

Тема 6. Адресація комп'ютерів в мережі

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).

6.1 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 каналного 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.

Структура MAC-адреси виглядає наступним чином:

- перший біт MAC-адреси одержувача називається бітом I/G (individual (одиничний)/group (груповий)). В адресі джерела він називається індикатором маршруту від джерела (Source Route Indicator);
- другий біт визначає спосіб призначення адреси;
- три перші октети адреси називаються захисною адресою (Burned In Address, BIA) або унікальним ідентифікатором організації (Organizationally Unique Identifier, OUI);

за унікальність трьох останніх октетів адреси відповідає сам виробник.

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

Перший біт вказує призначений кадр для одиничного (0) або групового (1) адресата, а другий – чи є він універсальним (0) або локально керованим (1).

Третє поле вказує частину адреси, яку виробник отримує (при реєстрації) в IEEE, а три останні октети обираються виробником пристрою. Адреса пристрою глобально унікальна і зазвичай «зашивається» 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.

Стандартний (IEEE 802) формат для друку MAC-48-адрес являє собою шість груп з двох шістнадцяткових чисел, розділених дефісом (-) в порядку передачі, наприклад, 01-23-45-67-89-AB. Ця форма також широко використовується для EUI-64. Інші конвенції включають в себе шість груп з двох чисел, розділених двокрапкою (наприклад 01:23:45:67:89:AB, або три групи по чотири шістнадцяткових числа, розділених крапками (наприклад 0123.4567.89ab, в порядку передачі).

6.2 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 карта (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).

6.2.1 Структура IP-адреси

IP-адреса складається з двох частин: адреси мережі та адреси 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 підмінює 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). Адреса 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 зав'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 XX 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 наступний двійковий вигляд:

11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000

або те ж саме в десятковому вигляді:

255 . 255 . 255 . 0

24 розряди IP-адреси відводяться під адресу мережі, а інші $32 - 24 = 8$ розрядів повної адреси – під адреси хостів 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.

6.2.2 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 ширококомовним повідомленням (limited broadcast). Якщо в полі адреси 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 ширококомовним 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 ширококомовні 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.

6.2.3 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, що призначив IP-адресу (DHCP).

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

- DHCP – стандартний протокол, який дозволяє комп'ютерам автоматично отримувати IP-адресу та інші параметри, необхідні для роботи в мережі.

- BOOTP – протокол, що використовується для автоматичного отримання клієнтом IP-адреси під час завантаження комп'ютера.
- Zeroconf (Zero Configuration Networking) – набір технологій, які автоматично створюють IP-мережу без конфігурації або спеціальних серверів.

6.3 Символьна адресація

Символьна адреса або *Уніфікований ідентифікатор ресурсів (Uniform Resource Identifier, URI)* – короткий символний запис, який однозначно ідентифікує окремий ресурс.

Основне призначення таких ідентифікаторів – зробити можливою взаємодію з подачею ресурсів через мережу, переважно через Всесвітню павутину (WWW, World Wide Web), використовуючи спеціальні протоколи.

URI представлено схемами, які визначають синтаксис та відповідні протоколи. Найпоширенішою формою URI є уніфікований локатор ресурсів (URL), який неофіційно називають веб-адресою.

Уніфікований локатор ресурсів або *адреса ресурсу (Uniform Resource Locator, URL)* – стандартизована адреса певного ресурсу в комп'ютерних мережах. Містить назву протоколу доступу (HTTP, FTP, telnet, gopher та ін.) і, власне, шлях до ресурсу, формат якого залежить від схеми доступу.

Нижче представлена структура адреси ресурсу:

<схема>://<логін>:<пароль>@<хост>:<порт>/<шлях>?<параметри>#<якір>

схема – схема звернення до ресурсу, найчастіше це назва протоколу (наприклад, http, ftp).

логін і пароль – відповідно, ім'я користувача і пароль для доступу до ресурсу.

хост – повне доменне ім'я або IP-адреса ресурсу.

порт – порт, по якому буде проведено звернення до вузла.

шлях – використовується для уточнюючої вказівки місця знаходження ресурсу.

параметри – рядок параметрів виду <параметр>=<значення>, розділених символом амперсанд (&).

якір – призначений для внутрішньої адресації на ресурсі, який було отримано від сервера.

З вище наведених складових обов'язковими є тільки схема та хост, всі решта – можуть використовуватися в залежності від конкретного випадку.

Приклади URL-адрес:

- <http://www.example.com/pub/files/school.html> – адреса файлу school.html, розміщеного в каталозі pub/files на сервері www.example.com. Доступ до сервера здійснюється за протоколом HTTP.
- <http://www.example.com> – адреса головної сторінки сервера www.example.com.
- <ftp://ftp.example.com/pub/files/school.txt> – адреса файлу school.txt, розміщеного в каталозі pub/files на сервері ftp.example.com. Доступ до сервера здійснюється за протоколом FTP.

Для веб-адрес в мережі Інтернет у якості хоста зазвичай використовується доменне ім'я.

Доменне ім'я (Domain name) – частина простору ієрархічних імен мережі Інтернет, що обслуговується групою серверів системи доменних імен (DNS-серверів) та централізовано адмініструється.

Доменне ім'я може складатися тільки з обмеженого набору ASCII символів, дозволяючи набрати адресу домену незалежно від мови користувача.

Для реєстрації доступно більше 1000 різних доменних зон. Вони поділяються на:

- географічні (територіальні): kyiv.ua, dp.ua, kh.ua тощо;
- українські загальні: com.ua, net.ua, in.ua тощо;
- національні: ua, es, uk тощо;
- міжнародні загальні: com, net, biz тощо;
- тематичні: blog, pro, travel тощо;
- спеціальні: gov.ua, aero, mil тощо.

Система доменних імен (Domain Name System, DNS) – ієрархічна розподілена система перетворення імені хоста (комп'ютера або іншого мережевого пристрою) в IP-адресу.

Кожен комп'ютеру в Інтернеті має свою власну унікальну IP-адресу. Оскільки запам'ятати десятки чи навіть сотні адрес доволі складно, то всі (чи майже всі) машини мають імена, запам'ятати які (особливо якщо знати правила утворення імен) значно легше.

Існує домен кореневого рівня, який позначається крапкою. Наступний рівень ієрархії – це домени верхнього рівня. Вся структура служби DNS є ієрархічною. Існують домени першого, другого, третього, n-го рівнів.

Розглянемо доменне ім'я комп'ютера *department.firma.isp.ua*. Тут доменом першого рівня є *ua*, другого – *isp*, третього – *firma*, і четвертого – *department*.