

## **Тема 10. Призначення та класифікація протоколів маршрутизації. Конфігурування статичних маршрутів. Віртуальні мережі**

*Маршрутизація* (Routing) – процес визначення маршруту прямування інформації між мережами. Маршрутизатор приймає рішення, що базується на IP-адресі отримувача пакету. Для того, щоб переслати пакет далі, всі пристрої на шляху слідування використовують IP-адресу отримувача. Для прийняття правильного рішення маршрутизатор має знати напрямки і маршрути до віддалених мереж.

Є два типи маршрутизації:

- статична маршрутизація – маршрути задаються вручну адміністратором.
- динамічна маршрутизація – маршрути обчислюються автоматично за допомогою протоколів динамічної маршрутизації – RIP, OSPF, EIGRP, IS-IS, BGP, HSRP та ін, які отримують інформацію про топологію і стан каналів зв'язку від інших маршрутизаторів у мережі.

### **10.1 Протоколи маршрутизації**

*Протокол маршрутизації* – мережевий протокол, який використовується маршрутизаторами для визначення можливих маршрутів прямування даних в комп'ютерній мережі. Застосування протоколу маршрутизації дозволяє уникнути ручного введення всіх допустимих маршрутів, що, у свою чергу, знижує кількість помилок, забезпечує узгодженість дій всіх маршрутизаторів в мережі і полегшує роботу адміністраторів.

Протоколи маршрутизації діляться на два види, що залежать від типів алгоритмів, на яких вони засновані (або можуть бути гібридними – поєднувати обидва підходи):

- дистанційно-векторні протоколи;
- протоколи стану каналу зв'язку.

Також протоколи маршрутизації діляться на два види залежно від сфери застосування:

- міждоменна маршрутизація;
- внутрішньодомenna маршрутизація.

Дистанційно-векторні протоколи отримали свою назву завдяки алгоритму на якому базується їх робота.

Свою назву алгоритм отримав внаслідок того, що ні після завершення роботи алгоритму, ні в процесі її, жодна вершина не має топологічних відомостей про жодний маршрут. Кожен виявлений шлях представлений лише вершиною-адресатом, вагою шляху та наступною вершиною на шляху до вершини-адресату, і представлення шляху не містить проміжних вершин та ребер. Вага шляху – це дистанція, а вершина-адресат і наступна вершина – вектор.

Завдання, яке вирішує дистанційно-векторний алгоритм, – це завдання знаходження найкоротших шляхів між вершинами графу. Граф – це математична абстракція, у якій вершини з'єднані між собою ребрами. Кожне ребро має деяку вагу його використання. Шлях між двома вершинами є набором проміжних ребер та вершин, що з'єднують дві вихідні вершини. Вага маршруту визначається як сума ваг ребер, що формують його. Найкоротшим маршрутом між двома вершинами вважається маршрут з найменшою вагою.

Дистанційно-векторні протоколи:

- RIP – Routing Information Protocol;
- IGRP – Interior Gateway Routing Protocol (ліцензійний (пропріетарний) протокол Cisco Systems);
- BGP – Border GateWay Protocol;
- EIGRP – Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (гібридний протокол – поєднує властивості дистанційно-векторних протоколів та протоколів стану каналу зв'язку; ліцензійний протокол Cisco Systems);
- AODV – Ad hoc On-Demand Distance Vector.

Протокол стану зв'язку виконується кожним вузлом комутації в мережі (тобто вузлами, які готові пересилати пакети – маршрутизаторами). Основна концепція маршрутизації за станом зв'язку полягає в тому, що кожен вузол створює карту з'єднання з мережею у формі графіка, який показує, які вузли з'єднані з іншими вузлами. Потім кожен вузол незалежно обчислює наступний найкращий логічний шлях від нього до кожного можливого пункту призначення в мережі. Потім кожна колекція найкращих шляхів формує таблицю маршрутизації кожного вузла.

Протоколи стану каналу зв'язку:

- IS-IS – Intermediate System to Intermediate System (стек OSI);
- OSPF – Open Shortest Path First;
- NLSP – NetWare Link-Services Protocol (стек Novell);
- HSRP і CARP – протоколи резервування шлюзу у Ethernet-мережі.
- OLSR – Optimized Link-State Routing.

Протокол міждоменної маршрутизації – це протокол IP-маршрутизації, який використовується для обміну інформацією про маршрути між автономними системами. Цей обмін має вирішальне значення для обміну даними через Інтернет.

Протоколи міждоменної маршрутизації:

- EGP
- BGP
- IDRP
- IS-IS level 3

Протокол внутрішньодоменної маршрутизації – це тип протоколу, який використовується для обміну інформацією про маршрутизацію між шлюзами (зазвичай маршрутизаторами) в межах автономної системи (наприклад, системи корпоративних локальних мереж). Потім цю інформацію про маршрутизацію можна використовувати для маршрутизації протоколів мережевого рівня, таких як IP.

Протоколи внутрішньодоменної маршрутизації:

- RIP
- IS-IS level 1-2
- OSPF
- IGRP
- EIGRP

## 10.2 Таблиця маршрутизації

*Таблиця маршрутизації* (routing table) – електронна таблиця (файл) або база даних, що зберігається на маршрутизаторі або мережевому комп'ютері, що описує відповідність між адресами призначення і інтерфейсами, через які слід відправити пакет даних до наступного маршрутизатора. Є найпростішою формою правил маршрутизації.

Таблиця маршрутизації зазвичай містить:

- адресу мережі або вузла призначення, або вказівку, що маршрут є маршрутом за замовченням (default route);
- маску мережі призначення (для IPv4-мереж маска /32 (255.255.255.255) дозволяє вказати одиничний вузол мережі);
- шлюз, що позначає адресу маршрутизатора в мережі, на яку необхідно надіслати пакет, що прямує до вказаної адреси призначення;
- інтерфейс (залежно від системи це може бути порядковий номер, GUID або символічне ім'я пристрою);
- метрику – числовий показник, що задає перевагу маршруту. Чим менше число, тим кращий маршрут (інтуїтивно представляється як відстань).

У таблиці може бути один, а в деяких операційних системах і кілька шлюзів за замовченням. Такий шлюз використовується для мереж для яких немає більш конкретних маршрутів в таблиці маршрутизації.

### 10.3. Статична маршрутизація

Статична маршрутизація – вид маршрутизації, при якому маршрути вказуються в явному вигляді при конфігурації маршрутизатора. Вся маршрутизація при цьому відбувається без участі будь-яких протоколів маршрутизації.

Під час встановлення статичного маршруту вказується:

- адреса мережі (на яку маршрутизується трафік), маска мережі;
- адреса шлюзу (вузла), який сприяє подальшій маршрутизації (або підключений до мережі, що маршрутизується безпосередньо);
- (опційно) метрика маршруту. За наявності кількох маршрутів на ту саму мережу деякі маршрутизатори вибирають маршрут з мінімальною метрикою.

В деяких маршрутизаторах можна вказати інтерфейс, на який слід направити трафік мережі та вказати додаткові умови, згідно з якими вибирається маршрут (наприклад, у маршрутизаторах Cisco).

Оскільки статичні маршрути конфігуруються вручну, будь-які зміни мережної топології вимагають участі адміністратора для додавання і видалення статичних маршрутів відповідно до змін. У великих мережах підтримка таблиць маршрутизації вручну може вимагати величезних витрат часу адміністратора. У невеликих мережах це робити легше. Статична маршрутизація не має можливості масштабування, яку має динамічна маршрутизація через додаткові вимоги до налаштування і втручання адміністратора. Але і у великих мережах часто конфігуруються статичні маршрути для спеціальних цілей у комбінації з протоколами динамічної маршрутизації, оскільки статична маршрутизація є стабільнішою і вимагає мінімум апаратних ресурсів маршрутизатора для обслуговування таблиці.

Основні переваги:

- легкість налаштування та конфігурування в малих мережах;
- відсутність додаткових накладних витрат (через відсутність протоколів маршрутизації);

- миттєва готовність (не потрібний інтервал для конфігурування/підналаштування);
- низьке навантаження на процесор маршрутизатора;
- передбачуваність у кожний момент часу.

Недоліки:

- дуже погане масштабування (додавання (N+1)-ї мережі вимагає зробити  $2*(N+1)$  записів про маршрути, причому більшості маршрутизаторів таблиця маршрутів буде різною, при  $N > 3-4$  процес конфігурування стає дуже трудомістким);
- низька стійкість в ситуаціях, коли обрив відбувається між пристроями другого рівня і порт маршрутизатора не отримує статусу down;
- відсутність динамічного балансування навантаження;
- необхідність ведення окремої документації до маршрутів, проблема синхронізації документації та реальних маршрутів.

#### **10.4 Віртуальні приватні мережі**

VLAN (Virtual Local Area Network – віртуальна локальна комп'ютерна мережа) – є групою хостів з загальним набором вимог, що взаємодіють так, ніби вони приєднані до одного домену, незалежно від їх фізичного розташування. VLAN має ті самі атрибути, як і фізична локальна мережа, але дозволяє кінцевим станціям бути згрупованими разом, навіть якщо вони не перебувають на одному мережевому комутаторі. Реконфігурація мережі може бути зроблена за допомогою програмного забезпечення замість фізичного переміщення пристроїв.

VLAN, які створені, щоб забезпечити послуги сегментації, зазвичай надаються маршрутизаторами в конфігурації локальної мережі. VLAN, розглядають такі питання, як масштабованість, безпека та керування мережею. Маршрутизатори в топологіях VLAN забезпечують фільтрацію, безпеку, узагальнення адрес та керування трафіком. За визначенням, комутатори не

можуть з'єднувати IP-трафік між мережами VLAN, оскільки це буде порушенням цілісності широкомовного домену VLAN.

Це також корисно, якщо хтось хоче створити кілька мереж 3-го рівня на тому ж комутаторі 2 рівня. Наприклад, якщо сервер DHCP (який буде перевіряти його наявність) підключений до комутатора він буде обслуговувати будь-який вузол, який налаштований на отримання свого IP від сервера DHCP. За допомогою віртуальних локальних мереж можна легко розділити мережу так, щоб вузли не використовували цей сервер DHCP і отримували локальні адреси, або отримували адресу з іншого серверу DHCP.

Віртуальні локальні мережі 2-го рівня конструкції є важливими, порівняно з IP-підмережами, які є конструкціями 3-го рівня. При використанні VLAN, можна керувати пакетами трафіку і швидко реагувати на переміщення. Мережі VLAN забезпечують гнучкість, щоб адаптуватися до змін у мережі вимогам і дозволяють спрощене адміністрування.