

Лабораторная работа

Построение виртуальных туннелей

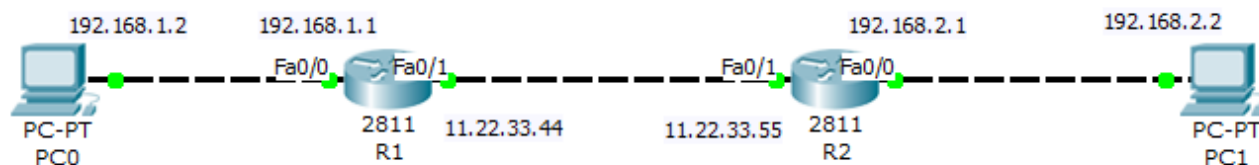
Цель: изучить возможности построения виртуальных туннелей поверх существующих сетей.

Теоретические сведения

Туннелирование (от англ. tunnelling — «прокладка туннеля») — процесс, в ходе которого создается логическое соединение между двумя конечными точками посредством инкапсуляции различных протоколов.

Generic Routing Encapsulation (GRE) — протокол туннелирования сетевых пакетов, разработанный фирмой Cisco. Этот протокол используется для передачи пакетов одной сети, через другую сеть. GRE туннель представляет собой соединение точка-точка, его можно считать одной из разновидностей VPN туннеля, без шифрования. Основное достоинство GRE это возможность передавать широковещательный трафик, что позволяет пропускать через такой туннель протоколы маршрутизации использующие его. При использовании публичных сетей необходимо совместно с GRE применять IPSec для реализации защищенных VPN соединений.

Ниже приведен пример создания простого туннеля между двумя сетями.



R1	R2
R1(config)# interface Tunnel0 R1(config-if)# ip address 172.16.0.1 255.255.0.0 R1(config-if)# tunnel source FastEthernet0/1 R1(config-if)# tunnel destination 11.22.33.55	R2(config)# interface Tunnel0 R2(config-if)# ip address 172.16.0.2 255.255.0.0 R2(config-if)# tunnel source FastEthernet0/1 R2(config-if)# tunnel destination 11.22.33.44

В первой строке создаётся виртуальный интерфейс для организации туннеля. Во второй строке данному интерфейсу присваивается адрес. Адреса туннельных интерфейсов должны принадлежать одной сети (в данном случае 172.16.0.0). В следующих двух строках указываются адреса начала и конца туннеля.

После настройки интерфейсов необходимо задать маршруты в удалённые сети через адреса виртуальных интерфейсов:

```
R1(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0
172.16.0.2
```

```
R2(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
172.16.0.1
```

Результат команды `tracert`, выполненной на компьютере PC0.

```
PC>tracert 192.168.2.2

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

  0  78 ms    31 ms    31 ms    192.168.1.1
  1  *         63 ms    49 ms    172.16.0.2
  2  *         93 ms    94 ms    192.168.2.2

Trace complete.
```

На рисунке видно, что сначала пакет отправляется на шлюз по умолчанию, затем на адрес виртуального туннельного интерфейса и в конце на компьютер назначения.

Методический пример

Пусть имеется схема сеть, приведенная на рис. 1.

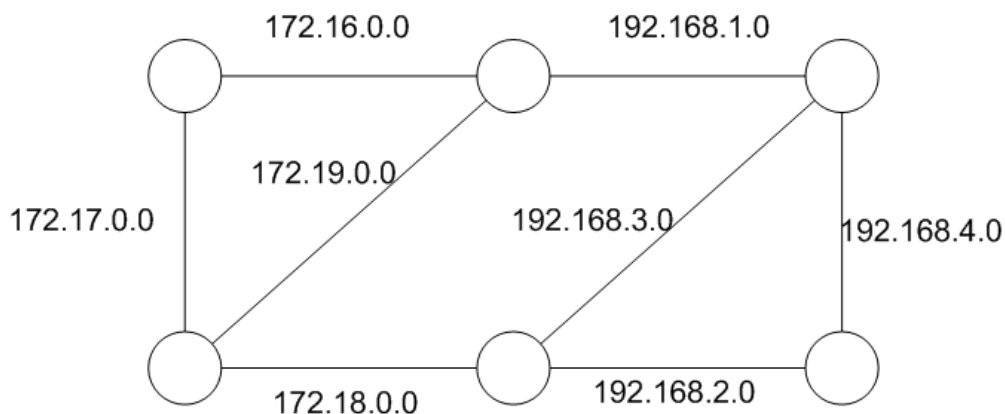


Рис. 1 – Схема сети.

Перед добавлением убедимся, что между всеми маршрутизаторами сети настроена маршрутизация и каждый узел доступен с любого другого узла сети. Для адресации внутри сетей используем любые частные адреса из тех, которые еще не присутствуют на схеме. При подключении данных сетей необходимо использовать маршрутизатор серии 2811.

Тогда сеть принимает вид, приведенный на рис. 2.

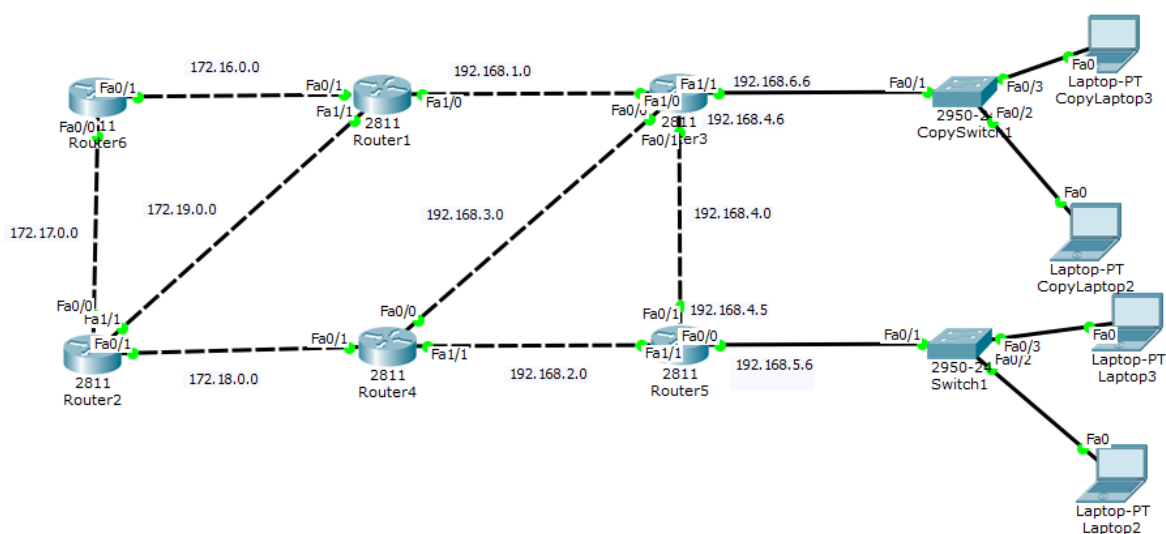


Рис. 2 – Пример сети.

Выполним настройку туннелирования между данными сетями.

Для того, чтобы активировать GRE туннель необходимо на Router 3 и

Router5 прописать следующие команды:

Router3:

```
Router(config)#int tunnel 0
```

```
Router(config-if)#ip address 172.19.0.1 255.255.255.0
```

```
Router(config-if)#tunnel source fa0/1
```

```
Router(config-if)#tunnel destination 192.168.4.5
```

```
Router(config)#ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 172.19.0.2
```

Router5:

```
Router(config)#int Tunnel0
```

```
Router(config-if)#ip address 172.19.0.2 255.255.255.0
```

```
Router(config-if)#tunnel source fa0/1
```

```
Router(config-if)#tunnel destination 192.168.4.6
```

```
Router(config)#ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 172.19.0.1
```

После этого командой `tracert` проверяем работу туннеля:

```
PC>tracert 192.168.5.1

Tracing route to 192.168.5.1 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.6.6
  2  0 ms      1 ms      0 ms      172.19.0.2
  3  0 ms      0 ms      1 ms      192.168.5.1

Trace complete.
```

Задание

1. Добавить 3 сети к схеме, разработанной в предыдущей лабораторной работе. Перед добавлением необходимо убедиться, что между всеми маршрутизаторами сети настроена маршрутизация и каждый узел доступен с любого другого узла сети. Для адресации внутри сетей можно использовать любые частные адреса из тех, которые еще не присутствуют на схеме. При подключении данных сетей необходимо использовать маршрутизатор серии 2811.

2. Настроить туннелирование между данными сетями.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать

1. Титульный лист
2. Цель, задание
3. Схему сети
4. Команды, использованные для создания туннелей
5. Команды, использованные для настройки маршрутизации между виртуальными сетями
6. Скриншот содержимого пакета при его прохождении по виртуальному туннелю
7. Скриншоты результатов команды `tracert`, выполненной на компьютерах внутри добавленных локальных сетей

Контрольные вопросы

1. Что такое туннелирование?
2. Назначение протокола GRE.
3. Перечислите этапы создания простого туннеля между двумя сетями.
4. Какие команды, используются для настройки маршрутизации между виртуальными сетями?

Приложение – Документация CISCO NETWORKING ACADEMY
«Настройка туннеля GRE точка-точка в сети VPN»

Топология

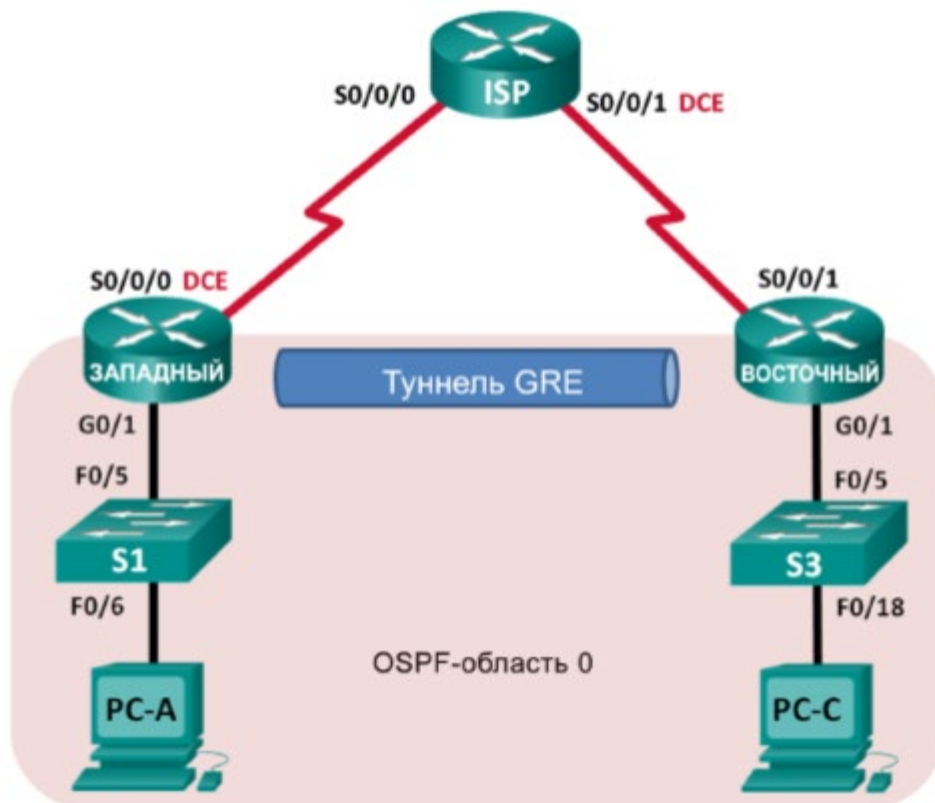


Таблица адресации

Устройство	Интерфейс	IP-адрес	Маска подсети	Шлюз по умолчанию
WEST	G0/1	172.16.1.1	255.255.255.0	Н/Д (недоступно)
	S0/0/0 (DCE)	10.1.1.1	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
	Tunnel0	172.16.12.1	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
ISP	S0/0/0	10.1.1.2	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
	S0/0/1 (DCE)	10.2.2.2	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
EAST	G0/1	172.16.2.1	255.255.255.0	Н/Д (недоступно)
	S0/0/1	10.2.2.1	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
	Tunnel0	172.16.12.2	255.255.255.252	Н/Д (недоступно)
PC-A	NIC	172.16.1.3	255.255.255.0	172.16.1.1
PC-C	NIC	172.16.2.3	255.255.255.0	172.16.2.1

Задачи

Часть 1. Настройка основных параметров устройства

Часть 2. Настройка туннеля GRE

Часть 3. Организация маршрутизации по туннелю GRE

Общие сведения/сценарий

Универсальная инкапсуляция при маршрутизации (GRE) — это протокол туннелирования, способный инкапсулировать различные протоколы сетевого уровня между двумя объектами по общедоступной сети, например, в Интернете.

GRE можно использовать в следующих ситуациях:

- подключение сети IPv6 по сетям IPv4;
- многоадресная рассылка пакетов, например OSPF и EIGRP, а также потоковая передача данных.

В этой лабораторной работе необходимо настроить незашифрованный туннель GRE VPN «точка-точка» и убедиться, что сетевой трафик использует туннель. Также будет нужно настроить протокол маршрутизации OSPF внутри туннеля GRE VPN. Туннель GRE существует между маршрутизаторами WEST и EAST в области 0 OSPF. Интернет-провайдер не знает о туннеле GRE. Для связи между маршрутизаторами WEST и EAST и интернет-провайдером применяются статические маршруты по умолчанию.

Примечание. В практических лабораторных работах CCNA используются маршрутизаторы с интегрированными сервисами Cisco 1941 (ISR) под управлением Cisco IOS версии 15.2(4)M3 (образ universalk9). Также используются коммутаторы Cisco Catalyst 2960 с операционной системой Cisco IOS версии 15.0(2) (образ lanbasek9). Можно использовать другие маршрутизаторы, коммутаторы и версии Cisco IOS. В зависимости от модели устройства и версии Cisco IOS доступные команды и результаты их выполнения могут отличаться от тех, которые показаны в лабораторных работах. Точные идентификаторы интерфейсов см. в сводной таблице по интерфейсам маршрутизаторов в конце лабораторной работы.

Примечание. Убедитесь, что у всех маршрутизаторов и коммутаторов была удалена начальная конфигурация. Если вы не уверены, обратитесь к инструктору.

Необходимые ресурсы

- 3 маршрутизатора (Cisco 1941 с операционной системой Cisco IOS версии 15.2(4)M3 (универсальный образ) или аналогичная модель)
- 2 коммутатора (Cisco 2960 с операционной системой Cisco IOS 15.0(2) (образ lanbasek9) или аналогичная модель)
- 2 ПК (Windows и программа эмуляции терминала, такая как Tera Term)
- Консольные кабели для настройки устройств на базе Cisco IOS через консольные порты
- Кабели Ethernet и последовательные кабели в соответствии с топологией

Часть 1: Настройка основных параметров устройств

В части 1 вам предстоит настроить топологию сети и базовые параметры маршрутизатора, например, IP-адреса интерфейсов, маршрутизацию, доступ к устройствам и пароли.

Шаг 1: Подключите кабели сети согласно приведенной топологии.

Шаг 2: Выполните инициализацию и перезагрузку маршрутизаторов и коммутаторов.

Шаг 3: Произведите базовую настройку маршрутизаторов.

- Отключите DNS-поиск.
- Назначьте имена устройств.
- Зашифруйте незашифрованные пароли.
- Создайте объявление дня (MOTD), предупреждающее пользователей, что несанкционированный доступ запрещен.
- Назначьте class в качестве зашифрованного пароля доступа к привилегированному режиму EXEC.
- Назначьте cisco в качестве пароля консоли и VTY и включите запрос пароля при подключении.
- Настройте ведение журнала консоли в синхронном режиме.
- Примените IP-адреса к интерфейсам Serial и Gigabit Ethernet в соответствии с таблицей адресации и включите физические интерфейсы. На данном этапе не настраивайте интерфейсы Tunnel0.
- Настройте тактовую частоту 128 000 для всех последовательных интерфейсов DCE.

Шаг 4: Настройте маршруты по умолчанию к маршрутизатору интернет-провайдера.

```
WEST(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.1.1.2
```

```
EAST(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.2.2.2
```

Шаг 5: Настройте компьютеры.

Назначьте компьютерам IP-адреса и шлюзы по умолчанию в соответствии с таблицей адресации.

Шаг 6: Проверьте подключение.

На данный момент компьютеры не могут отправлять друг другу ping-запросы. Каждый ПК должен получать ответ на ping-запрос от своего шлюза по умолчанию. Маршрутизаторы могут получать ответы на ping-запросы на последовательные интерфейсы других маршрутизаторов в топологии. Если это не так, найдите и устраните все неполадки и убедитесь в наличии подключения.

Шаг 7: Сохраните текущую конфигурацию.

Часть 2: Настройка туннеля GRE

В части 2 необходимо настроить туннель GRE между маршрутизаторами WEST и EAST.

Шаг 1: Настройка интерфейса туннеля GRE.

- a. Настройте интерфейс туннеля на маршрутизаторе WEST. В качестве интерфейса источника туннеля используйте S0/0/0 на маршрутизаторе WEST, а в качестве адреса назначения туннеля используйте 10.2.2.1 на маршрутизаторе EAST.

```
WEST(config)# interface tunnel 0
WEST(config-if)# ip address 172.16.12.1 255.255.255.252
WEST(config-if)# tunnel source s0/0/0
WEST(config-if)# tunnel destination 10.2.2.1
```

- b. Настройте интерфейс туннеля на маршрутизаторе EAST. В качестве интерфейса источника туннеля используйте S0/0/1 на маршрутизаторе EAST, а в качестве адреса назначения туннеля используйте 10.1.1.1 на маршрутизаторе WEST.

```
EAST(config)# interface tunnel 0
EAST(config-if)# ip address 172.16.12.2 255.255.255.252
EAST(config-if)# tunnel source 10.2.2.1
EAST(config-if)# tunnel destination 10.1.1.1
```

Примечание. Для команды `tunnel source` в качестве источника можно использовать имя интерфейса или IP-адрес.

Шаг 2: Убедитесь, что туннель GRE работает.

- a. Проверьте состояние интерфейса туннеля на маршрутизаторах WEST и EAST.

```
WEST# show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
Embedded-Service-Engine0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
GigabitEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
GigabitEthernet0/1	172.16.1.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	10.1.1.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Tunnel0	172.16.12.1	YES	manual	up	up

```
EAST# show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
Embedded-Service-Engine0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
GigabitEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
GigabitEthernet0/1	172.16.2.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/1	10.2.2.1	YES	manual	up	up
Tunnel0	172.16.12.2	YES	manual	up	up

- b. С помощью команды `show interfaces tunnel 0` проверьте протокол туннелирования, источник туннеля и назначение туннеля, используемые в этом туннеле.

Какой протокол туннелирования используется? Какие IP-адреса источника и назначения туннеля связаны с туннелем GRE на каждом маршрутизаторе?

- c. Отправьте ping-запрос по туннелю из маршрутизатора WEST на маршрутизатор EAST с использованием IP-адреса интерфейса туннеля.

```
WEST# ping 172.16.12.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.12.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/34/36 ms
```

- d. С помощью команды traceroute на маршрутизаторе WEST определите путь к интерфейсу туннеля на маршрутизаторе EAST. Укажите путь до маршрутизатора EAST.
-

- e. Отправьте ping-запрос и выполните трассировку маршрута через туннель от маршрутизатора EAST к маршрутизатору WEST с использованием IP-адреса интерфейса туннеля.

Укажите путь от маршрутизатора EAST до маршрутизатора WEST. _____

С какими интерфейсами связаны эти IP-адреса? Поясните ответ.

- f. Команды ping и traceroute должны успешно выполняться. Если это не так, устраните неполадки и перейдите к следующей части.

Часть 3: Включение маршрутизации через туннель GRE

В части 3 необходимо настроить протокол маршрутизации OSPF таким образом, чтобы локальные сети (LAN) на маршрутизаторах WEST и EAST могли обмениваться данными с помощью туннеля GRE.

После установления туннеля GRE можно реализовать протокол маршрутизации. Для туннелирования GRE вместо сети, связанной с последовательным интерфейсом, сетевая инструкция будет включать IP-сеть туннеля, так же как в случае с другими интерфейсами, например Serial и Ethernet. Следует помнить, что маршрутизатор ISP в этом процессе маршрутизации не участвует.

Шаг 1: Настройка маршрутизации по протоколу OSPF для области 0 по туннелю.

- a. Настройте процесс протокола OSPF с идентификатором 1 в области 0 на маршрутизаторе WEST для сетей 172.16.1.0/24 и 172.16.12.0/24.

```
WEST(config)# router ospf 1
WEST(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0
WEST(config-router)# network 172.16.12.0 0.0.0.3 area 0
```

- b. Настройте процесс протокола OSPF с идентификатором 1 в области 0 на маршрутизаторе EAST для сетей 172.16.2.0/24 и 172.16.12.0/24.

```
EAST(config)# router ospf 1
EAST(config-router)# network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 0
EAST(config-router)# network 172.16.12.0 0.0.0.3 area 0
```

Шаг 2: Проверка маршрутизации OSPF.

- a. Выполните команду `show ip route` на маршрутизаторе WEST, чтобы проверить маршрут к 172.16.2.0/24 LAN на маршрутизаторе EAST.

WEST# `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
i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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, H - NHRP, l - LISP
+ - replicated route, @ - next hop override

Gateway of last resort is 10.1.1.2 to network 0.0.0.0

```
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.1.1.2
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.1.1.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.1.1.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
C    172.16.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    172.16.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O    172.16.2.0/24 [110/1001] via 172.16.12.2, 00:00:07, Tunnel0
C    172.16.12.0/30 is directly connected, Tunnel0
L    172.16.12.1/32 is directly connected, Tunnel0
```

Какой выходной интерфейс и IP-адрес используются для перехода в сеть 172.16.2.0/24?

- b. Отправьте с маршрутизатора EAST команду для проверки маршрута к локальной сети 172.16.1.0/24 на маршрутизаторе WEST.

Какой выходной интерфейс и IP-адрес используются для перехода в сеть 172.16.1.0/24?

Шаг 3: Проверьте наличие сквозного соединения.

- a. Выполните `ping`-запрос от PC-A к PC-C. Ответы должны приходить успешно. Если это не так, найдите и устраните неполадки и убедитесь в наличии подключения между конечными узлами.

Примечание. Чтобы успешно получать ответы на `ping`-запросы между ПК, может потребоваться отключить межсетевой экран.

- b. Выполните трассировку маршрута от PC-A к PC-C. Укажите путь от PC-A до PC-C.
-

Сводная таблица по интерфейсам маршрутизаторов

Сводка по интерфейсам маршрутизаторов				
Модель маршрутизатора	Интерфейс Ethernet № 1	Интерфейс Ethernet № 2	Последовательный интерфейс № 1	Последовательный интерфейс № 2
1800	Fast Ethernet 0/0 (F0/0)	Fast Ethernet 0/1 (F0/1)	Serial 0/0/0 (S0/0/0)	Serial 0/0/1 (S0/0/1)
1900	Gigabit Ethernet 0/0 (G0/0)	Gigabit Ethernet 0/1 (G0/1)	Serial 0/0/0 (S0/0/0)	Serial 0/0/1 (S0/0/1)
2801	Fast Ethernet 0/0 (F0/0)	Fast Ethernet 0/1 (F0/1)	Serial 0/1/0 (S0/1/0)	Serial 0/1/1 (S0/1/1)
2811	Fast Ethernet 0/0 (F0/0)	Fast Ethernet 0/1 (F0/1)	Serial 0/0/0 (S0/0/0)	Serial 0/0/1 (S0/0/1)
2900	Gigabit Ethernet 0/0 (G0/0)	Gigabit Ethernet 0/1 (G0/1)	Serial 0/0/0 (S0/0/0)	Serial 0/0/1 (S0/0/1)
<p>Примечание. Чтобы определить конфигурацию маршрутизатора, можно посмотреть на интерфейсы и установить тип маршрутизатора и количество его интерфейсов. Перечислить все комбинации конфигураций для каждого класса маршрутизаторов невозможно. Эта таблица содержит идентификаторы для возможных комбинаций интерфейсов Ethernet и последовательных интерфейсов на устройстве. Другие типы интерфейсов в таблице не представлены, хотя они могут присутствовать в данном конкретном маршрутизаторе. В качестве примера можно привести интерфейс ISDN BRI. Строка в скобках — это официальное сокращение, которое можно использовать в командах Cisco IOS для обозначения интерфейса.</p>				