

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

**«Адресация IP версии 4. Статическая маршрутизация»**

Автор: С.Н. Мамоиленко

Новосибирск - 2016

## Оглавление

Цель работы.....	3
Теоретическое введение .....	3
1. Адресация сетевых узлов. ....	3
2. MAC адреса сетевых интерфейсов. ....	3
2. Сетевые адреса узлов. ....	6
3. Статическая маршрутизация в локальных сетях .....	7
4. Протоколы преобразование сетевых адресов в физические и обратно. ....	8
4. Протокол ICMP.....	9
Задание на лабораторную работу .....	10
Контрольные вопросы .....	11

## Цель работы

Получить навыки по конфигурированию адресации и статической маршрутизации в локальных компьютерных сетях, взаимодействующих с использованием стека протоколов TCP/IP версии 4.

## Теоретическое введение

### 1. Адресация сетевых узлов.

В основу функционирования компьютерных сетей положена технология коммутации пакетов. Суть этой технологии заключается в том, что данные, которые необходимо передать от источника к приемнику, разделяются на части (фрагменты, фреймы, пакеты, блоки и т.п.), передаваемые независимо друг от друга. При этом части данных могут передаваться не непосредственно от источника к приемнику, а через промежуточные сетевые устройства. И пути (перечень узлов, через которые передавалась часть данных) следования частей могут быть различными.

Чтобы часть данных была передана по назначению, она снабжается служебным заголовком, в котором указываются идентификаторы отправителя и получателя. Используя информацию служебного заголовка, сетевой узел при приеме части данных принимает решение, предназначена ли она ему или он должен передать её другому сетевому узлу (или просто проигнорировать эту часть данных). Следует отметить, что процесс разделения данных на части называется фрагментацией.

У каждого сетевого узла есть несколько адресов, по которым этот узел идентифицируется. Адреса могут задаваться на канальном и сетевом уровнях. На канальном уровне каждый сетевой интерфейс узла может иметь MAC-адрес (от англ. Media Access Control). Этот адрес позволяет идентифицировать сетевой интерфейс узла в рамках одного физического подключения (широковещательного сегмента сети). Поэтому такой адрес также называется физическим. Для взаимодействия узлов, расположенных в разных сегментах сети (или логических сетях, как будет сказано далее) используется сетевой или IP-адрес.

### 2. MAC адреса сетевых интерфейсов.

В технологиях передачи данных, в которых к одному сегменту сети может быть подключено более двух сетевых устройств используется адрес канального уровня (MAC-адрес). Примерами таких технологий могут служить: Ethernet, Token Ring, FDDI, WiMAX и др.

MAC-адрес – это 48-ми или 64-х разрядное целое число. Стандартами, определяющими формат физического адреса, являются MAC-48, EUI-48 и EUI-64<sup>1</sup>. Наибольшее распространение в современных сетевых устройствах получил стандарт EUI-48.

Согласно стандарту EUI-48 адрес сетевого интерфейса состоит из двух частей (см. рисунок 1): 24-х разрядного кода производителя оборудования (включая два разряда флагов) и 24 разрядного кода сетевого интерфейса. Флаги, размещаемые в старших разрядах области кода производителя оборудования определяют: назначение кадра (одиночный – 0 или групповой - 1) и область уникальности адреса (локально - 1 или глобально - 0). Коды производителям оборудования назначает Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE).

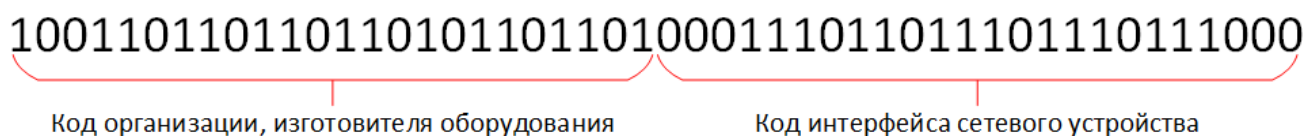


Рисунок 1 – Структура физического адреса сетевого интерфейса в формате EUI-48

<sup>1</sup> Уникальный идентификатор организации [электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/EUI-48>

Глобальный MAC-адрес устройства уникален и обычно записан в энергонезависимой памяти оборудования. Администратор сети имеет возможность, вместо использования глобального, назначить устройству локальный MAC-адрес по своему усмотрению. Такой локально администрируемый MAC-адрес выбирается произвольно и может не содержать информации о производителе оборудования.

Для лучшего восприятия MAC-адресов человеком используется форма записи адреса в виде последовательности тетрад, записанных в шестнадцатеричной системе счисления, разделённых знаками «:» (двоеточие) или «-» (тире). Например: 08:00:27:88:D4:01 или 08-00-27-88-D4-01. В оборудовании компании CISCO физические адреса представляются в виде трех шестнадцатиразрядных чисел, записываемых также в шестнадцатеричной системе счисления, разделённых символом «.» (точка). Например: aabb.ccdd.eeff.

Получить настройки сетевых интерфейсов персональных компьютеров, функционирующих под управлением операционной системы Windows, можно используя инструмент «Панель управления» или команды ipconfig (см. рисунок 2).

Сведения о подключении к сети:

Свойство	Значение
Определенный для по...	
Описание	Intel(R) Centrino(R) Wireless-N 1000
Физический адрес	8C-A9-82-C2-A7-22
DHCP включен	Да
Адрес IPv4	192.168.43.239
Маска подсети IPv4	255.255.255.0
Аренда получена	6 февраля 2014 г. 9:29:24
Аренда истекает	6 февраля 2014 г. 11:26:35
Шлюз по умолчанию IP...	192.168.43.1
DHCP-сервер IPv4	192.168.43.1
DNS-сервер IPv4	192.168.43.1
WINS-сервер IPv4	
Служба NetBIOS через...	Да
Локальный IPv6-адрес...	fe80::9101:37f2:f625:a0f1%4
Шлюз по умолчанию IP...	
DNS-сервер IPv6	

```
Адаптер беспроводной локальной сети Беспроводная сеть:
DNS-суффикс подключения . . . . . :
Описание . . . . . : Intel(R) Centrino(R) Wireless-N 1000
Физический адрес . . . . . : 8C-A9-82-C2-A7-22
DHCP включен . . . . . : Да
Автонастройка включена . . . . . : Да
Локальный IPv6-адрес канала . . . . . : fe80::9101:37f2:f625:a0f1%4(Основной)
IPv4-адрес . . . . . : 192.168.43.239(Основной)
Маска подсети . . . . . : 255.255.255.0
```

а)

б)

Рисунок 2 – Получение информации о сетевых интерфейсах персональных компьютеров, функционирующих под управлением операционной системы Windows (а – результат команды ipconfig, б – вывод информации через «Панель инструментов»)

В устройствах CISCO получить информацию о MAC-адресах сетевых интерфейсов можно в привилегированном режиме с помощью команды show interfaces (см. рисунок 3).

```
Switch>enable
Switch#show interfaces fastEthernet 0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0002.165a.9901 (bia 0002.165a.9901)
BW 100000 Kbit, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s
input flow-control is off, output flow-control is off
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    956 packets input, 193351 bytes, 0 no buffer
    Received 956 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    2357 packets output, 263570 bytes, 0 underruns
Switch#
```

Рисунок 3 – Получение информации о сетевом интерфейсе коммутатора CISCO

Задать физический адрес сетевого интерфейса можно в режиме его конфигурирования командой `mac-address` (см. рисунок 4).

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastethernet 0/1
Router(config-if)#mac-address 1.1.1
Router(config-if)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#show interfaces fastethernet 0/1
FastEthernet0/1 is administratively down, line protocol is down (disabled)
Hardware is Lance, address is 0001.0001.0001 (bia 00d0.ffe0.9b02)
```

Рисунок 4 – Конфигурирование физического адреса сетевого интерфейса

Коммутаторы запоминают физические адреса устройств, которые через них передают информацию. Эти адреса заносятся в специальную таблицу, с помощью которой в дальнейшем при передаче информации принимается решение о том, какой интерфейс выбрать, чтобы она достигла своего получателя. Посмотреть содержимое этой таблицы можно в привилегированном режиме с помощью команды `show mac-address-table` (см. рисунок 5).

```
Switch>enable
Switch#show mac-address-table
          Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----    -
1       000d.bda1.978d   DYNAMIC   Fa0/2
1       0060.2f2c.2aa8   DYNAMIC   Fa0/3
1       00d0.ffe0.9b01   DYNAMIC   Fa0/1
Switch#
```

Рисунок 5 – Таблица MAC-адресов коммутатора

Если коммутатор не имеет записи в таблице о получателе данных, то он делает широковещательных запрос по всем интерфейсам (кроме того, с которого были получены данные для передачи) с целью определить к какому из них подключен получатель. Этот процесс требует определённого времени. Чтобы сократить это время или если получатель по каким-либо причинам не может сообщить информацию о себе, администратор может самостоятельно добавить запись в таблицу MAC-адресов. Сделать это можно в режиме глобальной конфигурации командой `mac address-table` (см. рисунок 6).

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#mac address-table static 3.3.3 vlan 1 interface FastEthernet 0/5
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show mac-address-table
          Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----    -
1       0002.0002.0002   STATIC    Fa0/1
1       0003.0003.0003   STATIC    Fa0/5
1       00d0.ffe0.9b01   DYNAMIC   Fa0/1
```

Рисунок 6 – Добавление записи в таблицу MAC-адресов

Следует отметить, что записи в таблице создаются с указанием номера виртуальной локальной сети (VLAN) и интерфейса, к которому подключено добавляемое устройства. По умолчанию в каждой локальной сети существует VLAN с номером 1. Подробнее о виртуальных локальных сетях будет рассказано в следующих лабораторных работах.

### 3. Сетевые адреса узлов.

Для организации взаимодействия устройств, расположенных в разных сегментах сети, используется третий уровень модели ISO/OSI. На это уровне каждому сетевому узлу назначается сетевой адрес.

В зависимости от версии используемого протокола сетевого уровня стека TCP/IP сетевой адрес может быть либо 32-х разрядным (версия 4) или 128-ми разрядным (версия 6) целым числом. В данной лабораторной работе будет рассмотрена адресация сетевых узлов с использованием протокола IP версии 4.

Для удобства восприятия человеком IP адреса записываются в десятично-точечной форме. Адрес разделяется на четыре октета, каждый из которых записывается в десятичной системе счисления и отделяется от следующего символом «.» (точка). Пример преобразования IP адреса показан на рисунке 7.

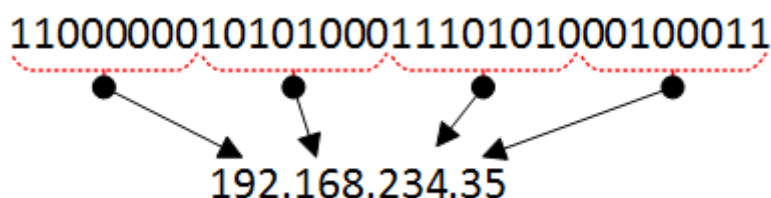


Рисунок 7 – Преобразование сетевого адреса в двоично-десятичную форму

Кроме того, что на сетевом уровне каждый узел имеет свой адрес, он также должен четко определять в какой сети он находится. С узлами своей сети узел может взаимодействовать с использованием канального и физического уровня. Для передачи информации узлам другой сети, используется промежуточный узел в своей сети, который также имеет непосредственную связь с нужной сетью. Такие устройства называются маршрутизаторами (или роутерами, от англ. Router – устройство поиска пути).

Принято считать, что узлы находятся в одной сети, если в их IP-адресах заданные разряды имеют попарно одинаковые значения. Какие разряды должны совпадать в IP-адресах определяются дополнительным целым числом, называемым *сетевой маской*. В этом числе в тех разрядах, которые должны быть одинаковыми у узлов одной сети задается единица, а остальные разряды содержат нули. Таким образом, если выполнить операцию поразрядного умножения IP-адреса и маски, то получится номер сети, к которой относится сетевой узел. А если маску инвертировать и поразрядно умножить на IP-адрес, то получится номер узла в сети. Такой способ разделения IP-адреса на адрес сети и узла, называется *адресация подсетей маской переменной длины* (англ. VLSM - variable length subnet mask). Маска также записывается в двоично-десятичной форме. Пример определения принадлежности узлов к локальным сетям приведен на рисунке 8.

$$\begin{aligned}
 IP_1 = 192.168.234.35 & \left\{ \begin{array}{l} \text{Сеть} = 192.168.234.32 \\ \text{Узел} = 0.0.0.3 \end{array} \right. \\
 MASK = 255.255.255.224 & \\
 IP_2 = 192.168.234.30 & \left\{ \begin{array}{l} \text{Сеть} = 192.168.234.0 \\ \text{Узел} = 0.0.0.30 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Рисунок 8 – Пример определения номеров сетей и узлов

Следует отметить, что адрес, в котором в номере узла содержатся одни нули, называется адресом сети. А адрес, в котором в номере узла содержатся единицы – широковещательным адресом. Данные, отправляемые на такой адрес, предназначаются для всех узлов сети.

Чтобы определить, сколько узлов может быть подключено к сети можно использовать следующую формулу:  $2^h - 2$ , где  $h$  - это количество разрядов, отводимых для номера узла в сети. Чтобы рассчитать, сколько разрядов надо выделить для номеров узлов в сети, включающей минимум  $n$  узлов, можно воспользоваться следующей формулой  $\lceil \log_2(n + 2) \rceil$ , где запись  $\lceil x \rceil$  означает наименьшее целое, большее или равное  $x$ .

Чаще всего маска сети содержит последовательность из нескольких единиц в старших разрядах и нулей в оставшейся части IP-адреса. Для упрощения записи маски может использоваться форма записи IP/LENGTH, в которой за IP адресом после символа «/» (слеш) следует число, указывающее на количество единиц в маске (начиная со старшего разряда). Такой способ записи активно применяется в маршрутизаторах, поддерживающих технологию объединения подсетей (англ. CIDR - Classless Inter-Domain Routing).

Получить текущую конфигурацию сетевых адресов можно также как и в случае физического адреса (команда `show interfaces`). Задать сетевой адрес для интерфейса можно в режиме конфигурирования интерфейса командой `ip address` (см. рисунок 9).

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastethernet 0/1
Router(config-if)#ip address 10.10.10.10 255.255.255.0
Router(config-if)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol

FastEthernet0/0          3.3.3.3         YES manual administratively down down
FastEthernet0/1          10.10.10.10     YES manual administratively down down
```

Рисунок 9 – Конфигурирования сетевого адреса для интерфейса FastEthernet 0/1

Изменить сетевой адрес интерфейса можно просто задав новый. Удалить адрес можно с помощью команды `no ip address`.

#### 4. Статическая маршрутизация в локальных сетях

Каждое сетевое устройство хранит в специальной таблице информацию о том, каким образом следует передавать (маршрутизировать) данные в известные и неизвестные сети. Таблица содержит минимум четыре столбца: адрес сети, маску, интерфейс для передачи (или адрес узла-посредника) и весовой коэффициент (метрику).

Иницируя передачу данных, сетевой узел последовательно просматривает строки таблицы и определяет, относится ли узел-получатель к указанной сети. Делается это путем наложения маски, указанной в таблице, на адрес узла-получателя и указанной сети и сравнения результатов. Если подходящая строка найдена, то данные передаются через указанный сетевой узел или сетевой интерфейс. Если подходящая строка не найдена, то по умолчанию происходит отказ в передаче данных.

Чтобы передавать данные в неизвестные сети один из маршрутизаторов сети должен быть назначен маршрутизатором «по умолчанию». Для этого в таблице маршрутизации последней по списку создается строка, в которой указывается специальная сеть 0.0.0.0 и маска 0.0.0.0, а в качестве промежуточного узла, адрес маршрутизатора «по умолчанию». В результате, если подходящий



маршрут не найден, то для любого узла-получателя подойдет последняя строка и данные будут переданы.

Получить содержимое таблицы маршрутизации персональных компьютеров, функционирующих под управлением операционной системы Windows, можно используя команду `route` (см. рисунок 10). В маршрутизаторах CISCO содержимое таблицы получается в привилегированном режиме командой `show ip route` (см. рисунок 11).

В таблице маршрутизации, показанной на рисунке 11, определено пять маршрутов до сетей: 1.1.1.0/24, 1.1.2.0/24, 1.1.3.0/24, 1.1.4.0/24, 1.1.5.0/24. При этом указано, что маршрутизатор имеет непосредственное подключение к сетям 1.1.1.0/24, 1.1.2.0/24 и 1.1.3.0/24 маршрутизатор имеет непосредственное подключение, в сети 1.1.4.0/24 и 1.1.5.0/24 данные могут быть переданы через сетевой узел с адресом 1.1.3.2. Данные, предназначенные для неизвестных сетей, следует передавать узлу с адресом 1.1.3.2.

```

>> route print
-----
Список интерфейсов
11...8c a9 82 c2 a7 23 .....Виртуальный адаптер размещенной сети (Майкрософт)
5...cc 52 af 82 ad bd .....Устройства Bluetooth (личной сети)
4...8c a9 82 c2 a7 22 .....Intel(R) Centrino(R) Wireless-N 1000
3...f0 de f1 67 a1 e1 .....Сетевое подключение Intel(R) 82579LM Gigabit
1.....Software Loopback Interface 1
10...00 00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
21...00 00 00 00 00 00 e0 Адаптер Microsoft ISA/ARP #3
-----
IPv4 таблица маршрута
-----
Активные маршруты:
Сетевой адрес          Маска сети             Адрес шлюза            Интерфейс              Метрика
-----
0.0.0.0                0.0.0.0               10.0.0.1              10.0.0.4               25
10.0.0.0              255.255.255.0        On-link               10.0.0.4               281
10.0.0.4              255.255.255.255     On-link               10.0.0.4               281
10.0.0.255            255.255.255.255     On-link               10.0.0.4               281
127.0.0.0             255.0.0.0            On-link               127.0.0.1              306
127.0.0.1             255.255.255.255     On-link               127.0.0.1              306
127.255.255.255      255.255.255.255     On-link               127.0.0.1              306
224.0.0.0             240.0.0.0            On-link               127.0.0.1              306
224.0.0.0             240.0.0.0            On-link               10.0.0.4               281
  
```

Рисунок 10 – Получение информации о таблице маршрутизации

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 1.1.3.2 to network 0.0.0.0

1.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C    1.1.1.0/24 is directly connected, Vlan1
L    1.1.1.254/32 is directly connected, Vlan1
C    1.1.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L    1.1.2.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
C    1.1.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    1.1.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S    1.1.4.0/24 [1/0] via 1.1.3.2
R    1.1.5.0/24 [120/1] via 1.1.3.2, 00:00:26, GigabitEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 1.1.3.2
  
```

Рисунок 11 – Получение информации о маршрутах

## 5. Протоколы преобразование сетевых адресов в физические и обратно.

Передача данных по сети с использованием механизмов канального уровня требует выполнения преобразования сетевого в физический адрес (и наоборот). Динамический поиск узлов с требуемым сетевым или физическим адресом осуществляется путём отправки широковещательных запросов в сеть и получения ответа от искомого узла. Для широковещательной передачи используется специальный физический адрес, содержащий единицы во всех разрядах.

В стеке протоколов TCP/IP версии 4 протокол трансляции сетевого адреса в физический, называется ARP (англ. Address Resolution Protocol — протокол определения адреса). Обратное преобразование позволяет сделать протокол RARP (англ. Reverse Address Resolution Protocol — протокол обратного преобразования адресов). В стеке протоколов IPv6 ARP не существует, его функции возложены на ICMPv6.



Для исключения при регулярной передачи данных узлам результаты трансляции сетевого в физический адрес кэшируются (записываются в специальную таблицу). Посмотреть содержимое таблицы трансляции адресов на персональном компьютере можно с помощью команда arp. В оборудовании cisco содержимое такой таблицы можно посмотреть в привилегированном режиме с помощью команды show arp.

```
Computer #arp -a
Интерфейс: 192.168.5.4 --- 0xb
адрес в Интернете      Физический адрес      Тип
192.168.5.1             00-21-91-1a-13-5f      динамический
192.168.5.2             00-24-01-48-4b-c9      динамический
192.168.5.5             f0-de-f1-67-a1-e1      динамический
192.168.5.8             00-26-18-d6-a4-29      динамический
192.168.5.9             00-21-91-87-aa-0d      динамический
192.168.5.11            00-26-18-d6-a4-58      динамический
192.168.5.26            00-26-18-d6-a4-39      динамический
192.168.5.36            00-26-18-d6-a4-38      динамический
192.168.5.79            00-26-18-d6-a4-58      динамический
192.168.5.255           ff-ff-ff-ff-ff-ff      статический
224.0.0.22              01-00-5e-00-00-16      статический
224.0.0.252             01-00-5e-00-00-fc      статический
239.255.255.250        01-00-5e-7f-ff-fa      статический
255.255.255.255        ff-ff-ff-ff-ff-ff      статический
```

а)

б)

Рисунок 12 – Просмотр таблиц результатов трансляции адресов (а – на персональном компьютере, б – на устройстве CISCO)

```
Router#show arp
Protocol Address      Age (min) Hardware Addr  Type  Interface
Internet 1.1.3.1       4          0001.6489.8801 ARPA  FastEthernet0/0
Internet 1.1.3.2       -          00E0.B0D5.C801 ARPA  FastEthernet0/0
Internet 1.1.4.3       2          0002.1790.61EB ARPA  FastEthernet0/1
Internet 1.1.4.254    -          00E0.B0D5.C802 ARPA  FastEthernet0/1
```

Следует обратить внимание, что таблица трансляции адресов используется на устройствах, поддерживающих сетевой уровень модели OSI/ISO. На тех устройствах, где реализован только второй уровень, используется таблица MAC-адресов. В комбинированных устройствах могут применяться обе таблицы.

Сетевые устройства могут предоставлять возможность администратору вносить статические записи в таблицу преобразования физических и сетевых адресов.

## 6. Протокол ICMP.

Для управления сетью используется протокол ICMP (англ. Internet Control Message Protocol — протокол межсетевых управляющих сообщений). Этот протокол используется сетевыми устройствами для передачи сообщений об ошибках и других исключительных ситуациях, возникших при передаче данных.

В версии 4 протокола ICMP определены следующие типы сообщений:

- 0 – ответ на эхо-запрос (проверка доступности сетевого узла);
- 3 – адресат недоступен;
- 5 – осуществлено перенаправление передачи данных;
- 8 – эхо-запрос (проверка доступности сетевого узла);
- 9 – объявление маршрутизатора;
- 10 – запрос маршрутизатора;
- 11 - Время жизни дейтаграммы истекло;
- 12 – неверный параметр;
- 30 – трассировка маршрута;
- и т.д.

В данной лабораторной работе потребуется использовать протокол ICMP для определения доступности сетевого узла и маршрута передачи данных.

Послать запрос на проверку доступности сетевого узла можно с использованием команды ping (в устройствах CISCO эта команда доступна в пользовательском и привилегированном режимах). В результате выполнения команды будет отправлено несколько эхо-запросов и распечатан результат – получен эхо-ответ или нет, а также будет показано время, затраченное на получение каждого ответа.

Для определения пути передачи данных используется команда traceroute (в командной строке Windows эта команда имеет вид tracert). В результате будет показан ответ от всех промежуточных узлов, через которые передаются данные.

## Задание на лабораторную работу

1. Измените конфигурацию сети, собранную в п.2 Лабораторной работы № 1 (пример измененной сети представлен на рисунке 13):
  - a. В маршрутизатор головного офиса добавьте модуль, реализующий 16-ти портовый коммутатор (NM-ESW-161);
  - b. Интерфейсы FastEthernet 0/1 серверов главного офиса переключите на коммутатор, включенный в состав маршрутизатора.
2. Для Вашей организации выделена сеть 10.N.0.0/16, где N – Ваш номер по списку в журнале преподавателя. Определите параметры следующих подсетей Вашей организации:
  - a. Сеть Главного офиса (ноутбуки, серверы, точки доступа, рабочие станции, один порт маршрутизатора);
  - b. Сеть серверов Главного офиса (серверы, коммутатор маршрутизатора);
  - c. Сеть маршрутизаторов (последовательные интерфейсы) предприятия;
  - d. Сеть дополнительного офиса (сервер, принтер, рабочая станция порт маршрутизатора).
3. Сконфигурируйте ноутбуки, рабочие станции и серверы главного офиса согласно выбранной схеме подсетей. Убедитесь, что настройки верны (компьютеры имеют связь друг с другом). Проверьте таблицы физических адресов на коммутаторах и маршрутизаторе офиса. Во всех ли таблицах одинаковые записи? Поясните результат.
4. Сконфигурируйте сетевые узлы дополнительного офиса. Проверьте, что они имеют связь друг с другом.
5. Сконфигурируйте сеть между коммутаторами офисов. Появилась ли связь между узлами сети дополнительного офиса и главного офиса? Поясните результат.
6. Настройте маршрутизацию между офисами так, чтобы все сетевые узлы могли друг другу передавать информацию.
7. Пригласите двух коллег из своей группы и соедините три Ваши сети в единую сеть. Все устройства должны иметь связь друг с другом.
8. На маршрутизаторе главного офиса посмотрите содержимое таблиц трансляции физических адресов в сетевые (arp) и таблицы физических адресов (mac-address-table). Почему это устройство имеет записи в обеих таблицах (сравните с таблицами маршрутизатора дополнительного офиса)? Почему узлы предприятия не могут передавать данные серверам, используя вторую сеть (которая соединяет серверы и коммутатор внутри маршрутизатора)?

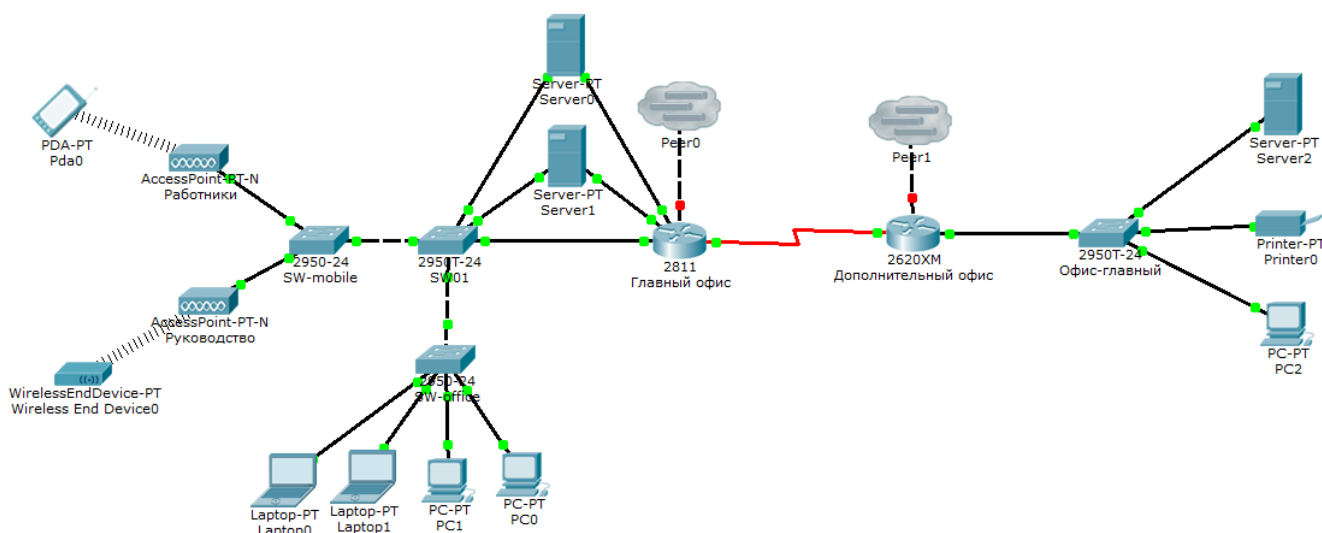


Рисунок 13 – Пример конфигурации модернизированной сети

## Контрольные вопросы

1. В чем суть технологии коммутации пакетов? Что такое маршрут?
2. Что такое физический и сетевой адрес? Чем они отличаются друг от друга?
3. Физический адрес. Форма записи. Структура.
4. Работа с физическими адресами в сетевых устройствах.
5. Сетевой адрес IP версии 4. Двоично-десятичная форма записи.
6. Формирование подсетей. Маска. Определение адреса сети и номера узла.
7. Протокол управления соединениями (ICMP). Примеры использования