

**О. В. СТАЛЬЧЕНКО
М. В. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ
Ю. Ю. ЮРЧЕНКО
В. С. КОШЕЛЮК**

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ СТАНДАРТУ LTE НА ОСНОВІ МОДУЛЯЦІЇ ВИСОКИХ ПОРЯДКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методику розрахунку параметрів сигналів з підвищеною завадостійкістю на базі алгоритму визначення оптимальних значень сигналу OFDM.

Ключові слова: LTE, сигнальні сузір'я, модуляція високих порядків, OFDM, багатопозиційні сигнали, NAP.

Abstract

The method of calculating signal parameters with increased noise immunity is developed on the basis of algorithm for determining optimal values of OFDM signal.

Keywords: LTE, signals constellations, high orders modulation, OFDM, multi-position signals, NAP.

Вступ

Сучасний розвиток мобільних технологій дозволяє обробляти все більші об'єми інформації тим самим відкриваючи для користувача мобільного пристрою (смартфона, планшета, нетбука) нові можливості навчання, ведення бізнесу або маніпуляції з різними видами мультимедійних даних.

Найближчим часом технічні рішення, які забезпечать плавний перехід до мереж мобільного зв'язку 5-го покоління (5G), допоможуть операторам мобільного зв'язку задовольнити швидкозростаючий попит на мобільні сервіси.

Мобільний зв'язок 4G (LTE) розвиває ідеї та технології, які вже застосовуються в стандартах 3G. Проте з розвитком цих технологій знайшла своє втілення і низка оригінальних ідей.

Головна відмінність технологій 4G від технологій попередніх поколінь полягає в тому, що швидкість передавання даних від базової станції перевищує 100 Мбіт/с. Приклад ефективного співіснування мереж 3G із мережами стільникового зв'язку 2G, що забезпечило створення інтегрованих мереж, дав поштовх до гармонійного співіснування систем LTE із системами попередніх поколінь. Так, багатомодові пристрої здатні працювати як у мережах LTE, так і в мережах 3G, або мати набір режимів залежно від кон'юнктури ринку. Завдяки стандарту LTE з'явилась нова технологічна платформа радіозв'язку, яка дозволяє операторам досягати вищої пікової пропускної здатності, використовуючи для цього набагато ширші смуги пропускання.

Важливим завданням є оптимізація параметрів системи LTE і, отже, визначення найкращих параметрів за вибраним вектором критеріїв. Тому тематика роботи є актуальною.

Метою роботи є дослідження оптимального прийому багатопозиційних сигналів технології LTE на базі модуляції високих порядків, здатної суттєво покращити показники ефективності систем передачі інформації.

Основна частина

Головна мета LTE полягає в забезпеченні абонентів послугами радіодоступу надзвичайно високої продуктивності з одночасним гарантуванням повної мобільності абонента під час його пересування зі швидкістю автомобіля. Забезпечення можливості передачі даних за швидкостями більше ніж 1

Гбіт/с з організацією завадозахищеності каналу зв'язку на базі технології OFDM. Згідно з концепцією подальшого розвитку радіотехнологій незабаром оператори зможуть легко переводити свої мережі та своїх користувачів на стандарт LTE. По суті, стандарт LTE є черговим етапом еволюційного розвитку стільникової технології, що бере свій початок від GSM і має такі ключові пункти як EDGE, UMTS і HSPA.

Рішенню завдання оптимального прийому багатопозиційних сигналів технології LTE присвячено багато робіт українських та закордонних вчених.

Створення методів побудови сталих телекомунікаційних мереж пов'язано з роботами таких вчених, як Варакін Л.С., Вітербі Е.Д., Лазарев В.Г., Аріпов М.Н., Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Нетес В.А., Якубайтіс Е.А., Козелков С.В., Фінк Л.М., Куо Ф.Ф., Бертсекас Д.В., Галлагер Р., Захаров Г.П., Батіщев Д.І., Поспелов Г.С., Шеннон К., Шнепс М.А., Блек Ю., Девід Е., Болгер Дж. та інші [1-3].

Зважаючи на вищенаведене, актуальним питанням є розробка методики оптимального прийому багатопозиційних сигналів технології LTE на базі модуляції високих порядків для вирішення тематичних завдань, що є перспективним, важливим і економічно обґрунтованим напрямом розвитку науки і техніки на сучасному етапі.

Обмежені можливості традиційних мереж не відповідають вимогам сьогодення, є стримуючим чинником на шляху впровадження інноваційних інфокомунікаційних послуг. Зокрема, систем доступу на базі LTE, актуальної технології OFDM та її різноманітних модифікацій, що є відмінним рішенням для архітектур сучасних мереж, які працюють в умовах мегаполісу. На сьогодні ще недостатньо досліджено сигнали ширококутових систем зв'язку, що мають практичний зміст і враховують багатоваріантний розвиток засобів та сучасних технологій.

Задача вибору оптимального багатопозиційного сигналу для побудови ефективного цифрового каналу передачі інформації (ЦКПІ) складається з задач двох типів. Першим з них є розгляд можливості застосування каналів передачі інформації користувачів мережі в якості ЦКПІ. Такий тип задач вирішується шляхом вибору такого каналу (з уже відомими інформаційними і ймовірністними характеристиками), що відповідає вимогам до ЦКПІ найбільшою мірою. Другим типом задач побудови ефективного ЦКПІ є розробка спеціальних каналів. Цей тип задач, у свою чергу, поділяється на дві групи: до першої групи належать задачі створення спеціального ЦКПІ в іншому цифровому каналі, (що зводиться до підвищення завадостійкості за рахунок пропускну здатності каналу і вибору оптимального сигнального сузір'я, у якому створюється ЦКПІ), до другої групи належать задачі створення спеціального ЦКПІ на основі аналогового каналу. Для мережі управління мережами зв'язку України задача є актуальною внаслідок розповсюдження мереж диспетчерського зв'язку, що базуються здебільшого на аналогових принципах і відрізняються низьким рівнем стандартизації.

На відміну від стандартизованих, здебільшого, дискретних значень параметрів цифрових каналів, характеристики аналогових каналів визначаються середовищем передачі (металевий кабель, НВЧ хвилевід, радіо) і мають безперервний характер. Це приводить до необхідності застосування механізмів оптимізації в тих випадках, де при розгляді цифрових каналів використовувався вибір найбільш придатного з дискретного ряду стандартних значень якого-небудь параметра.

Застосований у даний час для демодуляції групового сигналу OFDM метод швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) [3] забезпечує лінійність перетворень сигналу і порівняно мале число операцій з його обробки. Однак, метод ШПФ не виключає необхідності підстроювання фаз сигналів підканалів, а кількаразові операції «множення-додавання» відліків сигналу зменшують точність обробки. Крім того, модульне нарощування демодулятора шляхом додавання нових частотних підканалів при використанні ШПФ ускладнено.

Тому розробка універсального квазікогерентного алгоритму демодуляції OFDM сигналів, що не має перерахованих вище недоліків є актуальною.

Метою розробки є синтез алгоритму для підвищення надійності зв'язку під час передавання особливо цінної інформації сигналами OFDMA в умовах граничних низьких відношень сигнал-шум багаточастотної системи радіозв'язку та забезпечення необхідної якості приймання.

У відомих методах і методиках [1-3] на основі оцінювання передавальної характеристики каналу зв'язку розподіл підносійних за підканалами, так само як і число підносійних на один підканал, здійснюється тільки з використанням поточного відношення сигнал-шум в порядку зменшення відношення сигнал-шум. У пропонованому вдосконаленому методі визначення оптимального значення частотного рознесення в групі підносійних знаходять на основі аналізу вимірних значень

частотного і часового розсіювання в радіоканалі і заданої множини розрахункових значень відповідності значень частотного і часового розсіювання в радіоканалі, найбільш близьких до знайдених частотних рознесенень в групах підносійних, яким за фіксованих умов в каналі відповідає мінімальне відношення сигнал/завада для відповідних видів модуляції. Провівши такі імітаційні вимірювання для всіляких сигнальних конструкцій, використовуваних в багатопробному каналі зв'язку, і маючи дані про частотне і часове розсіювання, отримані за наслідками практичних вимірювань, наприклад як в [1], можна, не змінюючи швидкості передавання, працювати в ширших межах частотного і часового розсіювання в порівнянні з можливостями використання пристроїв з фіксованими параметрами. Це обумовлено тим, що інтегрована характеристична поверхня пристрою, який використовує цей вид адаптації за частотним рознесенням між підносійними, займає в декілька разів більшу площу, чим характеристична поверхня пристрою прототипу. Вибір оптимальної робочої групи підносійних з відповідним частотним рознесенням можна здійснити генетичним методом, приклад розробленого алгоритму на основі якого описано в [2].

Висновки

Сукупність досягнутих наукових результатів, отриманих під час проведення дослідження, дозволила вирішити наукове завдання з розробки методики оптимального прийому багатопозиційних сигналів технології LTE на базі модуляції високих порядків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник А.М. Гетерогенні мережі – поєднання 3G та WLAN / А.М. Мельник, С.І. Мешков, Г.С. Срочинська // Світ інформатизації та телекомунікацій – 2013: X Міжнародна науково-технічна конференція студентства і молоді, квітень 2013. – К., 2013. – С.24.

2. Карташевский В.Г. Оценка импульсной характеристики канала в условиях многолучевого распространения сигналов в беспроводных системах связи нового поколения: методическое пособие. Волгоградский государственный университет. – Волгоград, 2013. –51 с.

3. Сайко В.Г. Оцінка впливу глибини завмирань сигналу на завадостійкість OFDM-систем радіозв'язку в умовах багатопробного поширення // Зв'язок. – 2011. -- № 1, с. 29-33.

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

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

Кošельюк Владислав Сергійович — студент групи ТКП-156, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Юрченко Юрій Юрійович — студент групи ТКР-166, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

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

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

Koshelyuk Vladislav S. — The student group TKP-15B, the faculty of Infocommunications, electronics and nano-systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia.

Yurchenko Yuri Y. — The student group TKR-16B, the faculty of Infocommunications, electronics and nano-systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia.