

Практична робота 6

НАЛАШТУВАННЯ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ ДИНАМІЧНОГО КОНФІГУРУВАННЯ ВУЗЛІВ DHCP

Мета заняття: ознайомитися з особливостями функціонування та налагодження роботи протоколу динамічного конфігурування вузлів DHCP на обладнанні Cisco; отримати практичні навички налагодження, моніторингу та діагностування роботи DHCP-сервера на базі маршрутизатора Cisco; дослідити процес роботи протоколу DHCP та процеси передачі даних у побудованій мережі.

Теоретичні відомості

Загальні відомості про технології та протоколи логічної адресації в IP-мережах

Для забезпечення ефективного функціонування будь-якого вузла в IP-мережі його мережевому адаптеру/інтерфейсу необхідно призначити такі параметри логічної адресації:

- IP-адресу адаптера/інтерфейсу;
- маску/префікс мережі (підмережі);
- IP-адресу шлюзу за замовчуванням;
- IP-адресу DNS-сервера.

Для функціонування вузла у локальній мережі, яка не має підключення до іншої мережі, достатньо призначити лише перші два параметри. Коли ж виникає потреба забезпечити міжмережевий обмін між локальними мережами або підключення до глобальної мережі, необхідно встановлювати IP-адресу шлюзу за замовчуванням. У деяких випадках таких адрес може бути кілька. Для забезпечення доступу до ресурсів серверів з використанням символічних доменних імен вузлів необхідно встановлювати IP-адресу DNS-сервера. У

більшості ОС передбачена можливість використання кількох IP-адрес DNS-серверів.

Призначення параметрів IP-адресації може здійснюватися як статично адміністратором, так динамічно з використанням спеціальних технологій та протоколів. Статично параметри призначаються вузлам, які постійно знаходяться у мережі. Це можуть бути як кінцеві вузли (сервери, стаціонарні робочі станції, мережеві принтери тощо), так і комунікаційні пристрої (комутатори, маршрутизатори, точки доступу, міжмережеві екрани тощо). Динамічно параметри призначаються вузлам, які мігрують між мережами. Це можуть бути переносні робочі станції (ноутбуки), планшети тощо.

Серед засобів динамічного призначення у першу чергу необхідно згадати такі технології та протоколи:

- технологія автоматичного самопризначення адрес APIPA (Automatic Private IP Addressing);
- протокол динамічного конфігурування вузлів DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol);
- протокол віддаленого завантаження BOOTP (Bootstrap Protocol).

Технологія APIPA реалізована як для IP версії 4, так і для IP версії 6. У першому випадку передбачається самопризначення IP-адрес з адресного діапазону мережі 169.254.0.0/16, у другому – з адресного діапазону мережі FE80::/64. Програмно технологія APIPA реалізована як складова DHCP-клієнта.

Протокол DHCP реалізовано за клієнт-серверною схемою. DHCP-клієнт звертається з запитом про надання адресної інформації до DHCP-сервера. DHCP-сервер обслуговує запити клієнтів, відстежує актуальність бази даних виданих і вільних адрес, контролює активність вузлів та виконує інші сервісні операції. Окрім сервера та клієнта в протоколі DHCP реалізується ще один вид вузла – зв'язний агент, який використовується для пересилки запитів між клієнтами і серверами, що розташовані у різних IP-мережах.

Призначення параметрів IP-адресації за допомогою засобів протоколу DHCP (надалі призначення IP-адрес) може бути виконано одним з трьох способів:

- динамічне призначення IP-адрес;
- автоматичне призначення IP-адрес;
- ручне призначення IP-адреси.

При динамічному призначенні IP-адрес DHCP-сервер видає DHCP-клієнту будь-яку вільну IP-адресу на обмежений час. При автоматичному призначенні IP-адрес DHCP-сервер спочатку видає DHCP-клієнту будь-яку вільну IP-адресу, запам'ятовує параметри клієнта (фізичну, MAC-адресу) і при наступних спробах отримання адреси цим клієнтом видає лише її. При ручному призначенні IP-адреса призначається адміністратором DHCP-клієнту по його MAC-адресі, відповідність IP-адреса-MAC-адреса зберігається у відповідній базі даних чи файлі, а DHCP-сервер використовується лише для передачі IP-адреси. Якщо MAC-адреса вузла відсутня, то IP-адреса не видається.

Кожен із способів має свої переваги і недоліки. Динамічне призначення IP-адрес з одного боку забезпечує можливість швидкого призначення параметрів IP-адресації великій кількості клієнтів, а з іншого – дає можливість вузлу зловмисника безпроблемно отримати IP-адресу, визначити всі параметри адресації мережі і на основі отриманої інформації надалі виконувати атаки на певні вузли чи групи вузлів мережі. Ручне призначення IP-адрес з одного боку вимагає володіння повною інформацією про фізичні та логічні адреси вузлів та вимагає набагато більше часу на налагодження DHCP-сервера, з іншого – забезпечує вищий рівень захисту, тобто ускладнює завдання зловмисникові.

Усі сучасні мережеві серверні ОС мають у своєму складі реалізовані розробниками DHCP-сервери. Усі сучасні мережеві клієнтські ОС мають у своєму складі DHCP-клієнти. Більшість сучасних виробників маршрутизаторів

(зокрема Cisco, Huawei, Juniper) реалізуються підтримку функціонування як DHCP-серверів, так і DHCP-клієнтів та зв'язних агентів на своїх пристроях.

Порядок налагодження DHCP-сервера на базі маршрутизатора Cisco

У практиці побудови мереж маршрутизатор Cisco у більшості випадків налагоджується як DHCP-сервер, у деяких випадках – як зв'язний агент DHCP і досить рідко – як DHCP-клієнт. Налагодження функціонування DHCP-сервера на базі маршрутизатора Cisco згідно з рекомендаціями виробника складається із певних обов'язкових та необов'язкових етапів. Порядок виконання згаданих етапів є таким:

1. Включити функціонування DHCP-сервера на маршрутизаторі (залежно від ситуації, за замовчуванням запускається автоматично).
2. Налагодити DHCP Database Agent або відключити DHCP Conflict Logging (обов'язково).
3. Виключити IP-адреси, які не будуть призначатися DHCP-клієнтам (обов'язково).
4. Створити та налагодити набір (набори) IP-адрес, які будуть призначатися DHCP-клієнтам (обов'язково).
5. Налагодити ручне призначення IP-адрес (необов'язково).
6. Налагодити параметри завантажувального файлу для даного DHCP-сервера (необов'язково).
7. Зазначити кількість перевірочних запитів протоколу ICMP (необов'язково).
8. Встановити значення тайм-ауту для перевірочних запитів протоколу ICMP (необов'язково).

При налагодженні зв'язного агента DHCP для даного порядку додаються наступні етапи:

1. Активувати Cisco IOS DHCP-клієнта на інтерфейсах Ethernet/Fast Ethernet ... (необов'язково).
2. Налагодити параметри імпорту опцій DHCP-сервера та автоконфігурування (необов'язково).
3. Налагодити параметри опцій зв'язного агента DHCP в повідомленнях BOOTREPLY (необов'язково).
4. Налагодити параметри політики передачі для зв'язного агента DHCP (необов'язково).
5. Активувати додаткові можливості зв'язного агента DHCP (необов'язково).

На практиці можливе застосування іншого порядку.

Команди налагодження DHCP-сервера на базі маршрутизатора Cisco

Включення функціонування DHCP-сервера на маршрутизаторі Cisco виконується командою *service dhcp*. Виключення – командою *no service dhcp*. За замовчуванням на маршрутизаторі Cisco DHCP-сервер є включеним. Якщо використання DHCP-сервера не планується, то з метою підвищення рівня захисту пристрою рекомендується даний функціонал відключати.

Основною командою, від якої походить більшість команд для налагодження засобів протоколу DHCP у Cisco IOS є команда *ip dhcp*. Перелік та призначення похідних команд можна отримати за допомогою інтерактивної довідки командного рядка. У більшості випадків у режимі конфігурування протоколу маршрутизації доступними є такі команди *ip dhcp excluded-address*, *ip dhcp pool*, *ip dhcp relay*. У деяких випадках використовуються і інші команди. Призначення та синтаксис основних команд наведено нижче.

Створення або редагування набору (пулу) адрес, які будуть видаватися DHCP-клієнтами, виконується командою *ip dhcp pool*. Після виконання даної команди здійснюється перехід до режиму налагодження протоколу DHCP. У

цьому режимі наявно більше ніж 25 команд, які стосуються різних аспектів налагодження пулу адрес протоколу DHCP.

Після переходу до режиму налагодження протоколу DHCP наступним кроком є зазначення IP-адреси та маски (префікса) мережі, адреси якої будуть призначатися DHCP-клієнтам. Для цього використовується команда *network*. Ще одним важливим кроком є зазначення IP-адреси шлюзу за замовчуванням для даної мережі. Для цього використовується команда *default-router*. Можливе використання до 8 шлюзів. На практиці достатньо одного. Наступним (необов'язковим) кроком є зазначення сервера (серверів) служби DNS. Для цього виконується команда *dns-server*. IP-адреси, що вказуються як параметри цих команд, можуть належати іншим мережам. DHCP-сервер може також видавати назву домену. Для цього використовується команда *domain-name*.

Для вилучення з пулу IP-адрес, які не будуть призначатися, використовується команда *ip dhcp excluded-address*. Цією командою можна вилучити як одну адресу, так і певний діапазон адрес. З метою усунення конфліктів вилучення IP-адрес рекомендується виконувати перед створенням пулу.

Перед виділенням IP-адреси з пулу алгоритмом роботи DHCP-сервера передбачена попередня перевірка, чи дійсно дана адреса є вільною. Для цього DHCP-сервер двічі посилає ICMP-запит за даною адресою. Якщо відповіді на запит немає, то DHCP-сервер вважає, що адреса є вільною і надає її клієнтові.

Синтаксис команди *ip dhcp pool* (режим глобального конфігурування):

```
ip dhcp pool name,
```

де **name** – текстова назва (англійською мовою) набору IP-адрес, які будуть призначатися.

Синтаксис команди *network* (режим конфігурування протоколу DHCP):

```
network network_IP-address  
[network_mask | /prefix-length],
```

де **network_IP-address** – IP-адреса мережі, з якої призначаються IP-адреси вузлам;

network_mask – маска мережі для IP-адреси, що призначається, записана у звичайній формі (необов'язково, може вказуватися префікс);

prefix-length – довжина префікса для IP-адреси, що призначається (необов'язково, може вказуватися маска).

Синтаксис команди **domain-name** (режим конфігурування протоколу DHCP):

```
domain-name domain_name,
```

де **domain_name** – текстова назва домену для клієнта.

Синтаксис команди **default-router** (режим конфігурування протоколу DHCP):

```
default-router IP-address [IP-address2 ... IP-address8],
```

де **IP-address** – IP-адреса першого шлюзу за замовчуванням;

IP-address2 ... – IP-адреса наступного шлюзу за замовчуванням.

Синтаксис команди **dns-server** аналогічний синтаксису команди **default-router**.

Синтаксис команди **ip dhcp excluded-address** (режим глобального конфігурування):

```
ip dhcp excluded-address low_IP_address  
[high_IP_address],
```

де **low_IP_address** – початкова IP-адреса діапазону (вона вказується також у випадку, якщо вилучається одна адреса);

high_IP_address – кінцева IP-адреса діапазону.

З синтаксисом та особливостями використання решти команд можна ознайомитися у технічній документації.

Сценарій налагодження маршрутизатора як DHCP-сервера наведено нижче:

```

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0/0
Router(config-if)#description LAN_A
Router(config-if)#ip address 195.1.1.1 255.255.255.240
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0/0, changed
state to up

Router(config-if)#exit
Router(config)#ip dhcp excluded-address 195.1.1.1
Router(config)#ip dhcp excluded-address 195.1.1.9 195.1.1.14
Router(config)#ip dhcp pool LAN_A
Router(dhcp-config)#network 195.1.1.0 255.255.255.240
Router(dhcp-config)#default-router 195.1.1.1
Router(dhcp-config)#domain-name my.net
Router(dhcp-config)#dns-server 196.1.1.10
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#

```

З метою перегляду інформації про роботу протоколу DHCP на маршрутизаторі Cisco використовуються команди `show ip dhcp pool`, `show ip dhcp binding`, `show ip dhcp server statistics`. Результати роботи цих команд для маршрутизатора наведено нижче:

```

Router#show ip dhcp pool

Pool LAN_A :
Utilization mark (high/low)      : 100 / 0
Subnet size (first/next)         : 0 / 0
Total addresses                   : 14
Leased addresses                  : 4
Excluded addresses                : 2
Pending event                     : none

1 subnet is currently in the pool
Current index      IP address range      Leased/Excluded/
Total
195.1.1.1         195.1.1.1      - 195.1.1.14    4 / 2 / 14

```

```

Router#show ip dhcp binding
IP address      Client-ID/
                Hardware address      Lease expiration      Type
195.1.1.2      0030.A350.9520      --                    Automatic
195.1.1.3      0060.5C86.B130      --                    Automatic
195.1.1.4      0040.0BEE.57C3      --                    Automatic
195.1.1.5      0001.4211.23C7      --                    Automatic

```


Хід роботи

1. В середовищі Cisco Packet Tracer створити проект мережі (рис. 1). При побудові звернути увагу на вибір моделей мережевих пристроїв, мережевих модулів та адаптерів, а також мережевих з'єднань. Різновиди технологій Ethernet для підмереж А, В, С обираються довільно. Кожну з підключених локальних мереж А та В показати за допомогою комутаторів та точок доступу. Для вибору кількості серверів, комутаторів, точок доступу скористатися даними табл. 1. Кількість підключених робочих станцій та мережевих принтерів для кожної мережі – довільна, але не менше 2-х пристроїв одного типу на один комутатор або одну точку доступу. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 2.

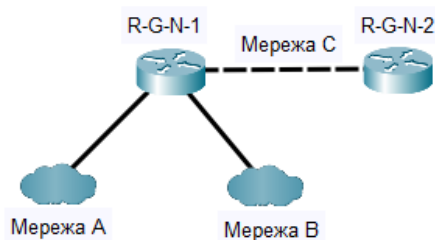


Рисунок 1 – Проект локальної мережі

Примітка: на схемі замість літери G вказати номер групи, замість N – номер варіанту

Таблиця 1 – Варіанти завдання

Варіант	Мережа А					Мережа В				
	Робочі станції	Сервери	Принтери	Комутатори	Точки доступу	Робочі станції	Сервери	Принтери	Комутатори	Точки доступу
1	50	3	5	2	1	40	2	4	2	2
2	65	3	6	2	2	20	1	3	2	1
3	13	2	2	3	1	50	2	5	3	2
4	122	2	8	3	2	22	1	2	3	1
5	50	2	5	2	1	40	2	4	3	2

6	240	5	12	2	2	30	5	3	3	1
7	140	3	10	3	1	20	2	2	2	2
8	220	4	15	3	2	58	3	5	2	1
9	144	3	13	2	0	140	4	14	2	3
10	20	2	2	2	3	120	3	12	2	0
11	51	3	3	3	0	80	3	8	3	3
12	192	4	18	3	3	14	1	2	3	0
13	232	5	16	2	0	80	3	10	2	2
14	100	3	10	2	0	50	2	10	2	1
15	200	4	20	2	2	100	4	15	2	0
16	26	1	4	2	1	14	1	2	2	0
17	24	3	6	3	1	30	2	5	3	2
18	28	2	8	3	2	62	3	6	3	1
19	62	2	8	2	0	126	3	13	2	3
20	126	3	15	2	3	255	5	25	2	0
21	50	2	5	2	0	70	2	7	2	2
22	140	5	12	2	0	28	1	3	2	1
23	200	5	28	2	1	50	2	5	2	2
24	50	1	5	2	2	100	2	12	2	1
25	40	2	4	2	1	80	3	10	3	2
26	90	3	9	2	2	110	3	11	3	1
27	120	5	12	2	0	240	4	28	2	3
28	50	2	5	2	3	120	2	10	2	0
29	240	3	24	3	1	150	3	15	3	2
30	42	2	4	3	2	24	2	3	3	1

Таблиця 2 – Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Комутатор SW-1 (Cisco 2960-24TT-L)	Console	Робоча станція WS-MGMT	RS-232 (USB)
	Gi0/1	Сервер Serv-A-1	Gi0
	Fa0/1	Робоча станція WS-A-1	Fa0
	Fa0/24	Робоча станція WS-A-2	Fa0
Робоча станція WS-MGMT	RS-232 (USB)	Комутатор SW-1 (Cisco 2960-24TT-L)	Console
Сервер Serv-A-1	Gi0		Gi0/1
Робоча станція WS-A-1	Fa0		Fa0/1
Робоча станція WS-A-2	Fa0		Fa0/24

2. Розробити узагальнену схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними табл. 1 і табл. 3. При виконанні розрахунків звернути увагу на те, що динамічне призначення параметрів IP-адресації буде застосовуватися на робочих станціях мереж А та В та інтерфейсі маршрутизатора R-G-N-2, через яких здійснено підключення до маршрутизатора R-G-N-1. На всіх інтерфейсах маршрутизатора R-G-N-1, точках доступу, серверах та мережевих принтерах параметри IP-адресації зазначаються статично. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 4.

Таблиця 3 – IP-адреси підмереж

Варіант	IP-адреси мереж		
	Мережа А	Мережа В	Мережа С
1	191.G.N.0	192.G.N.0	193.G.N.N/30
2	192.G.N.0	193.G.N.0	194.G.N.N/30
3	193.G.N.0	194.G.N.0	195.G.N.N/30
4	194.G.N.0	195.G.N.0	196.G.N.N/30
5	195.G.N.0	196.G.N.0	197.G.N.N/30
6	196.G.N.0	197.G.N.0	198.G.N.N/30
7	197.G.N.0	198.G.N.0	199.G.N.N/30
8	198.G.N.0	199.G.N.0	200.G.N.N/30
9	199.G.N.0	200.G.N.0	201.G.N.N/30
10	200.G.N.0	201.G.N.0	202.G.N.N/30
11	201.G.N.0	202.G.N.0	203.G.N.N/30
12	202.G.N.0	203.G.N.0	204.G.N.N/30
13	203.G.N.0	204.G.N.0	205.G.N.N/30
14	204.G.N.0	205.G.N.0	206.G.N.N/30
15	205.G.N.0	206.G.N.0	207.G.N.N/30
16	206.G.N.0	207.G.N.0	208.G.N.N/30
17	207.G.N.0	208.G.N.0	209.G.N.N/30
18	208.G.N.0	209.G.N.0	210.G.N.N/30
19	209.G.N.0	210.G.N.0	211.G.N.N/30
20	210.G.N.0	211.G.N.0	212.G.N.N/30
21	211.G.N.0	212.G.N.0	213.G.N.N/30
22	212.G.N.0	213.G.N.0	214.G.N.N/30

23	213.G.N.0	214.G.N.0	215.G.N.N/30
24	214.G.N.0	215.G.N.0	216.G.N.N/30
25	215.G.N.0	216.G.N.0	217.G.N.N/30
26	216.G.N.0	217.G.N.0	218.G.N.N/30
27	217.G.N.0	218.G.N.0	219.G.N.N/30
28	218.G.N.0	219.G.N.0	220.G.N.N/30
29	219.G.N.0	220.G.N.0	221.G.N.N/30
30	220.G.N.0	221.G.N.0	222.G.N.N/30

Примітка: замість літери G вказати номер групи, замість N – номер варіанту

Таблиця 4 – Узагальнений розподіл IP-адрес мережі за використанням

Вид адрес	Кіль- кість	Діапазони IP-адрес/ Окремі IP-адреси	Адреси DHCP- сервером
Динамічні IP-адреси	7	195.1.1.2–195.1.1.8	призначаються
Статичні IP-адреси	4	195.1.1.1, 195.1.1.12–195.1.1.14	не
Адреси, що не використовуються	3	195.1.1.9–195.1.1.11	призначаються

3. З врахуванням даних п. 3. провести розподіл IP-адрес. Дані розподілу навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 5.

Таблиця 5 – Параметри адресації мережі для прикладу

Мережа/Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска	Пре фікс
Мережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	195.10.1.254	255.255.255.0	/24
	Інтерфейс Fa0/1	196.10.1.254	255.255.255.0	/24
Сервер Serv-1	Мережевий адаптер	195.10.1.253	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.10.1.254	–	–
Робоча станція WS-A1	Мережевий адаптер	DHCP		
	Шлюз за замовчуванням			
Робоча станція WS-A2	Мережевий адаптер	DHCP		
	Шлюз за замовчуванням			

4. Провести базове налагодження пристроїв, інтерфейсів та каналів зв'язку побудованої мережі. При налагодженні пристроїв безпроводних сегментів локальної мережі А використовувати унікальні ідентифікатори (SSID) вигляду SSID-A-G-N-X, локальної мережі В – вигляду SSID-B-G-N-X. Для пристроїв мережі, що використовують статичне призначення, виконати налагодження параметрів IP-адресації відповідно до даних, які отримані у п. 2, 3. Перевірити наявність зв'язку між сусідніми парами пристроїв.

5. Провести налагодження функціонування DHCP-сервера на маршрутизаторі R-G-N-1 з урахуванням даних розрахунку п. 2, 3 та даних табл. 3.

6. Провести налагодження функціонування маршрутизатора R-G-N-2 та робочих станцій як DHCP-клієнтів.

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