

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**  
**Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій**  
(назва інституту (факультету))

**Комп'ютерних наук**  
(назва кафедри)

**ПЛАН КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
з дисципліни **«Проектування інформаційних систем»**  
за спеціальністю **122 Комп'ютерні науки**  
(шифр та повна назва напрямку (спеціальності))  
Спеціалізації \_\_\_\_\_

Укладач(і): **к.т.н. Сєрих С.О.**  
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на засіданні  
кафедри **Комп'ютерних наук**  
(повна назва кафедри)

Протокол № 8 від «11» лютого 2021 року  
Завідувач кафедри **Вишнівський В. В.**

## **Змістовний модуль 2. Інформаційні системи та мережі у складі інформаційної інфраструктури.**

### **Тема 6. Особливості проектування інтегрованих інтерактивних систем на прикладі телекомунікаційних мереж**

#### **Лекція 7.: Мережі кабельних технологій та телерадіоінформаційні системи з радіо доступом**

---

#### **План лекції**

##### **Вступ**

1. Визначення, класифікація та послуги xDSL технології.
2. Симетричні xDSL та асиметричні xDSL. Високошвидкісні технології xDSL.
3. Технологія iCATV.
4. Система MMDS (MITPIC)
5. Особливості застосування телерадіоінформаційних систем.
6. Технології WiMAX та LTE.

##### *Виконати самостійне завдання № 7.*

1. Вивчити питання лекції.
2. Виконати порівняльну оцінку технологій за показниками ефективності мереж доступу за завданням практичного № 10.

##### *Література:*

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Сєрих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
2. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: -ДУІКТ, 2010. - 138 с.
3. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
4. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
5. Сосновский О.А Телекоммуникационные системы и компьютерные сети. – Минск: БГЭУ, 2007.-176с.

## 1. Визначення, класифікація та послуги xDSL технології.

- Визначення xDSL
  - *це сімейство технологій (x) для цифрових абонентських ліній DSL (Digital Subscriber Line) з середовищем передачі інформації по мідним крученим парам вже існуючих мідних кабельних мереж.*
- Історична довідка.
  - Вперше термін xDSL було введено у 80-х роках у результаті використання нового на той час метода лінійного кодування 2B1Q у лабораторії Bellcore, яка входила тоді до AT&T (після розділу AT&T – науково-дослідний центр регіональних телефонних компаній США).
  - У кінці 80-х років компанія Bellcore розробила технологію високошвидкісного цифрового абонентського доступу – HDSL (High-Speed DSL), впровадження якого у американській мережі почалось у 1991 році.
- Перехід від локальних мереж до глобальних з доступом до Internet викликав потребу збільшення швидкості передачі даних, насамперед на низхідних ділянках від сервера до абонента, і як наслідок несиметричність роботи лінії.
- Тому на початку 90-х років було розроблено та впроваджено технологію ADSL, яка з 1993 року використовується у телефонних мережах США і, завдяки низькій собівартості, охоплює 80% ліній населення країни.
- Якщо у 2001р. у Північній Америці було 4,7 млн. населення, що використовувало DSL, то у 2005р. 14млн а в 2010 більше 30 млн.
- В результаті удосконалювання основних параметрів і характеристик обладнання DSL з'явилися модифікація - RDSL, UADSL, VDSL та інші, які реалізують потреби в адаптивності, універсальності, над високих швидкостях передачі і т.і..
- Широкий розвиток технологія отримала і у Європі (Германія, Швейцарія – основні виробники обладнання).

У країнах СНГ, наприклад у Росії, xDSL технології активно впроваджуються з середини 90-х років. На Україні за останні 1,5-2 роки крупні оператори зв'язку: Golden Telecom, Utel, обласні організації Укртелеком є основними замовниками такого обладнання і надають якісні послуги, завдяки використанню нових технологій, у тому числі і xDSL.

### 1.1 Технологія DSL

Сучасний світ дозрів для використання технологій DSL. Збільшення потоків інформації, переданих по мережі Інтернет компаніями і приватними користувачами, а також потреба в організації вилученого доступу до корпоративних мереж, породили потребу в створенні недорогих технологій цифрової високошвидкісної передачі даних по самому «вузькому» місцеві цифрової мережі абонентської телефонної лінії. Технології DSL дозволяють значно збільшити швидкість передачі даних по мідних парах телефонних проводів

без необхідності модернізації абонентських телефонних ліній. 4аае можливість перетворення існуючих телефонних ліній у високошвидкісні канали передачі даних і є головною перевагою технологій DSL.

Так що ж таке технологія DSL?

Скорочення DSL розшифровується як Digital Subscriber Line (цифрова абонентська лінія). DSL є досить новою технологією, що дозволяє значно розширити смугу пропускання старих мідних телефонних ліній, що з'єднують телефонні станції з індивідуальними абонентами. Любий абонент, що користується в даний момент звичайним телефонним зв'язком, має можливість за допомогою технології DSL значно збільшити швидкість свого з'єднання, наприклад, з мережею Інтернет. Варто пам'ятати, що для організації лінії DSL використовуються 4аае існуючі телефонні лінії; дана технологія 4аа і гарна, що не вимагає прокладання додаткових телефонних кабелів. У результаті ви одержуєте цілодобовий доступ у мережу Інтернет зі збереженням нормальної роботи звичайного телефонного зв'язку. Ніхто з ваших друзів більше не поскаржиться, що годинами не може до вас додзвонитися. Завдяки розмаїттю технологій DSL користувач може вибрати придатну йому швидкість передачі даних – від 32 Кбіт/с до більш ніж 50 Мбіт/с. Дані технології дозволяють також використовувати звичайну лінію для таких широкосмугових систем, як відео чи дистанційне навчання. Сучасні технології DSL дають можливість організації високошвидкісного доступу в Інтернет у кожен будинок на кожне підприємство середнього і малого бізнесу, перетворюючи звичайні телефонні кабелі у високошвидкісні цифрові канали. Причому швидкість передачі даних залежить тільки від якості і довжини лінії, що з'єднують користувача і провайдера. При цьому провайдери звичайно дають можливість користувачу самому вибрати швидкість передачі, найбільш відповідну його індивідуальним потребам.

Телефонний апарат, встановлений у вас вдома чи в офісі, з'єднується з устаткуванням телефонної станції за допомогою кручених пари мідних проводів. Традиційний телефонний зв'язок призначений для звичайних телефонних розмов з іншими абонентами телефонної мережі. При цьому по мережі передаються аналогові сигнали. Телефонний апарат сприймає акустичні коливання (що є природним аналоговим сигналом) і перетворює їх в електричний сигнал, амплітуда і частота якого постійно змінюється. Тому що вся робота телефонної мережі побудована на передачі аналогових сигналів, простіше всього, звичайно ж, використовувати для передачі інформації між абонентами чи абонентом і провайдером саме такий метод. Саме тому вам довелося купувати на додаток до вашого комп'ютера ще і модем, що дозволяє демодулювати аналоговий сигнал і перетворити його в послідовність нулів і одиниць цифрової інформації, сприйманої комп'ютером.

При передачі аналогових сигналів використовується тільки невелика частина смуги пропускання кручених пар мідних телефонних проводів; при цьому максимальна швидкість передачі, що може бути досягнута за допомогою звичайного модему, складає близько 56 Кбіт/с. DSL являє собою технологію, що виключає необхідність перетворення сигналу з аналогової форми в цифрову форму і навпаки. Цифрові дані передаються на ваш комп'ютер 4аае як цифрові дані, що

дозволяє використовувати набагато більш широку смугу частот телефонної лінії. При цьому існує можливість одночасно використовувати й аналоговий зв'язок, і цифрову високошвидкісну передачу даних по одній і тій же лінії, розділяючи спектри цих сигналів.

## 1.2 Класифікація та послуги xDSL технології

Різні типи технологій DSL і короткий опис їхньої роботи

DSL являє собою набір різних технологій, що дозволяють організувати цифрову абонентську лінію. Для того, щоб зрозуміти дані технології і визначити області їхнього практичного застосування, варто зрозуміти, чим ці технології розрізняються. Насамперед, завжди варто мати на увазі співвідношення між відстанню, на яке передається сигнал, і швидкістю передачі даних, а також різницю у швидкостях передачі від мережі до користувача і від користувача в мережу потоку даних.

## 7. Симетричні та асиметричні xDSL. Високошвидкісні технології xDSL.

DSL поєднує наступні технології.

**ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line – асиметрична цифрова абонентська лінія)

Дана технологія є асиметричною, тобто швидкість передачі даних від мережі до користувача значно вище, ніж швидкість передачі даних від користувача в мережу. Така асиметрія, у сполученні зі станом «постійно встановленого з'єднання (коли виключається необхідність щораз набирати номер і чекати установки з'єднання), робить технологію ADSL ідеальною для організації доступу в мережу Інтернет, доступу до локальних мереж і т.п. При організації таких з'єднань користувачі звичайно одержують набагато більший обсяг інформації, чим передають. Технологія ADSL забезпечує швидкість прийому потоку даних у межах від 1,5 Мбіт/с до 8 Мбіт/с і швидкість передачі потоку даних від 640 Кбіт/с до 1,5 Мбіт/с. ADSL дозволяє передавати дані зі швидкістю 1,54 Мбіт/с на відстань до 5,5 км по одній кручений парі проводів. Швидкість передачі порядку 6 – 8 Мбіт/с може бути досягнута при передачі даних на відстань не більш 3,5 км по проводах діаметром 0,5 мм.

**R-ADSL** (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія з адаптацією швидкості з'єднання). Технологія R-ADSL забезпечує таку ж швидкість передачі даних, що і технологія ADSL, при цьому дозволяє адаптувати швидкість передачі до довжини і стану використовуваної кручений пари проводів. При використанні технології R-ADSL з'єднання на різних телефонних лініях буде мати різну швидкість передачі даних. Швидкість передачі даних може вибиратися при синхронізації лінії, під час чи з'єднання по сигналі, що надходить від станції.

**ADSL Lite** являє собою низькошвидкісний (відносно, звичайно ж) варіант технології ADSL, що забезпечує швидкість вхідного потоку даних до 1 Мбіт/с і швидкість передачі потоку даних до 512 Кбіт/с. Технологія ADSL Lite дозволяє передавати дані по більш довгих лініях, ніж ADSL, більш проста в установці і має меншу вартість, що забезпечує її привабливість для користувача,

**IDSL** (ISDN Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія IDSN)

Технологія IDSL забезпечує цілком дуплексну передачу даних на швидкості до 144 Кбіт/с. На відміну від ADSL можливості IDSL обмежуються тільки передачею даних, незважаючи на те, що IDSL також як і ISDN використовує модуляцію 2B1Q, між ними мається ряд відмінностей. На відміну від ISDN лінія IDSL є лінією, що не комутується, що не приводить до збільшення навантаження на комутаційне устаткування провайдера. Також лінія IDSL є «постійно включеною» (як і будь-яка лінія, організована з використанням технології DSL), у той час як ISDN вимагає установки з'єднання.

**HDSL** (High Bit-Rate Digital Subscriber Line – високошвидкісна цифрова абонентська лінія). Технологія HDSL передбачає організацію симетричної лінії передачі даних, тобто швидкості передачі даних від користувача в мережу і з мережі до користувача рівні. Завдяки швидкості передачі (1,544 Мбіт/с по двох парах проводів і 2,048 Мбіт/с по трьох парах проводів) телекомунікаційні компанії використовують технологію HDSL як альтернативу лініям T1/E1. (Лінії T1 використовуються в Північній Америці і забезпечують швидкість передачі даних 1,544 Мбіт/с, а лінії E1 використовуються в Європі і забезпечують швидкість передачі даних 2,048 Мбіт/с.) Хоча відстань, на яку система HDSL передає дані (а це порядку 3,5 – 4,5 км), менше, ніж при використанні технології ADSL, для недорогого, ефективного, збільшення довжини лінії HDSL телефонні компанії можуть установити спеціальні повторювачі. Використання для організації лінії HDSL двох чи трьох кручених пар телефонних проводів робить цю систему ідеальним рішенням для з'єднання АТС, серверів Інтернет, локальних мереж і т.п. Технологія HDSL II є логічним результатом розвитку технології HDSL. Дана технологія забезпечує характеристики, аналогічні технології HDSL, при цьому використовує тільки одну пару проводів.

**SDSL** (Single Line Digital Subscriber Line – однолінійна цифрова абонентська лінія).

Також як і технологія HDSL, технологія SDSL забезпечує симетричну передачу даних зі

швидкостями, що відповідають швидкостям лінії T1/E1, при цьому технологія SDSL має дві важливих відмінності. По-перше, використовується тільки одна кручена пара проводів, а по-друге, максимальна відстань передачі обмежена 3 км. У межах цієї відстані технологія SDSL забезпечує, наприклад, роботу системи організації відеоконференцій, коли потрібно підтримувати однакові потоки передачі даних в обох напрямків. У визначеному змісті технологія SDSL є попередником технології HDSL II.

## 2.2 Високошвидкісні технології xDSL.

**VDSL** (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line – надвисокошвидкісна цифрова абонентська лінія). Технологія VDSL є найбільше «швидкою» технологією xDSL. Вона забезпечує швидкість передачі даних вхідного потоку в межах від 13 до 52 Мбіт/с, а швидкість передачі даних вихідного потоку в межах від 1,5 до 2,3 Мбіт/с, причому по одній крученій парі телефонних проводів. Технологія VDSL може розглядатися як економічно ефективна альтернатива

прокладанню волоконно-оптичного кабелю до кінцевого користувача. Однак, максимальна відстань передачі даних для цієї технології складає від 300 метрів до 1300 метрів. Тобто, або довжина абонентської лінії не повинна перевищувати даного значення, або оптико-волоконний кабель повинний бути підведений ближче до користувача (наприклад, заведений у будинок, у якому знаходиться багато потенційних користувачів)

Технологія VDSL може використовуватися з цією метою, що і ADSL; крім того, вона може використовуватися для передачі сигналів телебачення високої чіткості (HDTV), відео по запиті і т.п.

Технології DSL, що дозволяють передавати голос, дані і відеосигнал по існуючій кабельній мережі, що складається з кручених пар телефонних проводів, щонайкраще відбивають потребу користувачів у високошвидкісних системах передачі.

По-перше, технології DSL забезпечують високу швидкість передачі даних. Різні варіанти технологій DSL забезпечують різну швидкість передачі даних, 7аа в будь-якому випадку ця швидкість набагато вище швидкості найшвидшого аналогового модему.

По-друге, технології DSL, залишають вам можливість користатися звичайним телефонним зв'язком, незважаючи на те, що використовують для своєї роботи абонентську лінію.

Використовуючи технології DSL вам більше не треба турбуватися про те, що ви не одержите вчасно важливу звістку, чи про те, що для звичайного телефонного дзвоника вам колись буде потрібно вийти з мережі Інтернет.

І, нарешті, лінія DSL завжди працює. З'єднання завжди встановлене, і вам більше не треба набирати телефонний номер і чекати установки з'єднання, щораз, коли ви хочете підключитися. Не прийдеться більше турбуватися про те, що в мережі відбудеться випадкове роз'єднання, і ви втратите зв'язок саме в той момент, коли завантажуйте з мережі дані, що вам просто життєво необхідні. Електронну пошту ви буде одержувати в момент надходження, а не тоді, коли вирішите її перевірити, Загалом, лінія буде працювати завжди, а ви будете завжди на лінії.

### 3. Технологія iCATV.

➤ До сих пор не сформулировано четкое определение интерактивного TV *следствие* - отсутствует подробное и единое описание услуг, которые может предоставлять своим пользователям эта система и нет единой общепринятой классификации.

**объективные причины** - существующие исследователи рынка финансируются корпорациями — поставщиками конкретных технических решений. Поэтому они составляют не объективные, а заведомо **адаптированные классификации интерактивных услуг к конкретным корпоративным решениям.**

- Само слово **интерактивное** произошло от слияния двух английских слов: inter - между и active - деятельность, "активность", т.е. **активное взаимодействие между пользователем и источником информации.**
- В «чистом» виде, система интерактивного телевидения - **это система**

*телевидения, обеспечивающая пользователю возможность выбора вида телепередачи и времени начала ее воспроизведения.*

Класифікація послуг та мереж iSa TV

### **По архитектуре построения сети:**

- **Централизованная.** При таком варианте всю сеть обслуживает один централизованный комплект управления. Все заказы пользователей анализируются в одном сервере приложений и распределением информации занимается одно устройство управления базой данных.
- К **достоинствам** данного способа можно отнести удобство управления подобной системой.
- К **недостаткам** - высокие требования по качеству каналов связи и их пропускной способности.
- **Распределенная.** В данном варианте информация распределяется по нескольким базам данных, причем информация все время перемещается от базы к базе, в зависимости от наиболее частых запросов ближайших на данном участке пользователей. Запросы анализируются одним сервером приложений, который и управляет информационными потоками. Его ***важнейшая задача*** - автоматическое определение текущего рейтинга файла и перемещение файла его в ближайшую для пользователей базу данных. Этот метод называется ***кэширование***.

### За організації зворотного каналу

— З кабельним зворотним каналом. Система заснована на використанні ліній існуючих систем кабельного телебачення в якості засобів двобічної передачі сигналів. В системі інтерактивного кабельного телебачення збережеться мовний діапазон звичайного КТВ - 54 ... 850 МГц. Смуга частот 5-40 МГц буде використана для передачі інформації, що виходить від користувача (висхідний потік). Зараз використовується для тестового дистанційного контролю віддаленого обладнання;

— З зворотним радіоканалом. Спосіб передбачає ефірну радіопередачу зворотної інформації. Наприклад, Wi-Fi;

— З телефонним зворотним каналом. Цей спосіб передбачає організацію зворотних каналів за допомогою існуючих телефонних мереж загального користування (Тф ОП). Використовується активно сьогодні різними операторами в тому числі Укртелекомом.

### За швидкістю передачі даних в зворотному каналі

— Низькошвидкісні. Швидкість передачі даних не більше 150 біт / с. Такі системи передбачається використовувати для участі користувачів в



опитуваннях і голосуваннях, а також для всіх служб, пов'язаних з передачею запитів і замовлень телеглядачів;

→ Середньошвидкісні. Швидкість передачі даних в зворотному каналі 6-7 кбіт / с з застосуванням захисту від помилок. Такі швидкості передачі рекомендуються при проведенні тілі ігор, аукціонів, укладання торгових угод, реалізації банківських операцій;

→ Високошвидкісні. Зі швидкістю передачі понад 64 кбіт / с. Такі системи можна використовувати при проведенні відео- та аудіо конференцій, обміну даними та фільмами.

### За ступенем інтерактивності

→ Локальна. Зворотний канал локалізована і інтерактивні функції здійснюються на рівні апаратури кінцевого користувача;

→ Обмежена. Користувач відправляє по зворотному каналу повідомлення-запит. Однак відео потік надходить всім абонентам;

→ Повна. Кожному користувачеві надходить свій відео потік у відповідність із запитом по зворотному каналу.

### Персональні переваги Triple Play

Які послуги надавати? Як зацікавити в них абонентів? Яким чином добитися окупності сервісів? Всі ці питання турбують операторів, лише планують розгорнути в своїх мережах послуги Triple Play або вже приступили до тестової або комерційної експлуатації мультисервісних систем.

### Телевізійна специфіка

Говорячи про Triple Play, ми маємо на увазі надання послуг телефонії (голос), передачі даних і доступу до Internet (дані) і телебачення (відео). Але чи достатньо цих послуг для окупності проекту, який передбачає створення мультисервісної мережі нового покоління? З приводу перших двох складових все більш-менш зрозуміло, оскільки оператори спираються на усталені бізнес-моделі. А ось телебачення в складі послуг Triple Play отримує зовсім інші властивості (в порівнянні з традиційним ефірним телемовленням), в зв'язку з чим потрібна розробка принципово нових бізнес-моделей.

Завдяки наявності каналу зворотного зв'язку з абонентом крім надання послуг ширококомовлення по IP-протоколу (IPTV) можлива організація інтерактивних сервісів. Серед них - телебачення за запитом, по запитові, ігри за запитом і т.п. Найбільш відомі дві моделі організації таких послуг:

PPV (Pay-Per-View) - плата за перегляд. Оператор надає абоненту за певну плату можливість перегляду фільму на певний термін (наприклад, 24 години або 30 днів) з моменту замовлення;

SVOD (Subscription Video On Demand) - відео за передплатою. Можлива, наприклад, вибіркова підписка на ТБ-програми або на прем'єри фільмів.

Ці моделі визначають підхід постачальника послуг до отримання прибутку. Але яким повинен бути механізм надання послуг? Адже потрібно не просто надати можливість перегляду фільму або передачі, а залучити абонента, переконати його скористався послугою, зробити її зручною і привабливою для нього.

Для цього створюються, зокрема, віртуальні DVD. Абоненту надаються послуги DVD On Demand (DVD за запитом), і він отримує доступ до віртуального відеодиски. Останній містить як сам фільм, так і інформацію про нього, про акторів, відеоролики тощо Ця послуга може бути реалізована на основі будь-якої з моделей, PPV або SVOD.

Наступна ідея - надавати абонентам в режимі «відео за запитом» послуги перегляду телепрограм, що йдуть в прямому ефірі по мовних каналах, в тому числі супутниковим. Основна перевага полягає в тому, що, запізнившись на потрібну передачу, абонент може просто «перемотати» її назад або почати дивитися з будь-якого обраного місця. До того ж він позбавляється від необхідності оплачувати час, потрібний для перегляду не потрібного йому контенту.

Окремо відзначимо роль реклами, завдяки якій можна охопити послугами IPTV менш забезпечені категорії абонентів. Наприклад, за рахунок демонстрації реклами під час показу кінофільму вдасться значно знизити вартість перегляду (різницю у вартості послуги виплатить рекламодавець). А оскільки оператор має інформацію про абонента, таку рекламу можна сегментувати і адресувати конкретній аудиторії.

### *ПОЕТАПНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ*

Більшість операторів схильні будувати системи надання мережевих відеопослуг в два етапи. Перший, найменш витратний, полягає в розгортанні сервісів IPTV, а другий - в організації відео за запитом.

Сама по собі технологія IPTV не забезпечує абоненту чогось нового. Для виходу на ринок послуг Triple Play оператору необхідно слідувати стратегії проникнення, відповідно до якої абонентів завойовують шляхом введення нових споживчих характеристик продуктів і послуг. А такими як раз і є послуги «за запитом», які впроваджуються на другому етапі. Таким чином, є ризик пробуксовки проекту вже на першій стадії: оператор може просто не набрати запланованої кількості передплатників IPTV.

Тільки після формування цікавого конкурентоспроможного пакету інтерактивних послуг можна переходити до стратегії концентрованого зростання. Вона має на увазі, що обсяг продажів збільшується за рахунок активної реклами, акцентування абонентів на перевагах цих послуг, географічного розширення області продажів (наприклад, надання послуг абонентам інших мереж), розвитку / вдосконалення діючих сервісів, надання додаткових послуг.

Далі можна переходити до стратегії диференціації, що дозволяє виділитися на тлі конкурентів. Вона полягає в технічному і технологічному вдосконаленні сервісів, підвищення якості як самих послуг, так і обслуговування абонентів. В результаті провайдер зможе підвищувати вартість послуг, збільшувати обсяг виручки, зміцнювати свій імідж.

Отже, ось головні принципи, відповідно до яких повинна розроблятися стратегія розгортання і просування послуг Triple Play. Це новизна і висока якість сервісів, їх глибока персоналізація, що дозволяє кожному абоненту сформувати власний пакет цікавих йому послуг і телевізійних каналів, можливість платити за послуги за вигідною схемою (за перегляд, по підписці, з рекламою).

### *ОСНОВНІ СТАТТІ БЮДЖЕТУ*

Тепер можна поговорити про рентабельність бізнесу операторів, які розгорнули сервіси Triple Play. Послуги передачі даних, голосу і відео значно складніше окупити окремо, ніж разом. А значить, потрібно ставити питання про окупність проекту в цілому і, відповідно, про рентабельність інвестицій в даний проект.

Основні капітальні витрати підуть на закупівлю і інсталяцію обладнання головний передавальної станції, в тому числі мережевих платформ з підтримкою механізмів QoS і мультимедійного мовлення (multicast), IP-стрімерів, відеосерверів, що кодує обладнання, систем управління (Middleware) і умовного доступу (CAS / DRM ). Розмір цих витрат індивідуальний в кожному проекті, оскільки безпосередньо залежить від архітектури мережі, кількості та географічного розташування абонентів, потреб в мережевому обладнанні та відео сервісом.

Побудова головної станції, здатної обслуговувати 10 тис. Абонентів, обійдеться приблизно в 700 тис. дол.

Ще одна вагома стаття витрат - закупівля абонентських терміналів (Set-Top-Box). Оператор набуває їх, а потім поширює серед клієнтів, в тому числі з розстроченням платежу або за кредитними схемами. Вартість STB варіюється від 100 до 270 дол. За штуку, залежно від марки і підтримуваних форматів.

Капітальні витрати на організацію послуг IPTV досить високі. Правда, вони є одноразовими, і з урахуванням очікуваної позитивної динаміки зростання доходів проект все одно повинен вийти на рівень окупності. Постійні ж витрати (виплати власникам контенту, витрати на рекламу, заробітна плата персоналу) впливають на грошові потоки оператора протягом усього терміну реалізації проекту. І якщо вони будуть перевищувати поточні доходи, проект не окупиться ніколи.

Однією з головних статей постійних витрат оператора Triple Play, багато в чому визначає його тарифну політику, є плата за відеоконтент. Щорічні витрати на підтримку 2-3 тис. Фільмів можуть скласти 1-1,5 млн дол.

Для стимулювання інтересу абонентів до відеоконтенту оператор може організувати так звані «віртуальні кінозали». У них популярні фільми транслюються одночасно багатьом абонентам, і вартість послуги виявляється меншою, ніж при індивідуальному перегляді в режимі «відео за запитом».

При фінансовому розрахунку бізнес-плану потрібно правильно підібрати ставку дисконтування. Необхідно врахувати, що проект Triple Play являє собою не просто вкладення грошей під певний відсоток. Це - стратегічні інвестиції, які забезпечать оператору конкурентні переваги і допоможуть зайняти істотну частку ринку телекомунікаційних послуг. Для системи Triple Play, розгорнутої на базі діючої IP-мережі з 10 тис. Абонентів і підтримкою технології мультікастинга, при

ставці дисконтування 20% орієнтовний термін окупності складе 5-6 років. Середня норма рентабельності проекту буде дорівнює 30-35%.

Одним з ключових факторів успіху проекту Triple Play є персоналізація телебачення, тобто надання абоненту можливості формування пакету цікавлять його каналів, програм і послуг. Це підтверджує недавнє дослідження JupiterResearch. Згідно з його результатами, 46% глядачів вважають другим за значимістю аргументом на користь переходу до нових ТВ-сервісів можливість формування власної «карти» каналів і послуг. А на першому місці все ж залишається ціновий фактор.

#### **4. Система MMDS (MITPIC)**

Фізичний рівень інфраструктури абонентської мережі

Канали зв'язку абонентських мереж сучасних операторів опираються на різні фізичні середовища проносу трафіка:

- традиційні мідні кабелі ТфОП;
- радіоканали в різних частотних діапазонах;
- оптичні середовища – оптоволоконні кабелі й бездротові оптичні лінії.

При будівництві абонентської інфраструктури найбільш дорогими є грабарства – будівництво каналізації й прокладка кабелів. Таке будівництво вимагає глибокого маркетингового аналізу споживчого попиту, тому що воно має високий поріг окупності з погляду обсягу абонентської бази. Будівництво кабельної інфраструктури звичайно займає кілька місяців і доцільно для сформованих секторів ринку з устояним попитом на послуги зв'язку.

#### **Бездротові технології**

Існує безліч різних систем радіо доступу, що різняться по:

- типі з'єднання («крапка - крапка» або « крапка-багато крапок»);
- типу поділу каналів (FDMA, TDMA, CDMA);
- типу абонентів (фіксованій або мобільні);
- ширині смуги пропускання каналів ( $n \times 64$  кбит/с,  $n \times E1$  для встаткування TDM/ATM і  $n \times 1$  кбит/с для абонентських терміналів з Ethernet-Портами 10/100 BaseT систем радіо Ethernet IEEE 802.11x/802.16x);
- частотному діапазону й зоні радіо покриття: – 2,4; 3,5; 5 ГГц – дистанції від 10 до 50 км (WiMAX/MMDS); – 10 ГГц – дистанції від 7 до 15 км (MMDS/LMDS/LMCS); – 20 ГГц – дистанції від 4 до 8 км (LMDS/LMCS).

Максимальна смуга пропускання для мультисервісного трафіка досягається в системах LMDS/LMCS. Вона становить  $n \times 10$  Мбит/с, де  $n = 2, 4, \dots, 7$ . Донедавна пакети в цих системах формувалися по стандартах радіо ATM/TDM, а самі системи вимагали для своєї роботи забезпечення прямій радіовидимості (середовище типу Line of site – LOS) між базовою станцією й абонентським терміналом.

#### **Системи фіксованого радіодоступу масштабу міста**

Бездротові технології відрізняються оперативністю й мобільністю. Вартість базової станції, що забезпечує на вимогу радіоз'єднання типу « крапка-багато

крапок», не перевершує 10% сумарної вартості абонентських терміналів, а швидкість її розгортання становить усього кілька днів. Підключення до базової станції нового абонента в межах ставлення послуг фіксованого широкосмугового радіодоступу настільки приваблива для оператора мультисервісної мережі. Адже звичайно в умовах конкуренції клієнт звертається за послугами лише один раз. Якщо якість обслуговування й швидкість реакції на його заявку виявляються незадовільними, то він іде до конкурентів і несе із собою:

- лояльність до компанії;
- прибуток;
- репутацію компанії;
- частку ринку.

По статистиці, 85% споживачів відмовляються використовувати продукти й послуги компанії при неякісному обслуговуванні. От чим викликаний підвищений інтерес до систем бездротового доступу, що підвищує оперативність надання послуг. Однак очікування повсюдного переходу на бездротові технології в мережах фіксованого абонентського доступу щонайменше не обґрунтовані по наступних причинах:

- бездротові технології відрізняються більшими енергетичними втратами в силу загасання електромагнітних хвиль;
- вони сильно піддані впливам погодних умов: туман, дощ і сніг відчутний збільшують втрати на трасі й знижують якість каналу;
- питома вартість підключення абонента вище, ніж на кабельній інфраструктурі з аналогічною пропускнуою здатністю.

Останній момент особливо значимо при побудові мережі абонентського доступу. Він значно знижує економічну ефективність систем бездротового доступу, тому що абонентський радіо доступ як основне з'єднання доцільне лише в тому випадку, коли вартість прокладки кабелю для підключення абонента непорівнянна й економічно невигідна (строки окупності перевищують 7 років). Ці обмеження локалізують область застосування систем фіксованого абонентського радіодоступу в абонентських мережах операторського класу й позиціонують їх як маневровий фонд оператора. Радіодоступ розглядається як тимчасове рішення, замінне, у випадку доцільності, на провідне.

Подібний підхід дозволяє операторові скоротити обсяг абонентських радіотерміналів і знизити загальні експлуатаційні витрати.

Бурхливий розвиток механізмів контролю якості в середовищі Ethernet і поява Ethernet-Комутаторів операторського класу, що підтримують технології IP MPLS, а також розвиток мереж мобільної передачі даних підвищили інтерес до розвитку технології радіо Ethernet.

Система LMDS.

Специфіка широкосмугового зв'язку

Факти й цифри дійсно вражають. Але щоб скористатися перевагами широкосмугового бездротового зв'язку, розроблювачам мереж потрібно познайомитися з її специфікою.

Загалом кажучи, поняття "широкосмуговий бездротовий зв'язок" ставиться до служби оператора, що використовує цифрову технологію й підтримує безліч

замовників. Швидкість передачі даних може становити від 128 Кбіт/с до 155 Мбіт/с. З'єднання зі швидкістю передачі даних, що відповідає каналу T1 (1.544 Мбіт/с) або кратної T1, зараз є ходовим товаром, але сучасні технології цілком можуть забезпечити набагато більше високі швидкості, - наприклад, DS-3 (45 Мбіт/с) або OC3 (155 Мбіт/с). Асортименти надаваних послуг включає місцеву й міжнародну телефонію, підключення до приватних мереж і доступ в Internet.

Для надання послуг оператори використовують різні частоти. У США найбільше часто використовується частоти в діапазонах 1.9, 2.4, 2.5, 5, 24, 28, 38, і 42 ГГц. В інших країнах розподіл частот може бути іншим.

Велике значення має тип використовуваного радіочастотного спектра. Деякі діапазони частот ліцензуються, деякі - немає (див. таблицю 1). Робота в діапазонах частот 2.4 і 5 ГГц не ліцензується, тому провайдери можуть розгорнути обслуговування абонентів у цьому діапазоні швидко й недорого (оскільки вони не обтяжені витратами на ліцензування).

Однак у цей час не ліцензована смуга частот по сукупності значно уступає ліцензованій смузі. Наприклад, не ліцензована смуга частот у діапазоні 2.4 ГГц пропонує радіочастотний спектр шириною всього в 80 МГц, що становить менш 10 відсотків від ширини смуги, виділеної для служби LMDS, - звідси й менша кількість абонентів, що може підтримувати не ліцензована смуга частот.

Крім того, оскільки не ліцензовані смуги частот доступні всім, пропускна здатність каналів може бути нижче, якщо кілька провайдерів починають пропонувати конкуруючі послуги в тому самому районі. Наприклад, якщо на одній території будуть працювати два провайдери послуг Internet (ISP - Internet Service Provider), пропускна здатність їхніх мереж може скласти половину від нормальної. А оскільки не ліцензований спектр ніким не регулюється, оператори самі повинні знайти вихід з такої ситуації. Однак, незважаючи на ці обмеження, такі послуги можуть бути дуже привабливими для малих і середніх фірм - через надзвичайно конкурентоспроможні ціни.

## **5.Особливості застосування телерадіоінформаційних систем.**

Що стосується низькочастотних діапазонів, у яких пропонується використовувати відносно більшу смугу пропускання, те слід зазначити діапазон частот 2.5 ГГц, у якому працює многоканальна многопунктова розподільна служба MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service). Служба MMDS має смугу пропускання шириною в 200 МГц, а оскільки цей діапазон ліцензований, тут відсутньої проблеми перешкод від інших провайдерів. Ряд провайдерів послуг Internet використовують смугу частот служби MMDS для обслуговування підприємств малого й середнього бізнесу, у деяких випадках застосовуючи комбінований підхід - бездротової канал від сервера до клієнта й телефонну мережу, що комутирується, загального користування (PSTN - Public Switched Telephone Network) від клієнта до сервера. Взагалі ж низькочастотний діапазон передбачає більший радіус дії, максимум до 52 км. Фірми Sprint Corp. ( Канзас-Сіті, Міссурі) і MCI Worldcom Inc. (Джексон, Міссісіпі) придбали компанії, що мають у своєму активі спектр частот служби MMDS, так що тепер вони можуть використовувати

бездротовий зв'язок для організації місцевих абонентських ліній.

Більше високі частоти (24 ГГц і вище) іноді називають міліметровим діапазоном - по довжині радіохвиль, використовуваних для передачі сигналів. Ліцензовані смуги частот у цьому діапазоні набагато ширше, і на частотах порядку 28 ГГц (діапазон служби LMDS) оператори можуть працювати зі смугою, що має ширину більше 1 ГГц. При використанні методів модуляції, що забезпечують ефективну пропускну здатність від 1 біт/з (чотирьох позиційна QAM, Quadrature Amplitude Modulation - квадратурна амплітудна модуляція) до 4 біт/з (64-позиційна QAM) на 1 Гц частоти, у смузі шириною в 1 ГГц можна реалізувати сукупну пропускну здатність до 4 Гбіт/с (з урахуванням витрат на кодування). Природно, ця швидкість розділяється серед споживачів і між сусідніми стільниками зони обслуговування або ділянками з декількох таких стільник, названих секторами. На цих більше високих частотах дальність зв'язку (довжина з'єднання) зменшується майже до трьох кілометрів. Оскільки смуги частот у цьому діапазоні ліцензуються, користувачі не повинні випробовувати яких-небудь перешкод.

## 6. Технології WiMAX та LTE.

**WiMAX** від [англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access](#) Стандарт [IEEE 802.16](#) — стандарт [бездротового зв'язку](#), що забезпечує широкосмуговий зв'язок на значні відстані зі швидкістю, порівняною з [кабельними](#) з'єднаннями.

Назву «WiMAX» було створено WiMAX Forum — організацією, яку засновано в червні 2001 року з метою просування і розвитку WiMAX. Форум описує WiMAX як «засновану на стандарті технологію, яка надає високошвидкісний бездротовий доступ до мережі, альтернативній виділенім лініям і [DSL](#)»;

### **Фіксований і мобільний варіант WiMAX**

Набір переваг притаманний всьому сімейству WiMAX, однак його версії істотно відрізняються одна від одної. Розробники стандарту шукали оптимальні рішення як для фіксованого, так і для мобільного застосування, але поєднати всі вимоги у рамках одного стандарту не вдалося. Хоча низка базових вимог збігається, націленість технологій на різні ринкові ніші призвела до створення двох окремих версій стандарту (точніше, їх можна вважати двома різними стандартами). Кожна зі специфікацій WiMAX визначає свої робочі діапазони частот, ширину смуги пропускання, потужність випромінювання, методи передачі та доступу, способи кодування та модуляції сигналу, принципи повторного використання радіочастот та інші показники. А тому WiMAX-системи, засновані на версіях 802.16d і 802.16e цього стандарту, практично несумісні. Короткі характеристики кожної з версій наведені нижче.

**802.16-2004 (відомий також як 802.16d і фіксований WiMAX).** Специфікація затверджена у 2004 році. Використовується ортогональне частотне мультиплексування ([OFDM](#)), підтримується фіксований доступ у зонах з наявністю або відсутністю прямої видимості. Користувацькі пристрої являють собою стаціонарні модеми для встановлення поза й всередині приміщень, а також [PCMCIA-карти](#) для ноутбуків. У більшості країн під цю технологію відведені діапазони 3,5 та 5 ГГц. За відомостями WiMAX Forum, налічується вже близько 175

впроваджені фіксованої версії. Багато аналітиків бачать у ній конкурентну або взаємодоповнювальну технологію дротового широкосмугового доступу DSL.

**802.16-2005 (відомий також як 802.16e і мобільний WiMAX).** Специфікація затверджена у 2005 році. Це — новий виток розвитку технології фіксованого доступу (802.16d). Оптимізована для підтримки мобільних користувачів версія підтримує низку специфічних функцій, таких як хендовер, «idle mode» та роумінг. Застосовується масштабований OFDM-доступ (SOFDMA), можлива робота при наявності або відсутності прямої видимості. Частотні діапазони, що плануються для мереж Mobile WiMAX, такі: 2,3; 2,5; 3,4-3,8 ГГц. Один із перших пілотних проєктів у світі національного масштабу був анонсований і реалізований оператором Sprint у 2006<sup>[1]</sup> і 2008 роках, відповідно. Конкурентами 802.16e є всі мобільні технології третього покоління (наприклад, EV-DO, HSXPA).

Основна відмінність двох технологій полягає у тому, що фіксований WiMAX дозволяє обслуговувати тільки «статичних» абонентів, а мобільний орієнтований на роботу з користувачами, що пересуваються зі швидкістю до 150 км/год. Мобільність означає наявність функцій роумінгу та «безшовного» перемикання між базовими станціями при пересуванні абонента (як відбувається у мережах стільникового зв'язку). В окремих випадках мобільний WiMAX може застосовуватися й для обслуговування фіксованих користувачів.

### **Широкосмуговий доступ**

Багато телекомунікаційних компаній роблять великі ставки на використання WiMAX для надання послуг високошвидкісного зв'язку. І тому є кілька причин. По-перше, технології сімейства 802.16 дозволяють економічно більш ефективно (у порівнянні з провідниковими технологіями) не тільки надавати доступ в мережу новим клієнтам, але й розширювати спектр послуг і охоплювати нові важкодоступні території. По-друге, бездротові технології для багатьох простіші у використанні, ніж традиційні дротові канали. Мережі WiMAX і Wi-Fi прості в розгортанні і по мірі необхідності легко масштабуються. Цей фактор виявляється дуже корисним, коли необхідно розгорнути велику мережу в найкоротші терміни. Наприклад, WiMAX був використаний для того, щоб надати доступ в мережу тим, хто вижив після цунамі, що сталося у грудні 2004 року в Індонезії (Асех). Вся комунікаційна інфраструктура області була виведена з ладу і було потрібно оперативне відновлення послуг зв'язку для всього регіону.

В сумі всі ці переваги дозволять знизити ціни на надання послуг високошвидкісного доступу в Інтернет як для бізнес-структур, так і для приватних осіб.

### **Обладнання користувача**

Обладнання для використання мереж WiMAX поставляється кількома виробниками і може бути встановлено як у приміщенні (пристрої розміром із звичайний DSL-модем), так і поза ним (пристрої розміром із ноутбук). Слід зазначити, що обладнання, яке розраховане на розміщення усередині приміщень і не потребує професійних навичок при установці, що, звичайно, більш зручно, здатне працювати на значно менших відстанях від базової станції, ніж професійно встановлені зовнішні пристрої. Тому обладнання, встановлене всередині



приміщень вимагає набагато більших інвестицій в розвиток інфраструктури мережі, так як передбачає використання набагато більшого числа точок доступу.

З винаходом мобільного WiMAX все більший акцент робиться на розробці мобільних пристроїв. У тому числі спеціальних телефонних трубок (схожі на звичайний мобільний смартфон), і комп'ютерної периферії (USB радіо модулів і PC card).

### **Послуга зворотнього транспортування трафіка**

Послуга зворотного транспортування трафіка (backhaul) є важливим елементом сервісної конфігурації системи WiMAX. Оскільки система WiMAX володіє можливостями радіо перекриття за схемою «точка-багатоточка» на відстанях до 50 км, то оператори систем стільникового радіозв'язку (ССР) відповідно отримують змогу використовувати обладнання IEEE 802. 16 в якості транзиту для зворотнього транспортування інформаційного трафіка базових станцій (БС) ССР до їх власних центрів комутації і керування (рис. 1 та рис. 2).

Однак, варто зазначити, що можливості реалізації послуги зворотнього транспортування трафіка ССР на основі технології WiMAX в масштабах загальнонаціональних мереж залежить від виділення можливостей необхідного частотного ресурсу.

Оренда телефонних ліній в якості обладнання зворотнього транспортування чи використання волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) часто є занадто витратним і може негативно вплинути на комерційну діяльність оператора. Взагалі, виключно проводові мережі дуже рідко є рентабельним рішенням проблеми зворотнього транспортування, і навіть технології цифрових абонентських ліній (xDSL) не здатні забезпечити необхідну швидкість інформаційного обміну, особливо для зворотнього транспортування трафіка «вгору» для мереж рухомого зв'язку 3-го покоління (3G). WiMAX. Рішення можуть включати функції зворотнього транспортування для різних типів фізичних інтерфейсів, головним чином, безпроводові рішення, наприклад, об'єднання симетричних високошвидкісних DSL з ВОЛЗ.

Провайдери безпроводних послуг (WSP) все частіше використовують обладнання WiMAX для зворотнього транспортування трафіка від БС до мереж доступу. При цьому в якості технологій мереж доступу можуть використовуватися технології широкосмугового радіодоступу Wi-Fi, WiMAX або інші.

Зважаючи на те, що як правило WSP пропонують своїм абонентам послуги передавання голосу, даних і відео, то механізм пріоритетної підтримки якості обслуговування (QoS) системи WiMAX дозволяють оптимізувати процес передавання інформаційного трафіка.

### **Комерційні сценарії обслуговування WiMAX**

#### *Банківські мережі*

Провідні банки з метою організації інформаційного обміну зі своїми філіями використовують мережі пакетного передавання на базі протоколу ATM. Транзитна мережа WiMAX може виступати з'єднувальною ланкою між банківськими філіями та регіональним офісом і надавати послуги високошвидкісного інформаційного

обміну, як зображено на рис. 3.

Як правило подібні сценарії обслуговування потребують вищих швидкостей передавання і покращення механізмів безпеки.

Технологія WiMAX має механізм достатнього рівня для гарантування інформаційної та технічної безпеки, однак конкретно для банківського сектора з метою недопущення перехоплення конференційної інформації необхідні «прозорі» механізми безпеки. Значне радіо покриття і достатня система ємності надають можливості організувати інформаційний обмін регіональних офісів з численними філіями, а обладнання WiMAX за рахунок властивостей масштабування дозволяють «змішувати» трафік різної швидкості, пріоритету та конфіденційності в одному потоці. Підтримка рівнів WiMAX QoS дозволяє організувати пріоритетність послуг: голосові послуги (телефонія між філіями), передавання даних (інформація про фінансові операції, електронна пошта, доступ до Інтернет та Інтернет), відео (спостереження, кабельне ТБ) тощо.

#### *Мережі освітянських послуг*

Освітні установки можуть використовувати мережі WiMAX для організації інформаційного обміну, наприклад між навчальними закладами, керівними установами та домашніми додатками (рис.4).

Головними технічними вимогами для організації подібних сценаріїв є:

- підтримка режиму радіо розповсюдження непрямої видимості (NLOS);
- підтримка схеми обслуговування «точка-багатоточка»;
- достатні розміри зон покриття.

Освітня мережі на базі WiMAX можуть надавати повний спектр мультимедійних послуг, зокрема телефонія, передавання даних, електронна пошта, доступ до Інтернет та Інтернет, відеопослуги дистанційного навчання і т.і. завдяки значному радіопокриттю на базі мереж WiMAX можливо організувати економічно вигідні сценарії освітянських послуг, особливо для сільських, малозаселених і важкодоступних районів зі слабким розвитком телекомунікаційної інфраструктури. За таких умов заклади освіти в залежності від потреб отримують можливості змінювати як самі сценарії обслуговування, так і мережні конфігурації, що дає економію капітальних та експлуатаційних витрат.

#### *Корпоративно-відомчі мережі*

Корпоративно-відомчі структури типу правоохоронних органів, пожежної служби, надзвичайних ситуацій, закладів охорони здоров'я можуть організовувати на основі технології WiMAX власні високопродуктивні мережі інформаційного обміну (рис.5).

Окрім стандартних послуг голосового зв'язку з диспетчерськими центрами та обміну екстреними викликами мережа широкосмугового радіодоступу WiMAX надає послуги передавання відеозображення в реальному часі та із заданим рівнем якості, що значно підвищує ефективність функціонування корпоративно-відомчого сектору в цілому.

Мережі WiMAX можуть розгортатися в дуже стислі строки (в межах години), що надзвичайно важливо для певних випадків, наприклад, рятування людей. Також

неабиякою перевагою подібного підходу є можливість транспортування зворотнього транспортування інформаційного трафіка до центру керування чи диспетчера з використанням радіоканалів у випадках, коли проводові мережі далеко не завжди здатні забезпечити сталий і оперативний зв'язок. Важливою вимогою з боку користувачів корпоративно-відомчого сектору, яку здатна задовольнити система WiMAX, є потреба у мобільності та мультимедійності обслуговування.

#### *Технологічно-виробничі мережі*

Прикладом організації технологічно-виробничої мережі WiMAX може слугувати мережа інформаційного обміну між морськими платформами з добування нафти і газу та береговими службами (рис.6).

Подібний сценарій віддаленого обслуговування включає розв'язання проблем керування складним обладнанням, моніторинг місцезнаходження і реалізацію доступу до баз даних. В свою чергу система інформаційно- технічної безпеки може виключати системи оповіщення та відеоспостереження. До складу основних послуг входять голосова телефонія, електронна пошта, до ступ до Інтернет та відео конференц зв'язок.

#### *Кампусні мережі*

Урядові організації, великі підприємства, індустріальні території, транспортні центри, університети тощо можуть використовувати мережі WiMAX для охоплення послугами широкосмугового радіодоступу.

Подібні мережі характеризуються вимогами високої пропускної здатності, низьких рівнів затримки сигналу і надійними механізмами безпеки.

Подібно до інших сценаріїв обслуговування інформаційний обмін кампусних мереж включає голос, дані і відео, для яких QoS WiMAX може оптимізувати та розподіляти пріоритети. Розгортання кампусних мереж на базі WiMAX потребує менше часу і ресурсів, оскільки немає необхідності з зовнішніх конструкціях, прокладанні кабелів тощо. В таких випадках рішення WiMAX є одним з ефективних шляхів організації інформаційного обміну між окремими будівлями.

#### *Тимчасові мережі на будівництві*

Будівельні компанії можуть використовувати мережі WiMAX для організації інформаційного обміну між головним офісом, будівельними майданчиками, офісами інших учасників проекту, як показано на рис. 8.

Можливості швидкого розгортання мереж WiMAX дуже важливі в цьому сценарії, оскільки існує нагальна потреба в терміновій організації зв'язку з будівельним майданчиками, включаючи послуги телефонії і передавання даних. Послуги відеоспостереження також можуть реалізуватися в такій мережі і наприклад для моніторингу місцевості. Також на будівельних майданчиках можлива організація локального покриття в інтересах персоналу. Окрім вже перерахованих переваг WiMAX обладнання може оперативно повторно розгортатися на інших будівельних майданчиках.

#### *Мережі для розваг*

Власники закладів для розваг типу тематичних парків можуть використовувати мережі WiMAX для надання широкого спектру послуг розважального характеру, обслуговування виставок, транспортних шляхів, торгівельних центрів тощо (рис. 9).

До ключових вимог подібних сценаріїв обслуговування відносяться: підтримка як фіксованого, так і мобільного обслуговування, гарантована інформаційна безпека, доступність та оперативність послуг, мультимедійні додатки.

### *Мережі WSP*

Провайдери безпроводних послуг (WSP) можуть використовувати мережі WiMAX для надання телекомунікаційних послуг як домашнім додаткам (голос, дані, відео), так і бізнесовим додаткам (головним чином голосові послуги та доступ до Інтернет). Вбудовані механізми гарантування QoS WiMAX підтримують змішану структуру трафіка, а на рівні доступу до середовища розповсюдження пропонують багаторівневі послуги. Подібна підтримка чисельних типів сервісу WiMAX дозволяє зменшити середній рівень витрат та збільшити середній прибуток в розрахунку на одного користувача.

Оператори систем стільникового радіозв'язку також можуть бути зацікавлені в застосуванні технології WiMAX на своїх мережах, оскільки вони вже мають розвинену мережну і білінгову інфраструктуру та користувацьку базу, а впровадження послуг широкосмугового доступу, лише розширить їх присутність на ринку (рис. 10).

Реалізація сценаріїв WSP мереж на базі проводових рішень (DSL, кабель, ВОЛЗ тощо) потребує значних витрат, особливо на територіях з недостатньо розвиненою інфраструктурою типу сільських адміністративних районів, невеликих міст чи приміських зон.

### *Мережі для сільських та малонаселених зон*

Сервіс-провайдери можуть використовувати мережі WiMAX для надання послуг широкосмугового радіодоступу в сільських та малонаселених зонах (рис. 11).

Мінімальний набір сервісних послуг для таких мереж включає голосову телефонію та послуги доступу до Інтернет. Завдяки тому, що технологія WiMAX володіє можливостями додаткового розширення зон радіо покриття, то вона є найбільш рентабельним рішенням в районах з низькою щільністю абонентів.

**Long Term Evolution (LTE, [англ. Long Term Evolution](#)** — «довготерміновий розвиток»), маркетингова назва **4G LTE** — назва мобільного протоколу передавання даних; проект **3GPP**, стандарт з вдосконалення **UMTS** для задоволення майбутніх потреб у швидкості.

Мережі **4G** на основі стандарту LTE працюють у всіх чинних діапазонах частот, що виділені для стільникового зв'язку по всьому світу. У Північній Америці 700, 750, 800, 850, 1900, 1700/2100 (AWS), 2500 та 2600 MHz (Rogers Communications, Bell Canada), відповідно діапазони 4, 7, 12, 13, 17, 25, 26, 41; 2500

MHz у Південній Америці; 800, 900, 1800, 2600 MHz у Європі, відповідно діапазони 3, 7, 20; 1800 та 2600 MHz у Азії, відповідно діапазони 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 40; 1800 MHz та 2300 MHz у Австралії та Новій Зеландії відповідно діапазони 3, 40.

Швидкість завантаження за стандартом 3GPP LTE в теорії досягає 326,4 Мбіт/с (download), і 172,8 Мбіт/с на вивантаження (upload). Практично забезпечує швидкість передавання даних від базової станції до пристрою абонента до 100 Мбіт/с і швидкість від абонента до базової станції — до 50 Мбіт/с.

Ці удосконалення можуть, наприклад, підвищити ефективність, знизити витрати, розширити і удосконалювати послуги, що вже надаються, а також інтегруватися із вже наявними протоколами. LTE-мережа дозволяє користуватися такими послугами як «відео на вимогу», забезпечуючи потокове передавання без затримок відео в HD-роздільності.

Операторам впровадження технології LTE дозволить зменшити капітальні та операційні витрати, знизити сукупну вартість володіння мережею, розширити свої можливості в області конвергенції послуг і технологій, підвищити доходи від надання послуг передачі даних.

Проблеми переходу на LTE включають необхідність у новому спектрі для отримання переваг від широкого каналу. Крім того, потрібні абонентські пристрої, здатні одночасно працювати в мережах LTE і 3G для плавного переходу абонентів від старих до нових мереж.

Вперше про впровадження технології LTE оператори предметно заговорили у січні 2008 року, коли міжнародне партнерське об'єднання Third Generation Partnership Project (3GPP), що розробляє перспективні стандарти мобільного зв'язку, затвердило LTE як наступний після UMTS стандарт широкосмугової мережі мобільного зв'язку.

За даними міжнародної асоціації GSMA, 26 операторів у світі заявили про плани побудови мереж LTE до 2013 року. Серед них — [Vodafone](#), [Verizon Wireless](#), [TeliaSonera](#), [NTT DoCoMo](#) і [KDDI](#).

Технологію LTE протестували такі постачальники телекомунікаційного обладнання як [Alcatel-Lucent](#), [Ericsson](#), [Huawei](#), [Motorola](#), [Nokia Networks](#), [Siemens Networks](#), [Fujitsu](#), [ZTE](#). У квітні 2009 року мережу LTE показала Motorola на виставці CTIA Wireless.

В [Україні](#) до 2017 року жодної LTE-мережі не збудовано, попри те що компанія [«ММДС-Україна»](#) володіла ексклюзивними ліцензіями ще з середини 2011 року. <sup>[3]</sup>

31 січня 2018 року продано право на отримання ліцензій на користування радіочастотним ресурсом України строком на 15 років у діапазоні радіочастот 2600 МГц, загальною шириною смуги 80 МГц <sup>[4]</sup>

Тендер на 4G у діапазоні 1800 МГц проведено 26 лютого 2018 року. <sup>[5]</sup>

30 березня 2018 року оператори lifecell і Vodafone запустили мережу 4G в Україні.

6 квітня 2018 року оператор Київстар також запустив мережу 4G в Україні.

1 лютого 2018 року усі оператори запустили мережу 4G у діапазоні 1800 МГц.

## Заключення

### Висновки

1. Замість того, щоб вступити в сувору конкуренцію на телекомунікаційному ринку з новітніми технологіями рухомого зв'язку 3-го покоління (3G) та існуючими технологіями типу Wi-Fi, технологія WiMAX знайшла своє місце серед послуг широкосмугового радіодоступу і в поєднанні з іншими сприяє загальному розвитку.

2. З точки зору мережної ідеології система WiMAX повторює структуру безпроводових локальних обчислювальних мереж (WLAN), хоча із певними особливостями.

3. Типовий сценарій розгортання мережі WiMAX включає в себе три основні етапи:

- повноцінне радіо покриття заданої території з використанням зовнішніх антен для надання послуг пакетного передавання даних, зворотного транспортування стільникового трафіка, покриття за схемою «гаряча пляма» та інші комерційні додатки;

- впровадження підсистем внутрішніх антен, подібних до точок доступу системи Wi-Fi;

- абонентське обладнання WiMAX отримує додаткові можливості мобільності, що забезпечить внутрішньо мережний та міжсистемний роумінг.

4. Сервісні сценарії для систем широкосмугового радіодоступу WiMAX можливо розділити на дві основні категорії:

- сценарії для мереж загального користування;

- сценарії для корпоративно-відомчих та спеціальних мереж.

### *Виконати самостійне завдання № 7.*

1. Вивчити питання лекції.

2. Виконати порівняльну оцінку технологій за показниками ефективності мереж доступу за завданням практичного заняття №10.

### *Література:*

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Сєрих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
2. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: -ДУІКТ, 2010. - 138 с.
3. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
4. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
5. Сосновский О.А. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети. – Минск: БГЭУ, 2007.-176с.