

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В МЕРЕЖАХ LTE

Грицко А.В., Гаттуров В.К.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: alla.hrytsko@gmail.com, gvk51@bigmir.net

Overview on the main factors, which have impact on data transfer quality in LTE networks

This article defines main reasons of data transfer quality loss in LTE mobile networks and ways to decrease this impact in order to have appropriate quality of service and quality of subscriber's experience.

LTE (Long Term Evolution - довгострокова еволюція) - багатообіцяюча технологія високошвидкісного мобільного доступу в Інтернет. Ряд ключових особливостей робить LTE привабливою технологією для операторів і користувачів - використання MIMO, OFDMA / SC-FDMA на радіоінтерфейсі значно підвищує спектральну ефективність, збільшує швидкість передачі даних; flat і all-IP-архітектура, оптимізована під передачу пакетних даних значно знижує час відгуку мережі (latency), що дозволяє говорити про розвиток click-bang- послуг, а також про динамічне управління якістю обслуговування (QoS). Нещодавно серед найбільших операторів мобільного зв'язку в Україні було проведено тендер на ліцензії на частоти в діапазонах 2600 МГц та 1800 МГц. Кожен оператор заявляє про свою готовність запустити 4G прямо зараз - як тільки будуть дотримані всі необхідні процедури і відбудеться обмін частотами. Перші кроки 4G можна буде побачити вже в кінці весни, але повноцінно, обіцяють, мережа запрацює в великих містах не раніше липня. Для абонента запуск мережі LTE в першу чергу означає можливість користуватися високошвидкісним мобільним зв'язком, що рази перевершує можливості мереж третього покоління. Відповідно до специфікації Міжнародного союзу електрозв'язку, мінімальна швидкість передачі даних в мережі LTE-A повинна становити 1 Гбіт / с для стаціонарних об'єктів і користувачів, які прямують з низькою швидкістю. Обсяг трафіку в мобільних мережах неухильно зростає. З'являються нові сфери застосування. Все більш високими стають вимоги до якості послуг, які надаються мобільними операторами.

Коли основним сервісом мобільних операторів був "голос", технологічна оцінка мережі базувалася на площі радіопокриття, якості мовлення (MOS) і відсотку успішних з'єднань.

З ростом споживання послуг передачі даних і стрімким розвитком онлайн-сервісів, оцінка мережі, з точки зору абонента, стала критично важливою для операторів. Змінилися показники якості, а сама оцінка набула нового позначення - якість користувацького досвіду [2,3]. Очевидно, що із переходом на технології 4G наявні стандарти на показники роботи мережі та

методики проведення вимірювань повинні бути замінені такими, що враховують специфіку мереж LTE та передачі даних (в тому числі пакетну передачу голосу) як основну послугу, на якій зосереджена увага користувача

Особливості радіоінтерфейсу LTE мереж. Говорячи про тих швидкостях, які може забезпечити технологія LTE та LTE-A в низхідному і висхідному каналах (від базової станції до мобільного пристрою і назад), важливо брати до уваги кілька важливих параметрів - метод дуплексування каналів, наявний діапазон частот, вид модуляції піднесуть, метод завадостійкого кодування даних , використання технологій MIMO, витрати ресурсів на управління, тривалість циклічних префіксів [2] та ін. Розглянемо окремо вплив цих параметрів на швидкості передачі даних в низхідному каналі LTE.

OFDMA і SC-FDMA. Принципово новим рішенням для радіоінтерфейсу LTE стало використання нових методів множинного доступу - OFDMA в низхідному каналі (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) і SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) - у висхідному. Детальний опис цих технологій можна знайти в рекомендаціях 3GPP [2]. Важливо, що весь наявний спектр розбивається на ортогональні піднесучі по 15 кГц (в низхідному каналі), кожна з яких в свою чергу модулюється певним видом модуляції (від QPSK до QAM64). 12 піднесучих - мінімальна смуга, що виділяється для одного абонента. Очевидно, що використання багатопозиційних методів модуляції вимагає каналів з високим рівнем сигнал / шум, погіршення же радіоумов призведе до зниження порядку модуляції, а, відповідно, і швидкості передачі даних. Таким чином, при поганих радіоумовах максимальні швидкості передачі даних в низхідному каналі можна сміливо розділити на 3 (при QPSK одночасно передаються 2 біти інформації, при QAM64 - 6 біт) [4,5].

MIMO. Важливим фактором при оцінці можливостей LTE є застосування технології MIMO (Multiple Input Multiple Output). Існують кілька варіантів застосування MIMO - для збільшення абонентської ємності, при цьому з різних антен передається різна інформація, і для поліпшення покриття. В останньому випадку з декількох антен передається одна і та ж інформація, що дозволяє абонентським пристрою комбінувати сигнал з різних антен, покращуючи його якість. Як правило, для збільшення абонентської ємності, оператори використовують першу опцію MIMO. У цьому випадку використання MIMO 2x2 (NMIMO = 2 - порядок MIMO) призведе до збільшення швидкості передачі даних в низхідному каналі вдвічі. Однак реалізація такої схеми потребуватиме додаткових частотно-часових ресурсів для передачі опорних пілот-сигналів антен.

Канали управління. Інформація, передана на радіоінтерфейсу, ділиться на службову інформацію, яка транслюється по різних каналах управління, і на призначені для користувача дані каналу PDSCH (Physical Downlink Shared Channel). Радіоінтерфейс LTE підтримує як частотне, так і тимчасове дуплексування висхідного і низхідного каналів (FDD і TDD), що дозволяє розгортати мережі навіть при відсутності спарених діапазонів[4]. Так як

більшість операторів, які запустили LTE, мають спарені смуги частот, то в рамках даної статті розглянемо особливості саме FDD режиму, його структуру кадру і співвідношення між призначеними для користувача і службовими ресурсами.

Масштабованість. Найважливішою особливістю мереж LTE є масштабованість займаного ними частотного спектра від 1.4 до 20МГц (можливі смуги - 1.4, 3, 5, 10, 15 і 20 МГц), яка сприяє швидкому впровадженню технології в умовах обмеженості радіоресурсів. Очевидно, що, чим ширше смуга, тим більше будуть швидкості. Нижче в таблиці 1 наведені співвідношення між шириною смуги і кількістю піднесучих і ресурсних блоків (ресурсний блок - це 12 піднесучих в частотній області і один тайм-слот або 7 OFDM-символів в часовій області) [5].

Таблиця 1. Співвідношення між шириною смуги та кількістю піднесучих

Смуга, МГц	1.4	3	5	10	15	20
Число піднесучих	72	180	300	600	900	1200
Число ресурсних блоків	6	15	25	50	75	100

Висновок: проаналізовано основні чинники, які впливають на якість передачі даних в мережі LTE. Цей вплив необхідно враховувати вітчизняним операторам зв'язку під час розгортання мережі задля підвищення якості наданих послуг, боротьби з відтоком абонентів і відповідним економічним ефектом. Адже 4G - це не тільки більш висока швидкість підключення до інтернету. В першу чергу, ці мережі мають більш високою якістю голосових послуг - HD Voice, який реалізується на базі технології VoLTE (Voice over LTE). Також поява нового покоління створює простір для новаторських комплексних рішень - наприклад, розумних міст, транспорту, інновацій в агросекторі і т.д. Частково початок таким ініціативам може бути покладено і в 3G-мережах, як це можна спостерігати в Україні. Однак для повного розкриття потенціалу розумних рішень необхідні мережі наступного покоління.

Література

1. N. Holma, LTE for UMTS – OFDMA and SC–FDMA Based Radio Access, John Wiley & Sons, 2009 – 450 с.
2. А.Л. Гельгор Е.А. Попов - Технология Lte Мобильной Передачи Данных [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <http://www.ccc.spbstu.ru/Polozhintsev/popov3.pdf>.
3. Александр Константинов - Методы тестирования радиооборудования сети LTE. Подробный анализ К.: Наук. думка, 2004. - 264 с.
4. Recommendation ITU-R BS.1387-1. Method for objective measurements of perceived audio quality.
5. Fermin Armenta-Cano, Andrei Tchernykh, Jorge M. Cortés-Mendoza, Ramin Yahyapour, Alexander Yu. Drozdov, Pascal Bouvry, Dzmitry Kliazovich, Arutyun Avetisyan “Min_c: Job Consolidation for Power Aware Scheduling with Quality of Service”, Russian Supercomputing Days, Moscow, 2015.