

Тема 3. Апаратне забезпечення комп'ютерних мереж

Мережеве обладнання – пристрої, необхідні для роботи комп'ютерної мережі. Можна виділити активне та пасивне мережеве обладнання.

Активне обладнання – це обладнання, що містить електронні схеми, які отримують живлення від електричної мережі або інших джерел і виконують функції посилення, перетворення сигналів і т.д. Це означає здатність такого обладнання обробляти сигнал за спеціальними алгоритмами. Активне мережеве обладнання не тільки отримує і передає сигнал, але і обробляє цю технічну інформацію, перенаправляючи і розподіляючи вхідні потоки відповідно з вбудованими в пам'ять пристрою алгоритмами. Наприклад, до складу активного обладнання включаються такі типи приладів:

- мережевий адаптер;
- повторювач;
- концентратор;
- міст;
- комутатор;
- маршрутизатор;
- ретранслятор;
- медіаконвертер;
- мережевий трансивер.

Слід відзначити, що деякі фахівці не включають до складу активного обладнання повторювач і концентратор, так як ці пристрої просто повторюють сигнал для збільшення відстані з'єднання або топологічного розгалуження і обробку його за будь-якими алгоритмам не проводять. Але керовані концентратори при цьому підході відносяться до активного мережевого обладнання, так як вони можуть бути наділені певною «інтелектуальною особливістю».

Пасивне обладнання – обладнання, яке не отримує живлення від електричної мережі або інших джерел, і виконує функції розподілу або зниження

рівня сигналів. Наприклад, кабельна система: кабель (коаксіальний і вита пара), вилка/розетка (RG58, RJ45, RJ11, GG45), патч-панель і т.д. Також, до пасивного обладнання іноді відносять обладнання траси для кабелів: кабельні лотки, монтажні шафи та стійки, телекомунікаційні шафи.

3.1 Мережевий адаптер

Мережевий адаптер (NIC – Network interface controller/card), також відомий як *мережева карта* – додатковий пристрій, що дозволяє комп'ютеру взаємодіяти з іншими пристроями мережі (рис. 3.1). В даний час в персональних комп'ютерах і ноутбуках контролер і компоненти, що виконують функції мережевої карти, досить часто інтегровані в материнські плати для зручності, в тому числі уніфікації драйвера і здешевлення всього комп'ютера в цілому.



Рисунок 3.1 – Мережеві адаптери:

а) внутрішній (інтерфейс PCI-E x1); б) зовнішній (інтерфейс USB)

За конструктивною реалізацією мережеві плати діляться на:

- внутрішні – окремі плати, що вставляються в PCI або PCI-E слот;
- зовнішні, що підключаються через USB-інтерфейс, переважно використовуються в ноутбуках;
- вбудовані в материнську плату.

На мережевих платах встановлюють або роз'єм для витвої пари (8P8C), або оптичний роз'єм (SC, ST, MIC).

Поруч з роз'ємом для витвої пари встановлюють один або кілька інформаційних світлодіодів, які повідомляють про наявність підключення і передачу інформації.

3.2 Повторювач

Повторювач (repeater, ретранслятор) – мережеве обладнання, призначене для збільшення відстані з'єднання з мережею і його розширення за межі одного сегменту або для організації двох гілок, шляхом повторення електричного сигналу «один в один» (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Повторювач

Звичне для аналогових систем підсилення не підходить для високочастотних цифрових сигналів. При його використанні певний невеликий ефект може бути досягнутий, але зі збільшенням відстані спотворення швидко порушать цілісність даних.

Тому в таких ситуаціях застосовують не посилення, а повторення сигналу. При цьому пристрій на вході має приймати сигнал, далі розпізнавати його первісний вигляд, і генерувати на виході його точну копію.

3.3 Концентратор

Мережевий концентратор (hub) – пристрій для об'єднання комп'ютерів в мережу Ethernet із застосуванням кабельної інфраструктури типу вита пара (рис. 3.3). В даний час практично витіснені мережевими комутаторами.



Рисунок 3.3 – Мережевий концентратор

Концентратор є логічним продовженням повторювача. Різні виробники реалізують деякі з перерахованих нижче функцій:

- можливість об'єднувати сегменти мереж з різним фізичним середовищем (наприклад, коаксіальний кабель і вита пара);
- автоматичне відключення портів при виникненні на них помилок;
- підтримка резервних зв'язків.

Недоліки концентратора є логічним продовженням недоліків топології загальна шина, а саме – зниження пропускну здатності мережі в міру збільшення числа вузлів. Крім того, оскільки на фізичному рівні вузли не ізольовані один від одного, всі вони будуть працювати зі швидкістю передачі даних найгіршого вузла. Наприклад, якщо в мережі присутні вузли зі швидкістю 100 Мбіт/с і всього один вузол зі швидкістю 10 Мбіт/с, то всі вузли будуть працювати на швидкості 10 Мбіт/с, навіть якщо вузол 10 Мбіт/с взагалі не проявляє ніякої інформаційної активності. Ще одним недоліком є транслювання мережевого трафіку на всі порти, що знижує рівень мережевої безпеки і дає можливість перехоплення інформації.

3.4 Комутатор

Мережевий комутатор (switch) – пристрій, призначений для об'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або декількох сегментів мережі (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Мережевий комутатор

На відміну від концентратора, який поширює трафік від одного підключеного пристрою до всіх інших, комутатор передає дані лише безпосередньо отримувачу. Це підвищує продуктивність і безпеку мережі, позбавляючи інші сегменти мережі від необхідності (і можливості) обробляти дані, які їм не призначалися.

Комутатор зберігає в пам'яті таблицю комутації, в якій вказується відповідність фізичних (MAC) адрес вузлів портам комутатора. При увімкненні комутатора ця таблиця порожня, і він працює в режимі навчання. В цьому режимі дані, що надходять на будь-який порт передаються на всі інші порти комутатора. При цьому комутатор аналізує фрейми (кадри) і, визначивши MAC-адресу вузла-відправника, заносить його в таблицю на деякий час. Згодом, якщо на один з портів комутатора надійде кадр, призначений для вузла, MAC-адреса якого вже є в таблиці, то цей кадр буде переданий тільки через порт, зазначений в таблиці. Якщо MAC-адреса вузла-одержувача не асоційована з певним портом комутатора, то кадр буде відправлений на всі порти, за винятком того порту, з якого він був отриманий. Згодом комутатор будує таблицю для всіх активних MAC-адрес, в результаті трафік локалізується.

Існує три способи комутації. Кожен з них – це комбінація таких параметрів, як час очікування і надійність передачі:

1. *З проміжним зберіганням (Store and Forward)*. Комутатор читає всю інформацію в кадрі, перевіряє її на відсутність помилок, вибирає порт комутації і після цього посилає на нього кадр.
2. *Наскрізний (cut-through)*. Комутатор зчитує в кадрі тільки адресу призначення і після цього виконує комутацію. Цей режим зменшує затримки при передачі, але в ньому немає методу виявлення помилок.
3. *Бесфрагментний (fragment-free) або гібридний*. Цей режим є модифікацією наскрізного режиму. Передача здійснюється після фільтрації фрагментів колізій (перші 64 байта кадру аналізуються на наявність помилки і при її відсутності кадр обробляється в наскрізному режимі).

Для тимчасового зберігання фреймів і подальшої їх відправки за потрібною адресою комутатор може використовувати буферизацію. Буферизація може бути також використана в тому випадку, коли порт пункту призначення зайнятий. Буфером називається область пам'яті, в якій комутатор зберігає дані, що передаються.

Комутатори поділяються на керовані і некеровані (найбільш прості).

Більш складні комутатори дозволяють керувати комутацією на мережевому (третьому) рівні моделі OSI.

Велика кількість комутаторів рівня доступу володіють такими розширеними можливостями, як сегментація трафіку між портами, контроль трафіку на предмет виявлення петель, обмеження кількості досліджуваних MAC-адрес, обмеження вхідної/вихідної швидкості на портах, функції списків доступу і т.п.

Складні комутатори можна поєднувати в один логічний пристрій (стек) – з метою збільшення числа портів (рис. 3.5). Наприклад, можна об'єднати 4 комутатори з 24 портами і отримати логічний комутатор з 90 $((4 * 24) - 6 = 90)$ портами або з 96 портами (якщо для стекування використовуються спеціальні порти).



Рисунок 3.5 – Стекування мережевих комутаторів

3.5 Маршрутизатор

Маршрутизатор (router) – пристрій, який пересилає пакети між різними сегментами мережі на основі правил і таблиць маршрутизації (рис. 3.6). Маршрутизатор може об'єднувати мережі різних архітектур. Для прийняття рішень про пересилання пакетів використовується інформація про топологію мережі і певні правила, задані адміністратором.



Рисунок 3.6 – Маршрутизатор з функцією точки доступу

Зазвичай маршрутизатор використовує адресу одержувача, вказану в заголовку пакета, і визначає по таблиці маршрутизації шлях, по якому слід

передати дані. Якщо в таблиці маршрутизації для адреси немає описаного маршруту, пакет відкидається.

Таблиця маршрутизації містить інформацію, на основі якої маршрутизатор приймає рішення про подальшу пересилку пакетів. Таблиця складається з деякого числа записів – маршрутів, в кожному з яких міститься ідентифікатор мережі одержувача (що складається з адреси і маски мережі), адреса наступного вузла, якому слід передавати пакети, адміністративна відстань – ступінь довіри до джерела маршруту і деяка важливість запису – метрика. Метрики записів в таблиці грають роль в обчисленні найкоротших маршрутів до різних одержувачів. Залежно від моделі маршрутизатора і використовуваних протоколів маршрутизації, в таблиці може міститися деяка додаткова службова інформація.

Існують інші способи визначення маршруту пересилки пакетів, коли, наприклад, використовується адреса відправника, використовувані протоколи верхніх рівнів та інша інформація, що міститься в заголовках пакетів мережевого рівня. Нерідко маршрутизатори можуть здійснювати трансляцію адрес відправника і одержувача, фільтрацію транзитного потоку даних на основі певних правил з метою обмеження доступу, шифрування/розшифрування даних, що передаються і т.д.

Нерідко маршрутизатор використовується для забезпечення доступу з локальної мережі в глобальну мережу Інтернет, здійснюючи функції трансляції адрес (NAT, Network Address Translation) і міжмережевого екрану.

В якості маршрутизатора може виступати як спеціалізований (апаратний) пристрій, так і звичайний комп'ютер, що виконує функції маршрутизатора. Існує кілька пакетів програмного забезпечення (на основі ядра Linux, на основі операційних систем BSD) за допомогою якого можна перетворити ПК в високопродуктивний і багатофункціональний маршрутизатор.

У побутовому секторі зазвичай використовуються маршрутизатори, що забезпечують підключення домашньої мережі комп'ютерів до каналу зв'язку Інтернет-провайдера (рис. 3.7). Як правило, при цьому маршрутизатор

забезпечує IP-адресацію пристроїв локальної мережі по протоколу DHCP, а сам отримує IP-адресу від зовнішнього провайдера. Зазвичай сучасний маршрутизатор має ряд допоміжних функцій і вбудованих можливостей: безпроводна точка доступу Wi-Fi для підключення мобільних пристроїв, міжмережевий екран для захисту мережі від зовнішніх атак, резервування доступу в Інтернет через канали від декількох провайдерів, веб-інтерфейс для спрощення налаштування пристрою, USB-порт для підключення принтера або дискового сховища та ін.



Рисунок 3.7 – Домашній маршрутизатор

3.6 Безпроводна точку доступу

Безпроводна точка доступу (Wireless Access Point) – центральний пристрій безпроводної мережі, який використовують для з'єднання між безпроводними клієнтами, а також для з'єднання провідного і безпроводного сегментів (виконує функції моста між ними, рис. 3.8).

Точки доступу відрізняються за такими основними параметрами, як виконання (зовнішнє або внутрішнє), підтримувані протоколи (наприклад 802.11n або 802.11ac), функціональність.



Рисунок 3.8 – Безпроводна точка доступу

Найчастіше безпроводні точки доступу використовуються для надання доступу мобільним пристроям (ноутбуки, смартфони і т.д.) до стаціонарної локальної мережі.

Також безпроводні точки доступу часто використовуються для створення так званих «гарячих точок» – областей, у межах яких клієнтові надається, як правило, безкоштовний доступ до мережі Інтернет. Зазвичай такі точки містяться в бібліотеках, аеропортах, вуличних кафе великих міст.

3.7 Медіаконвертер

Медіаконвертер (перетворювач середовища) – це пристрій, що перетворює середовище поширення сигналу з одного типу в інший (рис. 3.9). Найчастіше середовищем поширення сигналу є вита пара та оптоволокну.



Рисунок 3.9 – Медіаконвертер (оптичний термінал)

Зазвичай, медіаконвертери здійснюють свою роботу на 1-м рівні моделі OSI. У цьому випадку неможливо перетворення швидкості передачі даних між двома середовищами, а також неможлива інша інтелектуальна обробка даних. В цьому випадку медіаконвертери також можуть називати трансиверами. З розвитком технологій медіаконвертери забезпечили додатковими інтелектуальними можливостями, щоб забезпечити стикування старих пристроїв з більш новими. Медіаконвертери стали працювати на 2-м рівні моделі OSI і отримали можливість перетворювати не тільки середовище, а також і швидкість передачі даних, володіти іншими сервісними функціями, як оповіщення про обрив лінії зв'язку на протилежному боці, контроль за потоком передачі даних, іншими технічними можливостями.

Медіаконвертери, що використовуються для перетворення сигналу з оптоволокна на виту пару отримали назву оптичний термінал (Optical Network Terminal (ONT) або Optical Network Unit (ONU)).

3.7 Інше мережеве обладнання

Модем (Modem – скорочення від «модулятор-демодулятор») – пристрій зв'язку для перетворення сигналу за допомогою процесів модуляції (зміна параметрів електромагнітного коливання за законом інформаційного повідомлення) та протилежному йому демодуляції, що дозволяє комп'ютеру передавати дані по телефонній лінії; він є пристроєм узгодження у телекомунікаційних системах, системах автоматичного керування тощо. Модеми, що застосовуються в комп'ютерній техніці, бувають внутрішні (що встановлюються всередині системного блока, рис. 3.10а) та зовнішні (що встановлюються ззовні, 3.11б).

Модем перетворює цифрові сигнали, які надходять від комп'ютера в аналогові для передачі по телефонних лініях зв'язку. Модеми працюють в парі: на іншому кінці з'єднання потрібен інший модем, який перетворює аналоговий сигнал в цифровий.



а)



б)

Рисунок 3.10 – Модем: а) внутрішній; б) зовнішній

GSM термінал (GSM модем) – безпроводний модем, який працює з GSM мережами (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – GSM термінал

Для реалізації безпроводного зв'язку GSM термінал, також як і мобільний телефон, вимагає SIM карту. Так само як і dial-up модеми, GSM модеми підтримують загальний набір AT команд, але крім цього, вони підтримують розширений набір AT команд. Ці додаткові команди визначені стандартом GSM, вони дозволяють читати, писати і відправляти SMS повідомлення, моніторити сигнал та рівень заряду акумулятора, читати, писати і шукати записи телефонної книги.

Micm (bridge) – прилад з 2 портами, що часто використовується для об'єднання кількох робочих груп локальної мережі, дозволяє здійснювати фільтрацію мережевого трафіку, розбираючи мережеві (MAC) адреси (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Міст

Ретранслятор – пристрій, призначений для створення вдосконаленої безпроводної мережі з більшою площею покриття і являє собою альтернативу провідної мережі (рис. 3.13). За замовчуванням пристрій працює в режимі посилення сигналу і виступає в ролі ретрансляційної станції, яка вловлює радіосигнал від базового маршрутизатора мережі або точки доступу і передає його на раніше недоступні ділянки.



Рисунок 3.13 – Ретранслятор Wi-Fi