

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАКТІВ ПЕРЕДАЧІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LTE

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуті методи завадостійкості каналів зв'язку технології LTE. Виконано загальний огляд технологій MIMO і OFDM в мережах LTE

Ключові слова: *мультиплексування; MIMO; LTE*

Abstract

Considered methods of noise immunity of communication channels of technology LTE. A general overview of MIMO and OFDM technologies in LTE networks is performed

Keywords: Multiplexing; MIMO; LTE

Вступ

У нашому столітті інформаційних технологій всі сфери життя розвиваються з величезною швидкістю. Концепція стрімкого розвитку торкнулася і телекомунікаційної сфери. Абоненти бажають отримувати великі швидкості при передачі даних, мати доступ до всіх існуючих додатків, використовуючи всього один мобільний пристрій. Такі послуги забезпечує бездротова технологія широкосмугового доступу - LTE. Однак, чим більша кількість інформації передається, тим більша ймовірність отримання помилкових біт. Тому гостро стоїть питання підвищення методів завадостійкості каналів зв'язку.

Основною відмінністю стандарту LTE від попередніх стандартів мереж зв'язку є застосування «плоскої» більш спрощеної IP-архітектури, яка сприяє зменшенню затримок при встановленні Інтернет-сесії. У стандарті LTE використано два принципово нові методи збільшення пропускної здатності. Перший полягає в застосуванні технології MIMO (Multiple Input Multiple Output), де передача і прийом сигналу здійснюється одночасно через кілька передавальних і приймальних антен. Таким чином, підвищується швидкість передачі даних в бездротових мережах. Другий метод полягає на застосуванні OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing) модуляції, що використовує кілька піднесущих. Перевага даного методу полягає також в тому, що системи зв'язку з LTE можуть працювати у відсутності прямої видимості.

В даний час на телекомунікаційному ринку йде боротьба за клієнтів, тому надання якісних послуг зв'язку є досить актуальним питанням. Існуючі роботи, що докладно розглядають методи підвищення завадостійкості для каналів зв'язку, що використовують фазову маніпуляцію, однак матеріалів по дослідженню квадратурно-амплітудної модуляції недостатньо.

Специфіка технології і забезпечення високих швидкостей передачі при використанні багатопозиційної, вразливої до завад модуляції, робить проблему завадостійкості каналів зв'язку досить актуальною.

Метою роботи є дослідження каналів зв'язку технології LTE для виявлення їх завадостійкості при різних умовах експлуатації.

Основна частина

Технологія OFDM була включена в LTE, оскільки вона забезпечує високу ефективність використання радіочастотного спектру, забезпечуючи при цьому високу стійкість до міжсимвольних завад і інтерференції. Функціонал інтерфейсу MIMO дозволяє пристроям мати кілька

підключень до однієї соти, що підвищує стійкість встановленого з'єднання, а також зменшує затримки. Крім того, при використанні інтерфейсу OFDMA збільшується загальна пропускну здатність встановленого з'єднання.

Концепція технології MIMO (Multiple Input Multiple Output) полягає в одночасному використанні декількох антен, замість однієї, для прийому / передачі декількох потоків даних. Існують схеми, що використовують 2x2, 4x2 або 4x4 антени на передавальній і приймальній стороні відповідно. Застосування SAE (System Architecture Evolution). Дана архітектура є еволюційним продовженням ядра мережі GPRS, повністю побудована на IP-мережі. Забезпечує високу пропускну здатність мережі радіодоступу і низьку затримку RAN (до 10 мс).

LTE був спеціально розроблений для сумісної роботи з усіма існуючими мережами як технологія майбутнього, для допомоги провайдером мобільного зв'язку в перетворенні своєї мережі відповідно до потреб завтрашніх телекомунікацій. Технологія LTE забезпечить більш якісний сервіс для голосової інформації та для передачі даних.

З точки зору мережевих технологій головна відмінність інфраструктури LTE від мереж стільникового зв'язку всіх попередніх поколінь полягає в тому, що вона повністю будується на основі протоколу IP - від абонентського терміналу до вузла надання сервісів або сервера додатків.

Технологія MIMO в мережах LTE виконує одну з важливих функцій в забезпеченні високих швидкостей передачі даних. MIMO (Multiple Input Multiple Output - множинний вхід - множинний вихід) - технологія, що представляє собою дротовий високошвидкісний доступ. Технологія передбачає використання декількох антен на передавальній і приймальній стороні для одночасної передачі більшої кількості даних. Технологія MIMO використовує ефект трансмісії радіохвиль, який називають багатопроменевим поширенням, при цьому сигнали, що передаються відбиваються від безлічі об'єктів і перешкод, а антена приймача приймає сигнали під різними кутами і в різний час [5]. Застосовуючи технологію MIMO, стає можливим збільшити стійкість каналів зв'язку, зменшити відносну кількість прийнятих з помилкою бітів. У системах LTE передбачені різні режими роботи з декількома передавальними і приймальними антенами. Робота таких систем може бути організована за двома принципами: за принципом просторового ущільнення і за принципом просторово-часового кодування.

Перший принцип заснований на тому, що різні передавальні антени передають різні частини блоку інформаційних символів або різні інформаційні блоки. Передача даних ведеться паралельно з двох або з чотирьох антен. Приймальною стороною проводиться прийом і розподіл сигналів різних антен. Таким чином стає можливим збільшення максимальної швидкості передачі даних в 2 або в 4 рази.

У системах, побудованих за принципом просторово-часового кодування, з усіх передавальних антен передається один і той же потік даних з використанням схем попереднього кодування для забезпечення кращої якості прийому.

Основною перевагою OFDM в порівнянні зі схемою з однією несучою є її здатність протистояти загасанням в області ВЧ, вузькосмуговим перешкодам і частотно-селективним загасанням, викликаними багатопроменевим характером поширення. OFDM сигнал може розглядатися як безліч вузькосмугових повільно модульованих сигналів, а не як один швидко модульований широкосмуговий сигнал. Низька символна швидкість дає можливість використовувати захисний інтервал між символами. Це дозволяє усувати міжсимвольну інтерференцію і справлятися з часовим розсіюванням.

Перспективність використання OFDM сигналів пояснюється також і тим, що ці сигнали забезпечують високу спектральну ефективність, можливість роботи поза прямою видимістю, високі енергетичні параметри системи зв'язку, забезпечують більшу дальність і можливість ефективного обслуговування мобільних абонентів.

Особливість використання OFDM полягає в поданні високошвидкісного потоку даних у вигляді великої кількості низькошвидкісних потоків, кожен з яких передається на своїй піднесучій. Причому тривалість канальних символів в частотних каналах вибирається досить високою, яка значно перевищує затримки сигналу в радіоканалі. Це сприяє тому, що міжсимвольна інтерференція в кожному частотному каналі впливає лише на незначну частину канального символу. Її виключають з подальшої обробки в приймачі шляхом додавання часового захисного інтервалу між сусідніми канальними символами.

Застосування технології OFDMA передбачає поділ всього наявного спектра на ортогональні піднесучі. Залежно від ширини каналу загальна кількість піднесучих може бути 72, 180, 300, 600, 900 або 1200, кожна з яких може мати свій тип модуляції (QPSK, 16QAM або 64QAM).

У реальних умовах роботи системи бездротового рухомого зв'язку з OFDM піддаються впливу різного роду завмирань, затухань. Тому для надання достатнього рівня завадостійкості необхідно використовувати завадостійке кодування.

Однак, технології OFDMA притаманні і деякі недоліки. Основним з них є той факт, що OFDMA технологія дуже чутлива до синхронізації по частоті. А також сформований OFDMA сигнал має високий поріг PAPR (Peak to Average Ratio). Це відбивається на тому, що ефективність задіяного підсилювача сигналу низька, що досить критично для пристроїв з обмеженим запасом енергії (мобільних терміналів). Тому дана технологія може бути застосована тільки для низхідного каналу. У висхідному ж каналі LTE використовується інша технологія множинного доступу - SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access). Основна відмінність технологій SC-FDMA і OFDMA полягає в тому, що в SC-FDMA застосовується додаткова обробка сигналу (перетворення Фур'є) для зменшення PAPR. У висхідному каналі також можуть бути використані типи модуляції: QPSK, 16QAM, 64QAM.

Висновки

Стандарт дротової високошвидкісної широкосмугової передачі даних LTE безсумнівно має привілеї на телекомунікаційному ринку перед іншими технологіями. Однак, в даний час попит все більше проявляється на отримання якісних послуг зв'язку. Тому актуальним залишається питання завадостійкості каналів зв'язку.

Підвищенню завадостійкості каналів зв'язку технології LTE сприяє підтримка багатоантенної системи MIMO, використання квадратурно-амплітудної модуляції, а також застосування технології OFDM. Крім того, застосування даних технологій істотно підвищує швидкість передачі даних і знижує затримки.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що застосування технології OFDM в умовах міської забудови також підвищує стійкість радіоканалу, сприяючи протистоянню міжсимвольній інтерференції, загасанням, частотно-вибіркових завмирань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Loshakov V. A. Adaptive modulation in LTE technology by using OFDMA and SC-FDMA with MIMO / V. A. Loshakov, H.D. Al-Janabi, Y. T. Hussein, N. T. Nasif // Восточно-Европейский журнал передовых технологий (ISSN 1729-3774). – 2013. – Vol. 2/9 (62). – P. 8–11.
2. Mina Yazdanpanah, Chadi Assi, Yousef Shayan Cross-layer optimization for wireless mesh networks with smart antennas Computer Communications, Oct. 2011, vol. 34, iss. 16, pp. 1894-1911
3. Mani, V.; Bose, R. Direction of Arrival Estimation of Multiple UWB Signals Wireless Personal Communications, Mar. 2011, vol. 57, number 2, pp. 277-289(13)

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ходацький Дмитро Леонідович — студент групи ТКТ-18мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Юй Чанхао - студент групи ТКС-18мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Vasykivskiy Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Khodatzkiy Dmytro L.— Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Yu Changhao - Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.