

УДК 621.396.69

Хімчак Т. І., Бернадська А. О., аспіранти

ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ WiMAX ТА LTE В УКРАЇНІ

Хімчак Т. І., Бернадська А. О. Питання впровадження технологій WiMAX та LTE в Україні. Розглядаються питання впровадження в Україні технологій LTE і WiMAX, приведена порівняльна характеристика цих технологій.

Ключові слова: МОБІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ, WiMAX, IEEE 802.16, LTE

Химчак Т. И., Бернадская А. А. Вопрос внедрения технологий WiMAX и LTE в Украине. Рассматриваются вопросы внедрения в Украине технологий LTE и WiMAX, приведена сравнительная характеристика этих технологий.

Ключевые слова: МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, WiMAX, IEEE 802.16, LTE

Khimchak T. I., Bernadska A. O. A question of introduction of technologies of WiMAX and LTE in Ukraine. The questions of implementation in Ukraine of LTE and WiMAX technologies are examined, comparative description of these technologies is resulted.

Key words: MOBILE TECHNOLOGIES, WiMAX, IEEE 802.16, LTE

Вступ. Основні проблеми у WiMAX дуже схожі з LTE – це затримки при передачі, обмеженість смуги частот і безпека. Стосовно України, до них додаються ще і несумісність устаткування і проблеми потокового відео.

LTE (Long Term Evolution) являє собою наступний крок GSM технологій від 3G/WCDMA і HSPA. Ця нова технологія бездротового доступу буде оптимізована для передачі даних на швидкостях до 100 Мб/с вхідний і 50 Мбіт/с вихідний трафік (це максимальні значення). LTE технологія сумісна з GSM і HSPA, вона включає технологію багатоканального входу і виходу (MIMO), відповідно OFDMA у вихідному каналі і FDMA у вхідному, щоб забезпечити високий рівень пропускну здатності кінцевому користувачу і забезпечити швидкість передачі даних понад 100 Мбіт/с. LTE буде підтримувати пропускну здатність каналу від 1,25 МГц до 20 МГц, і обидва типи FDD і TDD операції.

Хоча обидві технології LTE і WiMAX використовують інтерфейс OFDMA, LTE має перевагу в тому, що є зворотна сумісність з існуючими GSM і HSPA стандартом, що дозволить мобільним операторам розгорнути LTE, продовжуючи обслуговування існуючих мереж.

Огляд та порівняння технологій WiMAX та LTE. Розглянемо обидві технології. Перша з них – LTE, яку запропонувала міжнародна організація 3GPP (3-rd Generation Partnership Project), і друга – WiMAX, ініціаторами якого виступив WiMAX Форум (WiMAX Forum). На даний момент – це дві конкуруючі технології. Спільного в них досить багато. І в першу чергу – це технології, які були покладені в їх основу. Серед них найбільш значні це: ортогональне частотне розділення каналів з мультиплексуванням (OFDM), технологія передачі інформації за допомогою «множинних» антен (MIMO), а також адаптивні антенні системи (AAS). В табл. 1 приведена їх порівняльна характеристика за деякими основними параметрами.

Табл.1

Технологія «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». WiMAX у версії IEEE

	WiMAX	LTE
Рік виходу	2004	2006
Архітектура, протокол	Архітектура проста. Протокол «точка-точка» «точка-мультиточка».	Архітектура складна. Нестандартні протоколи.
Міграція від 3G	Потрібна суттєва заміна обладнання	Потрібна суттєва заміна обладнання
Діапазон	1,5...11 ГГц	700 МГц...3,6ГГц

802.16-2004 – стандарт бездротового зв'язку, який забезпечує широко-смуговий зв'язок на площі радіусом більше 30 км з пропускну здатністю, порівнянної з кабельними з'єднаннями – до 10 Мбіт/с і більше. Технологія WiMAX дозволяє працювати в будь-яких умовах, в тому числі, в умовах щільної міської забудови, забезпечуючи високу якість зв'язку та швидкість передачі даних [1].

Робочі групи 3GPP RAN почали стандартизацію LTE / EPC в грудні 2004 з техніко-економічного обґрунтування для UTRAN і для IP EPC. У грудні 2007 всі функціональні специфікації LTE були закінчені. Крім того, EPC функціональні специфікації досягнень рівня, щоб взаємодіяти з 3GPP та мережами CDMA [2].

Слід зазначити, що обидві технології досить близькі за спектральною ефективністю, тому якість параметрів систем також схожі. Але, враховуючи те, що WiMAX вийшов на ринок раніше, у розвитку і просуванні він теж виявився на сходинку вище LTE. А от архітектура у них дуже різна: в LTE вона має багато рівнів з використанням нестандартних протоколів, чого не скажеш про WiMAX, де архітектура досить проста і використовується мало протоколів, до того ж всі вони стандартні (IETF). Що стосується переходу від систем 3G до кожної з цих технологій, то все набагато складніше: потрібна значна заміна обладнання, що тягне за собою певні фінансові витрати для операторів.

Перспективність технології LTE обумовлюється також тим фактом, що багато західних компаній висловили своє бажання впроваджувати її у своїх країнах «в ім'я світового злиття», але тут ще є невирішених технічних питань. І основний недолік на сьогоднішній день – неможливість передачі голосу по каналах, а також відсутність абонентських терміналів на ринку пристроїв. В майбутньому, при переході до all-IP архітектури, голос в мобільних мережах залишиться тільки у вигляді VoIP. Тоді питання вибору мережі радіодоступу, через яку будуть йти голосові дзвінки, зведеться до ємнісних характеристик – чим більша пропускна здатність сектора, тим більше одночасних дзвінків він може обслужити.

З WiMAX, картина більш ясна, оскільки мережі побудовані на цій технології вже успішно працюють кілька років, постійно вдосконалюючись. До переваг цієї технології слід віднести:

- значно нижча вартість обладнання та послуг у порівнянні з попередніми технологіями;
- більша кількість послуг, які орієнтовані на абонента;
- висока гнучкість і простота розгортання мереж;
- легкість інтегрування в локальні мережі завдяки наявності IP;
- охоплення великої території, і важкодоступних ділянок;
- висока швидкість передачі інформації;
- наявність абонентських терміналів на ринку телекомунікаційних пристроїв.

Не дивлячись на вже досить значний ряд переваг, технологія розвивається і далі. Якщо вірити прогнозам фахівців, то до 2014 року очікується великий вплив абонентів мереж WiMAX. Уже зараз з'явилася нова редакція стандарту під назвою IEEE 802.16m (Mobile WiMAX Rel.2.0), в якому декларується збільшення швидкості при мобільному варіанті, розширення зони покриття до 5км, також передбачена робота базової станції в ретрансляційному режимі і можливість працювати з широкими радіоканалами (понад 20 МГц). При цьому немає необхідності в захисних частотних інтервалах між каналами, внаслідок чого збільшується доступна смуга пропускання, а за рахунок Multi-user MIMO з'являється можливість на одних частотах транслювати одночасно інформацію різним клієнтам. Абонентів ця “зміна поколінь” абсолютно не торкнеться, тому що нинішні WiMAX-пристрої повністю сумісні з новими стандартами.

Якщо говорити про нашу країну, то повноцінного 4G у нас ще немає. Те, що на сьогодні оператори називають 4G, насправді становить тільки 3,75 G.

Технології, які претендують на право називатися технологіями 4G або IMT Advanced, повинні бути затверджені Міжнародним союзом електрозв'язку – головним органом стандартизації телекомунікацій у світі. Для цього на його розгляд було подано документація,

що описує стандарти LTE Advanced і IEEE 802.16m. Основна мета розробників LTE Advanced – домогтися пропускної здатності до 1 Гбіт/сек. Судячи по всебічній підтримці LTE Advanced в галузі мобільного зв'язку, вже зараз зрозуміло, що вона стане ключовою технологією 4G. Технологія 4G – це одночасне об'єднання декількох ключових технологій і підходів, які включають в себе швидкий і доступний абсолютно в будь-якому місці Інтернет і потужні мобільні пристрої з можливістю підтримки cloud-based services (служба хмар). У свою чергу, cloud-based services передбачає обробку інформації не в самому мобільному пристрої, а на шляху до нього, тобто в ефірі. Це є вагомим пріоритетом при розробці мобільного терміналу, який за даних умов скорочує свою масу, і споживання енергії, що дає волю для фантазій дизайнерів, з метою задоволення найвибагливіших абонентів.

Основні проблеми технологій WiMAX та LTE.

1) *Частоти.* На відміну від інших стандартів мобільного зв'язку перевагою LTE є те, що ця технологія не прив'язана до якогось конкретного діапазону частот. Розробники (3GPP) визначили понад 30 діапазонів, для яких виробники можуть випускати стандартне радіоустаткування LTE. Сюди потрапили як частоти, використовувані зараз під інші стандарти (наприклад, 900 МГц, 1800 МГц (GSM), 2100 МГц (UMTS), 2500 МГц (WiMAX), так і "нові", наприклад 700...800 МГц. Далеко не всі із можливих діапазонів знайдуть широке поширення в світі, оскільки важко буде реалізувати їх в одному абонентському пристрої, а це вже проблема для забезпечення глобального роумінгу.

Частоти у нашій країні – це мабуть найскладніше питання. Існує закон, який регламентує використання радіочастотного ресурсу України, який не завжди виконується на належному рівні. Це і є основний фактор, який стримує розвиток WiMAX в Україні. Оператори ведуть жорстку боротьбу щодо частот, які є непогані для WiMAX, але не розкривають повний спектр його можливостей. В табл. 2 ілюструється стан впровадження мереж WiMAX в Україні.

Табл. 2

Назва оператора	Рік виходу на ринок	Діапазон частот	Покриття	Швидкість, Kbs	Надані послуги
T.W.C. Group	2006		Великі міста та обласні центри		Фіксований
Альтернет	2005	3,4...3,6 ГГц	Київ, Львів, Одеса, Сімферополь, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк	128...2048	Фіксований
ФрешТелл	2009	3,4...3,6 ГГц	Київ	До 20 Мбіт/с	Фіксований і мобільний
<u>Intellicom</u>	2010	2,3...2,4 ГГц	Київ та околиці, а також великі міста	128...2048	Фіксований і мобільний

У деяких регіонах є відкритий діапазон, але в ньому неможливо працювати через застосування РРЛ Укртелекому в діапазоні 3,7...3,8 ГГц. НКРЗ в певний момент прийняла рішення видавати радіочастоти після тендера (5...6 ГГц). Також придатні частоти 2,5...2,7 ГГц, які зайняті телебаченням. Тобто вільних частот майже немає.

Зараз широко застосовується поділ операторів на національні, регіональні та територіальні, як варіант вирішення проблем з нестачею частот, але і цього мало. Тому, широкі PR-акції, які стверджують про надання повного спектру послуг в належній якості – це всього лише реклама.

Слабка карта покриття пояснюється мобільним WiMAX, оскільки він працює за стандартом 802.16e, має радіус покриття всього 1...5 км і швидкість не вище 40 Мбіт/с, на відміну від фіксованого 802.16d [3].

"Київстар" отримав ліцензію на WiMAX (частоти в діапазоні 5470...5590 МГц) ще на початку минулого року, але так і не приступив до будівництва бездротової мережі цього стандарту [4]. Проблема нашої країни полягає в тому, що потрібні частоти або зайняті, або не ліцензовані. Найбільш вигідні радіочастоти для використання WiMax 2,3...2,4 ГГц, 3,4...3,8 ГГц, а також 5,15...5,85 ГГц. Чим нижче частота, тим далі поширюються радіохвилі, тим менше базових станцій необхідно встановити і тим нижче вартість розгортання мережі. Тому, витрати на мережу, що працює на частотах 5,15...5,85 ГГц, в півтора рази вище, ніж в діапазоні 3,4...3,8 ГГц.

Діапазон частот 2500...2690 МГц в Україні можна використовувати під розвитку стандарту зв'язку четвертого покоління – LTE (4G, Long Term Evolution). Раніше ексклюзивну ліцензію на ці частоти отримала компанія «ММДС Україна». До внесення змін до Плану використання радіочастотного ресурсу України в зазначеному діапазоні компанія могла почати розвивати тільки стандарт WiMAX. За оцінками МТС, обсяг інвестицій, необхідних для впровадження LTE, ніяк не менший, ніж для будівництва UMTS (тобто сотні млн. доларів). Незважаючи на технологічні можливості LTE, є ряд обмежуючих факторів для реалізації LTE на українському ринку. Зокрема, низький ARPU, недостатній попит на сервіси передачі даних на високих швидкостях, відсутність термінального обладнання, відсутність вільного частотного діапазону (вартість покриття сильно залежить від наданих частот). І в LTE, і в WiMAX пропускну здатність БС впирається в частоти і при цьому не сильно відрізняється.

2) *Несумісність обладнання.* Проблема з устаткуванням пов'язана із певними особливостями сертифікації в Україні. Інша складова цієї проблеми – несумісність обладнання, що пояснюється таким чином. Зараз на ринку України вже є багато обладнання різних виробників, і зважаючи на те, що в кожній країні доступні різні частоти, обладнання випускається для певного діапазону.

3) *Потокове відео.* Достатньо велику частку трафіку займає потокове відео, при передачі якого використовують download або streaming. Онлайн трансляції можливі тільки в останньому варіанті. Оскільки вона знайшла велику популярність, то на тлі цього визріла проблема перевантаженості мережі, як наслідок використання потокового відео великою кількістю абонентів одночасно. Також в ряд проблем потрапляє відсутність достатньої синхронізації між оригінальною послідовністю і декодованою копією на приймачі.

Зараз багато компаній займається вирішенням питання перевантаженості мережі при використанні послуг потокового відео. Одним з варіантів є стиснення інформації. Він цікавий, і трохи не бажаний в даному випадку. Безсумнівно, цей спосіб може розвантажити мережу, але для подальшої обробки інформації вже необхідно додаткові функції у терміналі користувача, що знижує енергоємність апарату і робить його більш дорогим. Другим варіантом вирішення є установка більшої кількості базових станцій на певній ділянці, але це не вигідно операторам, з огляду на все ще високі ціни на устаткування.

Для поліпшення якісних характеристик однаковою мірою важливі, як обладнання базових станцій, так і "начинка" абонентських терміналів.

Шляхи поліпшення мереж WiMAX. Постійно зростаюча кількість користувачів, і необхідність збільшення ширини смуги пропускання частот – це основна причина розвитку зв'язку і широкосмугового бездротового доступу. Найбільш важливим параметром бездротового зв'язку є спектральна ефективність, яка сприяє зростанню забезпечення більшої кількості користувачів необхідними послугами. Як відомо, спектральна ефективність – це відношення швидкості передачі даних до необхідної смуги пропускання радіоканалу. Вона впливає на ефективність використання частотного ресурсу і на якість послуг (QoS).

Підвищення спектральної ефективності технології WiMAX дозволяє:

- збільшити ємність мережі внаслідок розширення стільників, що в загальному підвищує пропускну здатність всієї системи і безпосередньо впливає на якість обслуговування абонентів;
- знизити витрати на установку і обслуговування базових станцій і використання виділених частот.

Варто ще відзначити, що при зростанні спектральної ефективності збільшується ймовірність помилки при передачі інформації, і це є одним з основних питань в операторів та виробників обладнання.

Наступною сходинкою на шляху поліпшення мереж WiMAX є покращення показників завадостійкості. Основним руйнівним чинником цифрового каналу в широкопasmовому бездротовому доступі є завади від багатопроменевого прийому. Вони особливо відчутні у великих містах, де характерна густа забудова з нерівномірною поверховістю, а також у регіонах з гірською місцевістю. В даному випадку WiMAX використовує ортогональне частотне розділення каналів з мультиплексуванням (OFDM).

Не менше значення має і пропускну здатність каналу. Як відомо, швидкість передачі інформації залежить від швидкості її створення, а також способів її кодування і декодування. За стандартом, в ідеальних умовах, пропускну здатність WiMAX складає близько 70 Мбіт/с, на практиці ж ці показники значно нижче, в середньому від 500 Кбіт/с до 2 Мбіт /с, в залежності від завантаженості мережі.

Частково ці питання можна вирішити шляхом збільшення кількості антен в базових станціях, а також модулювати сигнал в максимально допустимому порядку, і використовувати нові схеми дробових частот, що дає можливість збільшити пропускну здатність і кількість переданої інформації. Ці характеристики впливають на систему зв'язку в цілому, і дають картину про якість надаваних послуг.

Висновки. Інтенсивний розвиток сучасних бездротових мереж ставить проблеми збільшення їх продуктивності та викликають необхідність розробки алгоритмів, що забезпечують якість обслуговування QoS, своєчасну і надійну передачу інформації та дозволяють підвищити коефіцієнт використання смуги пропускання, скоротити час реагування базової станції на запит абонентської станції. Для України важливим є питання є ліцензування частот і більш доступний їх розподіл, а також питання сертифікації обладнання.

Література

1. Daniel Sweeney, "WiMax Operator's Manual. Building 802.16 Wireless Networks", NY, 2006.
2. On the Way towards Fourth-Generation Mobile: 3GPP LTE and LTE-Advanced / David Martín-Sacristán, Jose F. Monserrat, Jorge Cabrejas-Peñuelas, Daniel Calabuig, Salvador Garrigas, and Narcís Cardona [Електронний ресурс] // Режим доступу : <http://www.hindawi.com/journals/wcn/2009/354089/>
3. Опанасенко Є. Як технології 3G і 4G працюють в Україні / Євген Опанасенко [Електронний ресурс] // Режим доступу : <http://man.tochka.net>
4. Український державний центр радіочастот [Електронний ресурс] // Режим доступу : <http://www.ucrf.gov.ua/uk/>