пакеты

для остальных сетей в порт и маршрутизатор, используемые по умолчанию. Подразумевается, что маршрутизатор, используемый по умолчанию, передаст пакет на магистральную сеть, а маршрутизаторы, подключенные к магистрали, имеют полную информацию о составе интернет-сети.

Кроме маршрута default, в таблице маршрутизации могут встретиться два типа специальных записей - запись о специфичном для узла маршруте и запись об адресах сетей, непосредственно подключенных к портам маршрутизатора.

### 4.3 Команды настройки маршрутизатора

#### 4.3.1 Настройка физического интерфейса маршрутизатора

1. Настроить с адресом и маской подсети в случае использования IPv4 используйте команду войти в конфигурацию интерфейса:

```
n1 # configure terminal
```

```
n1 (config) # interface <interface-name>
```

Например: R1 (config) # interface eth0

Выполните команду присвоения IP-адреса интерфейсу маршрутизатора:

```
n1 (config-if) # ip address < ip-address> <subnet-mask>
```

2. Активировать: по умолчанию интерфейсы маршрутизатора не активированы (shutdown). Для включения интерфейса используется команда активации:

```
n1 (config) # no shutdown
```

#### 4.3.2 Заполнение таблиц маршрутизации

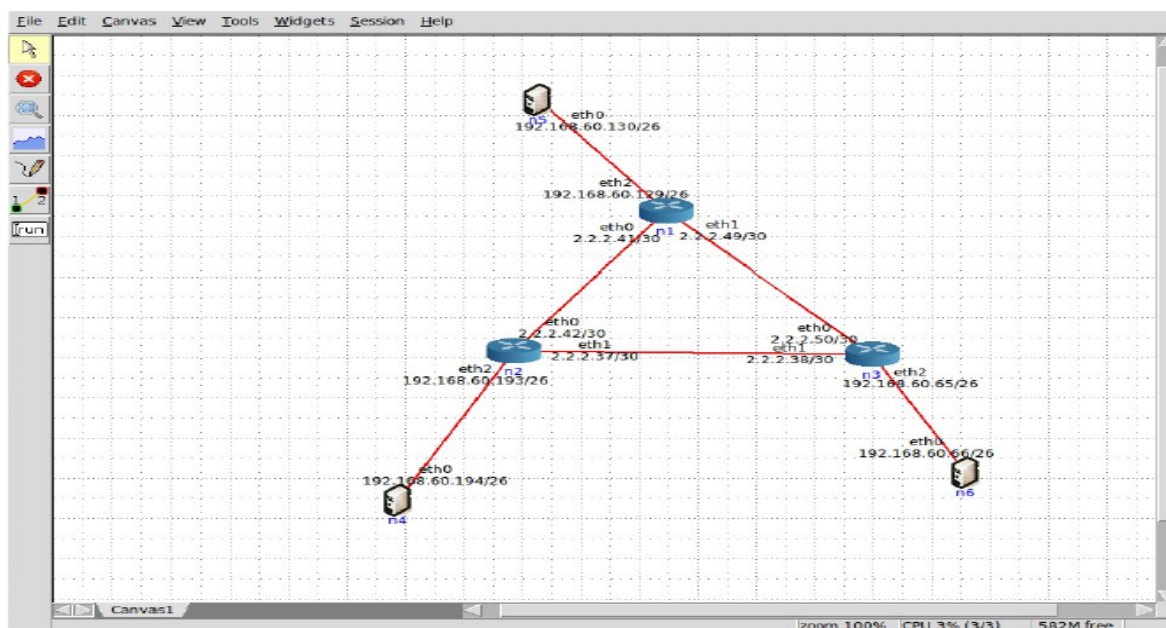


Рисунок 1 – Пример собранной сети в CORE

Чтобы на маршрутизаторе n1 добавить маршрутную запись в сеть 192.168.60.64/26, нужно использовать команду:

```
n1 (config) # ip route 192.168.60.64/26 2.2.2.50
```

Команда говорит о том, что сеть 192.168.60.64/26 доступна через шлюз (next hop) 2.2.2.50

**ВАЖНО:** в команде статической маршрутизации необходимо указать не адрес устройства ПК(n6), а адрес сети, в которой устройство находится.

## 5. Задание на лабораторную работу

1. Составить схему сети, распределить адресные пространства, согласно варианта задания, приведенного в контрольной работе по курсу «Протоколы компьютерных сетей»
2. Указать необходимые статические маршрутные записи для обеспечения соединения между заданными узлами локальных подсетей M(0), M(i-1), M(i). Результат оформить в таблицу.
3. Составить маршрутные записи, которые будут сконфигурированы оператором сети на маршрутизаторах для заполнения таблиц маршрутизации адресации в локальные подсети M(0), M(i-1), M(i).

## 6. Выполнение работы

6.1. Восстановим схему сети, согласно контрольной работе по курсу «Протоколы компьютерных сетей» **Сидорова Алексея Викторовича**.

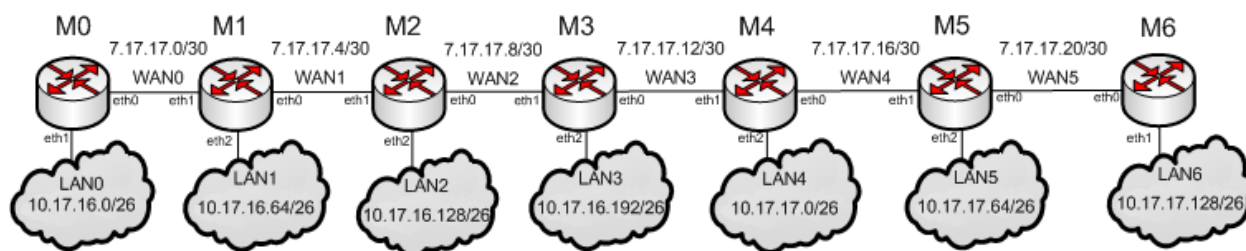


Рисунок 2 – Адресное пространство маршрутизируемых подсетей

Зададимся **правилом составления IP-адреса хоста (ПК):**

- в локальной сети M(0): М-ый адрес в сети. М соответствует количеству букв в **фамилии** студента. В сети 10.17.16.0/26 **седьмой (Сидоров)** адрес сети 10.17.16.7/26;
- в локальной сети M(i-1)=M5: К-ый адрес в сети. К соответствует количеству букв в **имени** студента. В сети 10.17.17.64/26 **седьмой (Алексей)** адрес сети 10.17.16.71/26;

- в локальной сети  $M(i) = M_6$ : N-ый адрес в сети. N соответствует количеству букв в **отчестве** студента. В сети 10.17.17.128/26 **десятый (Викторович)** адрес сети 10.17.16.138/26.

Собрать схему сети, аналогичную рисунку 1 можно, воспользовавшись средствами Microsoft Office Visio, подключив дополнительную панель инструментов: Файл / фигуры / сеть / сеть / сетевые символы (рисунок 3).

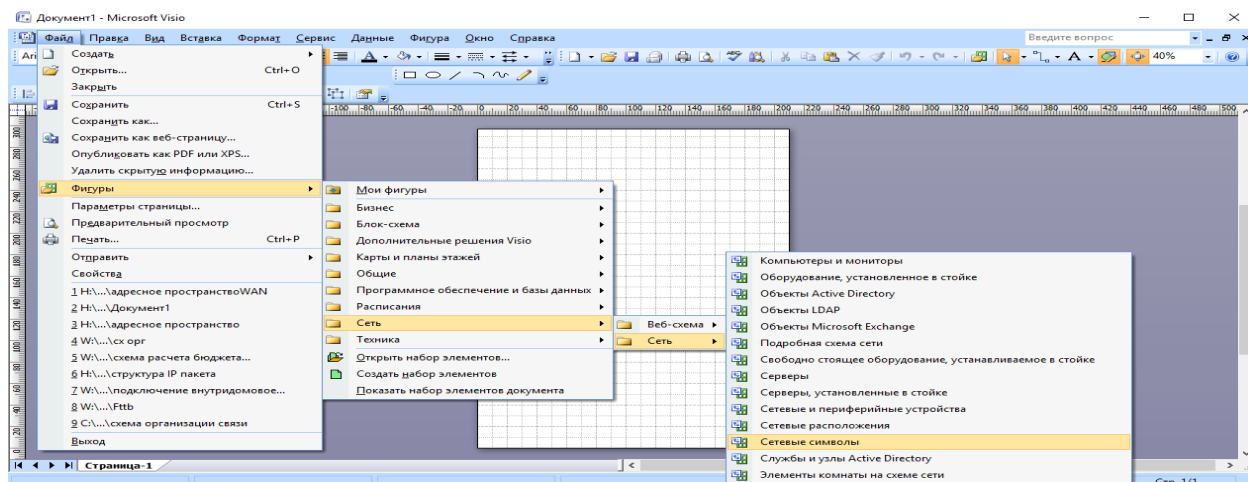


Рисунок 3 – Дополнительная панель инструментов Microsoft Office Visio

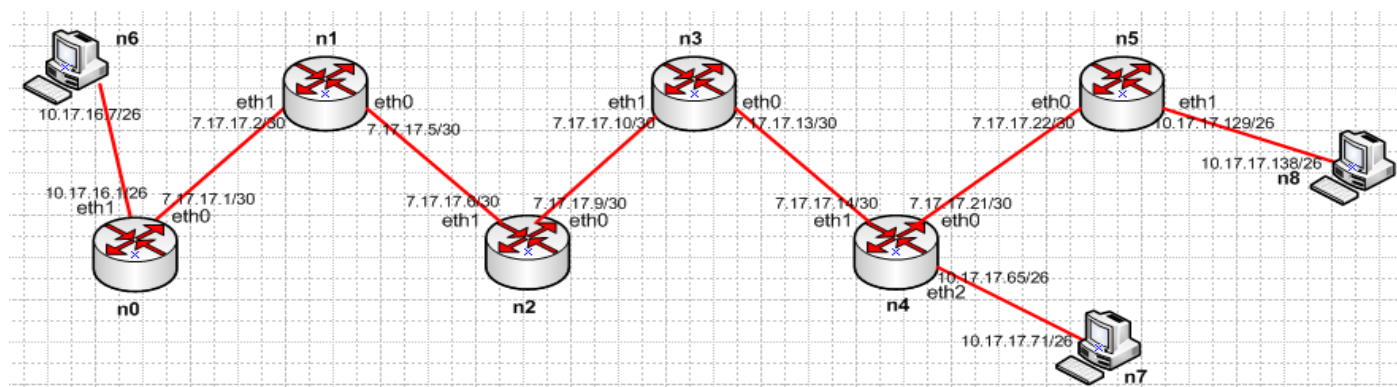


Рисунок 4 – Структура сети

6.2 Задание: Указать необходимые статические маршрутные записи для обеспечения соединения между маршрутизаторами  $M_0$ ,  $M_i$ ,  $M_{i-1}$ . Результат оформить в таблицу.

Для продвижения пакета к узлу назначения маршрутизатор использует *таблицу маршрутизации*, основными параметрами которой являются номер (адрес) *сети назначения* и *сетевой адрес* входного интерфейса следующего маршрутизатора на пути к адресату назначения. Этот адрес интерфейса получил название **следующего перехода (next hop)**.

Таким образом, в таблице задаются:

- адрес сети назначения;

- адрес следующего перехода;
- другие дополнительные параметры, которые различаются для разных маршрутизирующих протоколов и маршрутизаторов разных фирм, производящих оборудование.

Из дополнительных параметров в *таблицы маршрутизации* включается информация:

- о статической или *динамической маршрутизации*,
- о типе используемых *протоколов маршрутизации*,
- о *метрике*, используемой при выборе возможного пути.

При включении интерфейса маршрутизатора и назначении ему IP адреса, в таблице маршрутизации сразу же появляется запись с кодом **C**. Статические маршруты прописываются администратором сети вручную и имеют код обозначения **S**. Так же они имеют административную дистанцию 1 и метрику 0.

Согласно заданию, требуется создать статические записи маршрутизации в локальные сети LAN маршрутизаторов  $M_0$ ,  $M_i$  и  $M_{i-1}$ . Выполнение задания оформляется в виде таблицы. Заполнение таблицы происходит на основании данных рисунков 2 и 4.

Таблица 1 – Таблица маршрутизации

Маршрутизатор	Тип	Сеть/Префикс	Next hop	Тип интерфейса	Метрика
$M_0 = M0$	C	7.17.17.0/30		WAN	
	C	10.17.16.0/26		LAN	
	S	10.17.17.64/26	7.17.17.2		0
	S	10.17.17.128/26	7.17.17.2		0
$M_i = M6$	C	7.17.17.20/30		WAN	
	C	10.17.17.128/26		LAN	
	S	10.17.16.0/26	7.17.17.21		0
	S	10.17.17.64/26	7.17.17.21		0
$M_{i-1} = M5$	C	7.17.17.16/30		WAN	
	C	7.17.17.20/30		WAN	
	C	10.17.17.64/26		LAN	
	S	10.17.16.0/26	7.17.17.17		0
	S	10.17.17.128/26	7.17.17.22		0
(1) ...					

- <sup>(1)</sup> Так как статическую маршрутизацию необходимо настроить во всей сети, то требуется привести также таблицы маршрутизации всех промежуточных маршрутизаторов

6.3 Задание: Составить маршрутные записи, которые будут сконфигурированы оператором сети на маршрутизаторах для заполнения таблиц маршрутизации адресации в локальные подсети  $M(0)$ ,  $M(i-1)$ ,  $M(i)$ .

Записи статической маршрутизации производятся на основании данных таблицы 1 и п. 4.3.2.

Пример маршрутных записей приведем для элемента  $n0$  на рисунке 4:

$n0$  #

$n0$  # configure terminal

$n0$  (config) # ip route 10.17.17.64/26 7.17.17.2

$n0$  (config) # ip route 10.17.17.128/26 7.17.17.2