**Лабораторна робота № 8
НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ
ПРОТОКОЛУ МАРШРУТИЗАЦІЇ BGP
У МЕРЕЖІ НА БАЗІ МАРШРУТИЗАТОРІВ CISCO**

*Мета заняття:* налагодити функціонування протоколу маршрутизації BGP у мережі на базі маршрутизаторів Cisco; дослідити особливості функціонування даного протоколу маршрутизації***.***

**Теоретичні відомості**

Прикордонний (зовнішній) шлюзовий протокол (Border Gateway Protocol, BGP) версії 4 на сьогодні є основним протоколом обміну маршрутною інформацією між автономними системами в Інтернеті. Протокол BGP прийшов на зміну EGP (Exterior Gateway Protocol), який використовувався в ті часи, коли Інтернет мав єдину магістраль. Ця магістраль була центральною автономною системою, до якої приєднувалися, у відповідності до деревовидної технології, всі інші автономні системи.

Маршрутизатори, які використовують протокол BGP, обмінюються інформацією про доступність мереж. Разом з інформацією про мережі передаються різні атрибути цих мереж, за допомогою яких BGP обирає кращий маршрут та налаштовуються політики маршрутизації.

Один з основних атрибутів, котрі передаються разом з інформацією про маршрут - це список автономних систем, через які ця інформація пройшла. Ця інформація дозволяє BGP визначити, де знаходиться мережа відносно автономних систем, виключати петлі маршрутизації, а також може бути використана при налаштуванні політик.

Маршрутизація здійснюється покроково від однієї автономної системи до іншої. Всі політики BGP налаштовуються, в основному, по відношенню до зовнішніх (сусідніх) автономних систем, тобто описуються правила взаємодії з ними.

BGP обирає кращі маршрути не на основі технічних характеристик шляху (пропускної здатності, затримки, тощо), а на основі політик. В локальних мережах найбільше значення має швидкість сходження мережі, час реагування на зміни. І маршрутизатори, котрі використовують внутрішні протоколи динамічної маршрутизації, при виборі маршруту, як правило, порівнюють якісь технічні характеристики шляху, наприклад, пропускну здатність інтерфейсів.

Якщо існує декілька шляхів до отримувача, то маршрутизатор буде анонсувати сусідам не всі можливі варіанти, а тільки кращий з таблиці BGP.

***Таймери протоколу маршрутизації BGP***

Keepalive Interval - Інтервал часу в секундах між відправкою повідомлень keepalive. За замовчуванням 60 секунд.

Hold Time - Інтервал часу в секундах, по закінченні якого сусід буде вважатися недоступним.

***Порядок налаштування функціонування протоколу
маршрутизації BGP на маршрутизаторі Cisco***

У загальному випадку налагодження функціонування протоколу BGP складається з кількох обов’язкових, деяких необов’язкових, але рекомендованих та великої кількості необов’язкових етапів. Порядок виконання налагодження є наступним:

1. Створення процесу BGP (обов’язково).
2. Вибір ідентифікатора маршрутизатора (необов’язково).
3. Створення сусідів BGP (обов’язково).
4. Вказати підключені мережі, параметри яких відповідають настройкам інтерфейсів, або налагодити редистрибуцію маршрутів (обов’язково).
5. Відключити сумаризацію маршрутів (необов’язково).
6. Налагодити сумарну агреговану адресу (необов’язково).

***Команди базового налагодження фунціонування протоколу маршрутизації BGP на маршрутизаторі Cisco***

Основними командами, які є необхідними і достатніми для мінімально ефективного налагодження роботи протоколу BGP, є команди **neighbor, network, auto-summary, aggregate-address, redistribute**. Решта команд використовується у специфічних складних ситуаціях.

Команда **network** призначена для прямого інформування протоколу про безпосередньо підключені мережі.

Команда **auto-summary** по-різному поводиться при використанні її з командами **redistribute** і **network**.

При включеній команді **auto-summary**:

* команда **redistribute**додає лише відповідну класову мережу до BGP-таблиці,
* команда **network**додає відповідну класову мережу та підмережі (якщо вони є в таблиці маршрутизації) до BGP-таблиці.

При вимкненій команді **no auto-summary**:

* команда **redistribute** додає відповідні підмережі до BGP-таблиці,
* команда **network** додає підмережі до BGP-таблиці, якщо вони є в таблиці маршрутизації.

Команда ***aggregate-address*** дозволяє створити сумарні маршрути вручну.

Синтаксис основних команд налагодження протоколу BGP та режими їх застосування наведено нижче.

Синтаксис команди ***router*** (привілейований режим):

**router bgp *[as\_number]***,

де ***as\_number*** - номер автономної системи BGP, який може набувати значень від 1 до 65535;

Синтаксис команди ***neighbor*** (режим налагодження протоколу маршрутизації):

**neighbor *[ip-address | peer-group-name]* remote-as *[as\_number],***

де ***ip-address*** - ідентифікатор сусіднього маршрутизатора, тобто та адреса, яка буде вказана в ролі отримувача в BGP-пакетах. У локального маршрутизатора обов’язково має бути маршрут до цього сусіда для того, щоб успішно встановити відношення сусідства з ним.

***peer-group-name*** - група маршрутизаторів BGP, які використовують однакову політику оновлень.

***as\_number*** - номер автономної системи сусіда.

Синтаксис команди network (режим налагодження протоколу маршрутизації):

**network *[address]* mask *[network-mask],***

де address - адреса мережі в десятковому вигляді,

**mask *[network-mask]*** - маска мережі (може не вказуватися).

Синтаксис команди **auto-summary** (режим налагодження протоколу маршрутизації):

**auto-summary.** Команда не має параметрів.

Синтаксис команди **redistribute** (режим налагодження протоколу маршрутизації):

**redistribute** ***[protocol] [metrics],***

де ***protocol*** - протокол маршрутизації,

***metrics*** - значення метрики.

***Команди налагодження таймерів протоколу маршрутизації BGP на маршрутизаторах Cisco***

Серед додаткових параметрів протоколу BGP, які доводиться налагоджувати адміністратору мережі, основними є таймери протоколу. Для налагодження таймерів протоколу застосовуються команда **timers bgp**. Синтаксис даної команди та режим її застосування наведено нижче.

Синтаксис команди **timers bgp** (режим конфігурування протоколу маршрутизації):

**timers bgp** ***[keepalive] [holdtime]***,

де ***keepalive*** - значення інтервалу між відправкою повідомлень keepalive в секундах, за замовчуванням становить 60 секунд.

***holdtime*** - інтервал часу, після закінчення якого сусід буде вважатися недоступним, задається в секундах, за замовчуванням становить 180 секунд.

 ***Команди моніторингу та діагностики роботи протоколу маршрутизації BGP на маршрутизаторі Cisco***

Для моніторингу та діагностики роботи протоколу BGP на маршрутизаторах Cisco використовуються як команди загального призначення, так і спеціалізовані команди. Серед команд загального призначення можна виділити такі команди: **show interfaces, show interface *interface-type interface-id*, show running-config, show startup-config.**

До спеціалізованих команд належать команди: **show ip protocols, show ip route, show ip bgp neighbors, show ip bgp all, show ip bgp replication, debug bgp ipv4, debug bgp all, undebug all.** Зазначені спеціалізовані команди мають певний набір модифікацій, які формують інші команди, їх перелік наведений у табл. 1.

Таблиця 1

**Перелік команд моніторингу та діагностики роботи протоколу маршрутизації BGP на маршрутизаторах Cisco**

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Призначення |
| **show ip protocols** | Виведення інформації про активовані протоколи маршрутизації та параметри їх функціонування |
| **show ip protocols summary** | Виведення сумарної інфомації про функціонування IP-протоколів  |
| **show ip route** | Виведення повної таблиці маршрутизації |
| **show ip route eigrp**  | Виведення таблиці маршрутизації протоколу BGP |
| **show ip route *A.B.C.D*** | Виведення детальної маршрутної інформації певної мережі  |
| **show ip route *hostname*** | Виведення детальної маршрутної інформації певного вузла |
| **show ip bgp neighbors** | Виведення інформації про сусідні маршрутизатори, які беруть участь у роботі протоколу BGP |
| **show ip bgp all** | Виведення інформації про всі мережі протоколу. |
| **show ip bgp replication** | Виведення інформації про статус реплікації. |
| **debug bgp ipv4** | Активація виведення діагностичної інформації про мережі протоколу IР версії 4. |
| **debug bgp all** | Активація виведення діагностичної інформації про всі мережі протоколу. |
| **undebug bgp ipv4** | Деактивація виведення діагностичної інформації про мережі протоколу IР версії 4. |
| **undebug bgp all** | Деактивація виведення діагностичної інформації про всі мережі протоколу. |

***Приклад налагодження функціонування мережі з використанням протоколу маршрутизації BGP та маршрутизаторів Cisco***

Розглянемо специфіку налагодження роботи протоколу BGP для мережі, зображеної на рис. 1.



Рис. 1. Приклад мережі

При побудові даної мережі для з’єднання пристроїв використано дані табл. 1. Для налагодження параметрів адресації пристроїв використано дані табл. 2.

Таблиця 1

**Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пристрій | Інтерфейс | Підключення до пристрою | Підключення до інтерфейсу |
| Маршрутизатор R-1 | Fa0/0 | R-2 | Fa0/0 |
| Fa0/1 | SW-1 | Eth0 |
| Маршрутизатор R-2 | Fa0/0 | R-1 | Fa0/0 |
| Fa0/1 | R-3 | Fa0/0 |
| Fa1/0 | SW-2 | Eth0 |
| Маршрутизатор R-3 | Fa0/0 | R-2 | Fa0/1 |
| Fa0/1 | R-4 | Fa0/1 |
| Маршрутизатор R-4 | Fa0/0 | R-5 | Fa0/0 |
| Fa0/1 | R-3 | Fa0/1 |
| Fa1/0 | SW-3 | Eth0 |
| Маршрутизатор R-5 | Fa0/0 | R-4 |  |
| Fa0/1 | SW-4 | Eth0 |
| Комутатор SW-1 | Eth0 | R-1 | Fa0/0 |
| Eth1 | PC-1 | Eth0 |
| Комутатор SW-2 | Eth0 | R-2 | Fa0/0 |
| Eth1 | PC-2 | Eth0 |

Продовження таблиці 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Комутатор SW-3 | Eth0 | R-4 | Fa1/0 |
| Eth1 | PC-3 | Eth0 |
| Комутатор SW-4 | Eth0 | R-5 | Fa0/1 |
| Eth1 | PC-4 | Eth0 |
| Робоча станція PC-1 | Eth0 | SW-1 | Eth1 |
| Робоча станція PC-2 | Eth0 | SW-2 | Eth1 |
| Робоча станція PC-3 | Eth0 | SW-3 | Eth1 |
| Робоча станція PC-4 | Eth0 | SW-4 | Eth1 |

Таблиця 2

**Параметри адресації мережі**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Підмережа/ Пристрій | Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз | ІР-адреса | Маска підмережі | Префікс |
| Підмережа А | **–** | 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | /24 |
| Підмережа B | **–** | 192.168.2.0 | 255.255.255.0 | /24 |
| Підмережа C | **–** | 192.168.3.0 | 255.255.255.0 | /24 |
| Підмережа D | **–** | 192.168.4.0 | 255.255.255.0 | /24 |
| Підмережа E | **–** | 10.10.10.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Підмережа F | **–** | 11.11.11.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Підмережа G | **–** | 21.21.21.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Підмережа H | **–** | 20.20.20.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Маршрутизатор R-1 | Інтерфейс Fa0/0 | 10.10.10.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 192.168.1.1 | 255.255.255.0 | /24 |
| Маршрутизатор R-2 | Інтерфейс Fa0/0 | 10.10.10.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 11.11.11.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa1/0 | 192.168.2.1 | 255.255.255.0 | /24 |
| Маршрутизатор R-3 | Інтерфейс Fa0/0 | 11.11.11.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 21.21.21.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Маршрутизатор R-4 | Інтерфейс Fa0/0 | 20.20.20.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 21.21.21.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa1/0 | 192.168.3.1 | 255.255.255.0 | /24 |
| Маршрутизатор R-5 | Інтерфейс Fa0/0 | 20.20.20.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 192.168.4.1 | 255.255.255.0 | /24 |
| Робоча станція PC-1 | Мережний адаптер | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 192.168.1.1 | – | – |
| Робоча станція PC-2 | Мережний адаптер | 192.168.2.2 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 192.168.2.1 | – | **–** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Робоча станція PC-3 | Мережний адаптер | 192.168.3.2 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 192.168.3.1 | – | **–** |
| Робоча станція PC-4 | Мережний адаптер | 192.168.4.2 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 192.168.4.1 | – | **–** |

Команди, які виконуються на маршрутизаторах для налагодження адресації:

**R-1#configure terminal**

**R-1(config)#interface fastEthernet0/1**

**R-1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0**

**R-1(config-if)#no shutdown**

**R-1(config-if)#exit**

**R-1(config)#interface fastEthernet0/0**

**R-1(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.252**

**R-1(config-if)#no shutdown**

**…**

**R-1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 fastEthernet0/0**

**R-1(config)#router ospf 1**

**R-1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0**

**R-1(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0**

**R-1(config-router)#passive-interface fastEthernet 0/1**

**…**

**R-2(config-if)#no shutdown**

**R-2(config-if)#exit**

**R-2(config)#interface fastEthernet0/1**

**R-2(config-if)#ip address 11.11.11.1 255.255.255.252**

**R-2(config-if)#no shutdown**

**R-2(config-if)#exit**

**R-2(config)#interface fastEthernet1/0**

**R-2(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.252**

**R-2(config-if)#no shutdown**

**…**

**R-2(config)#router ospf 1**

**R-2(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0**

**R-2(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0**

**R-2(config-router)#passive-interface fastEthernet 1/0**

**…**

**R-3#configure terminal**

**R-3(config)#interface fastEthernet0/0**

**R-3(config-if)#ip address 11.11.11.2 255.255.255.252**

**R-3(config-if)#no shutdown**

**R-3(config-if)#exit**

**R-3(config)#interface fastEthernet0/1**

**R-3(config-if)#ip address 21.21.21.2 255.255.255.252**

**R-3(config-if)#no shutdown**

**R-3(config-if)#exit**

**…**

**R-4(config)#interface fastEthernet0/0**

**R-4(config-if)#ip address 20.20.20.1 255.255.255.252**

**R-4(config-if)#ip address 20.20.20.1 255.255.255.252**

**R-4(config-if)#no shutdown**

**R-4(config-if)#exit**

**R-4(config)#interface fastEthernet1/0**

**R-4(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0**

**R-4(config-if)#no shutdown**

**R-4(config-if)#exit**

**R-4(config)#router eigrp 1**

**R-4(config-router)#network 20.20.20.0 0.0.0.3**

**R-4(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255**

**R-4(config-router)#passive-interface fa1/0**

**R-4(config-router)#passive-interface fa0/1**

**…**

**R-5#configure terminal**

**R-5(config)#interface fastEthernet0/0**

**R-5(config-if)#ip address 20.20.20.2 255.255.255.252**

**R-5(config-if)#no shutdown**

**R-5(config-if)#exit**

**R-5(config)#interface fastEthernet0/1**

**R-5(config-if)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.0**

**R-5(config-if)#no shutdown**

**R-5(config-if)#exit**

**R-5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 fastEthernet0/0**

**…**

Команди для мінімального налагодження роботи протоколу BGP на відповідних маршрутизаторах мережі:

 …

**R-2(config)#router bgp 100**

**R-2(config-router)#neighbor 11.11.11.2 remote-as 1**

**R-2(config-router)#redistribute ospf 1**

**…**

**R-3(config)#router bgp 1**

**R-3(config-router)#network 11.11.11.0 mask 255.255.255.252**

**R-3(config-router)#network 21.21.21.0 mask 255.255.255.252**

**R-3(config-router)#neighbor 11.11.11.1 remote-as 100**

**R-3(config-router)#neighbor 21.21.21.1 remote-as 200**

**…**

**R-4(config)#router bgp 200**

**R-4(config-router)#neighbor 21.21.21.2 remote-as 1**

**R-4(config-router)#redistribute eigrp 1**

**…**

***Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи протоколу маршрутизації BGP для розглянутого прикладу***

З метою перегляду інформації про параметри інтерфейсів та роботу протоколу маршрутизації OSPF для розглянутого прикладу використано команди моніторингу та діагностики роботи **show ip route, show ip bgp, show ip bgp summary**. Результати роботи цих команд для маршрутизаторів наведено відповідно на рис. 2–10.

R-2#show ip route

Codes: 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

Gateway of last resort is not set

 21.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 21.21.21.0 [20/0] via 11.11.11.2, 00:06:34

 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 20.20.20.0 [20/0] via 11.11.11.2, 00:06:34

B 192.168.4.0/24 [20/0] via 11.11.11.2, 00:06:34

 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 10.10.10.0 is directly connected, FastEthernet0/0

 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 11.11.11.0 is directly connected, FastEthernet0/1

O 192.168.1.0/24 [110/20] via 10.10.10.1, 00:16:46, FastEthernet0/0

 192.168.2.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 192.168.2.0 is directly connected, FastEthernet1/0

B 192.168.3.0/24 [20/0] via 11.11.11.2, 00:06:39

R-2#

Рис. 2. Результат роботи команди **show ip route** для маршрутизатора R-2

R-3#show ip route

Codes: 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

Gateway of last resort is not set

 21.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 21.21.21.0 is directly connected, FastEthernet0/1

 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 20.20.20.0 [20/0] via 21.21.21.1, 00:00:03

B 192.168.4.0/24 [20/307200] via 21.21.21.1, 00:00:03

 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 10.10.10.0 [20/0] via 11.11.11.1, 00:00:03

 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 11.11.11.0 is directly connected, FastEthernet0/0

B 192.168.1.0/24 [20/20] via 11.11.11.1, 00:00:03

 192.168.2.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 192.168.2.0 [20/0] via 11.11.11.1, 00:00:07

B 192.168.3.0/24 [20/0] via 21.21.21.1, 00:00:07

R-3#

Рис. 3. Результат роботи команди **show ip route** для маршрутизатора R-3

R-4#show ip route

Codes: 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

Gateway of last resort is not set

 21.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 21.21.21.0 is directly connected, FastEthernet0/1

 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 20.20.20.0 is directly connected, FastEthernet0/0

D 192.168.4.0/24 [90/307200] via 20.20.20.2, 00:11:09, FastEthernet0/0

 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 10.10.10.0 [20/0] via 21.21.21.2, 00:07:38

 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 11.11.11.0 [20/0] via 21.21.21.2, 00:07:38

B 192.168.1.0/24 [20/0] via 21.21.21.2, 00:07:43

 192.168.2.0/30 is subnetted, 1 subnets

B 192.168.2.0 [20/0] via 21.21.21.2, 00:07:43

C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

R-4#

Рис. 4. Результат роботи команди **show ip route** для маршрутизатора R-4

R-2#show ip bgp

BGP table version is 16, local router ID is 192.168.2.1

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,

 r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

\*> 10.10.10.0/30 0.0.0.0 0 32768 ?

r> 11.11.11.0/30 11.11.11.2 0 0 1 i

\*> 20.20.20.0/30 11.11.11.2 0 1 200 ?

\*> 21.21.21.0/30 11.11.11.2 0 0 1 i

\*> 192.168.1.0 10.10.10.1 20 32768 ?

\*> 192.168.2.0/30 0.0.0.0 0 32768 ?

\*> 192.168.3.0 11.11.11.2 0 1 200 ?

\*> 192.168.4.0 11.11.11.2 0 1 200 ?

R-2#

Рис. 5. Результат роботи команди **show ip bgp** для маршрутизатора R-2

R-3#show ip bgp

BGP table version is 9, local router ID is 21.21.21.2

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,

 r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

\*> 10.10.10.0/30 11.11.11.1 0 0 100 ?

\*> 11.11.11.0/30 0.0.0.0 0 32768 i

\*> 20.20.20.0/30 21.21.21.1 0 0 200 ?

\*> 21.21.21.0/30 0.0.0.0 0 32768 i

\*> 192.168.1.0 11.11.11.1 20 0 100 ?

\*> 192.168.2.0/30 11.11.11.1 0 0 100 ?

\*> 192.168.3.0 21.21.21.1 0 0 200 ?

\*> 192.168.4.0 21.21.21.1 307200 0 200 ?

R-3#

Рис. 6. Результат роботи команди **show ip bgp** для маршрутизатора R-3

R-4#show ip bgp

BGP table version is 10, local router ID is 192.168.3.1

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,

 r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

\*> 10.10.10.0/30 21.21.21.2 0 1 100 ?

\*> 11.11.11.0/30 21.21.21.2 0 0 1 i

\*> 20.20.20.0/30 0.0.0.0 0 32768 ?

r> 21.21.21.0/30 21.21.21.2 0 0 1 i

\*> 192.168.1.0 21.21.21.2 0 1 100 ?

\*> 192.168.2.0/30 21.21.21.2 0 1 100 ?

\*> 192.168.3.0 0.0.0.0 0 32768 ?

\*> 192.168.4.0 20.20.20.2 307200 32768 ?

R-4#

Рис. 7. Результат роботи команди **show ip bgp** для маршрутизатора R-4

R-2#show ip bgp summary

BGP router identifier 192.168.2.1, local AS number 100

BGP table version is 16, main routing table version 16

8 network entries using 960 bytes of memory

8 path entries using 416 bytes of memory

5/4 BGP path/bestpath attribute entries using 620 bytes of memory

2 BGP AS-PATH entries using 48 bytes of memory

0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory

0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory

Bitfield cache entries: current 1 (at peak 2) using 32 bytes of memory

BGP using 2076 total bytes of memory

BGP activity 11/3 prefixes, 11/3 paths, scan interval 60 secs

Neighbor V AS MsgRcvd MsgSent TblVer InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd

11.11.11.2 4 1 27 26 16 0 0 00:11:00 5

R-2#

Рис. 8. Результат роботи команди **show ip bgp summary** для маршрутизатора R-2

R-3#show ip bgp summary

BGP router identifier 21.21.21.2, local AS number 1

BGP table version is 9, main routing table version 9

8 network entries using 960 bytes of memory

8 path entries using 416 bytes of memory

6/5 BGP path/bestpath attribute entries using 744 bytes of memory

2 BGP AS-PATH entries using 48 bytes of memory

0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory

0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory

Bitfield cache entries: current 1 (at peak 1) using 32 bytes of memory

BGP using 2200 total bytes of memory

BGP activity 8/0 prefixes, 8/0 paths, scan interval 60 secs

Neighbor V AS MsgRcvd MsgSent TblVer InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd

11.11.11.1 4 100 17 20 9 0 0 00:11:34 3

21.21.21.1 4 200 16 19 9 0 0 00:11:22 3

R-3#

Рис. 9. Результат роботи команди **show ip bgp summary** для маршрутизатора R-3

R-4#show ip bgp summary

BGP router identifier 192.168.3.1, local AS number 200

BGP table version is 10, main routing table version 10

8 network entries using 960 bytes of memory

8 path entries using 416 bytes of memory

5/4 BGP path/bestpath attribute entries using 620 bytes of memory

2 BGP AS-PATH entries using 48 bytes of memory

0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory

0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory

Bitfield cache entries: current 1 (at peak 1) using 32 bytes of memory

BGP using 2076 total bytes of memory

BGP activity 8/0 prefixes, 8/0 paths, scan interval 60 secs

Neighbor V AS MsgRcvd MsgSent TblVer InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd

21.21.21.2 4 1 20 17 10 0 0 00:12:26 5

R-4#

Рис. 10. Результат роботи команди **show ip bgp summary** для маршрутизатора R-4

**Завдання на лабораторну роботу**

1. У середовищі віртуальної мережевої лабораторія eve.ztu.edu.ua створити проєкт мережі (рис. 11). Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 1



Рис. 11. Проект мережі

2. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього використовувати дані табл. 4. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 2.

3. На маршрутизаторах мережі налагодити функціонування протоколу BGP. Маршрутизацію всередині автономних систем налаштувати відповідно до даних табл. 5. Налаштувати редистрибуцію маршрутів.

4. Дослідити особливості отримання службової та діагностичної інформації протоколу за допомогою відповідних команд.

5. Дослідити процеси передачі даних між вузлами віддалених підмереж. У разі відсутності зв’язку визначити проблеми та усунути їх.

Таблиця 3

**Параметри підмереж (каналів зв’язку)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіанта | Канал E | Канал F | Канал G |
| DCE | Clock rate, біт/с | Bandwidth, Кбіт\с | DCE | Clock rate, біт/с | Bandwidth, Кбіт\с | DCE | Clock rate, біт/с | Bandwidth, Кбіт\с |
| 1 | R\_G\_N\_1 | 9600 | 64 | R\_G\_N\_3 | 500000 | 128 | R\_G\_N\_3 | 72000 | 192 |
| 2 | R\_G\_N\_1 | 1000000 | 128 | R\_G\_N\_3 | 800000 | 192 | R\_G\_N\_2 | 500000 | 256 |
| 3 | R\_G\_N\_1 | 38400 | 192 | R\_G\_N\_1 | 1000000 | 256 | R\_G\_N\_2 | 64000 | 320 |
| 4 | R\_G\_N\_1 | 250000 | 256 | R\_G\_N\_1 | 1300000 | 320 | R\_G\_N\_3 | 128000 | 384 |
| 5 | R\_G\_N\_2 | 64000 | 320 | R\_G\_N\_3 | 2000000 | 384 | R\_G\_N\_3 | 250000 | 448 |
| 6 | R\_G\_N\_2 | 128000 | 384 | R\_G\_N\_3 | 1000000 | 448 | R\_G\_N\_2 | 800000 | 512 |
| 7 | R\_G\_N\_2 | 125000 | 448 | R\_G\_N\_1 | 19200 | 512 | R\_G\_N\_3 | 128000 | 576 |
| 8 | R\_G\_N\_2 | 128000 | 512 | R\_G\_N\_1 | 2000000 | 576 | R\_G\_N\_2 | 19200 | 640 |
| 9 | R\_G\_N\_1 | 148000 | 576 | R\_G\_N\_3 | 56000 | 640 | R\_G\_N\_3 | 2000000 | 704 |
| 10 | R\_G\_N\_1 | 250000 | 640 | R\_G\_N\_3 | 19200 | 704 | R\_G\_N\_2 | 1000000 | 768 |
| 11 | R\_G\_N\_1 | 500000 | 704 | R\_G\_N\_1 | 9600 | 768 | R\_G\_N\_2 | 500000 | 832 |
| 12 | R\_G\_N\_1 | 800000 | 768 | R\_G\_N\_1 | 1000000 | 832 | R\_G\_N\_3 | 800000 | 896 |
| 13 | R\_G\_N\_2 | 1000000 | 832 | R\_G\_N\_3 | 38400 | 896 | R\_G\_N\_3 | 1000000 | 960 |
| 14 | R\_G\_N\_2 | 1300000 | 896 | R\_G\_N\_3 | 250000 | 960 | R\_G\_N\_2 | 1300000 | 1024 |
| 15 | R\_G\_N\_2 | 2000000 | 960 | R\_G\_N\_1 | 64000 | 1024 | R\_G\_N\_3 | 2000000 | 1088 |

 Таблиця 4

**Дані для адресації підмереж**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіанта | Підмережа A | ПідмережаB | Підмережа C |
| ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс |
|  | 193.G.N.0 | /25 | 193.G.N.128 | /25 | 194.G.N.0 | /29 |
|  | 193.G.N.0 | /26 | 193.G.N.64 | /26 | 194.G.N.8 | /29 |
|  | 193.G.N.128 | /26 | 193.G.N.192 | /26 | 194.G.N.16 | /29 |
|  | 193.G.N.0 | /27 | 193.G.N.32 | /27 | 194.G.N.24 | /29 |
|  | 193.G.N.64 | /27 | 193.G.N.96 | /27 | 194.G.N.32 | /29 |
|  | 193.G.N.128 | /27 | 193.G.N.160 | /27 | 194.G.N.40 | /29 |
|  | 193.G.N.192 | /27 | 193.G.N.224 | /27 | 194.G.N.48 | /29 |
|  | 193.G.N.0 | /28 | 193.G.N.16 | /28 | 194.G.N.56 | /29 |
|  | 193.G.N.32 | /28 | 193.G.N.48 | /28 | 194.G.N.64 | /29 |
|  | 193.G.N.64 | /28 | 193.G.N.80 | /28 | 194.G.N.72 | /29 |
|  | 193.G.N.96 | /28 | 193.G.N.112 | /28 | 194.G.N.0 | /28 |
|  | 193.G.N.128 | /28 | 193.G.N.144 | /28 | 194.G.N.16 | /28 |
|  | 193.G.N.160 | /28 | 193.G.N.176 | /28 | 194.G.N.32 | /28 |
|  | 193.G.N.192 | /28 | 193.G.N.208 | /28 | 194.G.N.48 | /28 |
|  | 193.G.N.224 | /28 | 193.G.N.240 | /28 | 194.G.N.64 | /28 |

Таблиця 5

**Протоколи маршрутизації для автономних систем**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ варіанту** | **AS GN01** | **AS GN02** | **AS GN03** |
| 1 | OSPF | RIP | EIGRP |
| 2 | RIP | EIGRP | OSPF |
| 3 | EIGRP | OSPF | RIP |
| 4 | OSPF | RIP | EIGRP |
| 5 | RIP | EIGRP | OSPF |
| 6 | EIGRP | OSPF | RIP |
| 7 | OSPF | RIP | EIGRP |
| 8 | RIP | EIGRP | OSPF |
| 9 | EIGRP | OSPF | RIP |
| 10 | OSPF | RIP | EIGRP |
| 11 | RIP | EIGRP | OSPF |
| 12 | EIGRP | OSPF | RIP |
| 13 | OSPF | RIP | EIGRP |
| 14 | RIP | EIGRP | OSPF |
| 15 | EIGRP | OSPF | RIP |