



ХАРЬКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕРЕЖ, КЛІЄНТІВ, ОПЕРАТОРІВ І ПОСЛУГ ЗВ'ЯЗКУ. СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЛЕКЦІЯ 2

Доцент кафедри кібербезпеки та ІТ
к.т.н. Лимаренко Вячеслав Володимирович
к.т. 066-0708586 (Viber, Telegram)

ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

Технології SDH/SONET. Мультиплексування потоків інформації при формуванні потужних регіональних і міжрегіональних каналів має два варіанти. Один базується на синхронному мультиплексуванні й називається синхронною цифровою ієрархією (synchronous digital hierarchy, SDH), інший використовує простий асинхронний пакетний обмін і називається асинхронним режимом.

Технологія SDH посідає вагомe місце в телекомунікаційному світі й становить фундамент практично всіх великих мереж — регіональних, національних і міжнародних. Вона була розроблена у Європі для того, щоб одержати стандартний протокол для взаємодії провайдерів; уніфікувати американські, європейські та японські цифрові системи; забезпечити мультиплексування цифрових сигналів на гігабітних швидкостях; забезпечити підтримку функцій експлуатації й технічного обслуговування OA&M (operation, administration and maintenance).

SDH здебільшого застосовується при створенні надійних транспортних мереж із комутацією каналів на базі синхронного мультиплексування з поділом за часом TDM (Time Division Multiplexing), що дозволяє гнучко формувати цифрові канали в широкому діапазоні швидкостей — від декількох мегабіт до десятків гігабіт за секунду. Основна галузь її застосування — первинні мережі операторів зв'язку.

ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

Стандарт SDH призначений для заміни ієрархії асинхронних ліній E-1/E-3 та реалізований в цей час багатьма мережами. Він являє собою модифікацію американського стандарту щодо передачі даних оптичними каналами зв'язку SONET (synchronous optical network). Незважаючи на свою назву SONET не обмежується винятково оптичними каналами. Специфікація визначає вимоги для оптичного одно- і мультимодового волокна, а також для 75-омного коаксіального кабелю CATV 75. Пропускна здатність SONET починається з 51,84 Мбіт/с STS-1 (synchronous transport signal — 1). Більш високі швидкості передачі інформації в SONET кратні цьому значенню (табл. 1).

Стандартизовані швидкості передачі (кратні швидкості 64 кбіт/с)

STS-1	51,840		STS-18	933,120
STS-3	155,520		STS-24	1244,160
STS-9	466,560		STS-36	1866,240
STS-12	622,080		STS-48	2488,320

Відповідність каналів SONET і SDH

SONET	SDH
STS-3c	STM-1
STS-12c	STM-4
STS-48c	STM-16

SONET використовує поліпшену плезіохронну схему мультиплексування каналів PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy — plesios — близький (грецьк.)). У плезіохронній (майже синхронній) ієрархії використовується мультиплексування із чергуванням бітів, а не байтів. Мультиплексор формує з N вхідних потоків один вихідний (мережі, де різні годинники сфазовані з різними стандартами, але всі вони прив'язані до однієї базової частоти, називаються плезіохронними). Оскільки швидкості різних каналів можуть не збігатися й немає структур, які могли б визначити позиції бітів для кожного з каналів, використовується побітова синхронізація. Тому мультиплексор сам вирівнює швидкості вхідних потоків шляхом введення (або вилучення) відповідної кількості бітів. Інформація про введені й вилучені біти передається службовими каналами.

Порівняння європейської, американської та японської ієрархії каналів

Рівень ієрархії	Швидкості передачі для ієрархій		
	Американська 1544 кбіт/с	Європейська 2048 кбіт/с	Японська 1544 кбіт/с
0	64 (DS0)	64	64
1	1544 (DS1)	2048 (E1)	1544 (DS1)
2	6312 (DS2)	8448 (E2)	6312 (DS2)
3	44736 (DS3)	34368 (E3)	32064 (DSJ3)
4	274176 (Не входить до рекомендації ITU-T)	139264 (E4)	97728 (DSJ4)

СТАНДАРТ X.25.

У 1976 р. був прийнятий стандарт X.25, що став основою всесвітньої системи PSPDN (Packet-Switched Public Data Networks), що базується на 7-рівневій моделі ISO OSI. Стандарт X.25 був удосконалений у 1984 р. З технологічної точки зору X.25 — протокол (ISO 8208:1989; RFC-887, -1381, -1382, -1461, -1598, -1613), який визначає синхронний інтерфейс між термінальним обладнанням (DTE) і обладнанням передачі даних (DCE) для терміналів, що працюють у пакетному режимі. По суті це протокол зв'язку обладнання з мережею. Основний недолік протоколу X.25 — великі затримки відгуку (типове значення 0,6 с). Терміналом може служити ЕОМ або будь-яка інша система, що задовольняє вимогам X.25. З'єднання DTE — DTE здійснюється через DCE. У протоколі X.25 DCE і DTE використовують статистичне мультиплексування з розподілом за часом. Одночасно можуть реалізовуватися кілька обмінних процесів.

Протокол X.25 працює з пакетами даних довжиною, як правило, 128 байтів, які передаються за адресою, що міститься в пакеті. Однак довжина пакета може перебувати в межах 64—4096 байтів. Розмір пакета, як і величина вікна (кількість пакетів, прийнятих без підтвердження), визначаються на фазі встановлення каналу.

СТАНДАРТ FRAME RELAY.

Стандарт Frame Relay є одним з відносно нових телекомунікаційних протоколів (1993 р.), він забезпечує швидкість передачі даних (1,5 Мбіт/с), менші затримки, проте й меншу надійність доставки інформації, ніж протокол X.25. Frame Relay призначений для міжмережного обміну й орієнтований на з'єднання. Цей стандарт уводить поняття committed information rates (CIR) — узгодженої швидкості передачі, забезпечуючи кожній аплікації гарантовану смугу пропускання. Якщо аплікація не використовує повністю виділену смугу, інші аплікації можуть поділити між собою вільний ресурс. Frame Relay гарантує більшу швидкість, ніж X.25. Стандарт передбачає 2-, 3- і 4-байтові формати заголовків і синхронну передачу даних. Застосування інкапсуляції гарантує транспортування пакетів інших протоколів через мережі Frame Relay. Максимальний розмір кадру — 1600 октетів.

ТЕХНОЛОГІЯ ISDN.

Технологію ISDN (Integrated Services Digital Network — цифрова мережа з інтеграцією служб) було запропоновано групою в 1971 р. Основне призначення ISDN — передача потоку 64 кбіт/с абонентською проводовою лінією й забезпечення інтегрування телекомунікаційних послуг (телефон, факс, дані тощо). Використання для цієї мети телефонних проводів має дві переваги: вони вже існують і можуть використовуватися для подачі живлення на термінальне обладнання.

Базова конфігурація каналів має вигляд $2*B + D = 2*64 + 16 = 144$ кбіт/с. Окрім В-каналів і допоміжного D-каналу ISDN може запропонувати й інші канали з більшою пропускною здатністю, канал Н0 зі смугою 384 кбіт/с, Н11 — 1536 і Н12 — 1920 кбіт/с (реальні швидкості цифрового потоку). Для первинних каналів (1544 і 2048 кбіт/с) смуга D-каналу може складати 64 кбіт/с.

ISDN передбачає, що телекомунікаційними каналами передається інформація в цифровому вигляді. Уніфікація швидкостей передачі даних в ISDN сприяє зменшенню габаритів мережного обладнання, оскільки виключає необхідність міжмережних інтерфейсів, які погоджують швидкість окремих частин мережі. Одним із наймасовіших застосувань ISDN є цифрова телефонія.

ТЕХНОЛОГІЯ АТМ

Значні успіхи на шляху міграції від TDM-мереж до пакетних мультисервисних мереж досягнуті з використанням технології АТМ (asynchronous transfer mode). Технологія АТМ, яка є широкосмисловою версією ISDN та працює зі швидкістю 150,52 Мбіт/с із пакетом (чарункою) постійної довжини (53 байти) і мінімальним заголовком (5 байтів), ефективна у разі, коли основним завданням мережі оператора є передача мультимедійного трафіка реального часу й телеметрії (передача критичної до затримок інформації). Слово «асинхронний» у назві технології означає, що тактові генератори передавача й приймача не синхронізовані, а самі чарунки передаються й мультиплексуються за запитами. При мультиплексуванні використовується статистична технологія.

За допомогою АТМ-каналів (~ 150 Мбіт/с) поєднуються розподільні вузли, чого вже сьогодні недостатньо. Вже починають широко впроваджуватися канали із пропускнуою здатністю 150,52 і 622,08 Мбіт/с. Ці канали, як для з'єднання локальних мереж, так і безпосередньо для побудови швидкісних LAN, можуть забезпечити більшість сучасних телекомунікаційних послуг, окрім телебачення з високою чіткістю.¹¹

ТЕХНОЛОГІЯ АТМ

Передбачено стандарт і на швидкість передачі 2,48832 Гбіт/с. Оскільки час доставки для багатьох видів мережних послуг реального часу є вкрай важливою характеристикою, АТМ знаходить широке застосування в телефонії, кабельному телебаченні й інших галузях.

Основна перевага технології АТМ полягає в комбінації плюсів комутації каналів і пакетів, а також у високій якості сервісу. Останнє досягається здебільшого за рахунок гарантованої постійної швидкості передачі й незначного часу затримки пакетів. Певні труднощі пов'язані з тим, що в АТМ важко реалізувати обмін без встановлення з'єднання (аналог UDP в Інтернеті). Обмежують використання технології АТМ також висока вартість обладнання й недостатня розвиненість АТМ-сервісу (складність налаштування/обслуговування обладнання) у мережах загального користування.

ТЕХНОЛОГІЯ ІР

На сьогодні саме технологія ІР претендує на роль основи мережі майбутнього, хоча згодом може з'явитися й більш вдале рішення. Одна з переваг технології ІР полягає в тому, що за допомогою тих самих ресурсів вона дозволяє надати велику кількість послуг. У той же час існує й низка проблем: гарантована якість сервісу й час доставки, організація широкосмугових каналів тощо. Застосування стека протоколів ТСП/ІР, поширення Інтернету (підвищення швидкості й дальності комунікацій) створюють передумови для розробки стандартів пакетної передачі різної інформації крім ІР. Для багатьох аплікацій мережі ІР стали дешевшим транспортом, ніж АТМ або Frame Relay. Єдина мультисервісна ІР-мережа (поділюваний ресурс) може забезпечувати високий рівень доступності й надійності сервісу для послуг реального часу (віртуальна виділена лінія, ІР-телефонія, цифрове мультимедіа) і послуг, що не вимагають жорстких часових характеристик.

ТЕХНОЛОГІЯ ІР

В ІР-мережах забезпечується збалансоване та гранично повне завантаження мережі, що досягається на підставі реалізації таких основних принципів:

Пакетний принцип передачі даних і управління.

Адаптація довжини пакета до умов передачі (фрагментація/дефрагментація).

Інкапсуляція пакетів один в одного.

Дейтаграмний спосіб передачі повідомлень.

ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТУПУ

ТЕХНОЛОГІЇ XDSL.

VDSL+ та VDSL2. VDSL+ використовує чотирисмугове кодування в діапазоні до 12 МГц, яке забезпечує сумісність з існуючими продуктами, побудованими за тією самою схемою, і додає п'яту смугу 12—30 МГц для низхідного потоку. На малих відстанях це дозволяє досягти швидкостей до 200 Мбіт/с у напрямку до абонента.



Технологія Bluetooth. Bluetooth — це безпроводова технологія передачі даних на невеликі відстані (10—100 м), яка дозволяє здійснювати зв'язок стільникових телефонів, комп'ютерів і різної периферії з використанням різних профілів з'єднання. Bluetooth — це також зареєстрований товарний знак (рис. 1.4.2), яким маркуються всі пристрої, які підтримують цю технологію.

ТЕХНОЛОГІЇ XDSL

Оскільки для встановлення з'єднання пристрої не повинні бути на лінії прямої видимості, як цього вимагає технологія IrDA (Infra-Red Device Application — аплікація ІЧ-зв'язку), то безпроводові пристрої зможуть зв'язуватися один з одним, створюючи персональну мережу (Personal Area Network, PAN). Персональну мережу також називають пікомережею, яка може поєднувати до восьми пристроїв, один з яких є ведучим (Master), інші — веденими (Slave). Якщо в мережі виявляється більш ніж вісім пристроїв, то буде сформовано другу пікомережу. Множина пікомереж, які можуть взаємодіяти одна з одною, формують розподілену мережу (Scatternet)

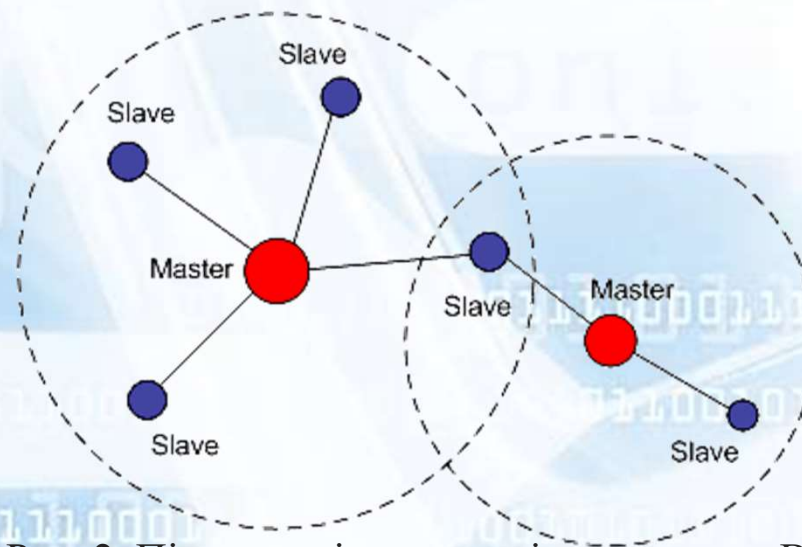


Рис. 2. Пікомережі та розподілена мережа Bluetooth

ТЕХНОЛОГІЇ XDSL

Основні особливості стандарту:

- застосування по всьому світі завдяки використанню відкритого діапазону частот 2400-2483 МГц;
- робота з голосом і передачею даних;
- можливість установки ad-hoc (однорангових) з'єднань;
- можливість забезпечити завадостійкість під час роботи в неліцензованому діапазоні частот;
- дуже компактний розмір для забезпечення зручної інтеграції в різні пристрої;
- мінімальне енергоспоживання, порівняно з іншими пристроями, призначеними для подібних цілей;
- відкритий інтерфейсний стандарт, що дозволяє виробникам забезпечити підтримку технології у своїх пристроях;
- низька вартість, базовий Bluetooth-модуль коштує близько 6 доларів.

ТЕХНОЛОГІЯ ZIGBEE



ZigBee — безпроводова мережна технологія короткого радіуса дії, яка базується на стандарті IEEE 802.15.4. Цю технологію було розроблено з метою забезпечення дешевшого й менш енергоємного рішення порівняно з іншими подібними технологіями, зокрема з Bluetooth. Для забезпечення сумісності пристроїв цього класу в 2002 р. за ініціативою компанії Philips був утворений Альянс ZigBee (ZigBee Alliance), до якого нині входять компанії з 22 країн. Протоколи ZigBee розроблено з урахуванням максимального енергозбереження: більшу частину часу пристрої перебувають у сплячому режимі й тільки зрідка перевіряють, чи надійшли до них звернення. Дальність зв'язку між двома апаратами — до 75 м. У табл. 1.4.4 подано порівняння стандартів ZigBee 802.15.4 і Bluetooth 802.15.1.

ТЕХНОЛОГІЯ ZIGBEE

Порівняння стандартів ZigBee 802.15.4 і Bluetooth 802.15.1

Характеристики стандартів	ZigBee 802.15.4	Bluetooth 802.15.1
Основна галузь застосування	Спостереження й управління	Заміна кабелю
Обсяг пам'яті в одному пристрої (кбайт)	4—32	250
Час роботи від батареї (дні)	100—1000	1—7
Кількість пристроїв в одній мережі	255—65000	7
Підтримувана швидкість передачі (кбіт/с)	20—250	720
Дальність дії (м)	1—75	1—10
Основні особливості	Надійність, невелике енергоспоживання, дешевизна	Дешевизна та зручність

ТЕХНОЛОГІЯ UWB



Технологія Ultrawideband (UWB) — надширокосмуговий зв'язок — отримала таку назву завдяки тому, що в цьому стандарті використовується найширший з поширених сьогодні технологій діапазон частот. Ця безпроводова технологія призначена для передачі даних на короткі (до 10 м) відстані з високою пропускнуою здатністю (до 480 Мбіт/с) і низькою споживаною потужністю. UWB забезпечує передачу відео між пристроями побутової електроніки й термінального обладнання. Одна з основних переваг цієї технології полягає в тому, що вона не створює перешкод для інших безпроводових технологій, які використовуються зараз, — таких як Wi-Fi, WiMAX і технологій стільникового зв'язку.

ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI



. Wi-Fi (Wireless Fidelity) — це безпроводова технологія передачі даних, що поєднує в собі кілька різних стандартів — IEEE 802.11a, b, g, n зв'язку.

ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

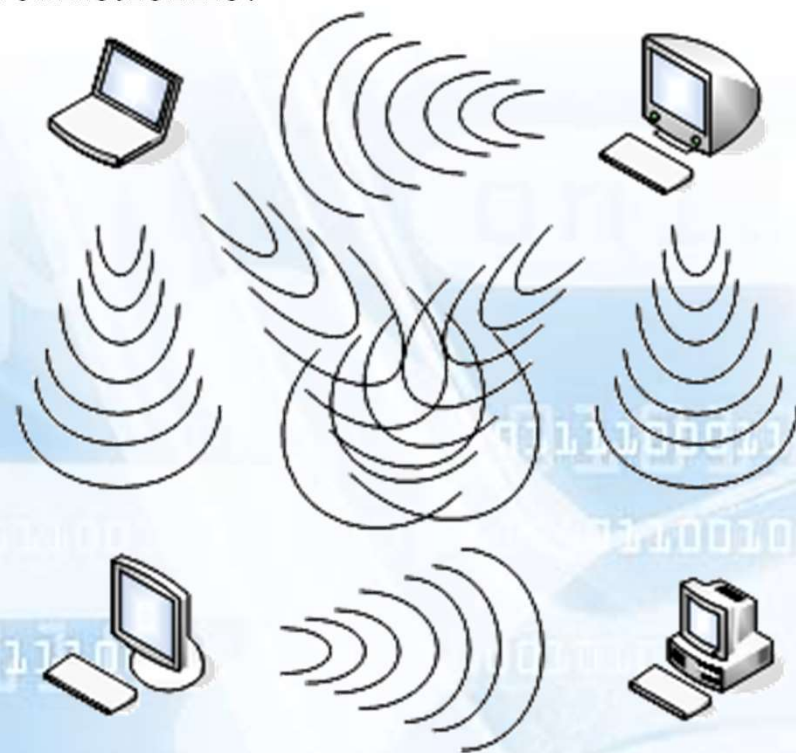
Основні параметри стандартів 802.11

Характеристика стандартів	802.11 b	802.11 a	802.11b /g
Максимальна швидкість передачі даних, Мбіт/с	11	54	54
Частоти, які використовуються, ГГц	2,4	5	2,4
Радіус дії, м	до 100	до 50	до 100

ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

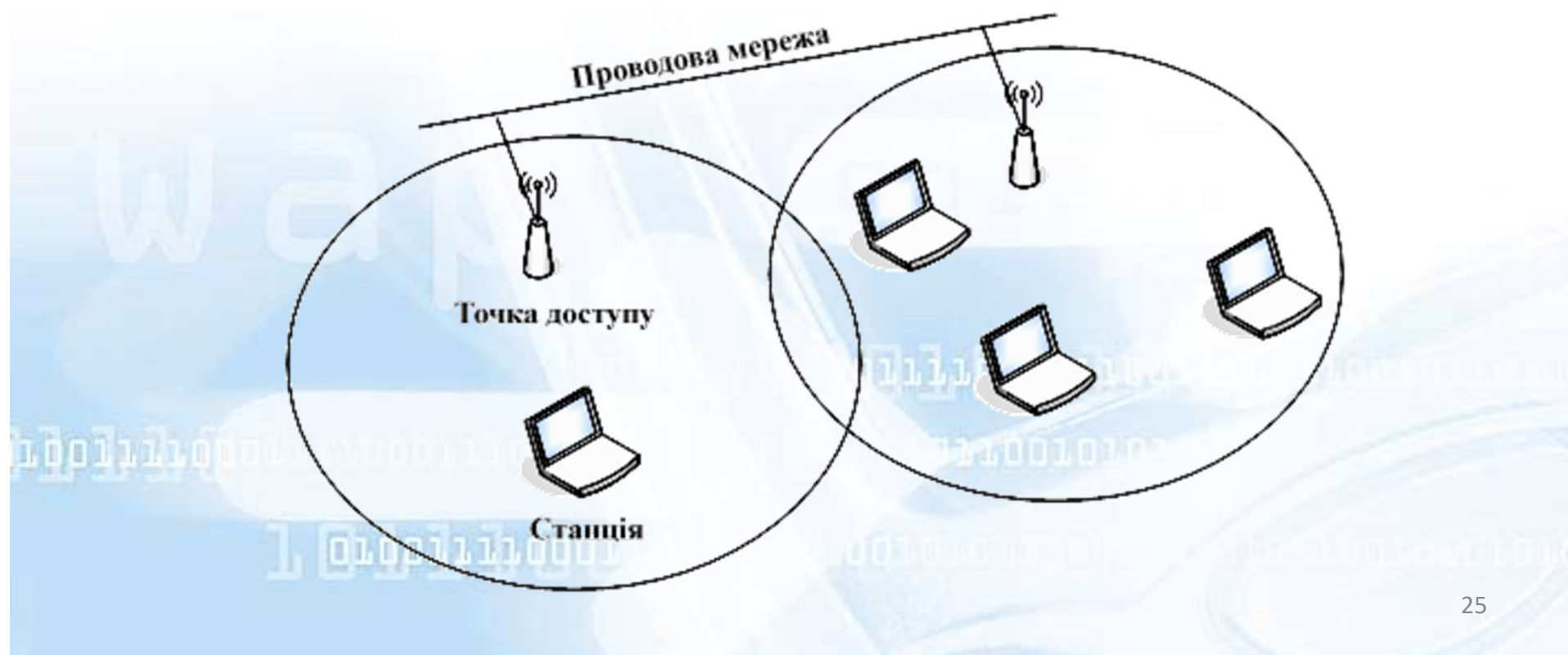
Технологія Wi-Fi позиціонувалася на ринку як заміна провідної технології Ethernet, тому в літературі також трапляється термін Radio Ethernet. Галузь застосування технології — локальні (домашні) й корпоративні мережі.

Однорангова (ad-hoc) мережа — самостійна мережа, що поєднує кілька пристроїв та організовується тільки абонентськими пристроями, які підтримують цю технологію.



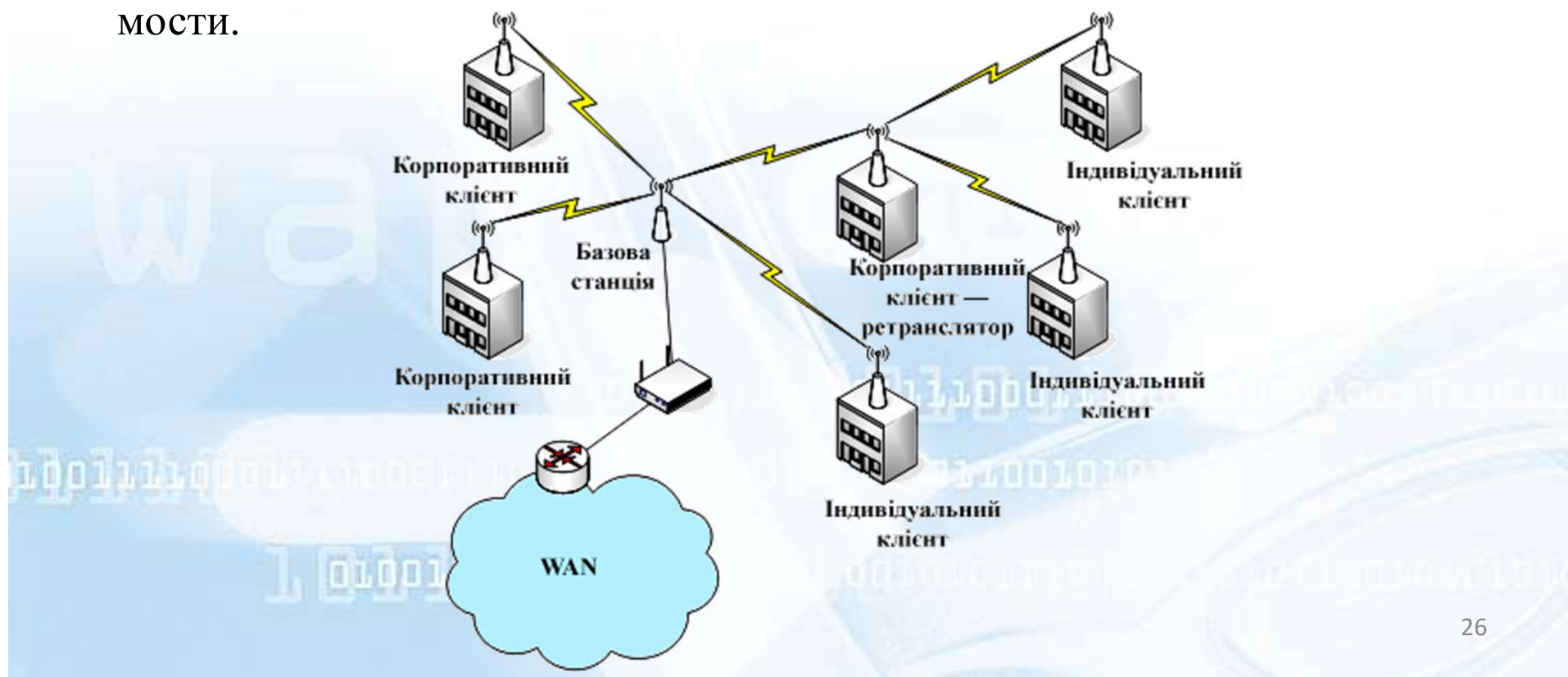
ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

Wi-Fi-мережа як частина корпоративної мережі із проводовою інфраструктурою. Це найпопулярніший сценарій використання цих технологій. Для підключення мобільних абонентів до корпоративної мережі використовуються точки доступу, підключені до проводової ділянки мережі. За допомогою точок доступу створюється покриття або область обслуговування (Cover Area).



ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

Застосування Wi-Fi для об'єднання в мережу декількох віддалених об'єктів. Цей сценарій застосовується для з'єднання двох і більше віддалених один від одного будинків з топологією «точка — точка» або «точка — багатоточка» (рис. 1.4.7). Об'єкти можуть бути віддалені на відстань до 30 км. Для організації такого підключення використовуються спеціальні точки доступу у зовнішньому виконанні або безпроводові мости.



ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

Основні особливості стандарту Wi-Fi мереж IEEE 802.11:

- визначає порядок організації безпроводових мереж на фізичному (PHY) рівні й рівні управління доступом до середовища (MAC-рівні);
- для функціонування стандартом визначені діапазони частот 2402...2483 МГц і 5,25...5,35 ГГц;
- визначає протокол використання єдиного середовища передачі із множинним доступом, виявленням носійної й запобіганням колізіям (CSMA/CA — carrier sense multiple access collision avoidance). Імовірність колізій мінімізується шляхом попередньої посилки короткого повідомлення, яке називається ready to send (RTS). RTS інформує всі пристрої в мережі про тривалість майбутньої передачі й адресата, що дозволяє іншим пристроям затримати передачу на час, який дорівнює оголошеній тривалості повідомлення. Приймальна станція повинна відповісти на RTS посилкою «clear to send» (CTS);
- у стандарті передбачене забезпечення безпеки даних, що включає автентифікацію вузла, що входить до мережі, а також шифрування даних; для мобільних пристроїв передбачає режим енергозбереження;
- характерною рисою корпоративних Wi-Fi мереж є режим роумінгу, що дозволяє клієнтам мережі пересуватися між точками доступу без втрати з'єднання з мережею.

ТЕХНОЛОГІЯ WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) — дослівно «глобальна сумісність для мікрохвильового доступу» — технологія безпроводового територіально-розподіленого широкосмугового доступу. Розроблено стандарти цієї технології IEEE 802.16, IEEE 802.16a. У стадії доробки стандарт IEEE 802.16e. Ця технологія є сполучною ланкою між високошвидкісними безпроводовими локальними мережами й глобальними мережами типу Інтернет. Стандарт IEEE 802.16, прийнятий у січні 2003 р., спочатку був розроблений для організації роботи безпроводових мереж у межах великих міських територій (табл. 1.4.6). Розширення стандарту 802.16a, прийняте в січні 2003 р., працює в діапазоні нижчих частот: 2—11 ГГц, що дозволяє організовувати зв'язок на більших територіях. Окрім того, у цей момент спеціальна робоча група із просування 802.16a розглядає можливість організації роумінгу між різними мережами 802.16a, щоб зробити цей тип зв'язку аналогом мобільної телефонії. Існує також спеціальна група із просування стандарту 802.16e, яка займається організацією роумінгу між мережами різних безпроводових стандартів, щоб користувач без шкоди для сеансу зв'язку міг переходити з безпроводових мереж стандарту 802.11 у мережі 802.16 і назад.

ТЕХНОЛОГІЯ WiMAX

Характеристики стандартів WiMAX

Характеристика стандарту	802.16	802.16 Rev'd	802.16 e
Рік затвердження	2001	2004	2005
Спектр частот, які використовуються, ГГц	10—66	2—11	2—6
Сфера застосування	Backhaul (ретрансляція)	WDSL (Wireless DSL&Backhaul)	Мобільний Інтернет
LOS*/NLOS**	LOS	NLOS	NLOS
Швидкість передавання даних, Мбіт/с	32—134	до 75	до 15

ТЕХНОЛОГІЯ WiMAX

* LOS (Line of Sight) — безперешкодний шлях між джерелом сигналу та приймачем сигналу.

** NLOS (Near Line of Sight) — частково загороджений шлях між джерелом сигналу та приймачем сигналу. Перешкодами на цьому шляху можуть бути дерева, будівлі, гори й інші об'єкти.

WiMAX — це технологія операторського класу з високою якістю сервісу (рис. 1.4.8). Вона забезпечує мультисервісність, гнучкий розподіл частот, задання пріоритетів різним видам трафіка, підтримку якості обслуговування, сумісність із технологіями IP, TDM E1/T1. Ця технологія дозволяє паралельно передавати голос, мультимедійну інформацію й цифрові дані по одному каналу зв'язку. Важливою перевагою є можливість швидко нарощувати ємність і розширювати територію зв'язку.

ТЕХНОЛОГІЯ WiMAX

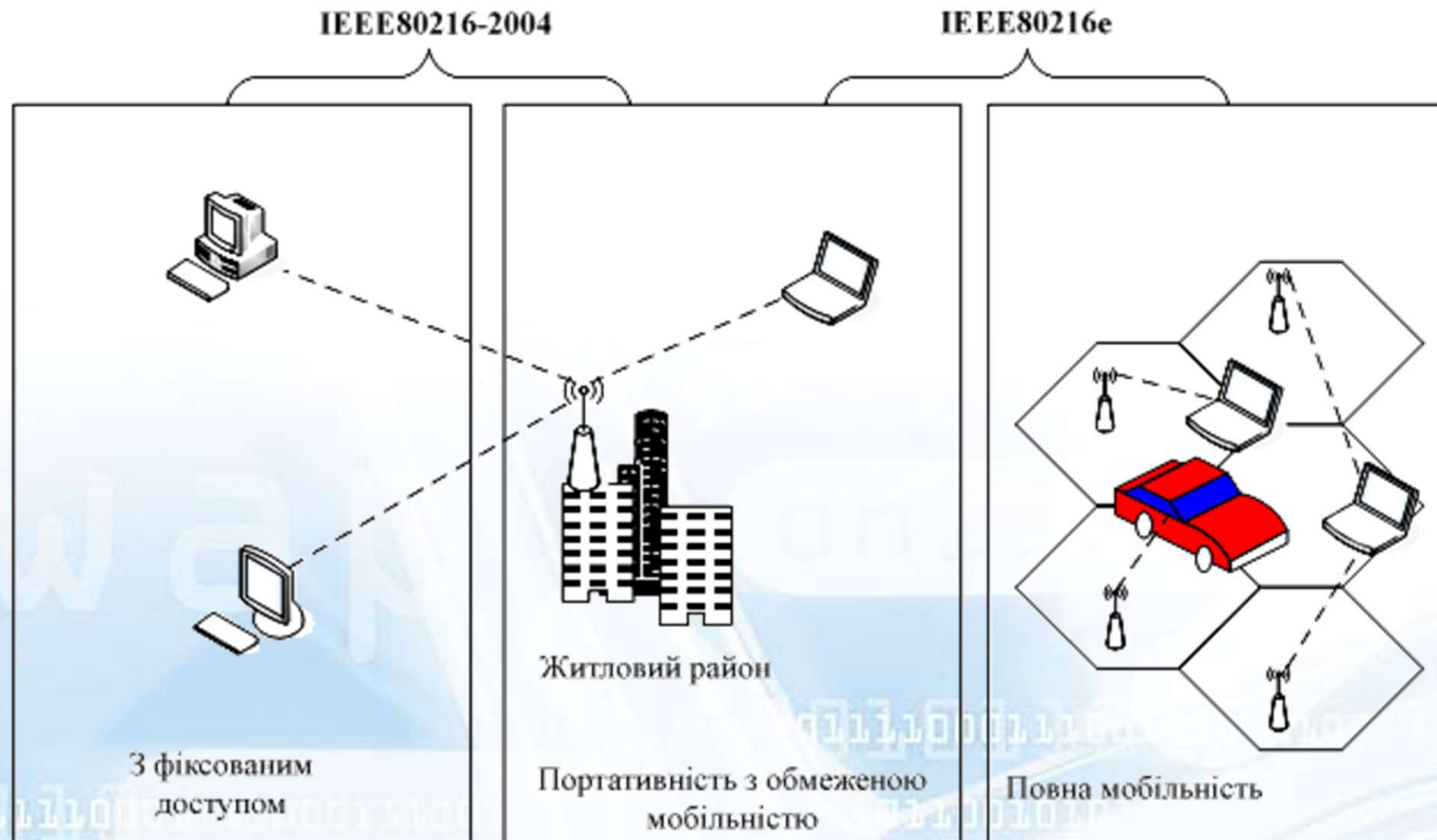


Рисунок. Розвиток технології WiMAX

ТЕХНОЛОГІЯ IEEE 802.20

Наприкінці 2002 р. IEEE затвердив нову робочу групу IEEE 802.20 для мобільного широкосмугового безпроводового доступу (Mobile Broadband Wireless Access, MBWA) з метою розробки стандарту для ефективного пакетного інтерфейсу в безпроводових міських мережах (Wireless Metropolitan Area Network, WMAN). Цей стандарт повинен підтримувати послуги з передачі даних з транспортом IP і доповнювати наявний стандарт IEEE 802.16 щодо забезпечення сумісності мікрохвильового доступу в світовому масштабі (WiMAX).



Рисунок. План розробки стандарту 802.20

СТАНДАРТИ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

СТАНДАРТ GSM

У 1982 р. було сформовано групу Groupe Special Mobile або скорочено GSM, за мету якій ставилося розробити надійну і просту систему наземного мобільного зв'язку. Система повинна була надавати високу якість звукових даних, що передаються, простоту побудови й обслуговування стільникової мережі, підтримку роботи з портативними пристроями, такими як PDA, ноутбуки й інші, можливість реалізації не тільки локального, але й міжнародного роумінгу.

У середині 1990 р. були представлені специфікації стандарту GSM-900, який вже розшифровувався як Global System for Mobile telecommunications. У майбутньому з'явився еволюційний стандарт GSM-1800, який використовував частоту 1800 МГц. Збільшення частоти радіосигналу вдвічі дозволило збільшити щільність абонентської бази в 4 рази.

Унікальністю стандарту GSM є саме те, що в ньому вперше використано цифрову стільникову систему, на відміну від уже існуючих аналогових. Практичне його застосування розпочалося в 1991 р. Швидкість передавання даних у мережі підвищилася з 1,9 кбіт/с до 14 кбіт/с, що дозволило використовувати мобільний телефон, який на той час уже можна було назвати таким, модем або факс, а також згодом користуватися й WAP-сервісами.

СТАНДАРТ GSM

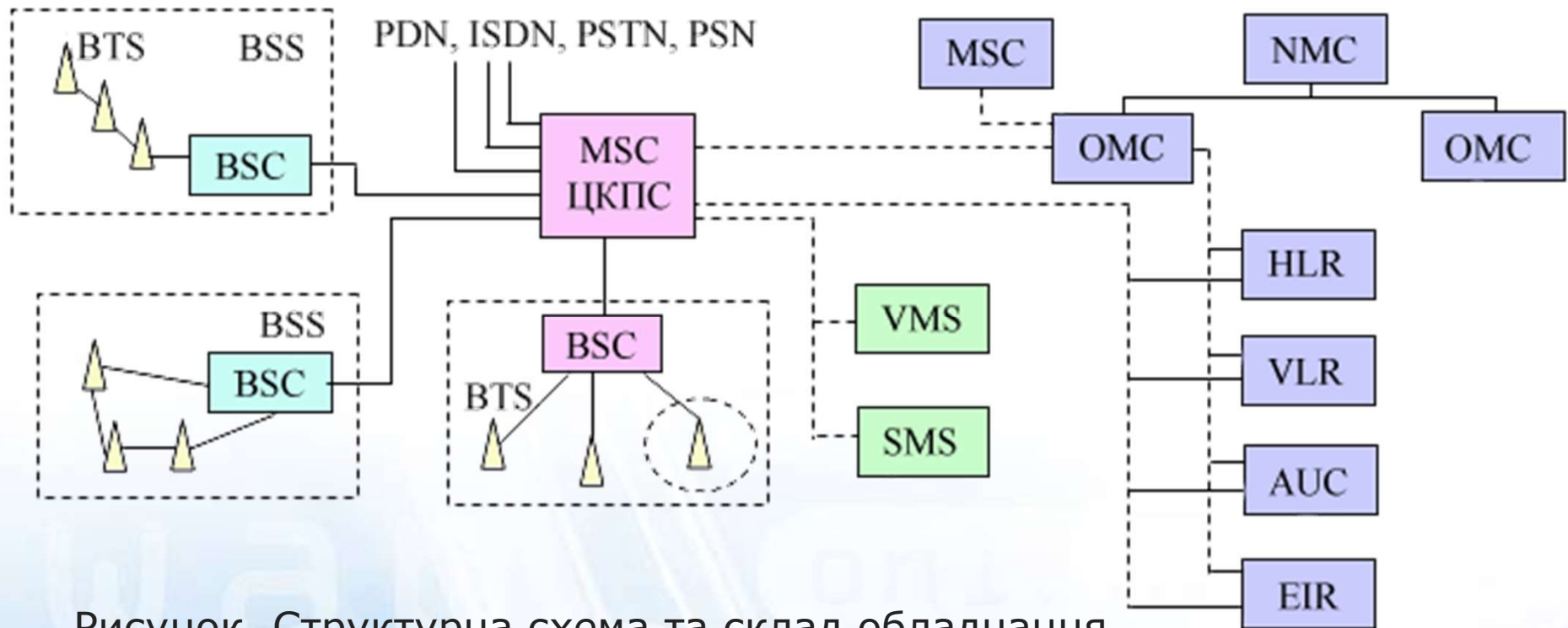


Рисунок. Структурна схема та склад обладнання системи GSM:

MSC — центр комутації рухомого зв'язку (ЦКРЗ); BSS — обладнання БС; BSC — контролер БС; BTS — базова станція (БС);

MS — абонентська станція (АБ); VLR — реєстр переміщення АБ; HLR — реєстр положення АБ; AUC — центр автентифікації;

EIR — центр ідентифікації; VMS — служба обміну мовленнєвими повідомленнями;

SMS — служби обміну короткими та циркулярними повідомленнями; OMC — центр управління й обслуговування; NMC — центр управління мережею рухомого зв'язку

СТАНДАРТ GSM

Центр комутації обслуговує групу базових станцій (БС) і забезпечує взаємодію з іншими мережами, забезпечує управління вхідних і вихідних сигналів з естафетною передачею.

ЦКРЗ здійснює стеження за абонентською станцією (АС), використовуючи реєстри HLR і VLR.

У HLR зберігається інформація для організації з'єднань «своїх» абонентів:

- зона поточного місцеположення АС,
- наявність дозволу доступу (статус).

У HLR зберігається міжнародний ідентифікаційний код АС. Цей код використовується для впізнання абонента в АУС.

У VLR зберігається інформація про своїх і візитних АС у зоні обслуговування центру комутації. При вході АС у зону ЦКРЗ вона реєструється в VLR. З VLR інформація передається в HLR. АС одержує з HLR дозвіл на доступ (статус) і ідентифікаційні дані: міжнародний номер і персональний код. АУС формує ключі й алгоритм автентифікації. Перевіряються повноваження АС і здійснюється доступ до мережі. АУС ухвалює рішення про параметри процесу автентифікації і визначає ключі шифрування АС на основі даних з реєстра EIR.

СТАНДАРТ GSM

HLR, VLR, AUC — спеціалізовані бази даних. AUC може бути спільним для декількох ЦК. EIR зберігає і збирає інформацію про обладнання кожної АС для перевірки його відповідності необхідним параметрам. EIR не ідентифікує і не допускає в роботу несправні АС.

Особливість мережі: БС кластера об'єднані в систему BSS. У системі БС об'єднуються з контролерами BSC з використанням певної топології мережі. Кожна БС обслуговує декілька секторів. Контролер (комутаційна станція) забезпечує взаємне з'єднання АС усередині кластера і через ЦК — з іншими абонентами іншого кластера. Служба VMS («поштова скринька») забезпечує роботу автовідповідача. Служба SMS передає короткі циркулярні повідомлення.

СТАНДАРТ CDMA

Стандарт CDMA (Code Division Multiple Access) можна назвати прямим конкурентом TDMA. Принцип, за яким передається сигнал у цьому типі мереж, належить до військових технологій і використовується у військових супутниках. Уперше мережі CDMA з'явилися в Сполучених Штатах буквально на декілька місяців пізніше TDMA, і дотепер його модифікації існують і модернізуються. Підвищена місткість мережі і легкість побудови зумовили швидке поширення стандарту, і вже до 2003 р. кількість його користувачів склала понад 150 млн.

Принцип роботи CDMA дозволяє уникнути явища інтерференції, підвищити кількість одночасно обслуговуваних абонентів і захистити інформацію, що передається. Під час дзвінка інформація в закодованому вигляді від телефону передається відразу на декілька доступних базових станцій, що дозволяє вибрати «найправильніший» пакет, що прийшов. Швидкість передавання даних в цьому типі мереж варіюється від 9,6 кбіт/с до 1,23 Мбіт/с.

Технологія CDMA практично не має недоліків, забезпечує високу надійність передавання даних і голосу, необхідний рівень захисту даних і безшовне перемикавання між базовими станціями. Принципи мереж CDMA широко використовуються в технологіях мереж третього покоління.

ТЕХНОЛОГІЇ 2.5G

Прихід на ринок мереж другого покоління і необхідність мобільного доступу в мережу Інтернет зумовили розвиток стільникового зв'язку в напрямі збільшення швидкості передавання даних. Стандарт 2.5G відомий під аббревіатурою GPRS (general packet radio system), EDGE (enhanced data for global evolution), 1xRTT (2.5G CDMA data service). Максимальна швидкість передавання даних, яку дозволяють досягти ці стандарти, складає 384 кбіт/с.

Технологія GPRS дозволяє одночасно розмовляти по телефону і передавати дані завдяки ефективнішому використанню радіосмуги і новим способам кодування.

Як у будь-якої системи, у GPRS є свої недоліки:

-Максимальна теоретична швидкість, якої може досягти GPRS-з'єднання, складає 172,2 кбіт/с. Реальна швидкість рідко підіймається вище 48—50 кбіт/с, що пов'язано з надмірністю передаваних даних, яка забезпечує захист від помилок і містить управляючу інформацію.

-GPRS використовує неефективну на сьогодні технологію модуляції GMSK (Gaussian minimum-shift keying). Сучасніший сервіс EDGE використовує досконалішу технологію 8 PSK (eight-phase-shift keying), що дозволяє досягти вищих швидкостей передавання даних.

ТЕХНОЛОГІЇ 3G, 3.5G

У результаті розробки мереж 3G і 3.5G з'явилося декілька різних стандартів: CDMA (Code Division Multiple Access) 2000, UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service) і WCDMA (Wide CDMA). Інша офіційна назва мереж третього покоління — IMT-2000.

Сімейство стандартів повинно було забезпечити високу швидкість симетричного й асиметричного передавання даних усередині мережі, підтримку пакетної і канальної модуляції для інтеграції з IP-мережами, компактність і ефективність використання наданого спектра, можливість глобального роумінгу.

Поділ за швидкістю передавання даних при різних станах рухливості абонента

Умова	Швидкість
Швидкість пересування менше 3 км/год	до 2,048 Мбіт/с
Швидкість пересування менше 120 км/год	до 144 кбіт/с
Глобальне супутникове покриття	до 64 (144) кбіт/с

ТЕХНОЛОГІЇ 3G, 3.5G

Створення мереж третього покоління дозволило розробляти інноваційні сервіси.

До таких сервісів належать:

- відеодзвінки;*
- відеоконференції;*
- мобільний і швидкий доступ до мережі Інтернет;*
- потокowe віщання (streaming);*
- мобільне телебачення;*
- дзвінки з поліпшеною якістю передаваних аудіоданих;*
- новий виток розвитку мобільної електронної комерції;*
- мобільний зв'язок працівників із корпоративними мережами;*
- можливість надання інтернет-сервісів користувачам мобільного стільникового зв'язку.*

ТЕХНОЛОГІЇ 4G

Розвиток мережі Інтернет, кількості та якості інтерактивних сервісів передбачає одночасне розширення каналів зв'язку, які пов'язують користувача зі всесвітньою павутиною. Тепер, коли швидкості передавання даних модно вимірювати мегабайтами і гігабайтами за секунду, колишні технології відходять в історію і на зміну їм приходять нові, які дозволяють зв'язати всі пристрої воєдино й управляти ними централізовано. Такі сервіси, як онлайн-мовлення популярних теле- і радіоканалів, VoIP-телефонія стають усе більш звичними і доступними користувачеві. Незважаючи на те, що кількість користувачів широкосмугового доступу до мережі Інтернет все ще складає невеликий відсоток від загалу, проте їх кількість постійно зростає.

Однією з основних цілей, які враховувалися під час розробки сімейства стандартів 4G, є об'єднання всіх видів комунікацій в одну структуру, схему.

ТЕХНОЛОГІЇ 4G

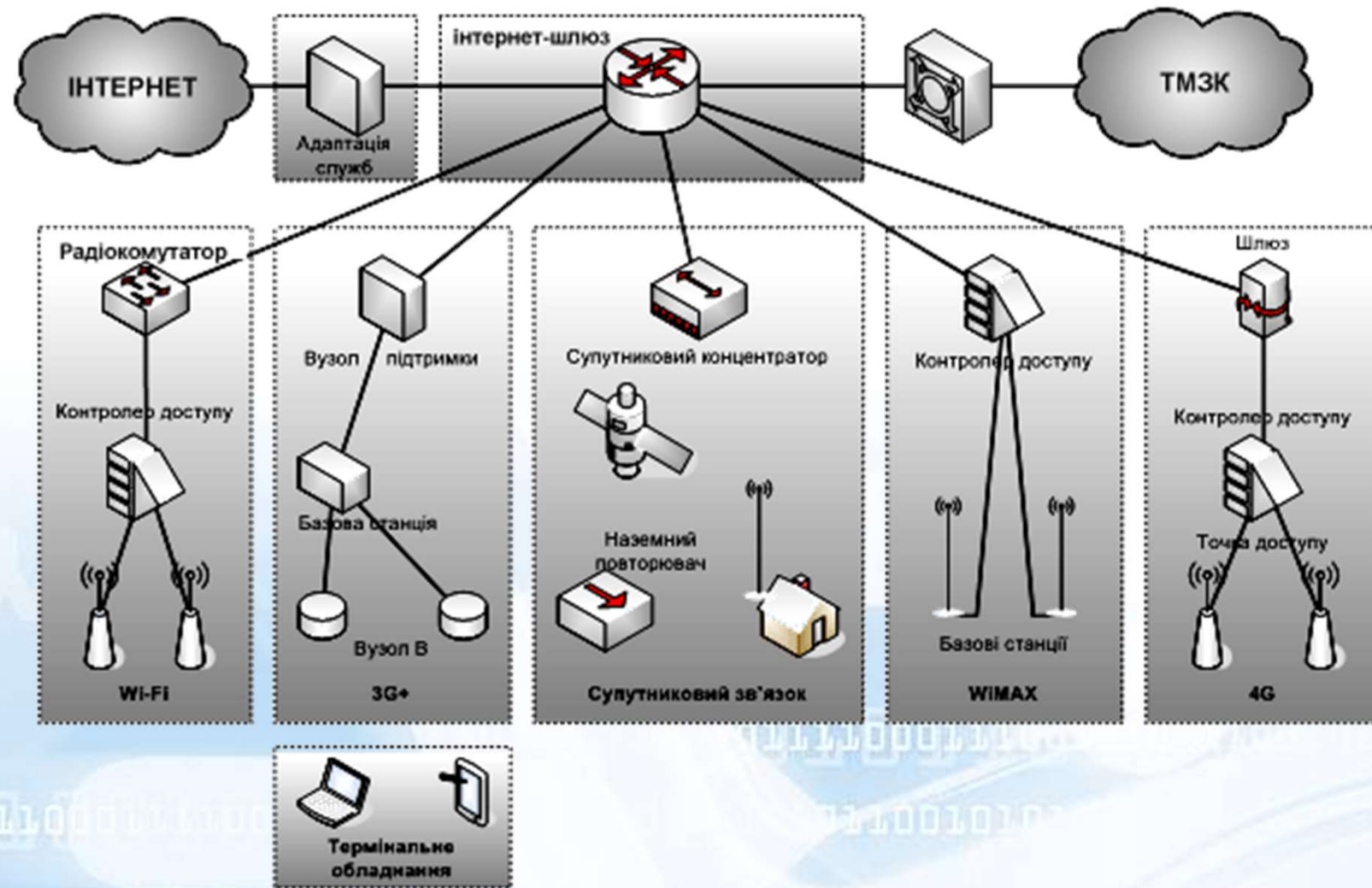


Рисунок. Схема інтеграції мереж

ТЕХНОЛОГІЇ 4G

Мережі Wi-Fi, 3G, супутникове відео- й аудіомовлення, мережі Wi-MAX і мережі четвертого покоління взаємодіятимуть через комплекс пристроїв, названий Internet Gateway Router, завданням якого є створення середовища для прозорого використання всіх названих вище технологій і зв'язку мереж Інтернету з наземними телефонними лініями. Це дозволить використовувати доступні за вартістю вже існуючі в IP-мережі технології для передавання великих обсягів даних, що, поза сумнівом, має позначитися на вартості обслуговування стільникових мереж.

Основними нововведеннями в стільниковому зв'язку четвертого покоління є: технологія ущільнення з ортогональним частотним розділенням кодованих сигналів і використанням змінного чинника поширення (Variable-Spreading-factor Spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing, VSF-Spread OFDM), а також система множинного введення/виведення (Multiple Input Multiple Output, MIMO). Технологія VSF-Spread OFDM дозволяє використовувати одночасно декілька частотних діапазонів, що дозволяє збільшити пропускну здатність каналу в декілька разів. Технологія MIMO дозволяє передавати інформацію відразу декількома маршрутами від або до базових станцій.