

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Фармацевтична компанія «Фармак»  
Управління освіти Шосткинської міської ради  
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

# **ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК І ПЕРСПЕКТИВИ**

## **МАТЕРІАЛИ**

### **II Всеукраїнської науково-методичної конференції,**

**(Шостка, 20 квітня 2017 року)**



Суми  
Сумський державний університет  
2017

УДК 004.733(075.8)

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БЕЗПРОВІДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 4G****Т.В. Гордієнко, А.В. Булашенко**

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна  
an\_bulashenko@i.ua

Останнім часом все більше розвиваються наступні покоління безпроводного широкосмугового зв'язку. Зазвичай високошвидкісними підключеннями до Інтернету багато хто з нас користуються у власному будинку, в офісі, але при пересуванні в дорозі зв'язок виявляється не доступним. У той же час четверте покоління мобільного зв'язку 4G обіцяє забезпечити користувачів реальним мобільним широкосмуговим доступом у мережу навіть в дорозі.

Мережі 3G дозволяють переглядати потокове відео, завантажувати музику та файли і переглядати веб на середніх швидкостях скачування від 600Кбит/сек до 1,4 Мбіт/сек. В мережах 4G ви зможете робити все те ж саме, але на набагато більш високих швидкостях. При цьому підвищені швидкості відкриють двері для нових додатків і сервісів.

На сьогодні у стандарті 4G існує кілька конкуруючих технологій – LTE та WiMAX. Багато провайдерів часто використовують термін 4G для опису пропонованих зараз технологій, іноді навіть спотворюючи при цьому дійсність. Однак поточні реалізації 4G здебільшого належать до pre-4G, оскільки вони не повністю задовольняють швидкісним вимогам 4G – в 1Гбіт/сек для стаціонарного прийому і в 100Мбіт/сек для мобільного.

Мережа 4G повинна бути спектрально ефективною, повинна динамічно розподіляти і використовувати свої ресурси для підтримки більшого одночасного числа користувачів на комірку, повинна пропонувати високу якість обслуговування для підтримки наступного покоління мультимедіа та повинна бути заснованою на комутованій мережі all-IP.

Оскільки стандарт Long-Term Evolution (LTE) оновлює мережі UMTS до значно більш високих швидкостей передачі даних, то його розглядають як спадкоємця технологій 3G. Швидкості передачі даних будуть перебувати в районі 5-12Мбіт/с на скачування та 2-5Мбіт/сек на закачування.

LTE передбачає два фундаментальних аспекти. Перший аспект полягає в тому, що технологія LTE буде обробляти все, що передає, включаючи голос, і дані. Інший аспект полягає у використанні технології MIMO (або безлічі антен як на адміністратора, так і на передавальній стороні) для поліпшення продуктивності зв'язку. Така система може використовуватися як для збільшення пропускної здатності, так і для зниження рівня завад.

Багато відомих глобальних операторів та компанії мобільного зв'язку розглядають LTE як найбільш ймовірну кандидатуру на роль 4G. Зокрема до таких компаній відносяться Vodafone, Orange, T-Mobile, LG Electronics, Ericsson, Nokia, Siemens, NTT DoMoCo та інші. У США, компанія Verizon Wireless створила мережу LTE у 2010 році, поклавши при цьому приблизно 100 мільйонів людей. У 2011 компанії AT&T і T-Mobile розгорнули свої LTE-мережі. Теоретично ці мережі підтримують швидкості до 7,2 і 21 Мбіт/с відповідно.

Причина серйозної підтримки LTE з боку безпроводної індустрії лежить у відносній простоті переходу поточних мереж 3G на LTE (порівняно з впровадженням WiMAX). Для LTE потрібно створити менше базових мережевих станцій, так і проникнення у будівлі в спектрі 700МГц, що використовується в LTE, відбувається краще.

WiMAX – це стандарт безпроводного широкосмугового доступу, який заснований на стандарті IEEE 802.16. Як бачимо з назви, WiMAX може вважатися розширенням

стандарту Wi-Fi, розробленим для забезпечення широкого діапазону пристроїв (від лептопів до смартфонів) високошвидкісним мобільним доступом в Інтернет. Поточна реалізація WiMAX заснована на специфікації 802.16 e, яка в радіусі 48,27 км теоретично пропонує швидкості передачі до 70Мбіт/сек.

Технологія WiMAX може працювати або на високих швидкостях, або на великих дистанціях, але не разом. У США мережі WiMAX забезпечують у середньому швидкості в 3-6 Мбіт/сек, з максимум до 10 Мбіт/сек. При цьому, як і LTE, WiMAX підтримує технологію MIMO, і тому додаткові антени можуть збільшити потенційну пропускну здатність.

Для WiMAX існує три окремих частоти: 2,3 ГГц, 2,5 ГГц і 3,5 ГГц. Так в США найбільший сегмент WiMAX працює на 2,5 ГГц і надається в основному провайдером Clearwire.

Більш того, діапазон 700МГц, який планують використовувати Verizon і AT&T, володіє значно більш високою проникаючою здатністю у будівлі, ніж сигнал 2,5 ГГц тієї ж потужності. Деякі експерти заявили, що стандарт 700МГц зажадає в чотири рази менше базових станцій, ніж мережі 2,5 ГГц при рівному покритті.

Найбільшими постачальниками LTE в основному є телекомунікаційні компанії і виробники мобільних пристроїв, а WiMAX підтримують такі компанії, як Intel, Cisco і Google. Однак слід зауважити, що багато компаній (на зразок Nokia і Motorola) є членами обох таборів з різними рівнями залучення.

Як визначено в сімействі стандартів IMT Advanced, щоб стати 4G, дані технології повинні володіти піковими швидкостями приблизно в 100Мбіт/сек на пристроях високої мобільності та наближено 1Гбіт/сек на стаціонарних пристроях.

WiMAX та LTE розглядаються як тимчасові рішення, що забезпечують значне збільшення швидкостей, тоді як WiMAX 2 та LTE Advanced розглядаються як кінцеві рішення. У США компанія Sprint вирішила піти по шляху WiMAX і вже зараз забезпечують швидкості в 3-6 Мбіт/сек.

У недалекому майбутньому мережі WiMAX та LTE спочатку будуть розгорнуті як доповнення з більш високою швидкістю передачі даних. І багаторежимні мобільні пристрої будуть забезпечувати користувачів кращими якостями обох мереж. Тоді як оператори паралельно будуть будувати свої мережі 4G.

Найбільшим провайдером WiMAX у США в даний час є Clearwire. Сервіс Clear від Clearwire доступний наразі на 30-ти ринках та накриває такі великі міста, як Атланта, Лас-Вегас, Портленд і Х'юстон. Компанія планує розширити своє покриття на 80 найбільших ринків, дотягнувшись до сотень мільйонів потенційних користувачів. Також Comcast, Sprint і Time Warner Cable виступають як оптові провайдери, які продають доступ до тієї ж базової мережі WiMAX.

На доступ мережа Clear пропонує кілька тарифних планів, включаючи декілька безконтрактних варіантів. У свою чергу ті, хто любить дорги, також можуть скористатися двухрежимним планом, що пропонує швидкості мережі Clearwire WiMAX, там, де вона доступна, і швидкості мережі 3G у всіх інших місцях.

Втім, крім тарифного плану для доступу до 4G користувачам також необхідно і відповідне обладнання. Найпростішим способом отримання 4G є USB-4G-модем. Для дому та офісу можна також придбати стаціонарний модем, як і пристрій Sprint Overdrive, що виступає як портативний хот-спот для п'яти інших пристроїв Wi-Fi, працюючи в мережах Clearwire WiMAX і 3G.

Вбудовану підтримку мереж WiMAX на даний час пропонує все більшу кількість пристроїв, в число яких входять як нетбуки, так і ноутбуки, та настільні комп'ютери.

Сьогоднішні дебати з приводу мереж 4G ґрунтуються на те, яка технологія має найбільш вигідне положення. WiMAX доступний вже зараз, але навіть вищі керівники Sprint і Clearwire підтверджують, що LTE може, зрештою, стати домінуючою світовою

технологією 4G. Не можна сказати, що вони б'ються вже в програній битві. Поки вони вірять, що WiMAX володіє великим потенціалом, і планують просувати технологію, але все-таки її підтримка є, схоже, лише питанням часу. Цікаво, але до того моменту, як LTE прийде на ринок, WiMAX буде доступний вже у багатьох містах.

З іншого боку, мережі стандарту GSM займають на світовому стільниковому ринку близько 80%, тому природно, що більшість мобільних операторів захочуть перейти саме на LTE. LTE спирається на ту ж саму технологію, з якою вони працювали майже десять років. Ще один важливий фактор полягає в тому, що LTE потребує значно меншою інфраструктури і тому буде дешевше у розгортанні.

Схожість обох технологій призвела до розмов і про їх майбутнє злиття. Генеральний директор Clearwire Білл Морроу (Bill Morrow) висловив цю ідею на нещодавній торговій виставці CTIA Wireless, заявивши, що індустрія безпроводного зв'язку повинна сфокусуватися на подібностях, а не на розходженнях WiMAX і LTE. Motorola у свою чергу додала, що створюючи пристрої з LTE вона буде використовувати багато з WiMAX. За припущенням Морроу, у майбутньому обидві технології зіллються в один мережний стандарт. При цьому при необхідності компанія Clearwire зможе додати в свої мережі підтримку LTE.

Втім, Verizon незабаром висловила свій сумнів на цю тему. WiMAX зараз як мінімум на рік випереджає LTE в плані комерційного поширення та продовжує повним ходом поширюватися. Швидше за все, протягом двох-трьох наступних років Clearwire буде ексклюзивно випускати на ринок пристрої з WiMAX (і пізніше з WiMAX 2), додаючи сигнал LTE з мінімальними змінами в антенах, коли цього вимагає ринок.

Перехід на WiMAX в його поточному стані є найбільш імовірним шляхом відходу з модемів і мереж DSL. WiMAX забезпечує приемне збільшення швидкостей, забезпечує порівнянну за ціною вартість з відносно слабкими домашніми широкомовними планами, і також є кроком у бік чогось набагато більш швидкого. У короткостроковому періоді це може бути LTE. І все-таки нам доведеться почекати зі своїми міркуваннями, поки технологія LTE не стане комерційно доступною. Факт же поки залишається в тому, що жодна з нових технологій "4G" поки не зможе змусити користувачів перейти на них з їх швидких кабельних модемів.

Мережі WiMAX вже успішно працюють в 147 країнах світу, в тому числі в Україні. Доступ четвертого покоління в інтернет надають 568 компаній. Понад 620 мільйонів користувачів живуть в зоні покриття мереж четвертого покоління. Мережі WiMAX охоплюють 800 мільйонів користувачів, їх число перевищить мільярд. Всі країни працюють в стандартах 2,3/2,5 ГГц і 3,5 ГГц. Одинадцять провідних виробників комп'ютерної техніки представляють більше 100 моделей ноутбуків, підтримують технологію WiMAX

Список використаних джерел:

1. ITU-R IMT-Advanced 4G standards to usher new era of mobile broadband communications // International Telecommunication Union, 2010. – URL.
2. Тихвинский В.О., Юрчук А.Б., Терентьев С.В. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М: Эко-Трендз, 2010. – 284 с.
3. Легков К.Е. Беспроводные сети нового поколения WiMax и LTE: анализ производительности при применении на транспорте // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 3. С. 46-51.
4. Легков К. Анализ производительности беспроводных сетей нового поколения // Мобильные телекоммуникации. 2012. № 5 (117). С. 12-15.
5. Бочкова Н.И. Ярлыкова С.М. Сравнительный анализ решений по передаче голоса в мобильных сетях широкополосного доступа // ТComm: Телекоммуникации и транспорт. 2013, Т. 7. №7. С. 16-19.

6. Holma H., Toskala A. WCDMA for UMTS: HSPA evolution and LTE. 5th ed. – John Wiley & Sons Ltd, 2010.
7. Sesia S., Toufik I., Baker M. LTE – the UMTS long term evolution: from theory to practice. 2nd ed. – John Wiley & Sons Ltd, 2011.
8. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / пер. Н.И. Рудинского, А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 536 с.
9. Хлапонін Ю. І. Формування діаграми спрямованості антенних систем технології МІМО мережі LTE / Ю. І. Хлапонін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2015. - № 1(9). - С. 23-26.
10. Hongke Zhang. A Scalable and smart hierarchical wireless communication architecture based on network/user separation // *IEEE Wireless Communications*. – 2017. – Vol. 24, No. 1. – pp. 18 -24.
11. Sharawi M.S. A two concentric slot loop based connected array MIMO antenna system for 4G/5G terminals / M.S. Sharawi, Muhammad Ikram, Atif Shamim // *IEEE Transactions on antennas and propagation*. – 2017. – Vol. PP, No. 99. P. 1.
12. Sun F. Energy efficient MIMO relay transmissions via joint power allocations / Li, C., Sun, F., Cioffi, J. M., & Yang, L // *IEEE Transactions on Circuits and Systems-II*. – 2014. – Vol. 61, pp. 531–535.
13. Zulhasnine M. Efficient resource allocation for device-to-device communication underlaying LTE network. / Zulhasnine, M., Changcheng, H., & Srinivasan, A. // In *IEEE 6th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*. – 2010., October 11–13 – pp. 368–375.
14. Towards Underlying Radio Technologies for LTE Based Public Safety Networks / Guopeng Zhang, Ao Li, Yong Zhou , Yao Du // *Journal of Computer*. – 2017. – Vol. 12, No. 2. – pp. 97 – 104.