

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 4G

Сабурова С.А, Кадацкая О.И., Козубенко В.С.

Кафедра «Інфокомунікаційної інженерії
ім. В.В. Поповського», Харківський національ-
ний університет радіоелектроніки, Україна.

E-mail: svitlana.saburova@nure.ua

Abstract

The organization of subscriber access to multiservice 4G-based networks are relevant in the light of providing subscribers with high-speed latest technology and new services. The main future of the current stage of development of cellular communication systems is the transition to fourth-generation systems. The transition to LTE-Advanced (4G) networks allows us to qualitatively change the current situation in the field of mobile communications. This is due primarily to the fact that LTE-Advanced networks can provide customers with a wide range of new services that can significantly increase the revenues of operators, and for manufacturers - sales of network equipment and telephones.

Мобільний зв'язок це одна з індустрій інфокомунікацій, яка дуже швидко розвивається в сучасному світі.

В даний час досить актуальним і складним є перехід сучасних технологій мобільного зв'язку до нових поколінь, що забезпечує високоякісну передачу мови, зображень, послуги мультимедіа та доступ в Інтернет, а також безпосередній зв'язок мобільного телефону з комп'ютером.

Стандарти технології мобільного зв'язку побудовані на принципах відкритих стандартів, що включає в себе доступність, можливість розвитку, відсутність ліцензій використання, орієнтація на кінцевого користувача.

Технології мобільного зв'язку постійно розвиваються. Спочатку була надана лише можливість послуги: розмова, а зараз з передаються великі обсяги трафіку передачі даних. Перехід від однієї технології до іншої свідчить про введення нового покоління. Саме тому, якщо спростувати, стандарти називаються 1G, 2G, 3G і так далі - буква «g» в даному випадку відбувається від слова «generation».

В кінці 2000-х років коли на світ почали появлятися смартфони, тоді нікому не хотілося переглядати WAP-сторінки, то му що ці смартфони мали велику екрани. В них було досить вбудованих комплектуючих, яких цілком вистачало для того, щоб браузер без будь-яких проблем відображав повноцінну сторінку, наскільки б важкою вона не була. Але для її швидкого завантаження потрібна висока швидкість. Загальною стратегічною метою систем 4G є задоволення потреб масового споживача у послугах глобального персонального мультимедійного рухомого зв'язку. Активна популяризація 4G, або IMT-Advanced, почалася в березні 2008 року.

Результатом роботи Консорціума 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project), який розробляє специфікації для мобільної телефонії, працює над поліпшенням GSM (Global System for Mobile Communications, спочатку Groupe Spécial Mobile) і LTE-Advanced (Long-Term Evolution) з точки зору IoT (Internet of Things). Тепер мінімальна швидкість передачі даних становила 100 Мбіт / с, чого бракує більшості середньостатистичних власників смартфонів. Надалі цей параметр виріс ще сильніше. Сталося це за рахунок реалізації технології LTE-Advanced. Залежно від категорії підтримуваної апаратурою технології, може досягатися швидкість 400 Мбіт/с або навіть 1 Гбіт/с!

Технологія LTE-Advanced разом з WiMAX 2 була офіційно визнана безпроводовим стандартом зв'язку четвертого покоління 4G Міжнародним союзом електрозв'язку (МСЕ) на конференції в Женеві у 2012 році. LTE-Advanced - це назва специфікації 3GPP 10 версії, яким МСЕ присвоїв сертифікат «IMT-Advanced» - офіційний статус мереж четвертого покоління.

Система LTE-Advanced була розроблена для того, щоб надати користувачам доступ до всіляких сервісів IoT, а також до Інтернету за допомогою протоколу IP. Архітектура мережі LTE (4G) складається з безлічі вузлів та елементів (рис.1.).

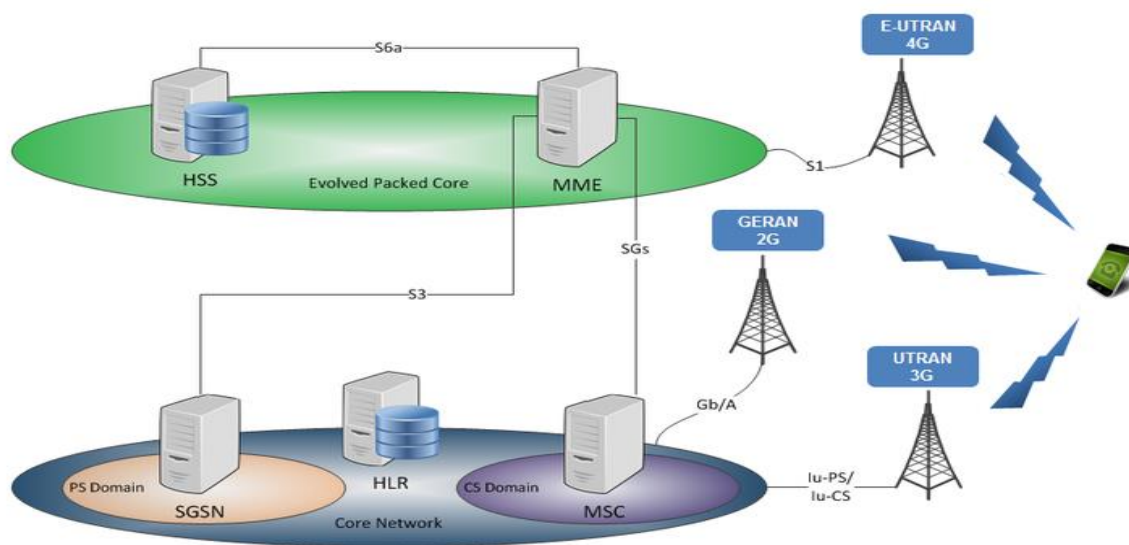


Рис.1. Архітектура мережі LTE-Advanced (4G)

Всі вузли мережі прийнято ділити на дві категорії: вузли, що відносяться до мережі радіодоступу (Radio Access), і вузли опорної мережі (Core Network). Ключовим елементом, що визначає ефективність будь-якої радіомережі, є алгоритми і механізми, використовувані для передачі даних між базовою (БС) і мобільною станцією (МС).

Метою довгострокової мережевої еволюційної архітектури є:

- Забезпечення відкритих інтерфейсів для підтримки розгортання кількох постачальників;
- Забезпечити надійність: немає єдиної точки відмови;
- Підтримка multi-RAT (технологія радіодоступу) з контролером ресурсів з мережі;
- Підтримка безшовної мобільності для застарілих систем, а також для інших виникають систем;
- Підтримка відповідного рівня безпеки.

Грунтуючись на перерахованих вище цілях, модель LTE позбавляється від контролера радіомережі RNC, який стоїть в універсальній наземній мережі радіодоступу UTRAN мереж 4G UMTS. Фактично, LTE E-UTRAN (Evolved UTRAN) значно спрощена і має новий елемент мережі, званий eNB (розвинений вузол B), який забезпечує призначену для користувача площину E-UTRA і кінці площини управління до призначеного для користувача устаткування (UE).

Згідно з вимогами QoS (Quality of System) до системи LTE-Advanced, при радіусі до 5 км повинні підтримуватися всі параметри спектральної ефективності, пропускної спроможності і роботи з мобільними абонентами. При радіусі чарунки від 5 до 30 км допускається погіршення в показниках продуктивності.

Мобільні елементи всіх категорій підтримують роботу з каналом шириною до 20 МГц (крім категорії 0) і модуляцію 64QAM (крім категорії 0) в низхідному каналі. Категорія 0 вводиться спеціально для МТЗ (Machine Type Communications). Одне з основних вимог в рамках МТЗ - дуже низьке енергоспоживання. Звідси і жорсткі обмеження на підтримуваний набір функцій на фізичному рівні і розмір буфера.

Стандарт LTE також підтримує технологію передачі MIMO, яка дозволяє істотно збільшити пікову швидкість передачі даних і значення спектральної ефективності. Суть технології MIMO полягає в тому, що при передачі і прийомі даних використовується кілька антен з кожного боку. Різні антени можуть передавати одні й ті ж дані, в цьому випадку підвищується надійність передачі да-

них, але не швидкість передачі. Також різні антени можуть передавати різні потоки даних, при цьому збільшується швидкість передачі даних. Максимально в низхідному каналі технологією LTE-A підтримується схема 4x4. Це означає, що на передавальній і приймальній стороні використовується по чотири антени. У цьому випадку швидкість передачі даних може бути збільшена до чотирьох разів (в дійсності трохи менше через збільшення кількості пілотних сигналів).

При використанні технології MIMO і ширині каналу 20 МГц максимальна швидкість передачі даних може досягати 300 Мбіт / с в низхідному каналі і 170 Мбіт / с у висхідному.

У вимогах до LTE значення спектральної ефективності вказані як 5 біт/с/Гц для низхідного каналу і 2,5 біт/с/Гц для висхідного каналу (що відповідає швидкостям передачі даних в 100 Мбіт / с і 50 Мбіт / с). При цьому високі показники продуктивності повинні підтримуватися для мобільних користувачів, які прямують зі швидкістю до 120 км / ч.

Під LTE Advanced (LTE-A) на сьогодні прийнято розуміти набір технологій, стандартизованих в документі 3GPP Rel.10 і наступних релізах. Ключові функції - агрегація частот (CA), вдосконалені техніки роботи з антенами, допрацьовані MIMO для збільшення ємності і релейного передачі. Покращення також включають оптимізацію роботи гетерогенних мереж (на предмет нарощування ємності і поліпшення управління інтерференцією), SRVCC, eMBMS. У Rel.11 з'явилася також підтримка CoMP, eICIC. LTE-A на сьогодні - основний тренд галузі, практично кожен третій оператор мережі LTE в світі інвестує в випробування або займається розгортанням підтримки даної технології.

LTE-A мережі можуть впоратися з активним ростом трафіку безпроводових даних, а також сприяють підвищенню середніх швидкостей, а також краще покриття та більшу стабільність. Це означає комплексне поліпшення параметрів якості роботи мережі передачі даних та Інтернет.

LTE-A забезпечує для операторів можливість наростити ємність мереж, поліпшити якість користувацького досвіду, поліпшити можливості ефективного розподілу мережевих ресурсів. Для цього використовується цілий набір різних технологій, деякі з яких не є новими, але раніше не використовувалися в єдиній системі зв'язку.

LTE-A передає дані з піковими швидкостями до 1 Гбіт/с в порівнянні з 300 Мбіт/с для LTE. Агрегація частот забезпечує можливість надавати абонентам більш високі швидкості, дозволяючи завантажувати дані з використанням одночасно декількох смуг частот. Абонентський пристрій в режимі CA приймає і комбінує одночасно кілька сигналів, наприклад з двох несучих частот або навіть з різних діапазонів частот. Комбінувати можна до п'яти несучих шириною по 20 МГц кожна, збираючи широкий канал для перекачування даних зі смугою до 100 МГц. MIMO, як технологія множинного введення / виведення, може збільшувати сумарну швидкість передачі даних за рахунок одночасної передачі сигналу з поділом потоку даних між двома або більшою кількістю антен. Це дозволяє підвищити спектральну ефективність передачі інформації. Більш того, можливо динамічне створення орієнтованої на конкретний абонентський пристрій синтезованої спрямованої антени.

Оскільки стандарт LTE-A розроблений для передачі пакетного трафіку, він не може безпосередньо підтримувати послугу телефонії з комутацією каналів. Однак саме голосовий трафік приносить операторам мобільного зв'язку найбільший дохід. Тому зараз розглядають кілька варіантів передачі телефонії по мережах LTE.

Перший варіант полягає в переході на технологію VoIP. В даний час в трактах VoIP широко застосовують вокодер, такі як iLBC (Internet Low Bit Rate Code) в системах Skype і Googlenet, що знижують швидкість передачі мови з 64 до 13 кбіт / с. Зазначена раніше технологія RONS дозволяє зменшити заголовки пакетів VoIP з 40 - 60 байт до 1-3 байт.

Для операторів IP-мереж LTE-A можливість домогтися успіху полягає в тому, що б зосередити увагу не на швидкості передачі, а на створенні пакета нових послуг і надання їх з високою якістю. Мережі IP LTE-A пропонують величезний потенціал для конвергентних послуг IoT, але в той же час це найскладніше середовище для досягнення високих показників якості обслуговування QoS.

Характеристики послуг, визначені користувачем, можуть служити тільки формуванню вимог до послуги, а характеристики послуг, які визначаються самим оператором, застосовуватися для опису його властивостей і управління властивостями послуги з позицій якості наданої послуги IoT.

Не менш важливе поняття політики QoS, пов'язане з якістю роботисистем, у т.ч. LTE-advanced, елементів або служб, - показники QoS. Показники QoS також мають кількісне вираження і можуть розглядатися як одна з вимірюваних величин.

У загальному випадку вимога QoS до LTE-A може формулюватися як кількісно, так і у вигляді поняття "високе" і "низьке" якості. Це пов'язано з тим, що висока числове значення може означати і високу якість, і низьку (для транзитної затримки).

Якщо кількісні категорії дозволяють однозначно визначити вимоги оточення, то використання "понять" сприймаються неоднозначно. У той же час і такі формулювання можуть бути строго визначені. Для цього достатньо встановити відповідність даних виразів і кількісно визначених характеристик QoS.

Механізм підтримки (регулювання) якості обслуговування споживачів LTE-A служить для дотримання рівня обслуговування шляхом управління якістю, в умовах його динамічної поведінки. Встановлення якості обслуговування користувачів LTE-A включає в себе три стадії: проектування послуги, встановлюється відповідність між якістю пропонованої послуги і вимогам до якості, пред'явленим користувачем, тестування послуги - визначається відповідність між реалізацією послуги та її специфікацією (шляхом контролю і управління параметрами продуктивності послуги), функціонування послуги - виявляється відповідність між послугами, дійсно наданими користувачам і узгодженими в контрактах про обслуговування (шляхом контролю, менеджменту і настройки якості обслуговування).

Висновки

Мобільні станції, починаючи з Rel.10 LTE-A, підтримують технологію VoIP.

Поступово вирішуються проблеми контролю наскрізних затримок в каналах VoIP LTE-A і тимчасового джиттера. При конвергенції послуг IoT з використанням технології IMS-платформи, знижується наскрізна затримка до 300 мс, яку більшість абонентів LTE-A не помічає.

Література:

1. Багатоканальний електрозв'язок та телекомунікаційні технології: підручник у 2-х частинах. Ч.2 / О.В. Лемешко, В.А. Лошаков, С.А.Сабунова, В.В. Поповський та ін.; за заг. ред. проф. Поповського В.В. – Х.: ТОВ "Компанія СМІТ", 2018. – 470 с.
2. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура / Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 284 с.