

## Протоколи TCP/IP, ARP, ICMP та IGMP

**Стек протоколів** – це ієрархічно впорядкована сукупність протоколів, достатніх для реалізації взаємодії вузлів у комп'ютерній мережі. На відміну від моделі, що являє собою концептуальну схему взаємодії систем, стек протоколів – це набір конкретних специфікацій, що дозволяє реалізувати мережеву взаємодію.

Існує досить багато стеків протоколів, які широко використовуються у мережах. Це стеки, які з'явилися на основі міжнародних і національних стандартів, та стеки, запропоновані фірмами-виробниками мережевого обладнання, які одержали поширення завдяки поширеності обладнання саме цих фірм.

### *Стек протоколів TCP/IP*

Стек TCP/IP, який також часто називається стеком Інтернет, сьогодні є найбільш популярним і таким, що швидко розвивається (табл.).

Цей стек був розроблений з ініціативи Міністерства оборони США й орієнтувався на забезпечення зв'язку різномірних обчислювальних мереж.

Оскільки стек протоколів TCP/IP був розроблений до появи мережевої моделі ISO/OSI, то відповідність його рівнів рівням моделі OSI носить досить умовний характер, хоча він також має багаторівневу структуру.

**Стек протоколів TCP/IP**

Рівні моделі OSI	Протоколи TCP/IP	Рівні TCP/IP
7	HTTP, FTP, TFTP, Telnet, SSH, SMTP, SNMP та інші	1
6		
5	TCP, UDP	2
4		
3	IP, ICMP, IGMP	3
2	Не регламентовано, але підтримуються всі популярні стандарти	4
1		

Стек був реалізований для роботи в операційній системі Unix, популярність якої привела до широкого поширення протоколів TCP/IP, завдяки яким стек і одержав свою назву.

Найнижчий рівень стека – рівень інтерфейсу з мережею, відповідає фізичному й каналному рівням моделі OSI. У стеку TCP/IP цей рівень не регламентований, але реалізована підтримка практично всіх популярних стандартів фізичного й каналного рівня: Ethernet, Token Ring, FDDI (для локальних мереж), X.25, ISDN, SLIP/PPP (для глобальних мереж).

Рівень міжмережевої взаємодії (рівень 3) забезпечує маршрутизацію й передачу даних мережею, виконуючи, таким чином, функції, відповідні до мережевого рівня моделі OSI. На цьому рівні використовуються протоколи IP, ICMP, IGMP.

**IP** (Internet Protocol) – міжмережевий протокол, який забезпечує передачу даних у мережах. Протокол IP специфікований в RFC 791.

До його основних функцій належать адресація та фрагментація пакетів. Протокол не гарантує надійну доставку даних, не має механізму підтверджень доставки повідомлень, не виконує контроль помилок для поля даних, не підтримує повторну передачу та не виконує функцію управління потоком (flow control). Виявлені помилки можуть бути оголошені за допомогою протоколу ICMP, який підтримується модулем IP протоколу.

**ICMP** (Internet Control Message Protocol) – протокол міжмережових керуючих повідомлень, призначений для організації зворотного зв'язку з окремими вузлами мережі при обміні інформацією про помилки, наприклад, про неможливість доставки пакета, про перевищення часу життя або тривалості складання пакета із фрагментів, про ненормальні значення параметрів. Крім того, за допомогою цього протоколу передаються пакети, які використовуються для тестування, і пакети, які містять службові інформаційні повідомлення, наприклад, про зміну маршруту пересилання й типу обслуговування, про стан системи тощо. Протокол ICMP не робить протокол IP засобом надійної доставки повідомлень. Для цих цілей існує TSP.

**IGMP** (Internet Group Management Protocol) – протокол, що використовується IP-вузлами і маршрутизаторами для того, щоб підтримувати групову розсилку повідомлень. Він дозволяє всім системам фізичної мережі знати, які IP-вузли в даний час об'єднані в групи і до яких груп вони належать. Ця інформація необхідна для групових маршрутизаторів, саме так вони дізнаються, які групові дейтаграми необхідно перенаправляти і на які інтерфейси. IGMP визначений в RFC 1112.

Рівень 2 стека TCP/IP називається основним і забезпечує функції транспортування інформації з мережі. При цьому використовуються два протоколи TCP і UDP, що реалізують різні механізми доставки даних та мають різні ступені надійності.

**TCP** (Transmission Control Protocol) – протокол керування передачею, що працює з установкою логічного з'єднання між віддаленими прикладними процесами, а також використовує принцип автоматичної повторної передачі пакетів, які містять помилки. TCP визначений в RFC 793.

**UDP** (User Datagram Protocol) – протокол користувальницьких дейтаграм (синонім терміна “пакет”), який є спрощеним варіантом TCP і працює без встановлення логічного з'єднання, відповідно, не забезпечує перевірку на наявність помилок і підтвердження доставки пакета. UDP визначений в RFC 768.

Верхній рівень стеку TCP/IP називається прикладним. До протоколів цього рівня належать такі широко використовувані протоколи, як HTTP, FTP, telnet, SMTP, SNMP і багато інших.

**HTTP** (HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертексту. Основою HTTP є технологія “клієнт-сервер”, тобто клієнти ініціюють з'єднання і посилають запит, а сервери очікують з'єднання для отримання запиту, роблять необхідні дії і повертають назад повідомлення з результатом. HTTP на сьогодні використовується у Всесвітній павутині для отримання інформації з веб-сайтів.

**FTP** (File Transfer Protocol) – протокол передачі файлів, який використовує як транспортний протокол із встановленням з'єднань TCP, що підвищує надійність передачі файлів. Протокол, призначений для забезпечення передачі та прийому файлів між серверами та клієнтами.

TFTP (Trivial File Transfer Protocol) – найпростіший протокол передачі файлів. На відміну від FTP, цей протокол базується на роботі з UDP, при цьому протокол реалізує тільки передачу файлів.

**SNMP** (Simple Network Management Protocol) – простий протокол керування мережею, призначений для передачі інформації, що визначає формати повідомлень, якими обмінюються клієнти й сервери, а також формати імен і адрес вузлів мережі.

**Telnet** – протокол, що забезпечує передачу потоку байтів між процесами або між процесом і терміналом, який зазвичай використовується для емуляції терміналу віддаленої станції.

**SSH** (Secure Shell Protocol) є аналогом протоколу Telnet, але при цьому здійснюється шифрування даних для передачі.

**SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) – простий протокол передачі пошти, який використовується для забезпечення передачі електронних поштових повідомлень із застосуванням транспортного протоколу TCP.

### ***Відображення IP-адресов на локальні адреси***

Для визначення локальної адреси по IP-адресу використовується *протокол дозволу адреси (Address Resolution Protocol, ARP)*. Протокол ARP працює різним чином залежно від того, який протокол канального рівня працює в даній мережі - протокол локальної мережі (Ethernet, Token Ring, FDDI) з можливістю ширококомовного доступу одночасно до всіх вузлів мережі або ж протокол глобальної мережі (X.25, frame relay), що як правило не підтримує ширококомовний доступ. Існує також протокол, вирішальний зворотне завдання, - знаходження IP-адреса за відомою локальною адресою. Він називається реверсивним ARP (Reverse Address Resolution Protocol, RARP) і використовується при старті бездисккових станцій, що не знають в початковий момент своєї IP-адреса, але що знають адресу свого мережевого адаптера.

Необхідність в обігу до протоколу ARP виникає кожного разу, коли модуль IP передає пакет на рівень мережевих інтерфейсів, наприклад драйверу Ethernet. IP-адрес вузла призначення відома модулю IP. Потрібно на його основі знайти MAC-адрес вузла призначення.

Робота протоколу ARP починається з перегляду так званої *ARP-таблиці*. Кожен рядок таблиці встановлює відповідність між IP-адресом і MAC-адресом. Для кожної мережі, підключеної до мережевого адаптера комп'ютера або до поста маршрутизатора, будується окрема ARP-таблиця.

Таблиця 2. Приклад ARP-таблиці

IP-адрес	MAC-адрес	Тип запису
194.85.135.75	0x008048EB7E60	Динамічний
194.85.135.70	0x08005A21A722	Динамічний
194.85.60.21	0x008048EB7567	Статичний

Поле «Тип запису» може містити одне з двох значень — «динамічний» або «статичний». Статичні записи створюються вручну за допомогою утиліти `arp` і не мають терміну застарівання, точніше, вони існують до тих пір, поки комп'ютер або маршрутизатор не будуть вимкнені.

Динамічні ж записи створюються модулем протоколу ARP, що використовує ширококомвні можливості локальних мережевих технологій. Динамічні записи повинні періодично оновлюватися. Якщо запис не оновлювався протягом певного часу (порядка декілька хвилин), то вона виключається з таблиці. Таким чином, в ARP-таблиці містяться записи не про всі вузли мережі, а тільки про тих, які активно беруть участь в мережевих операціях. Оскільки такий спосіб зберігання інформації називають кешуванням, ARP- таблиці іноді називають ARP-кеш.

У глобальних мережах адміністраторові мережі найчастіше доводиться уручну формувати ARP- таблиці, в яких він задає, наприклад, відповідність IP-адреса адресі вузла мережі X.25, який має для протоколу IP сенс локальної адреси. Останнім часом намітилася тенденція автоматизації роботи протоколу ARP і в глобальних мережах. Для цієї мети серед всіх маршрутизаторів, підключених до якої-небудь глобальної мережі, виділяється спеціальний маршрутизатор, який веде ARP- таблицю для решти всіх вузлів і маршрутизаторів цієї мережі. При такому централізованому підході для всіх вузлів і маршрутизаторів уручну потрібно задати тільки IP-адрес і локальну адресу виділеного маршрутизатора. Потім кожен вузол і маршрутизатор реєструє свої адреси у виділеному маршрутизаторі, а при необхідності встановлення відповідності між IP- адресою і локальною адресою вузол звертається до виділеного маршрутизатора із запитом і автоматично отримує відповідь без участі адміністратора. Маршрутизатор, що працює таким чином, називають ARP-сервером.

Отже, після того, як модуль IP звернувся до модуля ARP із запитом на дозвіл адреси, відбувається пошук в ARP- таблиці вказаної в запиті IP-адреса. Якщо така адреса в ARP-таблиці відсутня, то витікаючий IP-пакет, для якого потрібно було визначити локальну адресу, ставиться в чергу. Далі протокол ARP формує свій запит (ARP-запрос), вкладає його в кадр протоколу каналного рівня і розсилає запит ширококомвно.

Всі вузли локальної мережі отримують ARP-запрос і порівнюють вказану там IP-адрес з власною. У разі їх збігу вузол формує ARP- відповідь, в якій указує свою IP- адресу і своя локальна адреса, а потім відправляє його вже направлено, оскільки в ARP- запиті відправник указує свою локальну адресу. ARP-запроси і відповіді використовують один і той же формат пакету.