

## 2.1 Вступ у технологію розподілених інформаційних мереж

### 2.1.1 Еталонна модель взаємодії відкритих систем

Обмін інформацією потребує принаймі двох партнерів, що розуміють один одного. такий обмін може відбутися тільки в тому разі, якщо партнери дотримуються деяких правил. З метою створення єдиної концепції обміну даними Міжнародна організація зі стандартизації ISO розробила еталонну модель взаємозв'язку відкритих систем OSI (Open Systems Interconnection), що має сім ієрархічних рівнів (рис. 2.1).

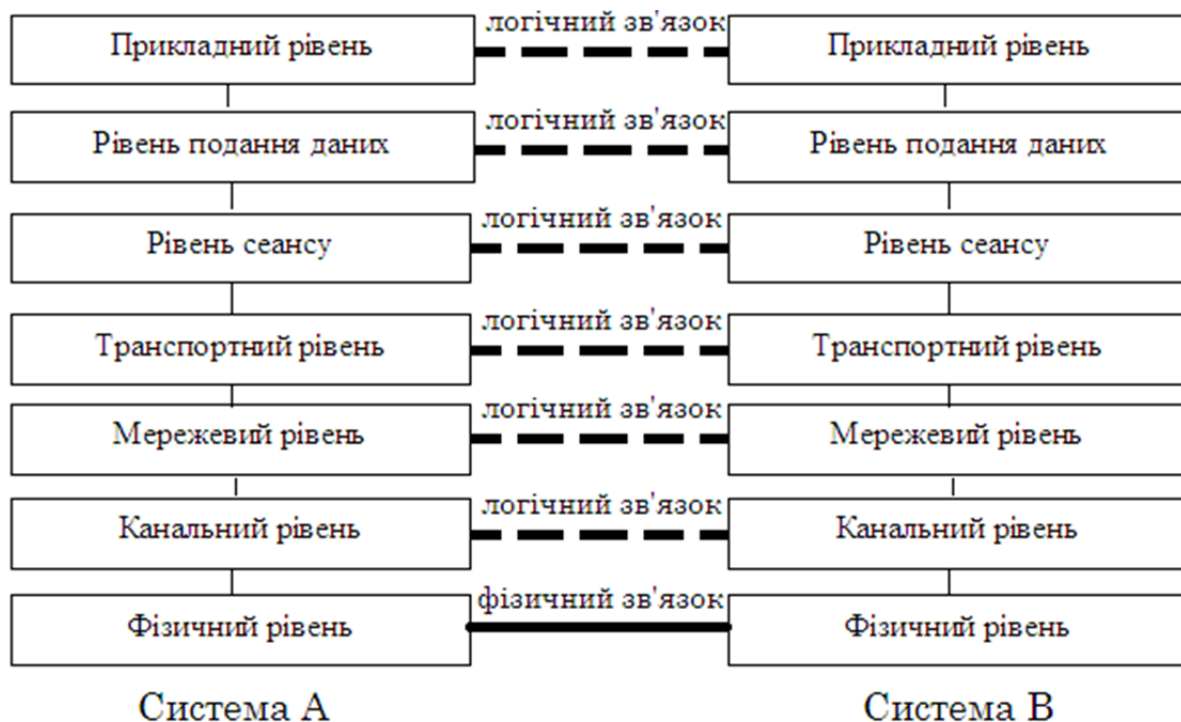


Рис. 2.1

Набір правил організації взаємодії між сусідніми рівнями в цій моделі називається інтерфейсом, а правила взаємодії між однаковими рівнями в різних системах, що обмінюються інформацією, називаються протоколами.

Фізичний рівень стосується передавання бітів інформації по фізичних каналах зв'язку, таких, як, наприклад, телефонний кабель чи радіоканал. На цьому рівні визначаються характеристики сигналів, типи конекторів, за допомогою яких кабелі приєднуються до апаратури, і призначення кожного контакту конектора. Фізичний рівень забезпечує встановлення, підтримання і розрив фізичного з'єднання між двома комп'ютерними системами.

Канальний рівень керує передаванням даних по каналу зв'язку. Якщо на фізичному рівні просто передаються біти, то на каналному виконуються функції перевірки доступності передавального середовища, виявлення та коректування помилок. Для цього дані розбиваються на порції, звані кадрами (frames). Структура кадру показана на рис. 2.2.

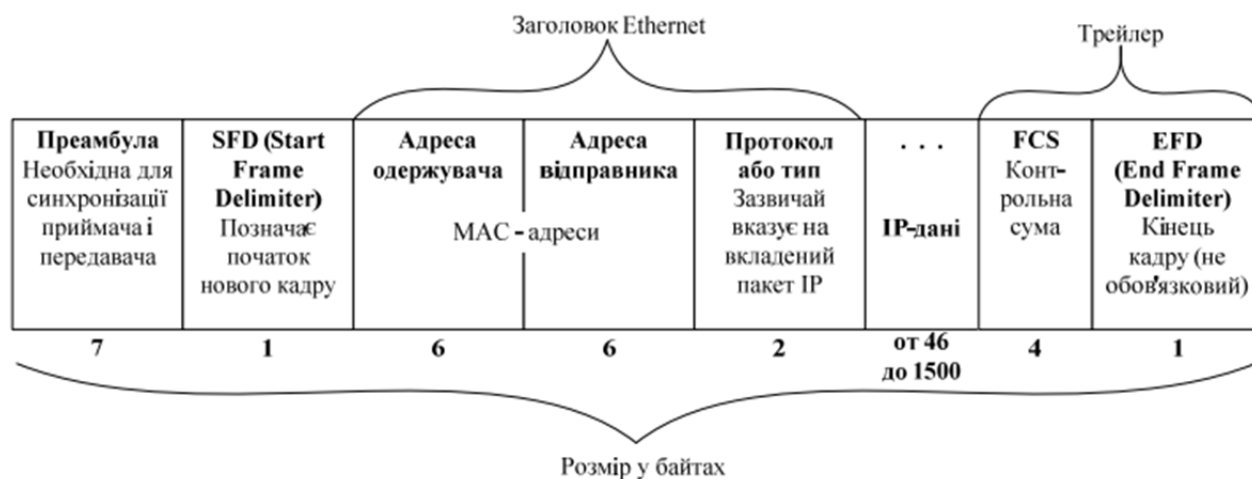


Рис. 2.2

Канальний рівень забезпечує коректність передавання кожного кадру, розміщуючи спеціальну послідовність бітів у початок і кінець кожного кадру для його відокремлення, обчислює контрольну суму і вставляє її в кадр. Контрольна сума – це сума всіх бітів або байтів даних кадру. Коли кадр отримує приймач інформації, він також обчислює контрольну суму та порівнює її з переданою контрольною сумою. Якщо вони не збігаються, фіксується помилка. Канальний рівень може виправляти помилки, повторюючи передавання ушкоджених кадрів.

Канальний рівень досить складний, тому його часто розбивають на два підрівні: управління доступом до середовища (Media Access Control – MAC) і управління логічним зв'язком (Logical Link Control – LLC).

Рівень MAC забезпечує спільний доступ мережевих адаптерів до фізичного рівня, визначення меж кадрів, розпізнавання адрес призначення кадрів (ці адреси часто називають фізичними, або MAC- адресами). Рівень LLC, який діє над рівнем MAC, відповідає за встановлення каналу зв'язку та за безпомилкову відправку й приймання повідомлень із даними.

Мережевий рівень забезпечує встановлення і підтримку зв'язку між двома конкретними абонентами у багатовузловій мережі. Також здійснюється *маршрутизація* даних. Щоб передати повідомлення від відправителя до отримувача, потрібно пройти кілька транзитних вузлів, щоразу вибираючи оптимальний маршрут. Дані, що передаються на мережевому рівні, також поділяються на порції, звані пакетами, причому кожний пакет може передаватись по своєму маршруту, від одного комп'ютера до іншого і передача пакету цим маршрутом. Пакет узагальнено складається з заголовка і поля даних. У полі даних розміщується сегмент транспортного рівня, а заголовок містить службову інформацію, а також адреси відправника та одержувача.

На мережевому рівні вводиться адресація комп'ютерів. Адреси мережевого рівня називають логічними адресами, оскільки адресація не залежить від апаратного забезпечення. Адресація мережевого рівня ієрархічна, адреса складається мінімум з двох частин – номера мережі і номера вузла у цій мережі. Передача даних між мережами здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв, які називаються маршрутизаторами.

На шляху від відправника до одержувача пакети можуть бути спотворені або загублені, іноді можуть з'являтися їх дублікати. Для керування потоком даних, запобігання втрати чи переповнення даних застосовується транспортний рівень. Блок даних транспортного рівня називається сегментом. На транспортному рівні відбувається розбиття потоку даних на сегменти при відправленні даних або збирання вихідного потоку даних із сегментів при прийманні.

Протоколи фізичного, каналного, мережевого та транспортного рівнів зорієнтовані на передачу даних і називаються протоколами нижніх рівнів на відміну від протоколів трьох верхніх рівнів, які забезпечують зв'язок з прикладними задачами контролю чи керування.

Сеансовий рівень забезпечує встановлення, підтримання і закінчення сеансу зв'язку, а також поновлення перерваного сеансу через аварію. Крім того, на цьому рівні виконується перетворення зручних для людей імен

комп'ютерів у мережеві адреси (розпізнавання імен), а також реалізуються функції захисту сеансу.

Рівень подання даних визначає форму подання даних таким чином, щоб дані, передані прикладним рівнем одного абонента мережі були зрозумілими прикладному рівню іншого абонента. Крім того, на цьому рівні виконується шифрування та розшифрування даних, їх ущільнення для збільшення швидкості передачі і відповідна розпаковка на приймальній стороні, підтримка мережевих файлових систем і т.д..

Прикладний рівень забезпечує послуги для прикладних задач. У випадку АСК ТП це задачі контролю та керування. У корпоративних мережах та Інтернеті прикладними задачами є обмін файлами, електронна пошта і т.п. Прикладний рівень визначає доступність прикладних задач до зв'язку, синхронізує взаємодіючі прикладні задачі, здійснює загальне керування мережею. Одиницю даних, з якою керує прикладний рівень, називають повідомленням (message).

Отже, кожен рівень має взаємодіяти з аналогічним рівнем іншого абонента мережі і обслуговувати більш високий рівень свого абонента. Для того, щоб рівні різних абонентів могли правильно взаємодіяти, перед даними додається керувальна інформація, звана заголовком, а в кінці даних – службова інформація, звана кінцевиком. Кожен рівень передавача додає свій заголовок і свій кінцевик. Коли повідомлення надходить до адресата, воно приймається його фізичним рівнем і переміщується вгору з рівня на рівень. Кожен рівень аналізує свої заголовки та кінцевик, виконує свої функції і, після видалення цих заголовка і кінцевика, передає дані на більш високий рівень.

### **2.1.2 Технології оброблення інформації в розподілених системах**

Для оброблення інформації в розподілених системах використовують три основні технології:

- а) “хазяїн-слуга” (master-slave);
- б) “клієнт-сервер” (client-server);
- в) рівнорангову (peer-to-peer).

У технології “хазяїн-слуга” головний процес оброблення інформації (“master”) ініціює і керує будь-яким діалогом з іншими підлеглими інформаційними процесами (“slave”). Підлегли процеси відповідають на команди центрального процесу тільки на його запит. Процес “master” реалізує центральний комп’ютер, до якого через канали зв’язку під’єднуються периферійні пристрої, які реалізують процеси типу “slave”.

За технологією “клієнт-сервер” процес-клієнт виступає замовником деякого обслуговування. Це обслуговування забезпечує один чи кілька процесів, званих серверами. після закінчення обслуговування вони посилають відповідь клієнту. Такий режим називають режимом “запит-відповідь”. На відміну від технології “хазяїн-слуга” процеси клієнта і сервера рівноправні, але виконують різні функції.

У невеликих мережах кожен обчислювальний пристрій може бути конфігурований і як клієнт, і як сервер одночасно. Такий частковий випадок технології “клієнт-сервер” називають рівноранговою технологією. В рівнорангових мережах всі абоненти рівноправні і можуть виконувати однакові функції. Такі системи дешевші, але мають більш низьку продуктивність, яка різко падає зі збільшенням числа абонентів у мережі.

### 2.1.3 Топології мереж

Схема, за якою вузли мережі з’єднуються між собою, називається топологією мережі (від грецького “топос” – місце і “логія” – наука).

Використовуються такі найбільш поширені схеми з’єднання:

а) з’єднання «точка-точка» (point-to-point), коли два абоненти безпосередньо зв’язуються один з одним (рис. 2.2, а);

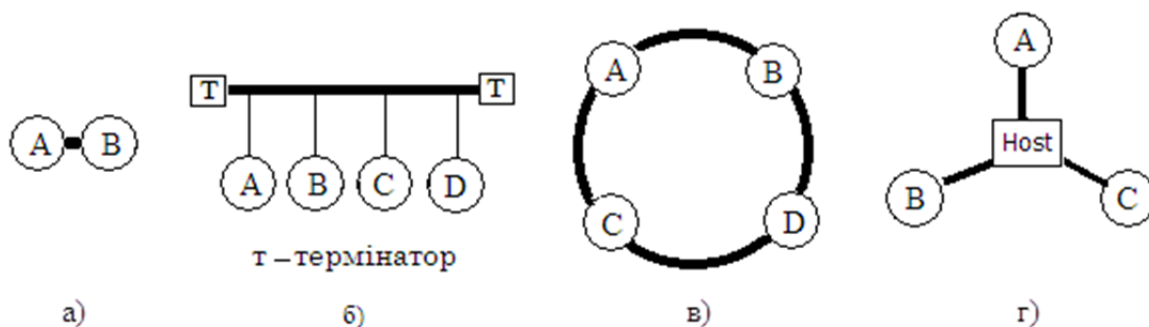


Рис. 2.2

б) шинна топологія (bus), коли всі абоненти мережі під'єднуються до одного незамкнутого каналу, званого шиною (рис. 2.2, б);

в) кільцева топологія (ring), коли всі абоненти мережі під'єднуються до одного замкнутого кільцевого каналу (рис. 2.2, в);

г) зіркоподібна топологія (star), коли всі абоненти мережі під'єднуються до одного центрального вузла, званого хостом (host) (рис. 2.2, г).

Мережі можуть бути також змішаної топології, коли окремі частини мають різну топологію. Наприклад, основні абоненти під'єднуються до одного замкнутого кільцевого каналу, а до них за зіркоподібною топологією – інші абоненти.

У шинних та кільцевих мережах всі абоненти можуть бути рівноправними. В цьому випадку кажуть, що мережа має однорангову архітектуру (peer-to-peer). Зіркоподібна мережа характеризується наявністю центрального вузла комутації – мережевого сервера, через який надсилаються всі повідомлення. Відповідно мережа має назву серверної. Устаткування абонентів називається робочими станціями. На мережевий сервер можуть бути покладені додаткові функції з узгодження швидкостей робочих станцій і перетворення протоколів обміну, що дозволяє об'єднувати в одній мережі різнотипні робочі станції.

В кільцевих мережах інформація передається послідовно від однієї робочої станції до іншої. Кожна робоча станція перевіряє адресу, яку містить пакет інформації, і, якщо ця адреса співпадає з тією, що призначена даній станції, приймає пакет.

Один з недоліків кільцевих мереж – вихід з ладу при розриві кільця – усувається використанням подвійного кінця. Для цього до складу мережі включають додаткові лінії зв'язку і пристрої реконфігурації для перемикання з несправної лінії на резервну.

Останнім часом великого поширення набули локальні мережі деревоподібної топології (рис. 2.3).

У ролі вузлів комутації тут виступають високошвидкісні концентратори або хаби (від англійського слова Hub). До хабів під'єднуються як робочі

станції, так і інші хаби. Порівняно з шинними і кільцевими мережами деревоподібні мають вищу живучість. Вихід з ладу однієї з ліній не впливає на роботу тієї частини, що залишилась.

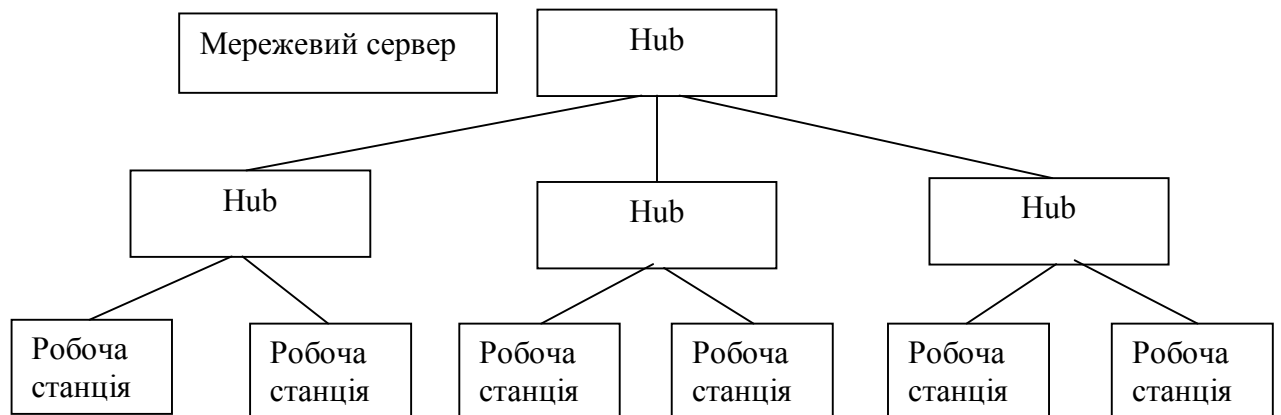


Рис. 2.3

#### 2.1.4 Доступ до середовища передачі

З мережевою топологією тісно пов'язане поняття способу доступу до середовища передачі, під яким розуміється набір правил, що визначають, як саме комп'ютери повинні надсилати та приймати дані мережею.

Таких способів можливо декілька. Основними з них є:

- множинний доступ з контролем несучої і виявленням колізій;
- множинний доступ з контролем несучої та запобіганням колізій;
- передача маркера.

При множинному доступі з контролем несучої і виявленням колізій (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD) усі комп'ютери (множинний доступ) «прослуховують» кабель (контроль несучої), щоб визначити, передаються по ньому дані чи ні. Якщо кабель вільний, будь-який комп'ютер може почати передачу, а всі інші комп'ютери повинні чекати, поки кабель не звільниться. Якщо комп'ютери почали передачу одночасно і виникло зіткнення (колізія), усі вони припиняють передачу (виявлення колізій), кожен на різні проміжки часу, після чого ретранслюють дані.

Серйозним недоліком цього способу доступу є те, що при великій кількості комп'ютерів і високому навантаженні на мережу число колізій зростає, а пропускна спроможність падає, іноді дуже істотно.

Однак цей метод дуже простий в технічній реалізації, тому саме він використовується в найбільш популярній сьогодні технології Ethernet. А щоб зменшити кількість колізій, у сучасних мережах застосовуються такі пристрої, як мости, комутатори і маршрутизатори.

Метод множинного доступу з контролем несучої і запобіганням колізій (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance – CSMA/CA) відрізняється від попереднього тим, що перед передачею даних комп'ютер посилає в мережу спеціальний невеликий пакет, повідомляючи іншим комп'ютерам про свій намір розпочати трансляцію. Так інші комп'ютери «дізнаються» про передачу, що дозволяє уникнути колізій. Звичайно, ці повідомлення збільшують загальне навантаження на мережу і знижують її пропускну здатність (через що метод CSMA/CA працює повільніше, ніж CSMA/CD), проте вони, безумовно, необхідні для роботи, наприклад, бездротових мереж.

У мережах з передачею маркера (Token Passing) від одного комп'ютера до іншого по кільцю постійно курсує невеликий блок даних, який називається маркером. Якщо у комп'ютера, що отримав маркер, немає інформації для передачі, він просто пересилає його наступному комп'ютеру. Якщо ж така інформація є, комп'ютер «захоплює» маркер, доповнює його даними і відсилає все це наступному комп'ютерові по колу. Такий інформаційний пакет передається від комп'ютера до комп'ютера, поки не досягне станції призначення. Оскільки в момент передачі даних маркер у мережі відсутній, інші комп'ютери вже не можуть нічого передавати. Тому в мережах з передачею маркера неможливі ані колізії, ані часові затримки, що робить їх дуже привабливими для використання в системах автоматизації роботи підприємств.