

Тема 4. Адресація комп'ютерів в мережі. Фізична структуризація мережі. Логічна та фізичні топології

Мережевий рівень відповідає за можливість доставки пакетів по мережі передачі даних – сукупності сегментів мережі, об'єднаних в єдину мережу будь-якої складності за допомогою вузлів зв'язку, в якій є можливість досягнення з будь-якої точки мережі в будь-яку іншу.

У зв'язку з необхідністю перенаправляти пакети з одного сегмента мережі в іншій, мережеві адреси повинні відповідати таким вимогам:

- адреси повинні бути унікальні. У мережі не може бути кількох учасників з однаковими адресами щоб уникнути неоднозначності.
- мережевий адреса повинна містити інформацію про те, як досягти одержувача по мережі.

Адресація в комп'ютерних мережах буває двох видів: фізична адресація (на основі MAC-адреси) і логічна (на основі IP-адреси).

4.1. Фізична адресація

MAC-адреса (Media Access Control – керування доступом до середовища) – унікальний ідентифікатор, який присвоюється кожній одиниці активного обладнання або деяким їх інтерфейсам в комп'ютерних мережах Ethernet.

При проектуванні стандарту Ethernet було передбачено, що кожна мережева карта (так само як і вбудований мережевий інтерфейс) повинна мати унікальний шестибайтовий номер (MAC-адресу), «прошитий» в ній при виготовленні. Цей номер використовується для ідентифікації відправника і одержувача; і передбачається, що при появі в мережі нового комп'ютера (або іншого пристрою, здатного працювати в мережі) адміністратору не доведеться налаштовувати цьому комп'ютеру MAC-адресу вручну.

Унікальність MAC-адрес досягається тим, що кожен виробник отримує в координуючому комітеті IEEE Registration Authority діапазон з шістнадцяти мільйонів (2^{24}) адрес і, в міру вичерпання виділених адрес, може запросити новий

діапазон. Тому за трьома старшими байтами MAC-адреси можна визначити виробника. Існують сайти та таблиці, що дозволяють визначити виробника за MAC-адресою.

У широкомовних мережах (таких, як мережі на основі Ethernet) MAC-адреса дозволяє унікально ідентифікувати кожен вузол мережі і доставляти дані тільки цьому вузлу. Таким чином, MAC-адреси формують основу мереж. Для перетворення MAC-адрес в адреси мережевого рівня і назад застосовуються спеціальні протоколи (наприклад, ARP і RARP в мережах IPv4, і NDP в мережах на основі IPv6).

Більшість мережевих протоколів канального рівня використовують 1 з 3 просторів MAC-адрес, керованих IEEE (або MAC-48, або EUI-48, або EUI-64).

Адреси MAC-48 найбільш поширені; вони використовуються в таких технологіях, як Ethernet, Token Ring, FDDI, WiMAX та ін. Вони складаються з 48 біт; таким чином, адресний простір MAC-48 налічує 2^{48} (або 281 474 976 710 656) адрес. Згідно з підрахунками IEEE, цього запасу адрес вистачить щонайменше до 2100 року.

Стандарти IEEE визначають 48-розрядну (6 октетів) MAC-адресу, яка розділена на чотири частини.

Перші 3 октети містять 24-бітний унікальний ідентифікатор організації (OUI), або код виробника (MFG), який виробник отримує в IEEE. При цьому, в найпершому октеті використовуються тільки 6 старших розрядів, а два молодших мають спеціальне призначення:

Наступні три октети – вибираються виробником для кожного екземпляра пристрою.

Таким чином, *глобально адміністрована MAC-адреса* пристрою *глобально унікальна* і зазвичай «защита» в апаратуру.

Адміністратор мережі має можливість, замість використання «защитої», призначити пристрою MAC-адресу на свій розсуд. Така *локально адміністрована MAC-адреса* вибирається довільно і може не містити інформації про виробника.

Приклад представлення MAC-адреси:

12-25-D3-C1-CC-6A

4.2. Логічна адресація

IP-адреса (Internet Protocol Address – «адреса Інтернет-протоколу») – унікальна мережева адреса вузла в комп'ютерній мережі, побудованій на основі стеку протоколів TCP/IP.

IP-адреса присвоюється мережевому інтерфейсу вузла. Зазвичай це мережева інтерфейсна плата (NIC), встановлена в пристрій. Прикладами призначених для користувача пристроїв з мережевими інтерфейсами можуть служити робочі станції, сервери, мережеві принтери і IP-телефони. Іноді в серверах встановлюють кілька NIC, у кожної з яких є своя IP-адреса. В інтерфейсів маршрутизатора, що забезпечує зв'язок з мережею IP, також є IP-адреса.

В 4-й версії (IPv4) IP-адреса являє собою 32-бітне число. Зручною формою запису IP-адреси (IPv4) є запис у вигляді чотирьох десяткових чисел значенням від 0 до 255, розділених крапками, наприклад, 192.168.0.3.

В 6-й версії IP-адреса (IPv6) є 128-бітною. Всередині адреси роздільником є двокрапка (2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334). Ведучі нулі допускається в запису опускаєти. Нульові групи, що йдуть підряд, можуть бути опущені, замість них ставиться подвійна двокрапка (fe80:0:0:0:0:0:1 можна записати як fe80::1). Більше одного такого пропуску в адресі не допускається.

4.2.1. Структура

IP-адреса складається з двох частин: номера мережі та номера вузла. В разі ізольованої мережі її адреса може бути обрана адміністратором зі спеціально зарезервованих для таких мереж блоків адрес (10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 або 192.168.0.0/24). Для виходу в глобальну мережу необхідно, щоб був IP з іншого блоку адрес, або в локальній мережі повинен бути сервер, що підміняє внутрішню IP-адресу (сіру) на зовнішню IP-адресу (білу), наприклад: проху

server, NAT. Якщо ж мережа повинна працювати як складова частина Інтернету, то адреса мережі видається провайдером або регіональним інтернет-реєстратором (Regional Internet Registry, RIR). Номер вузла в протоколі IP призначається незалежно від локальної адреси вузла. Маршрутизатор по визначенню входить відразу в кілька мереж. Тому кожен порт маршрутизатора має власну IP-адресу. Кінцевий вузол також може входити в кілька IP-мереж. У цьому випадку комп'ютер повинен мати кілька IP-адрес, по числу мережеских зв'язків. Таким чином, IP-адреса характеризує не окремий комп'ютер або маршрутизатор, а одне мережеве з'єднання.

Існує два способи визначення того, скільки біт відводиться на маску підмережі, а скільки – на IP-адресу.

Спочатку використовувалася класова адресація (INET), але з другої половини 90-х років ХХ століття вона була витіснена безкласовою адресацією (CIDR), при якій кількість адрес в мережі визначається маскою підмережі.

Часто зустрічається запис IP-адрес виду 192.168.5.0/24. Даний вид запису замінює собою вказання діапазону IP-адрес. Число після косої риски означає кількість одиничних розрядів в масці підмережі. Для наведеного прикладу маска підмережі буде мати двійковий вигляд:

11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000

або те ж саме в десятковому вигляді:

255 . 255 . 255 . 0

24 розряди IP-адреси відводяться під номер мережі, а інші $32 - 24 = 8$ розрядів повної адреси – під адреси хостів цієї мережі, адресу цієї мережі і ширококомовну адресу цієї мережі. Разом, 192.168.5.0/24 означає діапазон адрес хостів від 192.168.5.1 до 192.168.5.254, а також 192.168.5.0 – адреса мережі і 192.168.5.255 – ширококомовна адреса мережі.

4.2.2. Особливі IP-адреси

В протоколі IP існує кілька угод про особливу інтерпретацію IP-адрес: якщо всі виконавчі розряди IP-адреси рівні 1, то пакет з такою адресою

призначення повинен розсилатися всім вузлам, що знаходяться в тій же мережі, що й джерело цього пакета. Така розсилка називається обмеженим широкомовним повідомленням (limited broadcast). Якщо в полі номера вузла призначення стоять тільки одиниці, то пакет, що має таку адресу, розсилається всім вузлам мережі із заданим номером мережі. Наприклад, в мережі 192.168.5.0 з маскою 255.255.255.0 пакет з адресою 192.168.5.255 доставляється всім вузлам цієї мережі. Така розсилка називається широкомовним повідомленням (direct broadcast).

Слід враховувати, що деякі адреси є забороненими або службовими і їх не можна використовувати для адрес хостів або підмереж. Це адреси, що містять:

- 0 в першому або останньому байті;
- 255 в будь-якому байті (це широкомовні адреси);
- 127 в першому байті (внутрішня петля – ця адреса є в кожному хості і служить для зв'язування компонентів мережевого рівня).

Також зарезервованими є адреси:

- 100.64.0.0/10 – для використання в мережах сервіс-провайдера;
- 169.254.0.0/16 – каналні адреси. Підмережа використовується для автоматичного призначення IP операційною системою в разі, якщо налаштоване отримання адреси по DHCP, але жоден сервер не відповідає;
- 192.0.2.0/24, 198.51.100.0/24, 203.0.113.0/24 – зарезервовані для прикладів в документації;
- 192.88.99.0/24 – використовуються для розсилки найближчого вузла;
- 198.18.0.0/15 – для стендів тестування продуктивності;
- 224.0.0.0/4 – використовуються для багатоадресної розсилки;
- 240.0.0.0/4 – Зарезервовано для використання в майбутньому. Існує думка, що ця підмережа більше ніколи не буде використана, так як є більшість обладнання, не здатне посилати пакети в цю мережу.

Діапазони адрес:

- 10.0.0.0/8 – для великих локальних мереж;

- 172.16.0.0/16 – для великих локальних мереж, але застосовується рідше,
- 192.168.0.0/16 – для маленьких (невеликих) локальних мереж.

не можуть бути використані в мережі Internet, тому що віддані для використання в мережах безпосередньо не підключених до глобальної мережі.

4.2.3. Статичні та динамічні IP-адреси

IP-адресу називають статичною (постійною, незмінною), якщо вона призначається користувачем в налаштуваннях пристрою, або призначається автоматично при підключенні пристрою до мережі і не може бути присвоєний іншому пристрою.

IP-адресу називають динамічною (непостійною, змінною), якщо вона призначається автоматично при підключенні пристрою до мережі і використовується протягом обмеженого проміжку часу, зазначеного в сервісі призначившого IP-адресу (DHCP).

Для отримання IP-адреси клієнт може використовувати один з наступних протоколів:

- DHCP – найбільш поширений протокол налаштування мережевих параметрів.
- BOOTP – простий протокол налаштування мережевої адреси, зазвичай використовується для бездискових станцій.
- Zeroconf – протокол налаштування мережевої адреси, визначення імені, пошук служб.
- RARP – застарілий протокол, який використовує зворотню логіку (з апаратної адреси – в логічну) популярного і зараз в широкомовних мережах протоколу ARP.

4.2.4. Доменні імена та сайти

Одне доменне ім'я може перетворюватися по черзі в кілька IP-адрес (для розподілу навантаження).

Разом з тим, одна IP-адреса може використовуватися для тисяч доменних імен з різними сайтами (тоді при доступі вони розрізняються по доменному імені), що викликає проблеми при ідентифікації сайтів по IP-адресі з метою цензури.

Також, сервер з одним доменним ім'ям може містити кілька різних сайтів, а частини одного сайту можуть бути доступні за різними доменними іменами (наприклад, для ізоляції cookies і скриптів з метою захисту від атак типу міжсайтового скриптингу).