

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ LTE ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОГО АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ

Явіся В.С.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: yavisya@bigmir.net

Features introduction of LTE technology during organization high-speed subscriber access

For the estimation of speeds, which of LTE technology can provide it is necessary to take into account the method of the organization ductings, present frequencies range, type modulation of subbearings, method of information code, use of MIMO technologies, expense resources on a management. A theoretical speed limit is 326,4 Mbit/s in handing down direction (from the base station to the subscriber) and 172,8 Mbit/s – in ascending (from a subscriber to the base station). The conducted analysis proves that actual speed of access for mobile subscribers in a handing down channel does not exceed 17,85 Mbit/s. Speed of access in an ascending channel will be yet less from marked.

LTE (Long Term Evolution — довгострокова еволюція) — багатообіцяюча технологія високошвидкісного мобільного доступу в Інтернет. Теоретичною швидкісною межею є 326,4 Мбіт/с у спадаючому напрямку (від базової станції до абонента) і 172,8 Мбіт/с – у висхідному (від абонента до базової станції). Американський стільниковий оператор Verizon Wireless, протестувавши реальну мережу LTE, одержав 40-50 Мбіт/с у спадаючому й 20- 25 Мбіт/с – у висхідному каналі. Російська компанія «Скартел» заявила про трохи інші результати: максимальна швидкість 20 Мбіт/с у спадаючому напрямку й 9 Мбіт/с – у висхідному [1].

Для оцінки швидкостей, які може забезпечити технологія LTE у спадаючому й висхідному каналах, важливо брати до уваги кілька важливих параметрів: метод дуплексування каналів, наявний діапазон частот, вид модуляції піднесучих, метод завадостійкого кодування даних, використання технологій MIMO (Multiple Inputmultiple Output), витрати ресурсів на управління, тривалість циклічних префіксів та ін.

Принципово новим розв'язком для радіо інтерфейсу LTE стало використання нових методів множинного доступу – OFDMA у спадаючому каналі (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) і SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) – у висхідному. Важливо, що весь наявний спектр розбивається на ортогональні піднесучі по 15 кГц (у спадаючому каналу), кожна з яких, у свою чергу, модулюється певним видом модуляції (від QPSK до QAM64). Мінімальна смуга, що виділяється для одного абонента – 12 піднесучих. Очевидно, що використання багатопозиційних методів модуляції вимагає каналів з високим рівнем відношення сигнал/шум, погіршення ж радіо умов приведе до зниження порядку модуляції, а відповідно й швидкості передачі даних. Таким чином, при поганих радіоумовах

максимальні швидкості передачі даних у спадаючому каналі можна розділити на 3 (при QPSK одночасно передаються 2 біта інформації, при QAM64 – 6 біт). Крім порядку модуляції важливо брати до уваги й схему завадостійкого кодування. Наприклад, кодування зі швидкістю 1/2 ще у два рази знижує швидкості передачі даних.

Найважливішою особливістю мереж LTE є масштабованість займаного ними частотного спектра від 1,4 до 20 МГц. Очевидно, що чим ширша смуга, тим більше будуть швидкості.

Мінімальною одиницею надання доступу одному користувачеві є ресурсний блок (їх кількість становить від 6 до 100 залежно від наявного спектру) – це 12 піднесучих у частотній області й один тайм-слот, або 7 OFDM-символів у часовій області тривалістю 0,5 мс. Піднесучі по краях спектра, як правило, використовуються в якості захисних інтервалів.

Немаловажним фактором при оцінці можливостей LTE є застосування технології MIMO. Існують кілька варіантів застосування MIMO. Для збільшення абонентської ємності, при цьому з різних антен передається різна інформація. У цьому випадку використання MIMO 2x2 (NMIMO = 2 – порядок MIMO) приведе до збільшення швидкості передачі даних у спадаючому каналі вдвічі. Однак реалізація такої схеми зажадає додаткові частотно-часові ресурси для передачі опорних пілот-сигналів антен.

Інформація, передана на радіо інтерфейсі, ділиться на службову інформацію, яка транслюється по різних каналах управління, і на дані користувача каналу PDSCH (Physical Downlink Shared Channel). Оскільки більшість операторів, що запустили LTE, мають спарені смуги частот для висхідного й спадаючого потоків, то розглянемо особливості саме FDD-режиму, структуру його сигналу й співвідношення між службовими ресурсами та ресурсами користувача.

Для того щоб оцінити швидкості передачі даних у спадаючому каналі, спочатку оцінимо, скільки ресурсних елементів (або OFDM-символів) передається в часовому інтервалі, що дорівнює 1 мс, залежно від наявної смуги частот.

В одному субкадрі (два тайм-слоти) на одній піднесучій передається 14 OFDM-символів. Таким чином, число OFDM-символів буде дорівнювати: $14 \cdot 12 = 168$ (12 – число, піднесучих у ресурсному блоці). Далі із загального числа символів, необхідно відняти число символів, виділених під канали управління. Коли використовується FDD-режим, 49 OFDM-символів зайняті службовою інформацією – 29% частотно-часового ресурсу [2]. У такий спосіб усього $168 - 49 = 119$ символів використовуються для передачі даних користувача.

Інформаційні символи, що залишилися, необхідно домножити на кількість біт, які вони можуть містити. Число біт у символі буде визначатися способом модуляції під несучих – 2, 4 і 6 біт відповідно для QPSK, QAM16 і QAM64.

Далі необхідно врахувати вплив завадостійкого кодування. Як правило половина від отриманого числа біт піде на надмірність.

Використання MIMO збільшує швидкість у кратне число раз. Це самі основні особливості, які необхідно враховувати при оцінці швидкості.

Виконавши подібні розрахунки, нескладно одержати швидкості передачі даних у спадаючому каналі.

Для того, щоб у спадаючому каналі LTE була швидкість, зазначена в [3] – 326,4 Мбіт/с, необхідно:

- режим дуплексування: FDD;
- смуга: 20 МГц;
- модуляція: QAM64;
- завадостійке кодування: відсутнє;
- MIMO: 4x4.

Витрати ресурсів на службові канали й передачу циклічних префіксів: не враховуються (при їхньому обліку швидкість би знизилася залежно від інтенсивності навантаження на 20-60 Мбіт/с) [2].

Реальна швидкість доступу для мобільних абонентів у спадаючому каналі, з урахуванням складності технічної реалізації MIMO, при поганих умовах приймання (використовується QPSK) і смузі 1,4 МГц складе від $119 \cdot 2 \cdot 1000 = 119$ кбіт/с до 357 кбіт/с залежно від числа користувачів, а при максимальній смузі частот 20 МГц і ідеальних умовах приймання (використовується QAM64) – від $119 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 1000 = 357$ кбіт/с до 17,85 Мбіт/с. Швидкість доступу у висхідному каналі буде ще меншою від зазначених.

Таким чином, при застосуванні технології LTE, заявлена швидкість безпроводового доступу для користувачів може бути меншою, ніж та що очікується і яка заявлена постачальниками обладнання. Враховуючи вище зазначене, а також необхідність значних інвестицій на розгортання мережі LTE, постачальникам послуг варто до прийняття рішення на впровадження мережі LTE здійснювати аналіз терміну окупності та можливих прибутків з урахуванням можливостей інших технологій безпроводового доступу.

Література

1. www.lenta.ru/news/2011/12/20/yota.
2. Дроздова В.Г., Белов М.А. Оценка пропускной способности сетей LTE. // Мобильные телекоммуникации. – 2012. – №5. – С. 20-22.
3. www.ru.wikipedia.org/wiki/3GPP_Long_Term_Evolution.