

Лабораторная работа. Настройка базового протокола OSPFv2 для одной области (вариант для инструктора)

Примечание для инструктора. Красным шрифтом или серым фоном выделен текст, который отображается только в копии инструктора.

Топология

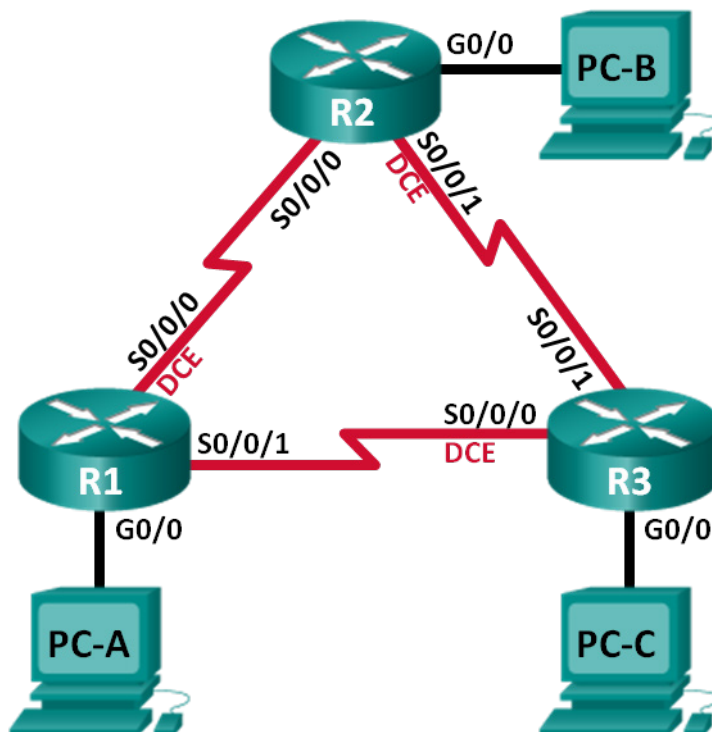


Таблица адресации

Устройство	Интерфейс	IP-адрес	Маска подсети	Шлюз по умолчанию
R1	G0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	—
	S0/0/0 (DCE)	192.168.12.1	255.255.255.252	—
	S0/0/1	192.168.13.1	255.255.255.252	—
R2	G0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	—
	S0/0/0	192.168.12.2	255.255.255.252	—
	S0/0/1 (DCE)	192.168.23.1	255.255.255.252	—
R3	G0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	—
	S0/0/0 (DCE)	192.168.13.2	255.255.255.252	—
	S0/0/1	192.168.23.2	255.255.255.252	—
PC-A	NIC	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1
PC-B	NIC	192.168.2.3	255.255.255.0	192.168.2.1
PC-C	NIC	192.168.3.3	255.255.255.0	192.168.3.1

Задачи

Часть 1. Создание сети и настройка основных параметров устройства

Часть 2. Настройка и проверка маршрутизации OSPF

Часть 3. Изменение назначений идентификаторов маршрутизаторов

Часть 4. Настройка пассивных интерфейсов OSPF

Часть 5. Изменение метрик OSPF

Общие сведения/сценарий

Алгоритм кратчайшего пути (OSPF) — это протокол маршрутизации для IP-сетей на основе состояния канала. OSPFv2 определен для сетей протокола IPv4, а OSPFv3 — для сетей IPv6. OSPF обнаруживает изменения в топологии, например сбой канала, и быстро сходится в новой беспетлевой структуре маршрутизации. OSPF рассчитывает каждый маршрут с помощью алгоритма Дейкстры, т.е. алгоритма кратчайшего пути.

В этой лабораторной работе необходимо настроить топологию сети с маршрутизацией OSPFv2, изменить назначения идентификаторов маршрутизаторов, настроить пассивные интерфейсы, настроить метрики OSPF и использовать ряд команд интерфейса командной строки для вывода и проверки данных маршрутизации OSPF.

Примечание. В практических лабораторных работах CCNA используются маршрутизаторы с интегрированными сетевыми сервисами (ISR) Cisco 1941 с операционной системой Cisco IOS версии 15.2(4)M3 (образ universalk9). Допускается использование маршрутизаторов других моделей, а также других версий операционной системы 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 все настройки маршрутизаторов удалены и загрузочная конфигурация отсутствует. Если вы не уверены, обратитесь к инструктору.

Примечание для инструктора. Порядок инициализации и перезагрузки устройств см. в руководстве по лабораторным работам для инструктора.

Необходимые ресурсы

- 3 маршрутизатора (Cisco 1941 с операционной системой Cisco IOS версии 15.2(4)M3 (универсальный образ) или аналогичная модель)
- 3 ПК (Windows 7, Vista или XP с программой эмуляции терминала, например Tera Term)
- Консольные кабели для настройки устройств Cisco IOS через консольные порты
- Кабели Ethernet и последовательные кабели согласно топологии

Часть 1: Создание сети и настройка основных параметров устройства

В части 1 вам предстоит создать топологию сети и настроить базовые параметры для ПК и маршрутизаторов.

Шаг 1: Создайте сеть согласно топологии.

Шаг 2: Выполните запуск и перезагрузку маршрутизаторов.

Шаг 3: Произведите базовую настройку маршрутизаторов.

- Отключите поиск DNS.
- Настройте имена устройств в соответствии с топологией.
- Назначьте **class** в качестве пароля привилегированного режима EXEC.
- Назначьте **cisco** в качестве паролей консоли и VTY.
- Настройте баннерное сообщение дня (MOTD) для предупреждения пользователей о запрете несанкционированного доступа.
- Настройте **logging synchronous** на линии консоли.
- Назначьте IP-адреса всем интерфейсам в соответствии с таблицей адресации.
- Настройте тактовую частоту на всех последовательных интерфейсах DCE на **128000**.
- Скопируйте текущую конфигурацию в файл загрузочной конфигурации.

Шаг 4: Настройте узлы ПК.

Шаг 5: Проверьте связь.

Маршрутизаторы должны успешно отправлять эхо-запросы друг другу, и все ПК должны успешно отправлять эхо-запросы на свои шлюзы по умолчанию. Компьютеры не могут отправлять эхо-запросы другим ПК, пока не настроена маршрутизация OSPF. При неудачном выполнении эхо-запросов выполните поиск и устранение неполадок.

Часть 2: Настройка и проверка маршрутизации OSPF

В части 2 вам предстоит настроить маршрутизацию OSPFv2 на всех маршрутизаторах в сети, а затем убедиться, что таблицы маршрутизации правильно обновляются. После проверки OSPF необходимо настроить для каналов аутентификацию протокола OSPF для повышения уровня безопасности.

Шаг 1: Настройте протокол OSPF на маршрутизаторе R1.

- Используйте команду **router ospf** в режиме глобальной конфигурации, чтобы включить протокол OSPF на маршрутизаторе R1.

```
R1(config)# router ospf 1
```

Примечание. Идентификатор процесса OSPF хранится локально и не имеет отношения к другим маршрутизаторам в сети.

- Настройте инструкции **network** для сетей на маршрутизаторе R1. Используйте идентификатор области, равный 0.

```
R1(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R1(config-router)# network 192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
```

```
R1(config-router)# network 192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
```

Шаг 2: Настройте OSPF на маршрутизаторах R2 и R3.

Воспользуйтесь командой **router ospf** и добавьте инструкции **network** для сетей на маршрутизаторах R2 и R3. Когда маршрутизация OSPF будет настроена на R2 и R3, на маршрутизаторе R1 будут появляться сообщения об отношениях смежности.

```
R1#
```

```
00:22:29: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.23.1 on Serial0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

```
R1#
```

```
0:23:14: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.23.2 on Serial0/0/1 from LOADING to FULL, Loading Done
```

```
R1#
```

Шаг 3: Проверьте информацию о соседних устройствах и маршрутизации OSPF.

- Выполните команду **show ip ospf neighbor**, чтобы убедиться, что на каждом маршрутизаторе другие маршрутизаторы сети указаны в качестве соседних устройств.

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.23.2	0	FULL/ -	00:00:33	192.168.13.2	Serial0/0/1
192.168.23.1	0	FULL/ -	00:00:30	192.168.12.2	Serial0/0/0

- Введите команду **show ip route**, чтобы убедиться, что все сети отображаются в таблице маршрутизации на всех маршрутизаторах.

```
R1# 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 not set
```

```
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
C      192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L      192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O      192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.12.2, 00:32:33, Serial0/0/0
O      192.168.3.0/24 [110/65] via 192.168.13.2, 00:31:48, Serial0/0/1
      192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.12.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L      192.168.12.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
      192.168.13.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.13.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L      192.168.13.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
      192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O      192.168.23.0/30 [110/128] via 192.168.12.2, 00:31:38, Serial0/0/0
      [110/128] via 192.168.13.2, 00:31:38, Serial0/0/1
```

Какую команду вы бы применили, чтобы просмотреть в таблице маршрутизации только маршруты OSPF?

```
show ip route ospf
```

Шаг 4: Проверьте параметры протокола OSPF.

Команда **show ip protocols** — быстрый способ проверки важнейшей информации о конфигурации OSPF. Эта информация содержит идентификатор процесса OSPF, идентификатор маршрутизатора, объявляемые маршрутизатором сети, соседние устройства, от которых маршрутизатор получает обновления, а также административную дистанцию по умолчанию, для OSPF равную 110.

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.13.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
    192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    192.168.23.2     110          00:19:16
    192.168.23.1     110          00:20:03
  Distance: (default is 110)
```

Шаг 5: Проверьте данные процесса OSPF.

Используйте команду **show ip ospf** для проверки идентификатора процесса OSPF и идентификатора маршрутизатора. Эта команда отображает данные области OSPF и показывает время последнего расчёта алгоритма SPF.

```
R1# show ip ospf
Routing Process "ospf 1" with ID 192.168.13.1
```

```
Start time: 00:20:23.260, Time elapsed: 00:25:08.296
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
Supports Link-local Signaling (LLS)
Supports area transit capability
Supports NSSA (compatible with RFC 3101)
Event-log enabled, Maximum number of events: 1000, Mode: cyclic
Router is not originating router-LSAs with maximum metric
Initial SPF schedule delay 5000 msec
Minimum hold time between two consecutive SPF's 10000 msec
Maximum wait time between two consecutive SPF's 10000 msec
Incremental-SPF disabled
Minimum LSA interval 5 secs
Minimum LSA arrival 1000 msec
LSA group pacing timer 240 secs
Interface flood pacing timer 33 msec
Retransmission pacing timer 66 msec
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
Number of areas transit capable is 0
External flood list length 0
IETF NSF helper support enabled
Cisco NSF helper support enabled
Reference bandwidth unit is 100 mbps
```

Area BACKBONE (0)

```
Number of interfaces in this area is 3
Area has no authentication
SPF algorithm last executed 00:22:53.756 ago
SPF algorithm executed 7 times
Area ranges are
Number of LSA 3. Checksum Sum 0x019A61
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless LSA 0
Number of indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0
```

Шаг 6: Проверьте параметры интерфейса OSPF.

- Введите команду **show ip ospf interface brief** для отображения сводки интерфейсов с поддержкой протокола OSPF.

```
R1# show ip ospf interface brief
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
Se0/0/1	1	0	192.168.13.1/30	64	P2P	1/1	
Se0/0/0	1	0	192.168.12.1/30	64	P2P	1/1	
Gi0/0	1	0	192.168.1.1/24	1	DR	0/0	

- b. Для получения более подробного списка всех интерфейсов с поддержкой протокола OSPF введите команду **show ip ospf interface**.

R1# **show ip ospf interface**

```
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.13.1/30, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 192.168.13.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
        0             64         no           no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:01
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
  Index 3/3, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 192.168.23.2
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.12.1/30, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 192.168.13.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
        0             64         no           no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:03
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
  Index 2/2, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 192.168.23.1
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 192.168.13.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
        0             1         no           no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.13.1, Interface address 192.168.1.1
  No backup designated router on this network
```

```
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  oob-resync timeout 40
  Hello due in 00:00:01
Supports Link-local Signaling (LLS)
Cisco NSF helper support enabled
IETF NSF helper support enabled
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 0, maximum is 0
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Шаг 7: Проверьте наличие сквозного соединения.

Все компьютеры должны успешно отправлять эхо-запросы ко всем остальным компьютерам, указанным в топологии. При неудачном выполнении эхо-запросов выполните поиск и устранение неполадок.

Примечание. Для успешной передачи эхо-запросов может потребоваться отключение межсетевого экрана.

Часть 3: Изменение назначенных идентификаторов маршрутизаторов

Идентификатор OSPF-маршрутизатора используется для уникальной идентификации домена маршрутизации OSPF. Маршрутизаторам компании Cisco идентификатор назначается одним из трех способов и в следующем порядке:

- 1) IP-адрес, настроенный с помощью команды OSPF router-id (при наличии)
- 2) Наибольший IP-адрес любого из loopback-адресов маршрутизатора (при наличии)
- 3) Наибольший активный IP-адрес любого из физических интерфейсов маршрутизатора

Поскольку ни на одном из трех маршрутизаторов не настроены ID маршрутизатора или интерфейсы loopback, ID каждого маршрутизатора определяется наивысшим IP-адресом любого активного интерфейса.

В части 3 вам необходимо изменить назначение идентификатора OSPF-маршрутизатора с помощью loopback-адресов. Также мы воспользуемся командой **router-id** для смены идентификатора маршрутизатора.

Шаг 1: Измените идентификаторы маршрутизатора с помощью loopback-адресов.

- a. Назначьте IP-адрес loopback-интерфейсу 0 для маршрутизатора R1.

```
R1(config)# interface lo0
R1(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
R1(config-if)# end
```
- b. Назначьте IP-адреса loopback-интерфейсам 0 для маршрутизаторов R2 и R3. Используйте IP-адрес 2.2.2.2/32 для R2 и 3.3.3.3/32 для R3.
- c. Сохраните текущую конфигурацию в загрузочную конфигурацию на всех трех маршрутизаторах.
- d. Чтобы восстановить для идентификатора маршрутизатора использование loopback-адреса, необходимо перезагрузить маршрутизаторы. Выполните команду **reload** на всех трех маршрутизаторах. Нажмите клавишу ВВОД, чтобы подтвердить перезагрузку.

Примечание для инструктора. Команда **clear ip ospf process** не восстанавливает идентификаторы маршрутизаторов, использующие loopback-адреса. Чтобы восстановить для идентификатора маршрутизатора использование loopback-адреса, нужно перезагрузить маршрутизатор.

- е. После того как маршрутизатор завершит процесс перезагрузки, введите команду **show ip protocols**, чтобы просмотреть новый идентификатор маршрутизатора.

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 1.1.1.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
    192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    3.3.3.3           110          00:01:00
    2.2.2.2           110          00:01:14
  Distance: (default is 110)
```

- ф. Введите команду **show ip ospf neighbor**, чтобы просмотреть изменения идентификаторов соседних маршрутизаторов.

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
3.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:35	192.168.13.2	Serial0/0/1
2.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:32	192.168.12.2	Serial0/0/0

```
R1#
```

Шаг 2: Измените идентификатор маршрутизатора R1 с помощью команды router-id.

Предпочтительным методом настройки идентификатора маршрутизатора является команда **router-id**.

- а. Чтобы переназначить идентификатор маршрутизатора R1, выполните на нем команду **router-id 11.11.11.11**. Обратите внимание на уведомление, которое появляется при выполнении команды **router-id**.

```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# router-id 11.11.11.11
Reload or use "clear ip ospf process" command, for this to take effect
R1(config)# end
```

- б. На экран будет выведено информационное сообщение о том, что необходимо либо перезагрузить маршрутизатор, либо воспользоваться командой **clear ip ospf process** для вступления этого изменения в силу. Введите команду **clear ip ospf process** на всех трех маршрутизаторах. Введите **yes**, чтобы подтвердить сброс, и нажмите клавишу ВВОД.

- с. Для маршрутизатор R2 настройте идентификатор **22.22.22.22**, а для маршрутизатора R3 настройте идентификатор **33.33.33.33**. Затем используйте команду **clear ip ospf process** для сброса процесса маршрутизации ospf.
- д. Введите команду **show ip protocols**, чтобы проверить, изменился ли идентификатор на маршрутизаторе R1.

```
R1# show ip protocols
```

```
*** IP Routing is NSF aware ***
```

```
Routing Protocol is "ospf 1"
```

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
```

```
Incoming update filter list for all interfaces is not set
```

```
Router ID 11.11.11.11
```

```
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
```

```
Maximum path: 4
```

```
Routing for Networks:
```

```
192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
```

```
192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
```

```
Passive Interface(s):
```

```
GigabitEthernet0/1
```

```
Routing Information Sources:
```

```
Gateway Distance Last Update
```

```
33.33.33.33 110 00:00:19
```

```
22.22.22.22 110 00:00:31
```

```
3.3.3.3 110 00:00:41
```

```
2.2.2.2 110 00:00:41
```

```
Distance: (default is 110)
```

- е. Выполните команду **show ip ospf neighbor** на маршрутизаторе R1, чтобы убедиться, что новые идентификаторы для маршрутизаторов R2 и R3 содержатся в списке.

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
33.33.33.33	0	FULL/ -	00:00:36	192.168.13.2	Serial0/0/1
22.22.22.22	0	FULL/ -	00:00:32	192.168.12.2	Serial0/0/0

Часть 4: Настройка пассивных интерфейсов OSPF

Команда **passive-interface** запрещает отправку обновлений маршрутов через указанный интерфейс маршрутизатора. В большинстве случаев команда используется для уменьшения трафика в локальных сетях, поскольку им не нужно получать сообщения протокола динамической маршрутизации. В части 4 вам предстоит использовать команду **passive-interface** для настройки интерфейса в качестве пассивного. Также вы настроите OSPF таким образом, чтобы все интерфейсы маршрутизатора были пассивными по умолчанию, а затем включите объявления протокола маршрутизации OSPF для выбранных интерфейсов.

Шаг 1: Настройте пассивный интерфейс.

- а. Введите команду **show ip ospf interface g0/0** на маршрутизаторе R1. Обратите внимание на таймер, указывающий время получения очередного пакета приветствия. Пакеты приветствия отправляются каждые 10 секунд и используются маршрутизаторами OSPF для проверки работоспособности соседних устройств.

```
R1# show ip ospf interface g0/0
```

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0, Attached via Network Statement
Process ID 1, Router ID 11.11.11.11, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
      0              1          no            no            Base
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
Designated Router (ID) 11.11.11.11, Interface address 192.168.1.1
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
oob-resync timeout 40
Hello due in 00:00:02
Supports Link-local Signaling (LLS)
Cisco NSF helper support enabled
IETF NSF helper support enabled
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 0, maximum is 0
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

- b. Выполните команду **passive-interface**, чтобы интерфейс G0/0 маршрутизатора R1 стал пассивным.

```
R1(config)# router ospf 1
```

```
R1(config-router)# passive-interface g0/0
```

- c. Повторно выполните команду **show ip ospf interface g0/0**, чтобы убедиться, что интерфейс G0/0 стал пассивным.

```
R1# show ip ospf interface g0/0
```

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0, Attached via Network Statement
Process ID 1, Router ID 11.11.11.11, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
      0              1          no            no            Base
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
Designated Router (ID) 11.11.11.11, Interface address 192.168.1.1
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
oob-resync timeout 40
No Hellos (Passive interface)
Supports Link-local Signaling (LLS)
Cisco NSF helper support enabled
IETF NSF helper support enabled
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 0, maximum is 0
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

- d. Введите команду **show ip route** на маршрутизаторах R2 и R3, чтобы убедиться, что маршрут к сети 192.168.1.0/24 остается доступным.

R2# **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 not set

```

    2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C       2.2.2.2 is directly connected, Loopback0
O       192.168.1.0/24 [110/65] via 192.168.12.1, 00:58:32, Serial0/0/0
    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O       192.168.3.0/24 [110/65] via 192.168.23.2, 00:58:19, Serial0/0/1
    192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.12.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       192.168.12.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
    192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       192.168.13.0 [110/128] via 192.168.23.2, 00:58:19, Serial0/0/1
        [110/128] via 192.168.12.1, 00:58:32, Serial0/0/0
    192.168.23.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.23.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       192.168.23.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
    
```

Шаг 2: Настройте на маршрутизаторе пассивный интерфейс в качестве интерфейса по умолчанию.

- a. Выполните команду **show ip ospf neighbor** на маршрутизаторе R1, чтобы убедиться, что R2 указан в качестве соседнего устройства OSPF.

R1# **show ip ospf neighbor**

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
33.33.33.33	0	FULL/ -	00:00:31	192.168.13.2	Serial0/0/1
22.22.22.22	0	FULL/ -	00:00:32	192.168.12.2	Serial0/0/0

- b. Введите команду **passive-interface default** на маршрутизаторе R2, чтобы задать настройку по умолчанию всех интерфейсов OSPF в качестве пассивных.

R2(config)# **router ospf 1**

R2(config-router)# **passive-interface default**

R2(config-router)#

```

*Apr  3 00:03:00.979: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 11.11.11.11 on Serial0/0/0 from
FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
    
```

```
*Apr  3 00:03:00.979: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 33.33.33.33 on Serial0/0/1 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
```

- c. Повторно введите команду **show ip ospf neighbor** на маршрутизаторе R1. После истечения таймера простоя маршрутизатор R2 больше не будет указан как соседнее устройство OSPF.

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
33.33.33.33	0	FULL/ -	00:00:34	192.168.13.2	Serial0/0/1

- d. Выполните команду **show ip ospf interface S0/0/0** на маршрутизаторе R2, чтобы просмотреть состояние OSPF для интерфейса S0/0/0.

```
R2# show ip ospf interface s0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.12.2/30, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 22.22.22.22, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
    0                 64         no            no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    No Hellos (Passive interface)
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
  Index 2/2, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 0, maximum is 0
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

- e. Если все интерфейсы маршрутизатора R2 являются пассивными, то информация маршрутизации не будет объявляться. В этом случае у маршрутизаторов R1 и R3 теперь должен отсутствовать маршрут к сети 192.168.2.0/24. Это можно проверить командой **show ip route**.
- f. На маршрутизаторе R2 выполните команду **no passive-interface**, чтобы маршрутизатор отправлял и получал обновления маршрутизации OSPF. После ввода этой команды появится уведомление о том, что были установлены соседские отношения смежности с маршрутизатором R1.

```
R2(config)# router ospf 1
```

```
R2(config-router)# no passive-interface s0/0/0
```

```
R2(config-router)#
```

```
*Apr  3 00:18:03.463: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 11.11.11.11 on Serial0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

- g. Повторно выполните команды **show ip route** и **show ip ospf neighbor** на маршрутизаторах R1 и R3 и найдите маршрут к сети 192.168.2.0/24.

R1:

```
0      192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.12.2, 00:00:24, Serial0/0/0
```

R3:

```
0      192.168.2.0/24 [110/129] via 192.168.13.1, 00:00:04, Serial0/0/0
```

Какой интерфейс использует R3 для маршрута к сети 192.168.2.0/24? _____ S0/0/0

Чему равна суммарная метрика стоимости для сети 192.168.2.0/24 на R3? _____ 129

Отображается ли маршрутизатор R2 как соседнее устройство OSPF на маршрутизаторе R1?
_____ Да

Отображается ли маршрутизатор R2 как соседнее устройство OSPF на маршрутизаторе R3?
_____ Нет

Что дает вам эта информация?

Возможны различные варианты ответов, но весь трафик к сети 192.168.2.0/24 от маршрутизатора R3 будет маршрутизирован через R1. Интерфейс S0/0/1 маршрутизатора R2 по-прежнему настроен как пассивный, поэтому информация маршрутизации OSPF не объявляется через этот интерфейс. Суммарная стоимость 129 рассчитана на основе того, что трафик от маршрутизатора R3 в сеть 192.168.2.0/24 должен проходить через два последовательных канала T1 (1 544 Мбит/с) (со стоимостью 64 каждый) и локальный канал Gigabit 0/0 маршрутизатора R2 (стоимость 1).

- h. Настройте интерфейс S0/0/1 маршрутизатора R2 так, чтобы разрешить ему объявлять маршруты OSPF. Ниже запишите используемые команды.
- _____
- _____

```
R2(config)# router ospf 1
```

```
R2(config-router)# no passive-interface s0/0/1
```

- i. Повторно введите команду **show ip route** на маршрутизаторе R3.

```
O 192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.23.1, 00:00:00, Serial0/0/1
```

Какой интерфейс использует R3 для маршрута к сети 192.168.2.0/24? _____ S0/0/1

Чему равна суммарная метрика стоимости для сети 192.168.2.0/24 на маршрутизаторе R3? Как она была рассчитана?

65 (один последовательный канал T1 (1,544 Мбит/с) (стоимость равна 64) плюс канал локальной сети Gigabit 0/0 маршрутизатора R2 (стоимость равна 1)).

Отображается ли маршрутизатор R2 как сосед OSPF для маршрутизатора R3? _____ Да

Часть 5: Изменение метрик OSPF

В части 5 необходимо изменить метрики OSPF с помощью команд **auto-cost reference-bandwidth**, **bandwidth** и **ip ospf cost**.

Примечание. В части 1 на всех интерфейсах DCE нужно было установить значение тактовой частоты 128000.

Шаг 1: Измените заданную пропускную способность для маршрутизаторов.

Эталонная пропускная способность по умолчанию для OSPF равна 100 Мбит/с (скорость Fast Ethernet). Но скорость каналов в большинстве современных устройств сетевой инфраструктуры превышает 100 Мбит/с. Поскольку метрика стоимости OSPF должна быть целым числом, стоимость для всех

каналов со скоростью передачи 100 Мбит/с и выше равна 1. Поэтому интерфейсы Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и 10G Ethernet имеют одинаковую стоимость. Следовательно, для учета сетей с каналами, скорость которых превышает 100 Мбит/с, необходимо более высокое значение эталонной пропускной способности.

- а. Выполните команду **show interface** на маршрутизаторе R1, чтобы просмотреть значение пропускной способности по умолчанию для интерфейса G0/0.

```
R1# show interface g0/0
```

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is c471.fe45.7520 (bia c471.fe45.7520)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full Duplex, 100Mbps, media type is RJ45
  output flow-control is unsupported, input flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output 00:17:31, 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
    0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
    279 packets output, 89865 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    1 lost carrier, 0 no carrier, 0 pause output
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Примечание. Пропускная способность для интерфейса G0/0 может отличаться от значения, приведённого выше, если интерфейс ПК может поддерживать только скорость Fast Ethernet. Если интерфейс ПК не поддерживает скорость передачи 1 Гбит/с, то пропускная способность, скорее всего, будет показываться как 100000 Кбит/с.

- б. Введите команду **show ip route ospf** на маршрутизаторе R1, чтобы определить маршрут к сети 192.168.3.0/24.

```
R1# show ip route ospf
```

```
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 not set

```
O      192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.12.2, 00:01:08, Serial0/0/0
O      192.168.3.0/24 [110/65] via 192.168.13.2, 00:00:57, Serial0/0/1
      192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O      192.168.23.0 [110/128] via 192.168.13.2, 00:00:57, Serial0/0/1
      [110/128] via 192.168.12.2, 00:01:08, Serial0/0/0
```

Примечание. Суммарная стоимость маршрута к сети 192.168.3.0/24 от маршрутизатора R1 равна 65.

- c. Выполните команду **show ip ospf interface** на маршрутизаторе R3, чтобы определить стоимость маршрутизации для интерфейса G0/0.

R3# **show ip ospf interface g0/0**

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.3.1/24, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
      0              1          no            no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.23.2, Interface address 192.168.3.1
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:05
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 0, maximum is 0
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

- d. Выполните команду **show ip ospf interface s0/0/1** на маршрутизаторе R1, чтобы просмотреть стоимость маршрутизации для интерфейса S0/0/1.

R1# **show ip ospf interface s0/0/1**

```
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.13.1/30, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
      0              64          no            no            Base
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:04
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
```



```
Index 3/3, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
  Adjacent with neighbor 192.168.23.2
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Как видно из результатов команды **show ip route**, сумма метрик стоимости этих двух интерфейсов является суммарной стоимостью маршрута к сети 192.168.3.0/24 для маршрутизатора R3, рассчитываемой по формуле $1 + 64 = 65$.

- е. Чтобы изменить параметр эталонной пропускной способности по умолчанию, выполните команду **auto-cost reference-bandwidth 10000** на маршрутизаторе R1. С этим параметром стоимость интерфейсов 10 Гбит/с будет равна 1, стоимость интерфейсов 1 Гбит/с будет равна 10, а стоимость интерфейсов 100 Мбит/с будет равна 100.

```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

- ф. Выполните команду **auto-cost reference-bandwidth 10000** на маршрутизаторах R2 и R3.
- г. Повторно выполните команду **show ip ospf interface**, чтобы просмотреть новую стоимость интерфейса G0/0 на R3 и интерфейса S0/0/1 на R1.

```
R3# show ip ospf interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 192.168.3.1/24, Area 0, Attached via Network Statement
  Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
             0           10          no            no             Base
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.23.2, Interface address 192.168.3.1
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    oob-resync timeout 40
    Hello due in 00:00:02
  Supports Link-local Signaling (LLS)
  Cisco NSF helper support enabled
  IETF NSF helper support enabled
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 0, maximum is 0
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Примечание. Если устройство, подключенное к интерфейсу G0/0, не поддерживает скорость Gigabit Ethernet, то стоимость будет отличаться от показанного результата. Например, для скорости Fast Ethernet (100 Мбит/с) стоимость будет равна 100.

```
R1# show ip ospf interface s0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
```

```
Internet Address 192.168.13.1/30, Area 0, Attached via Network Statement
Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 6476
Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
      0             6476         no            no            Base
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  oob-resync timeout 40
  Hello due in 00:00:05
Supports Link-local Signaling (LLS)
Cisco NSF helper support enabled
IETF NSF helper support enabled
Index 3/3, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
  Adjacent with neighbor 192.168.23.2
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

- h. Повторно введите команду **show ip route ospf** для просмотра новой накопленной стоимости для маршрута 192.168.3.0/24 ($10 + 6476 = 6486$).

Примечание. Если устройство, подключённое к интерфейсу G0/0, не поддерживает скорость Gigabit Ethernet, то стоимость будет отличаться от того, что отображается в выходных данных. Например, если интерфейс G0/0 работает на скорости Fast Ethernet (100 Мбит/с), то суммарная стоимость будет равна 6576.

```
R1# show ip route ospf
```

```
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 not set
```

```
O      192.168.2.0/24 [110/6486] via 192.168.12.2, 00:05:40, Serial0/0/0
O      192.168.3.0/24 [110/6486] via 192.168.13.2, 00:01:08, Serial0/0/1
      192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O          192.168.23.0 [110/12952] via 192.168.13.2, 00:05:17, Serial0/0/1
          [110/12952] via 192.168.12.2, 00:05:17, Serial0/0/
```

Примечание. Изменение на маршрутизаторах эталонной пропускной способности по умолчанию с 100 на 10 000 меняет суммарные стоимости всех маршрутизаторов в 100 раз, но стоимость каждого канала и маршрута интерфейса теперь рассчитывается точнее.

- i. Чтобы восстановить для эталонной пропускной способности значение по умолчанию, на всех трех маршрутизаторах выполните команду **auto-cost reference-bandwidth 100**.

```
R1(config)# router ospf 1
```

```
R1(config-router)# auto-cost reference-bandwidth 100
```

```
% OSPF: Reference bandwidth is changed.  
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

Почему может понадобиться изменить эталонную пропускную способность OSPF по умолчанию?

Возможны различные варианты ответов, но современное оборудование поддерживает скорости каналов выше 100 Мбит/с. Чтобы точнее рассчитать стоимость этих высокоскоростных каналов, необходимо более высокое значение эталонной пропускной способности по умолчанию.

Шаг 2: Измените пропускную способность для интерфейса.

На большинстве последовательных каналов показатель пропускной способности по умолчанию будет равен 1544 Кбит/с (как для T1). Если скорость последовательного канала в действительности отличается, то для правильного расчёта стоимости маршрута в OSPF необходимо изменить значение пропускной способности, чтобы оно было равно фактической скорости. Используйте команду **bandwidth** для регулирования настройки пропускной способности на том или ином интерфейсе.

Примечание. Распространенное заблуждение — предполагать, что команда **bandwidth** изменит физическую пропускную способность (или скорость) канала связи. Эта команда изменяет только метрику пропускной способности, используемую алгоритмом OSPF для расчёта стоимости маршрутизации, но не меняет фактическую пропускную способность (скорость) канала.

- Выполните команду **show interface s0/0/0** на маршрутизаторе R1, чтобы просмотреть текущую пропускную способность на интерфейсе S0/0/0. Хотя тактовая частота (скорость передачи данных) для этого интерфейса была задана равной 128 Кбит/с, пропускная способность по-прежнему показывается как 1544 Кбит/с.

```
R1# show interface s0/0/0  
Serial0/0/0 is up, line protocol is up  
  Hardware is WIC MBRD Serial  
  Internet address is 192.168.12.1/30  
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,  
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255  
  Encapsulation HDLC, loopback not set  
  Keepalive set (10 sec)  
<выходные данные опущены>
```

- Введите команду **show ip route ospf** на маршрутизаторе R1 для просмотра накопленной стоимости маршрута к сети 192.168.23.0/24 с использованием интерфейса S0/0/0. Обратите внимание, что к сети 192.168.23.0/24 есть два маршрута с равной стоимостью (128): один через интерфейс S0/0/0, а другой через S0/0/1.

```
R1# show ip route ospf  
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 not set
```

- O 192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.12.2, 00:00:26, Serial0/0/0
 - O 192.168.3.0/24 [110/65] via 192.168.13.2, 00:00:26, Serial0/0/1
 - 192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
 - O 192.168.23.0 [110/128] via 192.168.13.2, 00:00:26, Serial0/0/1
 - [110/128] via 192.168.12.2, 00:00:26, Serial0/0/0
- c. Выполните команду **bandwidth 128**, чтобы установить для интерфейса S0/0/0 пропускную способность равной 128 Кбит/с.
- ```
R1(config)# interface s0/0/0
R1(config-if)# bandwidth 128
```
- d. Повторно введите команду **show ip route ospf**. В таблице маршрутизации больше не показывается маршрут к сети 192.168.23.0/24 через интерфейс S0/0/0. Это связано с тем, что оптимальный маршрут с наименьшей стоимостью проложен через S0/0/1.
- ```
R1# show ip route ospf
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 not set

O 192.168.2.0/24 [110/129] via 192.168.12.2, 00:01:47, Serial0/0/0
O 192.168.3.0/24 [110/65] via 192.168.13.2, 00:04:51, Serial0/0/1
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.23.0 [110/128] via 192.168.13.2, 00:04:51, Serial0/0/1
```
- e. Введите команду **show ip ospf interface brief**. Стоимость для интерфейса S0/0/0 изменилась с 64 на 781, что является точным представлением стоимости скорости канала.
- ```
R1# show ip ospf interface brief
```
- | Interface | PID | Area | IP Address/Mask | Cost | State | Nbrs | F/C |
|-----------|-----|------|-----------------|------|-------|------|-----|
| Se0/0/1   | 1   | 0    | 192.168.13.1/30 | 64   | P2P   | 1/1  |     |
| Se0/0/0   | 1   | 0    | 192.168.12.1/30 | 781  | P2P   | 1/1  |     |
| Gi0/0     | 1   | 0    | 192.168.1.1/24  | 1    | DR    | 0/0  |     |
- f. Измените на маршрутизаторе R1 пропускную способность для интерфейса S0/0/1 на значение, равное значению для интерфейса S0/0/0.
- ```
R1(config)# interface s0/0/1
R1(config-if)# bandwidth 128
```
- g. Повторно введите команду **show ip route ospf** для просмотра накопленной стоимости обоих маршрутов к сети 192.168.23.0/24. Обратите внимание, что к сети 192.168.23.0/24 есть два маршрута с равной стоимостью (845): один через интерфейс S0/0/0, а другой через S0/0/1.
- ```
R1# show ip route ospf
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 not set

```
O 192.168.2.0/24 [110/782] via 192.168.12.2, 00:00:09, Serial0/0/0
O 192.168.3.0/24 [110/782] via 192.168.13.2, 00:00:09, Serial0/0/1
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.23.0 [110/845] via 192.168.13.2, 00:00:09, Serial0/0/1
 [110/845] via 192.168.12.2, 00:00:09, Serial0/0/0
```

Объясните, как были рассчитаны стоимости маршрутов от маршрутизатора R1 для сетей 192.168.3.0/24 и 192.168.23.0/30.

---

---

Стоимость маршрута к сети 192.168.3.0/24: R1 S0/0/1 + R3 G0/0 (781+1=782). Стоимость маршрута к сети 192.168.23.0/30: R1 S0/0/1 + R3 S0/0/1 (781+64=845).

- h. Введите команду **show ip route ospf** на маршрутизаторе R3. Суммарная стоимость для сети 192.168.1.0/24 по-прежнему равна 65. В отличие от команды **clock rate**, команду **bandwidth** требуется применить на каждой стороне последовательного канала связи.

R3# **show ip route ospf**

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 not set

```
O 192.168.1.0/24 [110/65] via 192.168.13.1, 00:30:58, Serial0/0/0
O 192.168.2.0/24 [110/65] via 192.168.23.1, 00:30:58, Serial0/0/1
192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.12.0 [110/128] via 192.168.23.1, 00:30:58, Serial0/0/1
 [110/128] via 192.168.13.1, 00:30:58, Serial0/0/0
```

- i. Выполните команду **bandwidth 128** для всех остальных последовательных интерфейсов в топологии. Чему равна новая суммарная стоимость для сети 192.168.23.0/24 на R1? Почему?

---

---

1 562 Теперь стоимость каждого последовательного канала равна 781, а маршрут к сети 192.168.23.0/24 проходит через два последовательных канала. 781 + 781 = 1 562.

### Шаг 3: Измените стоимость маршрута.

Для расчёта стоимости канала по умолчанию OSPF использует значение пропускной способности. Но этот расчёт можно изменить, вручную задав стоимость канала с помощью команды **ip ospf cost**. Подобно команде **bandwidth**, команда **ip ospf cost** влияет только на ту сторону канала, где она была применена.

- a. Введите команду **show ip route ospf** на маршрутизаторе R1.

```
R1# show ip route ospf
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 not set

```
O 192.168.2.0/24 [110/782] via 192.168.12.2, 00:00:26, Serial0/0/0
O 192.168.3.0/24 [110/782] via 192.168.13.2, 00:02:50, Serial0/0/1
 192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.23.0 [110/1562] via 192.168.13.2, 00:02:40, Serial0/0/1
 [110/1562] via 192.168.12.2, 00:02:40, Serial0/0/0
```

- b. Выполните команду **ip ospf cost 1565** для интерфейса S0/0/1 маршрутизатора R1. Стоимость 1565 оказывается выше суммарной стоимости маршрута, проходящего через маршрутизатор R2 (1562).

```
R1(config)# interface s0/0/1
R1(config-if)# ip ospf cost 1565
```

- c. Повторно введите команду **show ip route ospf** на маршрутизаторе R1, чтобы отобразить изменения, внесенные в таблицу маршрутизации. Теперь все маршруты OSPF для маршрутизатора R1 проходят через маршрутизатор R2.

```
R1# show ip route ospf
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 not set

```
O 192.168.2.0/24 [110/782] via 192.168.12.2, 00:02:06, Serial0/0/0
O 192.168.3.0/24 [110/1563] via 192.168.12.2, 00:05:31, Serial0/0/0
 192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.23.0 [110/1562] via 192.168.12.2, 01:14:02, Serial0/0/0
```

**Примечание.** Изменение метрик стоимости канала с помощью команды **ip ospf cost** — это наиболее простой и предпочтительный способ изменения стоимости маршрутов OSPF. Помимо изменения стоимости, используя пропускную способность, у сетевого администратора могут быть другие причины для изменения стоимости маршрута. Например, предпочтение конкретного поставщика услуг или фактическая стоимость канала или маршрута в денежном выражении.

Почему маршрут к сети 192.168.3.0/24 от маршрутизатора R1 теперь проходит через R2?

---

---

---

OSPF выбирает маршрут с наименьшей суммарной стоимостью. Маршрут с наименьшей суммарной стоимостью рассчитывается по следующей формуле:  $R1-S0/0/0 + R2-S0/0/1 + R3-G0/0$ , или  $781 + 781 + 1 = 1563$ . Эта метрика меньше суммарной стоимости  $R1-S0/0/1 + R3-G0/0$ , или  $1565 + 1 = 1566$ .

### Вопросы для повторения

1. Почему так важно управлять назначением идентификатора маршрутизатора при использовании протокола OSPF?

---

---

---

Назначения идентификатора маршрутизатора управляют процессом выбора выделенного маршрутизатора (DR) и резервного выделенного маршрутизатора (BDR) в сети с множественным доступом. Если идентификатор маршрутизатора связан с активным интерфейсом, он может измениться при отказе интерфейса. Поэтому идентификатор маршрутизатора следует определять с помощью IP-адреса интерфейса loopback (который не может выйти из строя) или с помощью команды **router-id**.

2. Почему в этой лабораторной работе не рассматривается процесс выбора DR/BDR?

---

---

---

Проблема процесса выбора DR/BDR возникает только в сетях с множественным доступом, например в Ethernet или Frame Relay. В этой лабораторной работе использовались последовательные каналы «точка-точка», поэтому выбор DR/BDR не выполнялся.

3. Почему рекомендуется настраивать интерфейс OSPF как пассивный?

---

---

---

Возможны различные варианты ответов, но настройка интерфейса локальной сети в качестве пассивного устраняет передачу ненужной информации маршрутизации OSPF через этот интерфейс, освобождая пропускную способность. Маршрутизатор по-прежнему будет объявлять сеть своим соседним устройствам.

## Сводная таблица по интерфейсам маршрутизаторов

| Сводная таблица 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)          |

**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.

## Конфигурации устройств — итоговые

## Маршрутизатор R1

```

R1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1794 bytes
!
version 15,2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
enable secret 4 06YFDUHH61wAE/kLkDq9BGho1QM5EnRtoyr8cHAUg.2
!
no aaa new-model

```



```
memory-size iomem 15
!
no ip domain lookup
ip cef
no ipv6 cef
multilink bundle-name authenticated
!
interface Loopback0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
!
interface Embedded-Service-Engine0/0
 no ip address
 shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0/0
 bandwidth 128
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.252
 clock rate 128000
!
interface Serial0/0/1
 bandwidth 128
 ip address 192.168.13.1 255.255.255.252
 ip ospf cost 1565
!
router ospf 1
 router-id 11.11.11.11
 passive-interface GigabitEthernet0/0
 network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
 network 192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
control-plane
!
```

```
!
banner motd ^C
 Unauthorized Access is Prohibited!
^C
!
line con 0
 password cisco
 logging synchronous
 login
line aux 0
line 2
 no activation-character
 no exec
 transport preferred none
 transport input all
 transport output pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
 stopbits 1
line vty 0
 password cisco
 login
 transport input all
line vty 1 4
 login
 transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end
```

## Маршрутизатор R2

```
R2#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1912 bytes
!
version 15,2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 4 06YFDUHH61wAE/kLkDq9BGho1QM5EnRtoyr8cHAUg.2
!
no aaa new-model
memory-size iomem 15
```

```
!
no ip domain lookup
ip cef
no ipv6 cef
multilink bundle-name authenticated
!
interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
!
interface Embedded-Service-Engine0/0
no ip address
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0/0
bandwidth 128
ip address 192.168.12.2 255.255.255.252
!
interface Serial0/0/1
bandwidth 128
ip address 192.168.23.1 255.255.255.252
clock rate 128000
!
router ospf 1
router-id 22.22.22.22
passive-interface default
no passive-interface Serial0/0/0
no passive-interface Serial0/0/1
network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.23.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
control-plane
!
```

```
banner motd ^C
 Unauthorized Access is Prohibited!
^C
!
line con 0
 password cisco
 logging synchronous
 login
line aux 0
line 2
 no activation-character
 no exec
 transport preferred none
 transport input all
 transport output pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
 stopbits 1
line vty 0
 password cisco
 login
 transport input all
line vty 1 4
 login
 transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end
```

### Маршрутизатор R3

```
R3#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1674 bytes
!
version 15,2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 4 06YFDUHH61wAE/kLkDq9BGho1QM5EnRtoyr8cHAUg.2
!
no aaa new-model
memory-size iomem 10
!
```

```
no ip domain lookup
ip cef
no ipv6 cef
multilink bundle-name authenticated
!
interface Loopback0
 ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
!
interface Embedded-Service-Engine0/0
 no ip address
 shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0/0
 bandwidth 128
 ip address 192.168.13.2 255.255.255.252
 clock rate 128000
!
interface Serial0/0/1
 bandwidth 128
 ip address 192.168.23.2 255.255.255.252
!
router ospf 1
 router-id 33.33.33.33
 network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
 network 192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.23.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
control-plane
!
banner motd ^C
 Unauthorized Access is Prohibited!
^C
!
```

```
line con 0
password cisco
logging synchronous
login
line aux 0
line 2
no activation-character
no exec
transport preferred none
transport input all
transport output pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
stopbits 1
line vty 0 4
password cisco
login
transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end
```