

# ЧАСТИНА І

## Загальні принципи побудови мереж

**Розділ 1.** Загальні відомості

**Розділ 2.** Основні поняття і  
визначення

**Розділ 3.** Моделі системного  
опису мережевої  
архітектури

**Розділ 4.** Стандарти  
протокольних моделей

**Розділ 5.** Принципи побудови  
телекомунікацій

**Розділ 6.** Математичні моделі та  
методи синтезу і  
аналізу  
телекомунікаційних  
мереж

## Розділ 1. Загальні відомості

В умовах ринкової економіки суб'єктами підприємницької діяльності у галузі телекомунікацій виступають *мережеві оператори та сервіс-провайдери* (постачальники послуг). Вони забезпечують побудову мереж зв'язку *загального користування*, так званих **публічних мереж** (Public Network). Ці мережі призначені постачати послуги зв'язку широкому колу користувачів різних категорій.

Окремим класом виділяють **мережі підприємств**, що належать компаніям та установам, бізнес-інтереси яких, виходять за межі ринку телекомунікацій.

Нижче розглядаються відмінні риси мереж суб'єктів діяльності на ринку телекомунікацій.

### 1.1. Мережі операторів

**Оператором мережі** (Network Operator) називається компанія, яка є власником телекомунікаційної інфраструктури та бере на себе всі витрати щодо забезпечення її працездатності з заданим рівнем якості обслуговування. Її ще називають *мережевим оператором*, або просто *оператором*.

Кінцевим продуктом діяльності мережевого оператора є надання послуг з транспортування інформації його мережею. Ці послуги називаються **телекомунікаційними послугами** (Telecommunication Services ) та надаються як кінцевим користувачам мережі, так і іншим мережевим операторам, забезпечуючи їх транзитною можливістю з передачі трафіку через свої мережі.

У зв'язку з цим мережі операторів прийнято називати **телекомунікаційними мережами** (“теле-” в перекладі з давньогрецької означає “далеко”). Їх основним завданням є забезпечення можливості віддаленорозташованих об'єктів обмінюватися інформаційними повідомленнями (див. розділ 2).

Створюючи мережу загального користування, оператор зобов'язаний забезпечити в будь-якому місці мережі, до якого під'єднано кінцеві пристрої, *стандартний інтерфейс* (точку з'єднання).

Розрізняють операторів *фіксованого* та *мобільного* (стільникового) зв'язку.

**Оператори фіксованого зв'язку** (Fixed Communication Operators) організовують стаціонарні мережі, в яких комунікаційне обладнання та пристрої користувачів розміщуються в стаціонарних пунктах мережі.

**Оператори мобільного зв'язку** (Mobile Communication Operators) створюють мережеве покриття території, розміщуючи свої базові станції за стільниковою схемою в стаціонарних або рухомих пунктах, забезпечуючи тим самим можливість вільного переміщення абонентів у зоні покриття.

Серед основних тенденцій розвитку ринку стільникового зв'язку найприкметнішою є поява так званих **віртуальних операторів** (Virtual operators). Це компанії, які не мають власних мережевих ресурсів, займаються в основному маркетинговою діяльністю й у вигляді пакетів популярних послуг на основі гнучкої тарифної сітки реалізують їх клієнтам під своєю торговою маркою. Реалізацію ж послуг виконує мережевий оператор, з яким віртуальний оператор вступає у договірні відносини з частковою участю в прибутку від

продажу послуг. Оператор, якому належить мережеве обладнання, при цьому повністю зосереджує свою діяльність на підтримці високого рівня його працездатності.

У період лібералізації ринків основні інтереси всіх операторів зосереджуються на пошуку нових ринкових форм комплексних рішень щодо розширення послуг, які надаються користувачам. Для операторів фіксованих мереж таким рішенням є надання мобільного доступу своїм абонентам. Операторові мобільного зв'язку фіксована мережа дозволяє стати постачальником повного набору послуг. Доступність комбінації мобільного та фіксованого доступу, надання широкосмугового доступу, а також послуг передачі даних забезпечують ідеальні умови виживання операторів зв'язку в умовах високої конкуренції на ринку телекомунікацій (див. рис. 1.1).

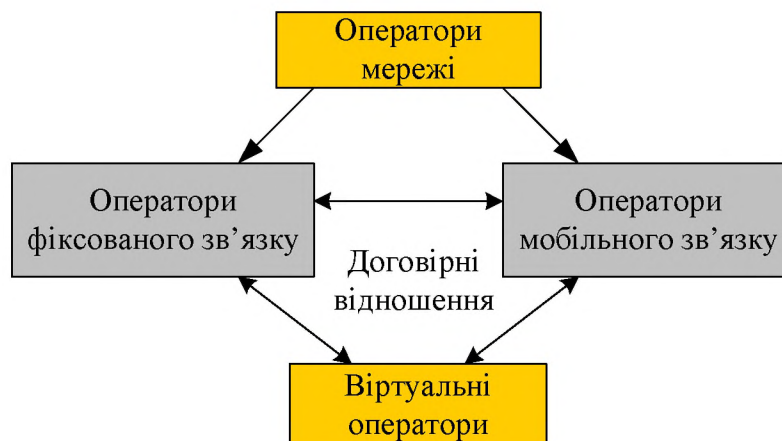


Рисунок 1.1. Класифікаційна схема взаємодії між операторами

## 1.2. Інтернет-сервіс-провайдинг

У зв'язку з бурхливим розвитком Інтернету стрімко зростає популярність ще одного виду підприємницької діяльності на ринку мережеских послуг – це **інтернет-сервіс-провайдинг** (Internet Service Providing, **ISP**). Сервіс-провайдерами, або постачальниками послуг, називають фірми, які надають послуги доступу в Інтернет.

Унікальність Інтернету полягає в неосяжному наповненні інформаційними ресурсами та широкому застосуванні інформаційних технологій, таких як *накопичення, зберігання, обробка інформації* та подання її у формі *Web-сторінок*. Завдяки цьому Інтернет називають глобальною **інформаційною мережею**.

**Інформаційні послуги** (Information Servises) Інтернету полягають у тому, щоб забезпечити користувачів можливістю пошуку в мережі найрізноманітнішої інформації (контенту). Окрім того в Інтернеті, технологічною особливістю якого є пакетний спосіб передачі інформації, можливою є організація різних служб, зокрема з надання користувачам недорогих телекомунікаційних послуг, найпоширенішою серед яких електронна пошта.

Діяльність сервіс-провайдерів зосереджена на організації так званих **сервісних вузлів** (Service Nodes), за допомогою яких реалізується доступ користувачів до різних мережеских служб та інформаційних ресурсів як даного вузла, так і віддалених вузлів Інтернету. При цьому постачальники послуг (провайдери) також є споживачами телекомунікаційних послуг (послуг з транспортування інформації), які надаються мережевими операторами.

Доступ користувачів до сервісного вузла, як правило, здійснюється через місцеві мережі операторів, однак окремі провайдери можуть мати власні мережі абонентського доступу.

Прийнято розрізняти сервіс-провайдерів різних рівнів: місцевого рівня, регіонального рівня та національного рівня (рис. 1.2).

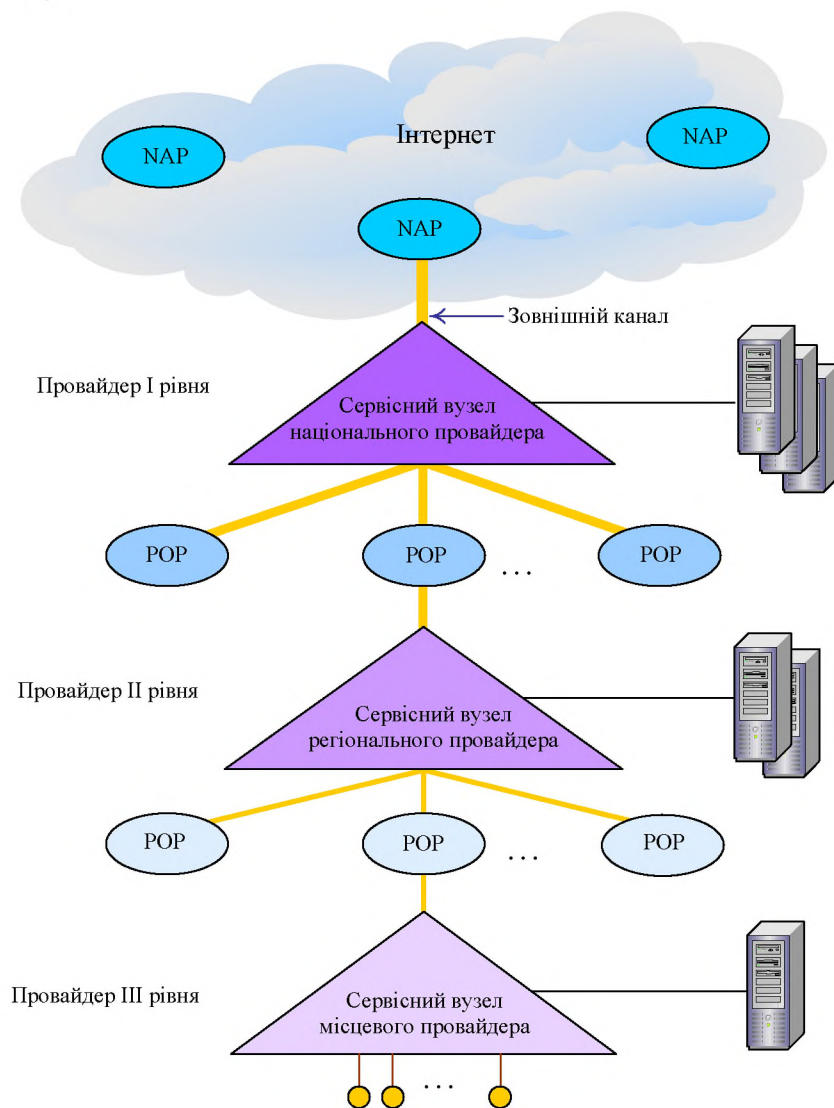


Рисунок 1.2. Інтернет-сервіс-провайдинг

Сервісний вузол **провайдера місцевого рівня** (рівня III) зовнішнім каналом, орендованим у мережевого оператора, під'єднується до так званої **точки мережевої присутності** (Point of Presence, **POP**), у якій розміщується обладнання мережевого доступу регіонального провайдера.

**Регіональний провайдер** (рівень II) зазвичай розміщує в своєму регіоні кілька точок мережевої присутності, забезпечуючи користувачів місцевих провайдерів доступом як до своїх інформаційних ресурсів (свого сервісного вузла), так і до зовнішніх ресурсів Інтернету.

**Регіональний провайдер** аналогічним чином, орендує канал у мережевого оператора, під'єднується до мережі доступу **національного провайдера** (рівень I). І тільки національний провайдер має право під'єднання до **точки мережевого доступу** (Network Access Point, **NAP**). NAP – це міжнаціональні точки доступу в Інтернет.

Таким чином, створюється *логічно функціонуюча мережа* «провайдерського класу».

За такою схемою сервіс-провайдер зосереджує фінансові ресурси на маркетингу та створенні потужної клієнтської бази. Орендує канали доступу та обладнання у посередника (мережевого оператора), а також використовуючи його служби технічної підтримки, сервіс-провайдер мінімізує свої експлуатаційні витрати.

Слід зазначити, що на практиці функції вищевказаних суб'єктів діяльності часто поєднуються в одній компанії з метою збільшення прибутків.

### 1.3. Мережі підприємств та установ

**Мережами підприємств** (Enterprise Networks), або **приватними мережами** (Private Networks), називають мережі, які належать установам і компаніям, інтереси бізнесу яких виходять за межі ринку телекомунікацій.

Відмінною особливістю приватних мереж є те, що всі ресурси мережі використовуються виключно співробітниками підприємства, яке є власником мережі. Крім того під терміном «приватна» мережа розуміють також *закриту мережу*, призначену для конфіденційного зв'язку. У цьому розумінні поняття «приватна мережа» частіше вживається відносно мереж великих корпорацій, що мають філії в різних містах, країнах і навіть континентах. Мережі підприємств меншого масштабу завжди сприймаються як приватні.

Поєднання комп'ютерів в мережу дозволяє підприємству оптимізувати його інформаційну інфраструктуру (роботу програм, застосовань, баз даних, тощо), що в результаті підвищує ефективність бізнес-процесу в цілому.

Залежно від масштабу виробничого підрозділу, в межах якого діє мережа, розрізняють *мережі робочих груп*, *мережі відділів*, *мережі кампусів* і *корпоративні мережі*.

**Мережі робочих груп** зазвичай характеризуються малою кількістю робочих місць (до 10) та використовуються невеликими групами співробітників підприємства, які виконують спільне виробниче завдання. Метою створення мережі в даному випадку є поділ дорогого периферійного обладнання та даних, спільне використання застосовань, а



також надання універсальних засобів комунікацій як для внутрішнього, так і зовнішнього зв'язку (рис. 1.3).

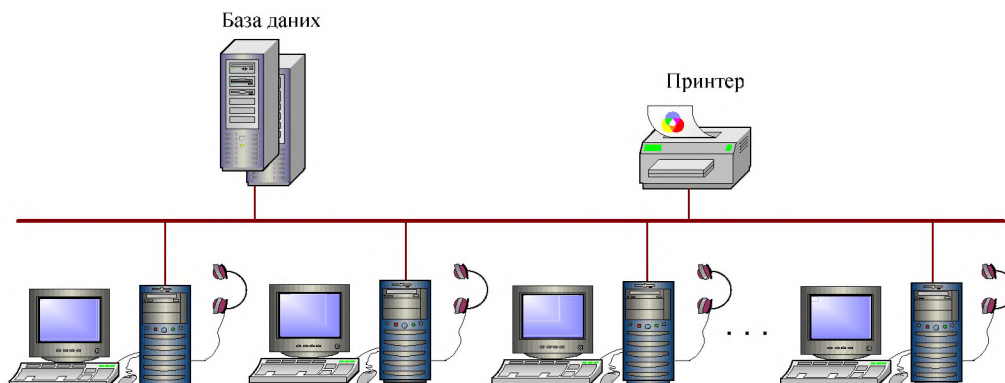


Рисунок 1.3. Мережа робочої групи

**Мережі відділів** можуть об'єднувати від 30 до 100 робочих місць і призначені для забезпечення спільної роботи співробітників одного відділу. Ці співробітники зазвичай вирішують ряд взаємопов'язаних завдань, наприклад, займаються планово-фінансовою діяльністю підприємства, ведуть облік матеріально-технічних цінностей та ін. Завдяки мережі забезпечується робота в режимі розподілу лазерних принтерів, модемів, інформаційних ресурсів відділу та мережевих застосовань.

Комп'ютерно-телефонна інтеграція зумовила появу нових ознак, властивих сучасним мережам відділів. Робочі місця співробітників поповнилися спеціалізованими телефонними апаратами, під'єднаними до послідовних портів персональних комп'ютерів (ПК). Крім того з'явилася можливість емуляції телефонного апарата за допомогою плат розширення в

стандарті *програмного інтерфейса телефонного застосування* (Telephony Application Programming Interface, **TAPI**).

Факс як необхідний елемент ділового життя будь-якого офісу або відділу завдяки новим стандартам також інтегрувався в телефонно-комп'ютерну систему.

У зв'язку з переходом на високошвидкісні технології стало можливим під'єднання до мережі широкосмугового мультимедійного обладнання, яке забезпечує організацію відеоконференцзв'язку (рис. 1.4).

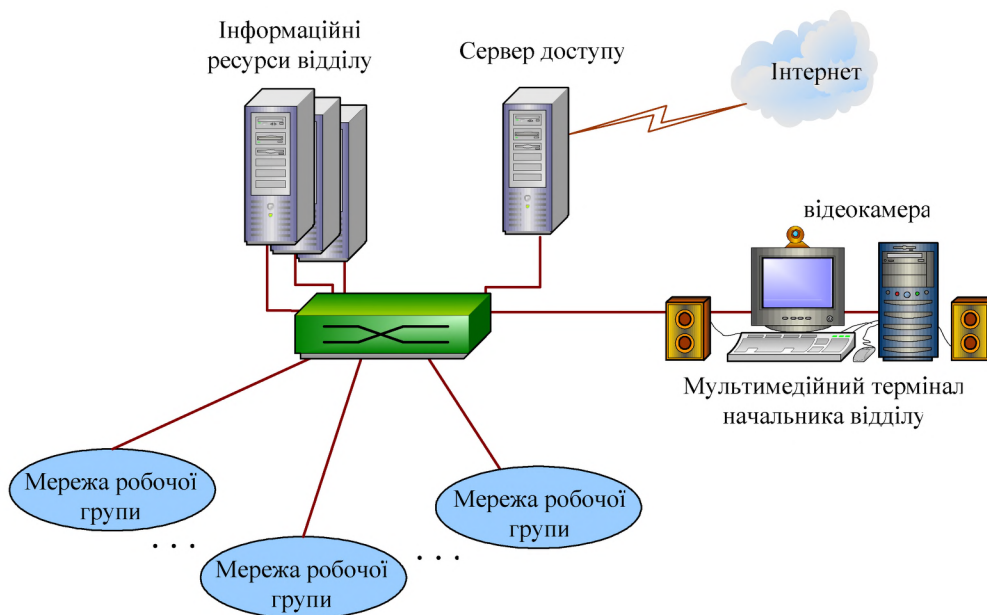


Рисунок 1.4. Мережа відділу

Мережі нового типу засновують як на базі УАТС (з використанням станцій Нісом, Siemens), так і на базі технологій ІР-мереж, що забезпечує можливість створення гібридних застосовань, наприклад, таких, як уніфікований обмін повідомленнями.

**Мережа будівлі або кампусу** об'єднує мережі різних відділів великого підприємства. Мережі відділів можуть розташовуватися як у межах одного багатоповерхового будинку, так і в декількох будинках, розміщених неподалік один від одного, які утворюють кампус (невелике містечко) (рис. 1.5).

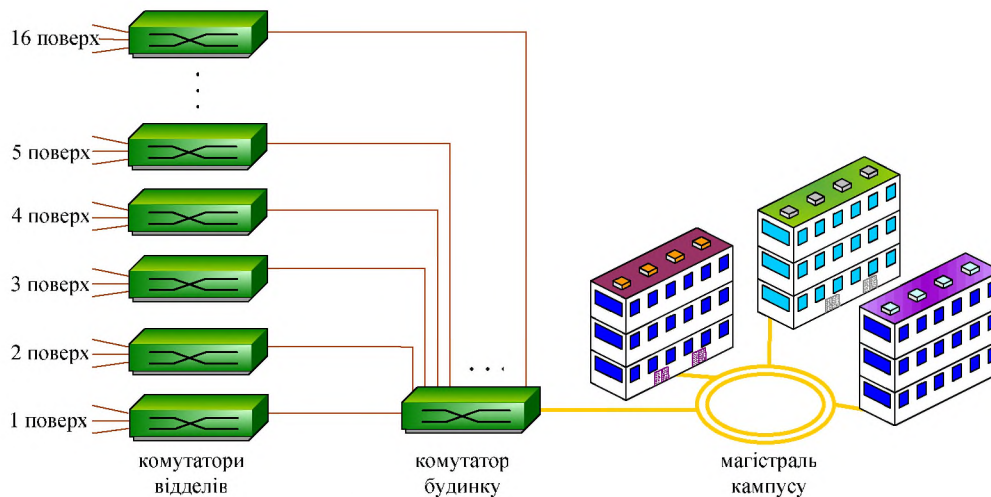


Рисунок 1.5 Мережа кампусу

Мережі кампусів налічують близько декількох сотень комп'ютерів. Вони використовують спеціальні служби мережевої взаємодії, що забезпечує доступ до загальних баз даних підприємства, факс-серверів, високошвидкісних модемів та ін. Завдяки цьому співробітники одних відділів отримують доступ до мереж та ресурсів інших відділів.

Кампусна мережа може складатися з різних типів комп'ютерів, неоднорідного апаратного й програмного забезпечення, різних мережевих технологій, що є прикладом *гетерогенного* мережевого середовища. Усе це створює проблему, пов'язану зі складністю керування кампусними

мережами, а також вимагає високої кваліфікації мережесистемних адміністраторів.

**Корпоративні мережі**, як правило, належать великим компаніям, які складаються з головної штаб-квартири (центрального офісу), а також віддалених філій в інших містах, країнах і навіть на різних континентах. Кількість користувачів і комп'ютерів у такій мережі досягає декількох тисяч.

Підрозділи корпорації можуть мати різний масштаб: від малого з одним або кількома працівниками компанії до філії масштабу кампусу, а тому об'єднання мереж корпоративних підрозділів є можливим лише з використанням *зовнішніх телекомунікацій* які, не належать даному підприємству (рис. 1.6).

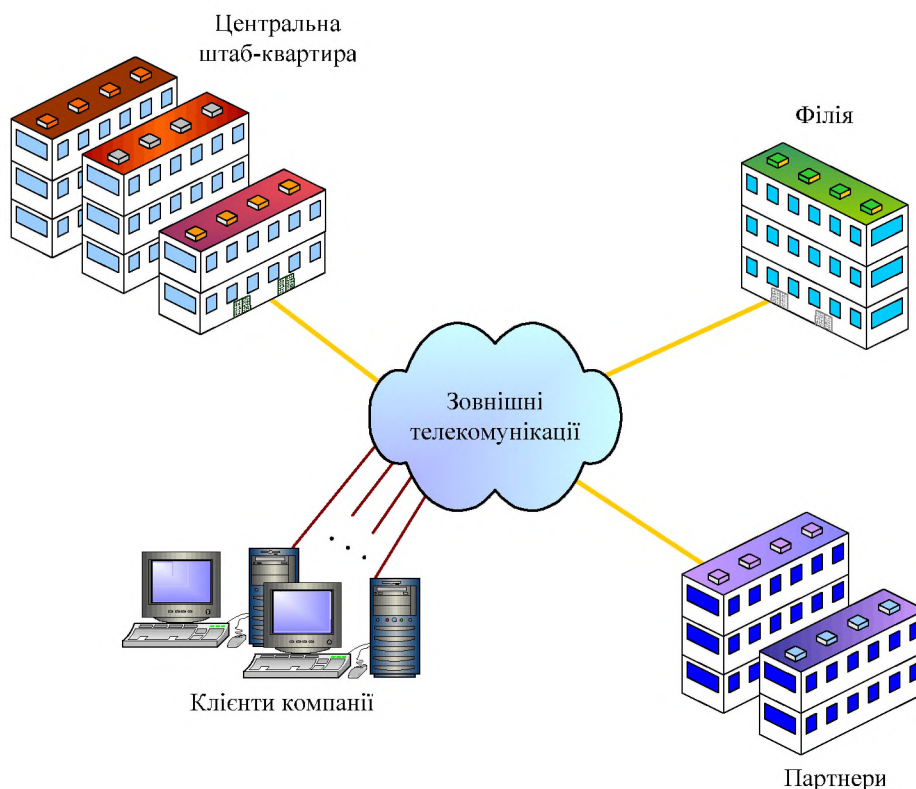


Рисунок 1.6 Корпоративна мережа

Корпоративна мережа може обслуговувати не лише підрозділи однієї великої компанії, але й певну групу користувачів, до якої крім працівників компанії входять бізнес-партнери та основні клієнти компанії. У будь-якому випадку санкціонований доступ до корпоративної мережі має лише *обмежений контингент* користувачів, група конкретних осіб.

Корпоративні мережі включають усю комунікаційну інфраструктуру, що забезпечує взаємодію між користувачами: різні типи термінальних пристроїв, кабельні системи в місцях розташування офісів, глобальні комунікації на базі ресурсів мережевих операторів і функціональні елементи керування мережею.

Оскільки об'єкти нерухомості, в яких інсталиються мережі, поділяються на виробничі будівлі та житловий сектор, розрізняють *мережі офісного типу, неофісного типу*, а також *мережі малих офісів і домашні мережі* (так званий сектор SOHO).

**Мережі офісного типу** монтують на об'єктах, споруджених з урахуванням специфічних виробничих умов (промислові підприємства, бізнес-центри, банки, органи державного управління). У переважній більшості такі підприємства мають у своєму розпорядженні розвинену комунікаційну інфраструктуру на основі спеціально виділених для цього кабелів зв'язку та відповідного комунікаційного устаткування. Відмінною особливістю мереж офісного типу є те, що кабельна розводка для них будується практично завжди у формі структурованих кабельних систем (СКС), які розглядаються в розділі 12. Різні аспекти реалізації таких систем, які є технічними об'єктами, добре опрацьовано та

закріплено відомими національними й міжнародними стандартами.

**Мережі неофісного типу** характеризуються слабкострумовою кабельною розводкою, великою кількістю працюючих в системі застосовань (телефонії, охоронної сигналізації, відеоспостереження та ін.) у поєднанні з ефірним і кабельним телебаченням.

Типовими об'єктами неофісного призначення є житловий сектор (квартири, котеджі, мікрорайони в межах міста або сучасні селища в заміської зоні), а також лікарні та готелі в секторі громадських будівель.

**Сектор малих офісів** (Small Office/Home Office, **SOHO**) містить у собі категорію об'єктів неофісного типу, таких, як мережі малих фірм і домашні мережі. Прикметною особливістю цього сектору є мала кількість працівників або тих співробітників підприємства, які працюють вдома та взаємодіють з центральним офісом. Організація такої взаємодії є самостійним колом задач, об'єднаних загальним поняттям «віддалений доступ», які детально вивчаються також в розділі 12.

### **Контрольні питання**

1. Які суб'єкти підприємницької діяльності представлені сьогодні на ринку телекомунікацій?
2. У чому полягає відмінність між мережами операторів та сервіс-провайдерів?
3. Які завдання мають на меті вирішувати мережі підприємств та установ?
4. Наведіть класифікацію мереж підприємств.
5. У чому полягають технологічні особливості організації корпоративних мереж?
6. У чому полягає відмінність мереж офісного типу від мереж неофісного типу?
7. Що являє собою сектор SOHO?



## Розділ 2. Основні поняття і визначення

Як впливає з попереднього розділу, сучасні мережі зв'язку є, мабуть, найскладнішими штучними системами, які вдалося створити сучасній цивілізації. Вивчення таких систем вимагає мобілізації зусиль у багатьох сферах інтелектуальної діяльності людини. Не будемо зараз їх тут перелічати, щоб Ви не гаяли час на визначення свого «IQ». У подібних ситуаціях завжди варто пам'ятати відому тезу: - «Те, що створене людським інтелектом, йому ж і під силу збагнути та пізнати».

Телекомунікаційні та інформаційні технології, які швидко розвиваються, випереджаючи одна одну, постійно змінюють ідеологію побудови мереж зв'язку, породжуючи все нові й нові мережеві концепції. Незважаючи на все їхнє різноманіття, вивчення та дослідження мереж, як показує досвід, доцільно здійснювати в двох аспектах: *телекомунікаційні мережі та інформаційні мережі*.

Спробуймо розкрити суть цих понять, а також з'ясувати, в чому полягає їхня відмінність і що їх об'єднує, в межах нашого уявлення про глобальне інформаційне співтовариство.

ПРИМІТКА. У цьому розділі наведено багато нових термінів і понять. З кожним з них рекомендуємо ретельно розібратися, щоб врешті-решт в Вашій голові не утворилась “каша”, яку тяжко опанувати. (Дружня порада авторів).



## 2.1. Телекомунікаційна мережа

Загальне поняття «телекомунікації» базується на уявленні про засоби, які дозволяють організувати зв'язок між двома і більше віддаленими пунктами.

Секція телекомунікацій **Міжнародного союзу електрозв'язку** (Telecommunications Standardization Sector of International Telecommunications Union, **ITU-T**) у Рекомендаціях серії I (I.110, I.112) визначає термін «**телекомунікації**» (Telecommunications) як *сукупність засобів, які забезпечують перенесення інформації, поданій у необхідній формі, на значну відстань за допомогою поширення сигналів в одному з середовищ (міді, оптичному волокні, ефірі) або сукупності середовищ.*

Засобами, визначеними загальним поняттям «**засоби телекомунікацій**», є лінії зв'язку, пристрої з'єднання середовищ, системи передачі, комунікаційні пристрої мережі, обладнання сигналізації, синхронізації та ін.

Ґрунтуючись на цих поняттях, дамо визначення телекомунікаційній мережі.

**Телекомунікаційна мережа** (Telecommunication Network, **TN**) – *це системоутворююча сукупність засобів телекомунікацій, що надає територіально віддаленим об'єктам можливість інформаційної взаємодії шляхом обміну сигналами (електричними, оптичними або радіо).*

Об'єктами при цьому можуть виступати як термінальні пристрої користувачів та кінцеві системи мережі, так і окремі мережі.

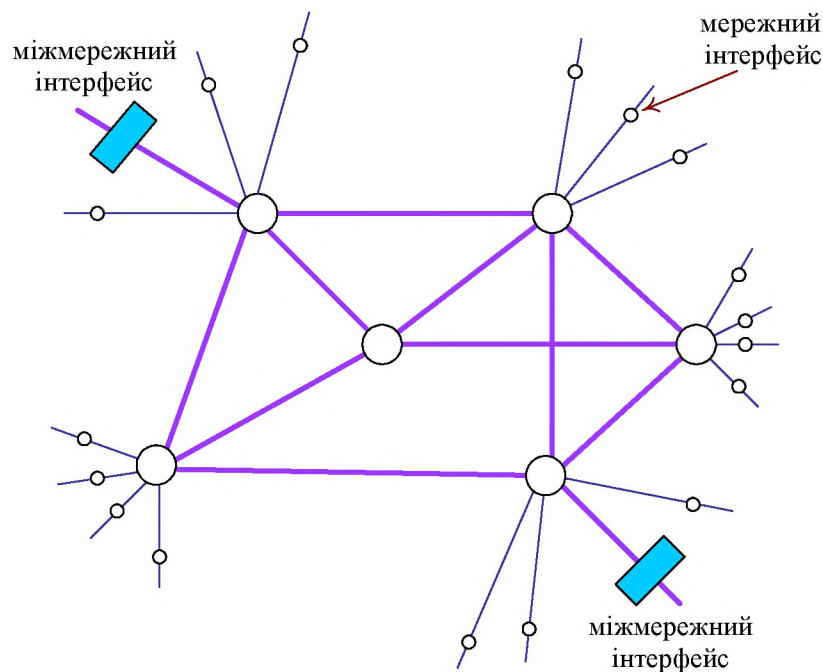


Рисунок 2.1. Телекомунікаційна мережа

Кінцем (інтерфейсною точкою) телекомунікаційної мережі є або телекомунікаційний роз'єм, до якого під'єднано пристрій користувача (мережевий інтерфейс), або кінцеве мережеве обладнання, яке забезпечує з'єднання мереж (міжмережний інтерфейс) (див. рис. 2.1).

У англomовній науковій літературі, акцентуючи саме на цьому аспекті, телекомунікаційну мережу називають **Carrier Network** (мережа-переносник).

**Транспортування** (Transfer) інформації в мережевій термінології означає *перенесення інформації*, перетвореної в сигнал з кінця в кінець, тобто від джерела до одержувача. Його слід відрізняти від терміна «**передача**» (Transmission), під яким розуміється *процес поширення сигналу* у фізичному середовищі між двома суміжними пунктами мережі.

Транспортуючи інформацію, необхідно контролювати такі важливі мережеві функції, як якість обслуговування з кінця в кінець, керування потоками з метою запобігання перевантажень у мережі та ін.

Телекомунікаційні мережі можна класифікувати за типом режиму перенесення інформації (синхронні, асинхронні) та технологічними характеристиками (середовищем передавання, заданою шириною смуги пропускання, якістю передавання сигналів, швидкістю передавання та ін.).

### ***Параметри ефективності телекомунікаційної мережі***

Телекомунікаційні мережі характеризують за показниками, які відображають у цілому *можливість і ефективність транспортування інформації*. Можливість транспортування інформації в телекомунікаційній мережі пов'язана зі ступенем її функціональності в часі, тобто виконанням заданих функцій в повному обсязі з необхідним рівнем якості протягом певного періоду експлуатації мережі або в конкретний момент часу.

Працездатність мережі пов'язана з поняттями *надійності* та *живучості*. Різниця між цими поняттями зумовлена, насамперед, відмінностями причин та факторів, які порушують нормальну роботу мережі, та специфікою порушень.

**Надійність** мережі зв'язку характеризується здатністю забезпечувати зв'язок, зберігаючи в часі значення встановлених показників якості в заданих умовах експлуатації.

Вона відображає вплив на працездатність мережі передусім внутрішніх чинників: випадкових відмов технічних засобів, спричинених процесами старіння, дефектами технології виготовлення або помилками обслуговуючого персоналу. Показниками надійності є, наприклад, відношення часу працездатності мережі до загального часу її експлуатації, ймовірність безвідмовного зв'язку та ін.

Важливим показником є також кількість незалежних шляхів передавання інформаційного повідомлення, які можуть бути визначені між парою пунктів мережі.

**Живучість** мережі зв'язку характеризується здатністю зберігати повну або часткову функціональність під впливом руйнуючих причин, які виникають поза межами мережі й призводять до виходу з ладу чи значних пошкоджень деякої частини її елементів (пунктів і ліній зв'язку). Виокремлюють два типи таких причин: стихійні й навмисні. До стихійних чинників відносяться: землетрус, повіні та інші форсмажорні обставини, до навмисних – пошкодження мережі в наслідок злочинних дій.

Живучість мережі можуть характеризувати такі показники, які визначають: вірогідність того, що між будь-якою заданою парою пунктів мережі можна передати обмежений обсяг інформації після впливу руйнівних факторів; мінімальну кількість пунктів, ліній мережі (або тих та інших), вихід з ладу яких призводить до порушення зв'язності мережі відносно довільної пари пунктів; середню кількість пунктів, які залишаються зв'язними при одночасному пошкодженні декількох ліній зв'язку та ін.

**Пропускна здатність мережі.** У тих випадках, коли мережа не може обслуговувати (реалізувати) необхідне навантаження, говорять про обсяг реалізованого навантаження в мережі. Величина реалізованого мережею навантаження визначає її пропускну здатність і в ряді випадків може бути оцінена кількісно апріорі. Наприклад, можна визначити величину максимального потоку інформації між двома пунктами (джерело-стік), або пропускну спроможність перетину мережі, що є найвужчим місцем при поділі мережі між джерелом і стоком на дві частини. Оцінка пропускну здатності мережі значною мірою пов'язана з параметрами якості обслуговування, тому що реалізація конкретного навантаження має здійснюватися відповідно до заданих параметрів якості.

**Якість обслуговування** визначається сукупністю показників, які вказують на рівень відповідності телекомунікаційної мережі нормам експлуатації та вимогам користувачів.

**Рентабельність і вартість.** Телекомунікаційна мережа є рентабельною, як що витрати на її організацію і забезпечення працездатності окупаються доходом від наданих користувачам послуг. Основна економічна характеристика мережі - це зведені (загальномережеві) витрати, які визначають її вартість з урахуванням експлуатації й керування.

## **2.2. Інформаційна мережа**

Поняття «**інформаційна мережа**» (Information Network, **IN**) передбачає розгляд телекомунікаційної мережі в

сукупності зі взаємодіючими за допомогою неї об'єктами. У такому розумінні інформаційна мережа – це «**навантажена**» телекомунікаційна мережа.

Поняття «інформаційна мережа», на відміну від поняття «телекомунікаційна мережа», є більш містким та узагальненими й відображає різноманіття *інформаційних процесів*, які протікають в мережі. Ці процеси виникають у результаті взаємодії кінцевих систем, під'єднаних до телекомунікаційної мережі.

### ***Інформаційні процеси***

Інформаційні процеси в мережі можна поділити на дві групи: *прикладні процеси* та *процеси взаємодії*.

**Прикладні процеси** (Application Processes, **AP**) ініціюються кінцевими системами під час запуску програм користувача, які ще називаються **застосованнями** (Applications).

**Процеси взаємодії** (Interworking Processes) – це процеси в мережі, призначені для обслуговування прикладних процесів. Наприклад, визначення форматів подання інформації для передачі мережею, встановлення режимів передавання даних, визначення маршрутів просування інформації та ін. Прикладні процеси та процеси взаємодії підтримуються *мережевими операційними системами* (МОС).

## *Кінцеві системи*

Кінцеві системи інформаційної мережі можуть бути класифіковані наступним чином:

- *термінальні системи* (Terminal System) – комп'ютери користувачів мережі;
- *хостингові системи* (Host System) – комп'ютери, на яких розміщено інформаційні та програмні ресурси мережі;
- *сервери* (Servers) – комп'ютери, на яких інстальовано спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє надавати мережеві сервіси. Наприклад, керування доступом для великої кількості користувачів до інформаційних ресурсів, пристроями колективного користування (принтерів, плотерів), реєстрація користувачів та контроль за їх правами доступу в мережу та ін. Серверний комп'ютер, залежно від можливості його операційної системи, може бути налаштований як для роботи в режимі хосту (інформаційний сервер), так і в режимі комунікаційного пристрою (наприклад, шлюзу);
- *адміністративні системи* (Management System) – комп'ютери, які забезпечують роботу застосовань керування мережею та окремих її частин.

ПРИМІТКА. Оскільки кінцевими системами інформаційної мережі є комп'ютери, то таку систему ще називають «комп'ютерною мережею». Телекомунікаційна

мережа при цьому класифікується як «мережа передачі даних».

### ***Ресурси інформаційної мережі***

Інформаційну мережу доцільно характеризувати за складом ресурсів. Ресурси інформаційної мережі поділяють на *інформаційні, ресурси обробки та зберігання даних, програмні та комунікаційні*.

**Інформаційні ресурси** – це інформація та знання, накопичені в усіх галузях науки, культури й життєдіяльності суспільства, а також продукція індустрії розваг. Все це систематизується в мережевих банках даних, з якими взаємодіють користувачі мережі. Ці ресурси визначають споживчу цінність інформаційної мережі, тому їх необхідно не лише постійно створювати та поповнювати, але й вчасно архівувати та оновлювати, а користування мережею повинно забезпечувати можливість отримувати актуальну інформацію саме тоді, коли в ній виникає необхідність.

**Ресурси обробки та зберігання даних** – це продуктивність процесорів та обсяги пам'яті комп'ютерів, які працюють у мережі, а також час, протягом якого вони використовуються.

**Програмні ресурси** – мережеве програмне забезпечення (ПЗ): мережеві операційні системи, серверне ПЗ, ПЗ робочих станцій; прикладне ПЗ; інструментальні засоби: утиліти, аналізатори проходження трафіку, засоби мережевого контролю, а також програми додаткових функцій, основними серед яких є виписка рахунків, облік оплати послуг, навігація



(забезпечення пошуку інформації в мережі), обслуговування мережових електронних поштових скриньок, організація мостів для телеконференцій, перетворення форматів переданих інформаційних повідомлень, криптозахист інформації (кодування й шифрування), автентифікація (зокрема, електронний підпис документів, що засвідчує їх справжність).

**Комунікаційні ресурси** – це ресурси, які беруть участь у транспортуванні й перерозподілі потоків інформації в мережі (іншими словами – ресурси телекомунікаційної мережі), основними серед яких є пропускні спроможності ліній зв'язку та устаткування вузлових пунктів, а також час їх використання під час взаємодії користувача з мережею. Вони класифікуються відповідно до типу використаного середовища передачі та телекомунікаційної технології.

Усі перераховані ресурси в інформаційній мережі можуть використовуватися одночасно кількома прикладними процесами, тобто *розділятися* в часі.

Ресурси інформаційної мережі сукупно дозволяють виконувати обробку інформації, забезпечувати ефективний пошук її в будь-якому місці мережі, а також уможлиблюють її накопичення й зберігання. Усі зазначені дії мають назву **«інформаційні послуги»**.

Отже, під **інформаційною мережею** як *фізичним об'єктом* слід розуміти *сукупність територіально розрізнених кінцевих систем, об'єднаних телекомунікаційною мережею, за допомогою якої забезпечується взаємодія прикладних процесів, активізованих у кінцевих системах, та їх колективний доступ до ресурсів мережі.*

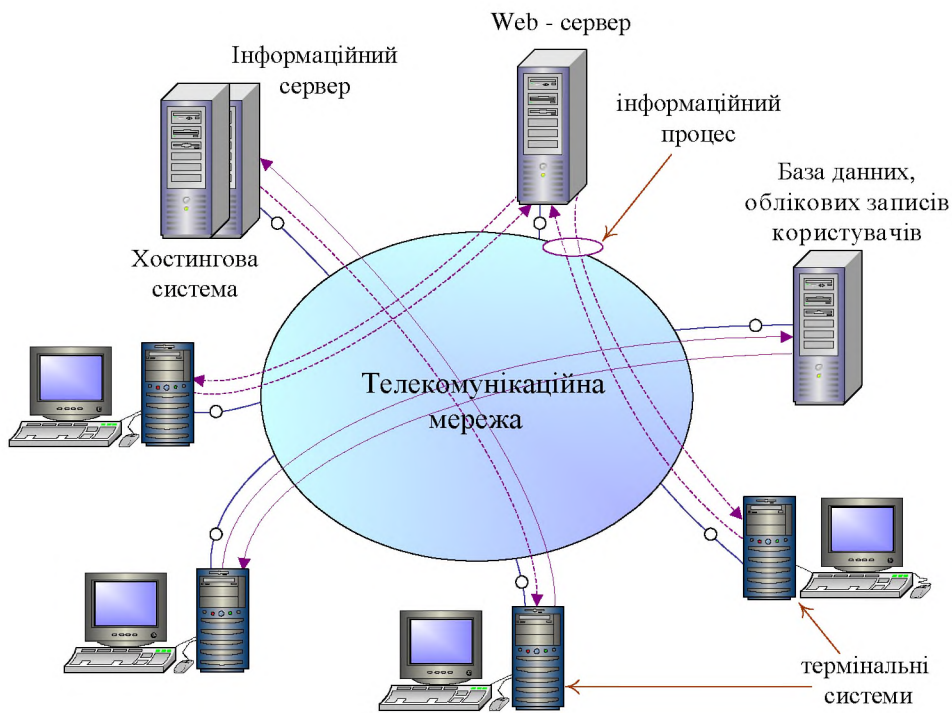


Рисунок 2.2. Інформаційна мережа

Уся інтелектуальна робота в інформаційній мережі виконується на периферії, тобто в кінцевих системах мережі, а телекомунікаційна мережа, хоча й займає центральне положення, є лише з'єднувальним компонентом (див. рис. 2.2). Телекомунікаційна мережа, як їй і належить, у складі інформаційної мережі виконує функції *транспортувальної системи*.

Отже, поняття «інформаційна мережа» зосереджує увагу на *інформаційних процесах*, які виникають у мережі під час взаємодії кінцевих систем через телекомунікаційну мережу. Опис цієї взаємодії демонструє всю складність організації зв'язку в мережі як у режимі «запит-відповідь», так і в реальному масштабі часу.

Основною вимогою, якій має відповідати інформаційна мережа, є забезпечення користувачів *ефективним доступом до ресурсів, які можуть розділятися* (тобто колективного використовуватися). Усі інші вимоги – пропускна здатність, надійність, живучість – лише забезпечують якісне виконання цієї основної вимоги.

### ***Параметри оцінки ефективності інформаційної мережі***

Уявлення користувача про рівень продуктивності інформаційної мережі як системи розподільчих ресурсів складається з оцінки таких параметрів, як *час реакції мережі, затримка передачі і варіація затримки передачі*, а також *прозорість*.

**Час реакції мережі** визначається як інтервал часу між поданням запиту користувача до певної мережевої служби (наприклад, передачі файлів) і отриманням відповіді на цей запит. Значення цього показника залежить від типу служби, до якої звертається користувач, від того, до якої категорії належить користувач та якою є продуктивність сервера, куди він звертається, а також від ступеня завантаженості елементів мережі, через які проходить його запит.

**Затримка передачі** визначається як час між моментом надходження пакету даних на вхід будь-якого мережевого пристрою або фрагмента мережі і моментом виходу з неї. Цей параметр по суті характеризує етапи тимчасової обробки пакетів при проходженні їх мережею. При цьому продуктивність мережі оцінюється, як правило, максимальною затримкою передачі та варіацією затримки.

**Варіація затримки** (джитер затримки) характеризує коливання затримки в часі. Великий діапазон в значеннях затримки негативно позначається на якості наданої користувачеві інформації при передаванні чутливих до затримки видів трафіку, таких як відеодані, мовленнєвий трафік. Це супроводжується виникненням «відлуння», нерозбірливістю мови, тремтінням зображення та ін.

**Прозорість** характеризується властивістю мережі приховувати від користувача принципи її внутрішньої організації. Користувач не повинен знати місцезнаходження програмних та інформаційних ресурсів. Для роботи з віддаленими ресурсами мережі він повинен використовувати ті ж самі команди й процедури, що й для роботи з ресурсами свого комп'ютера. Вимога до прозорості забезпечує користувачам зручність і простоту роботи в мережі.

### **2.3. Конвергенція мереж, технологій та послуг**

Розглянуті вище поняття телекомунікаційної та інформаційної мереж класифікують мережі зв'язку відповідно до категорій послуг, які надаються, основними серед яких є такі:

- телекомунікаційні або транспортні послуги;
- інформаційні послуги.

Ще в недалекому минулому проблема надання телекомунікаційних послуг вирішувалася шляхом створення окремих мереж електрозв'язку (телефонних, телеграфних, телевізійного мовлення, передачі даних).

Паралельно розвиваючись, комп'ютерні мережі як розподільчі системи обробки даних забезпечили можливість автоматизованої обробки, накопичення й зберігання в мережі будь-якої інформації, що є продуктом інтелектуальної діяльності суспільства, й видачі її на запит користувача в необхідній формі, тим самим розширюючи спектр інформаційних послуг.

Виникає закономірне питання: - «Як вже існуючим мережам електрозв'язку вдається функціонувати в умовах, коли безперервно удосконалюються концепції побудови мереж, виникають нові мережеві технології та постійно зростають потреби в найрізноманітніших послугах зв'язку? Які процеси породжують нові класифікації мереж? ».

А ось і відповідь: «Вони конвергуються!!!» Якщо щось не є зрозумілим, доведеться прочитати цей розділ до кінця.

У практиці експлуатування існуючих мереж зв'язку вже стало нормою передавати так званий «чужий» трафік. Наприклад, передача комп'ютерних даних засобами телефонних комунікацій, або передача мовного трафіку з використанням пакетного режиму переносу інформації. Внаслідок цього ускладнюється та видозмінюється звична у минулому для зв'язківців класифікація мереж зв'язку за типом переданих інформаційних повідомлень. Відбувається незворотне взаємопроникнення різних за походженням і принципами роботи мереж, таких, наприклад, як мережі передачі комп'ютерних даних і мережі передачі мовного (телефонного) трафіку. Це свідчить про те, що еволюція мереж зв'язку відбувається в напрямі *конвергенції* (від англ. convergence – зближення, сходження в одну точку).

Під **конвергенцією в телекомунікаціях** розуміють забезпечення практично однакових наборів послуг різними за технологічними можливостями мережами, або об'єднання кінцевих пристроїв, таких, як телефон, персональний комп'ютер і TV-приймач у єдиний термінал.

Конвергенція передбачає створення *конвергентних систем зв'язку* на основі злиття мереж, які відрізняються цілим рядом ознак. Це перш за все мережі, які використовують різні телекомунікаційні технології, локальні й територіальні мережі, провідні та безпроводові мережі, стаціонарні та мобільні мережі, мережі доступу та транспортні мережі.

Конвергенція зумовлена прагненням мати однорідну інфраструктуру для тих чи інших послуг, навіть коли ці послуги підтримуються різними технічними рішеннями. Ці рішення можуть бути засновані на телекомунікаційних або інформаційних технологіях. Важливо відзначити, що конвергенція послуг призводить також до значного збільшення можливостей однієї окремо взятої послуги, як це відбувається, наприклад, у мультимедійних комунікаціях. Закономірно, що конвергенція послуг завжди припускатиме певний рівень конвергенції в технічних системах, які забезпечують ці послуги.

Бурхливе зростання трафіку даних (у порівнянні з телефонним навантаженням) спричинило конвергентні процеси в сфері технологій.

В умовах, коли окремі сегменти телефонної мережі заміщуються мережами передачі даних, які забезпечують також і транспортування мови, виник новий підхід у телекомунікаційних технологіях – передача мови пакетами (Voice over Internet Protocol, **VoIP**).

У сфері конвергенції мереж найбільший інтерес викликає той факт, що Інтернет-послуги можна надавати через лінії доступу телефонної мережі. Отже, можна розглядати конвергенцію як взаємодію між телефонною мережею та Інтернетом на межі телефонної мережі. Забезпечення послугами телефонії між користувачами Інтернету та користувачами телефонної мережі є одним із основних напрямів конвергенції мереж.

Іншим важливим напрямком конвергенції є стирання меж між фіксованими та мобільними мережами. Йдеться як про інтеграцію комутаторів для проводових і мобільних радіомереж (так званий комбінований комутатор, Combi-Switch), так і про конвергенцію послуг, а це означає, що абоненти можуть отримувати послуги у разі будь-якого доступу до мережі.

Закономірним результатом загальних процесів конвергенції є комп'ютерно-мережева інтеграція. Можна впевнено стверджувати, що саме розвиток обчислювальної техніки та її архітектури став підґрунтям розробки принципів та системних рішень, запроваджених в сучасних мережах.

Помітними також є фактори зворотного впливу. Необхідність передавання даних на значні відстані призвела до *використання існуючих телекомунікацій як транспортного середовища* при об'єднанні локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) та взаємодії їх з віддаленими комп'ютерами. Комп'ютер, у свою чергу, використовують не тільки як термінальний пристрій, але й як транзитний вузол телекомунікаційної мережі, який поєднує різних користувачів мережі, використовуючи мережеві процедури маршрутизації.

Фахівці з комп'ютерних систем дійшли висновку про доцільність використання в локальних мережах телекомунікаційної технології асинхронного режиму перенесення (ATM), що забезпечує передачу різнотипного трафіку необхідної якості. Спеціалісти мають намір використовувати технології синхронної цифрової ієрархії (SDH) для пришвидшення передачі інформації в мережах передачі даних, а зв'язківці на основі таких технологій створюють територіальні мережі, які поєднують локальні мережі підприємств і віддалені "домашні офіси".

Комп'ютерно-телефонну інтеграцію (Computer Telephony Integration, **CTI**) і IP-телефонію справедливо вважаються одними з головних досягнень 90-их років в галузі телекомунікацій.

На сьогодні в CTI виокремлено два підходи: «комп'ютерний» і «телефонний». В основі першого лежить концепція підтримки додаткових послуг підвищеної якості для бізнес-користувачів, яка орієнтована на конвергенцію комунікаційних та інформаційних послуг. Комп'ютерний підхід до проблеми спрямовано на обслуговування великої кількості викликів шляхом організації спеціалізованого операторського центру (Call Center), що забезпечує інтелектуальні й автоматизовані комунікаційні послуги. Ці послуги підтримуються за допомогою досить складних програмних застосовань, інстальованих на спеціальному сервері комп'ютерної телефонії, який взаємодіє з базою даних клієнтів, що знаходиться, можливо, на окремому сервері. Таке революційне технічне рішення операторського класу в галузі комп'ютерних технологій закріплено загальноприйнятим англomовним терміном «Softswitch» (програмний комутатор).



Фахівці з галузі телекомунікацій дотримуються іншої точки зору на реалізацію СТІ, вважаючи, що функції Call Center можуть бути виконані комутаційною системою телефонної станції без використання додаткового сервера. Основним завданням СТІ при такому «телефонному» підході є вирішення внутрішніх завдань підприємства: підвищення культури виробництва, інтеграція різних власних баз даних з телефонною системою. При цьому поняття сервісу, що надається абоненту, трактується ширше й не обмежується специфічними послугами комп'ютерної телефонії.

Таким чином, як перший, так і другий підходи мають право на існування.

Концепція ІР-телефонії передбачає доставку голосового трафіку пакетами (VoIP) в режимі реального масштабу часу мережами передачі даних за допомогою транспортних механізмів протоколів ТСП/ІР. Таким чином, забезпечується можливість інтеграції голосового трафіку й даних в одній мережі, що в свою чергу дозволяє спростити мережеву інфраструктуру, відмовившись від непотрібних мережевих платформ.

Процеси конвергенції та інтеграції впливають і на термінальне обладнання мереж. Відбувається об'єднання різних за призначенням кінцевих пристроїв (телефону, персонального комп'ютера і TV-приймача) в єдиний багатофункціональний термінал.

Традиційний аналоговий телефон поки залишається в арсеналі термінальних пристроїв зв'язку, однак характеризується досить низькими функціональними можливостями з обробки та зберігання інформації (в

основному – це зберігання в пам'яті телефонних номерів). Його поєднання з комп'ютером дозволяє вирішити завдання створення інтелектуального терміналу. Спеціалізовані ПК розширюють своє призначення, надаючи спектр таких послуг, як організація голосової пошти, факсимільного зв'язку, голосового набору та ін.

Можна очікувати, що побутовий телевізор скоро також стане багатофункціональним терміналом, для перетворення на який достатнім є під'єднання спеціальної TV-приставки STB (Set-Top-Box). Поява TV-приставок була зумовлена впровадженням цифрового телемовлення. Їх функція полягала в декодуванні цифрового відеосигналу. Пізніше з'явилися TV-приставки, декодуючі спеціально зашифровані платні програми. Сьогодні пропонуються TV-приставки, які можуть з використанням модемів підтримувати банківські операції та електронні покупки. Поступово функціональність TV-приставок наближається до функціональності ПК. Удосконалені TV-приставки можуть підтримувати доступ в Інтернет, включаючи електронну пошту, Web-пошук і послуги IP-телефонії.

Розвиток і зближення технологій різних галузей призвели до появи абсолютно нового класу виробів ІА (Information Appliances). Цей клас охоплює все: починаючи від телевізорів, телефонів з доступом до Web до наручних годинників, фотоапаратів, тощо. По суті, ІА визначають декілька нових видів обробки інформації. Усі вони є апаратними засобами з оперативним доступом до мереж. Розподіл ІА на категорії за основними властивостями дає можливість краще зрозуміти сфери застосування цих

пристроїв. Зараз серед ІА найбільш поширені телевізори й телефони з доступом в Web, персональні інформаційні системи (PIM) і цілий клас різноманітних надвисокотехнологічних пристроїв доступу в Web, так званих WebMisc.

Web-телефони на сьогодні пропонують понад десятки компаній. Це такі ІА, що поєднують функції класичних телефонів з доступом в Web і можливістю прийому/відправки електронної пошти. Завдяки тому, що пристрій постійно ввімкнено та під'єднано до телефонної лінії, здійснюється безперервний контроль надходження повідомлень з Інтернету.

Зближення VoIP і телефонії розпочинає еру телефонів принципово нового типу. Продукт Web Video Phone компанії Samsung – зразок Web-телефонів цього типу. Одна з переваг Web-телефонів на основі технології VoIP полягає в різкому зниженні плати за розмови. По-друге – можливість передачі Internet-мережею мовлення та зображення. Два і більше абоненти зможуть, використовуючи Web-телефони другого покоління, обговорити, наприклад, креслення, в той час, як його зображення й самі співрозмовники з'являться на екранах.

Найбільші можливості в створенні потужного мультисервісного терміналу надає персональний комп'ютер. Завдяки модульній структурі розширення його функцій зводиться до додавання різноманітних карт і спеціального програмного забезпечення. Крім використання ПК як мультисервісного пристрою для отримання послуг зв'язку в різних інформаційних середовищах, його можна використовувати як мультимедійний термінал, що поєднує текстову, звукову та відеоінформацію в одному сеансі зв'язку.

У цілому еволюція мереж у бік мультисервісної платформи фактично означає необмежені можливості розширення спектру споживчих послуг, особливо завдяки мережевим бізнес-застосуванням, які активно розвиваються (наприклад, електронна комерція, дистанційна система навчання, мережеві відеоконференції та ін.)

Підсумовуючи вищезазначене можна констатувати, що конвергенція забезпечила перехід до мереж зв'язку наступного покоління, які мають на меті якісно змінити всі сфери життя й діяльності людини.

Якщо в цьому розділі Вам не вся інформація була зрозумілою, значить, це саме та дисципліна, яку Вам необхідно більш наполегливо освоювати, щоб навчитися будувати мережі наступного покоління відповідно до вимог часу.

## **2.4. Інфокомунікаційна мережа**

Процеси конвергенції, цифровізації та комп'ютеризації мереж зумовлені прагненням створити єдину мережу, здатну надавати телекомунікаційні та інформаційні послуги інтегровано, а також забезпечувати можливість необмеженого розширення спектру різних послуг. Підкреслюючи нерозривний зв'язок інформаційних і телекомунікаційних компонентів у формуванні та наданні послуг мережею, у технічній літературі часто використовують такі інтегруючі поняття, як **«інфокомунікації»**, **«інфокомунікаційна мережа»**.

Очевидно, що створення інфокомунікаційної мережі вимагає комплексного використання ресурсів мереж, а також

істотно відмінних технічних рішень. І саме від складу й можливостей ресурсів такої багатофункціональної мережі залежить спектр послуг, які надаються.

Сукупність ресурсів мережі, задіяних у виробництві та наданні користувачам конкретної послуги або певного набору послуг, прийнято називати **платформою надання послуг**.

Використовуючи поняття «мережеві ресурси» та «платформа надання послуг», з'ясуємо терміни «інфокомунікації» і «інфокомунікаційна мережа».

**Інфокомунікації** – *це сукупність мережевих ресурсів, призначених для спільної участі у виробництві та наданні телекомунікаційних, інформаційних та інших послуг інформаційного співтовариства.*

Таким чином, інфокомунікації забезпечують можливість не тільки перенесення в просторі інформаційних повідомлень та взаємодію інформаційних систем, а й виробництво нових послуг та інформації.

**Інфокомунікаційна мережа** становить *комплекс термінальних пристроїв користувачів, кінцевих систем мережі та універсальної платформи виробництва та надання послуг, які відповідають різноманітним вимогам користувачів до їх типу та якості.*

Інфокомунікаційну мережу як фізичний об'єкт зображено на рис. 2.3. Термінальними пристроями користувачів (Terminal System) називають пристрої, призначені для роботи в мережі, якими є як кінцеві пристрої телекомунікаційних служб: телефонні апарати (стаціонарні, системні, мобільні, IP-телефонії), пристрої телематичних служб (факсимільні апарати, телетекси, відеотермінали тощо), так і багатофункціональні термінали на основі комп'ютерів.

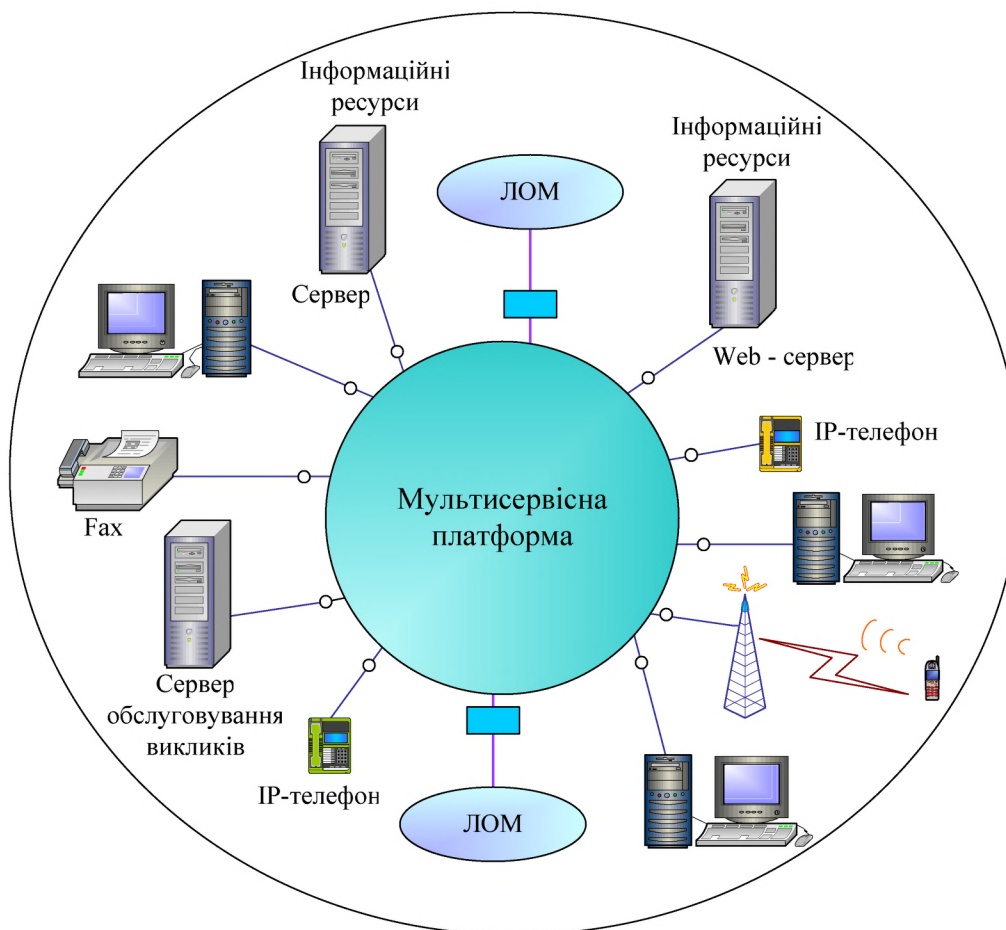


Рисунок 2.3. Інфокомунікаційна мережа

Універсальну платформу надання широкого спектру послуг інфокомунікаційної мережі ще називають «**мультисервісною мережею**». Її відмінною рисою є *мережеве закінчення з універсальним відкритим інтерфейсом*. Це питання розглядається в розділі 17.

Таким чином, інфокомунікаційна мережа дозволяє вирішувати найбільш актуальні завдання інформаційного співтовариства:

- надання користувачам можливості обміну інформаційними повідомленнями різного типу (мова, відео, дані);
- швидке та якісне отримання необхідної інформації з будь-якого віддаленого джерела в мережі;
- автоматизація процесів обробки, накопичення, зберігання великих обсягів інформації в мережі і, зрештою, самого процесу виробництва інформації.

Вирішення цих завдань завжди було і є постійним стимулом науково-технічного прогресу в галузі зв'язку.

У результаті конвергенції все сучасне цифрове мережеве та термінальне (користувальницьке) обладнання перетворюється, по суті, в набір «різнофункціональних комп'ютерів». Урешті-решт розвиток інфокомунікацій призведе до того, що мережа буде в змозі пропонувати користувачеві одну, але дуже універсальну «інфокомунікаційну послугу».

## 2.5. Глобальна інформаційна інфраструктура

Кінцева мета розвитку інфокомунікацій – створення глобальної інформаційної інфраструктури. ІТУ-Т у Рекомендаціях Y.100, Y.110 дає таке тлумачення цьому глобальному об'єкту.

**Глобальна інформаційна інфраструктура** (Global Information Infrastructure, **ГІІ**) *пропонує користувачам набір комунікаційних послуг, які забезпечують відкриту множинність застосовань, охоплюють усі види інформації та*

*надають можливість її отримання в будь-якому місці, в будь-який час, за прийнятною ціною і з прийнятною якістю.*

Створенню ГП сприяють конвергенція технологій, упроваджених у галузі телекомунікацій, комп'ютерів і споживчої електроніки, а також нові можливості для бізнесу.

На Урядовій конференції країн "великої вісімки" (G8), проведеній Комісією Європейського Економічного Союзу (ЄЕС) в лютому 1995 року, було узгоджено основні принципи, на яких має базуватися розвиток ГП, серед яких:

- забезпечення відкритого доступу до мереж;
- гарантія забезпечення загального доступу до послуг, а саме:

*мобільності* – можливості доступу до послуг з різних місць та під час руху. При цьому визначення та локалізація джерела надходження запитів повинні забезпечуватись мережею;

*номадизму* – можливості вільного переміщення, зберігаючи при цьому доступ до послуг, незалежно від доступності або недоступності цих послуг в місцевому середовищі, тобто безперервність доступу в просторі та часі;

- забезпечення рівних можливостей для користувачів, зважаючи на культурне та мовне розмаїття;
- необхідність міжнародного співробітництва з особливою увагою до найменш розвиненим країнам;
- сприяння відкритій конкуренції та заохочення приватних інвестицій.



Ці принципи можна реалізувати завдяки:

- розвитку глобальних ринків для мереж, послуг та застосовань;
- гарантії конфіденційності та захисту даних;
- захисту прав інтелектуальної власності;
- співробітництву в науково-дослідницької діяльності та в розробці нових застосовань.

Глобальні розробки з ГП проводяться окремими консорціумами та індустріальними форумами.

## Контрольні питання

1. Поясніть терміни: «телекомунікації», «телекомунікаційна мережа», «інформаційна мережа», «інфокомунікаційна мережа».
2. Якими параметрами оцінюється ефективність телекомунікаційної мережі?
3. Охарактеризуйте кінцеві системи та ресурси інформаційної мережі.
4. Якими параметрами оцінюється ефективність інформаційної мережі?
5. У чому відмінність і що спільного в телекомунікаційному й інформаційному аспектах дослідження мереж?
6. Поясніть термін «конвергенція». За якими напрямками здійснюється процес конвергенції в галузі зв'язку?
7. Поясніть мотивацію конвергенції у зв'язку. Що є її рушійною силою?
8. Подайте визначення поняття «інфокомунікації»?
9. Що таке платформа подання послуг?
10. Яким є призначення Глобальної інформаційної інфраструктури?