

МОДЕЛЬ МЕРЕЖІ РАДІОДОСТУПУ З АДАПТИВНОЮ ІНТЕГРАЦІЄЮ МАЛИХ КОМІРОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано інтегровану LTE мережу мобільного оператора. Використовуючи засоби імітаційного моделювання, розроблено модель інтегрованої мережі, яка в залежності від розподілу користувацького навантаження та просторової локалізації базових станцій LTE і Wi-Fi точок формує структуру мережі радіодоступу. Використання такого підходу до розбиття структури рівня пікокомірок, дозволяє максимально ефективно розмежувати зони дії кожної базової станції та забезпечити абонентів на межі розподілу комірок послугами з низьким рівнем інтерференційних завад.

Ключові слова: інтегрована мережа, локалізація абонентського навантаження, LTE, пікокомірка, пропускна здатність мережі, якість сервісу.

Abstract

An integrated LTE network of the mobile operator is offered. Using simulation tools, an integrated network model was developed, which, depending on the distribution of user load and spatial localization of LTE base stations and Wi-Fi hotspots, forms the structure of the radio access network. The use of this approach to the division of the structure of the level of picocells, allows you to most effectively delimit the areas of each base station and provide subscribers at the border of cell distribution services with low levels of interference.

Keywords: integrated network, subscriber load localization, LTE, picocell, network bandwidth, quality of service.

Вступ

Сучасні мережі не можуть обслужити прогнозовані великі обсяги мобільного трафіку з достатнім рівнем QoS, тому необхідна побудова мобільних мереж нового покоління. Сучасні мережі повинні мати велику ємність, низьку затримку та велику швидкість передавання даних для кожного абонента. Найкраще для цього підходить концепція гетерогенних мереж, тобто мереж, рівень радіодоступу яких має декілька рівнів базових станцій, що мають різні параметри. При цьому існує макропокриття зберігається, а в місцях найбільшого скупчення абонентів встановлюються пікокомірки та фемтокомірки.

В першу чергу для переходу до мереж нового покоління потрібно модифікувати структуру рівня радіодоступу, щоб якомога ефективніше використовувати спектр частот. Модель такої мережі була розглянута в цій роботі.

Результати дослідження

Для оцінки ефективності запропонованих рішень було побудовано та розроблено імітаційну модель з використанням мови програмування C++ та LTE-A Downlink System Level Simulator. Модель складається з робочого поля, на якому розміщені станції 3-х рівнів: макростанції, пікостанції, Wi-Fi точки доступу. Центри макростанцій утворюють трикутник. В цьому трикутнику розміщені SC та Wi-Fi. Місцезнаходження пікокомірок встановлено відповідно до розробленого методу. Якщо є потенційне навантаження, вони вмикаються, коли навантаження на них немає, вони вимикаються і зникають із робочого поля. Ввімкнення і вимкнення пікокомірок призводить до зміни структури рівня радіодоступу. Рух абонента в моделі є квазіпостійним. Це означає, що абонент деякий час буде рухатися з постійною швидкістю, після чого йому буде присвоєно нове значення швидкості руху.

Згідно загальнозживаної класифікації потужність МС становить 46 дБп, а радіус дії 1,2 км. Оскільки досліджувана область – один трикутник, який утворюється трьома базовими станціями, прийемо, що кількість МС рівна трьом (рис. 1а).

Смуга частот, що надається макрокомірни становить 20 МГц. Для підвищення ефективності використання частот і як наслідок збільшення пропускної здатності використовується режим передачі МІМО 4x4 та модуляція 64QAM, при якій один символ переносить одразу 6 біт. Малі комірки працюють в режимі передачі МІМО 2x2, мають смугу частот по 15 та 5 МГц, використовують модуляцію 64QAM. Потужність дії пікостанцій 23-30 дБп, радіус дії – 200-300м, потужність фемтокомірок – до 23 дБп, радіус дії – 50м. Завдяки використанню методу адаптивного формування

структури рівня радіодоступу спостерігаються коливання спектральної ефективності. При невеликому навантаженні структура рівня радіодоступу цієї мережі схожа на структуру рівня радіодоступу звичайних однорівневих мереж, а маючи велике значення навантаження, мережа має багаторівневу структуру та високу системну ефективність спектру.

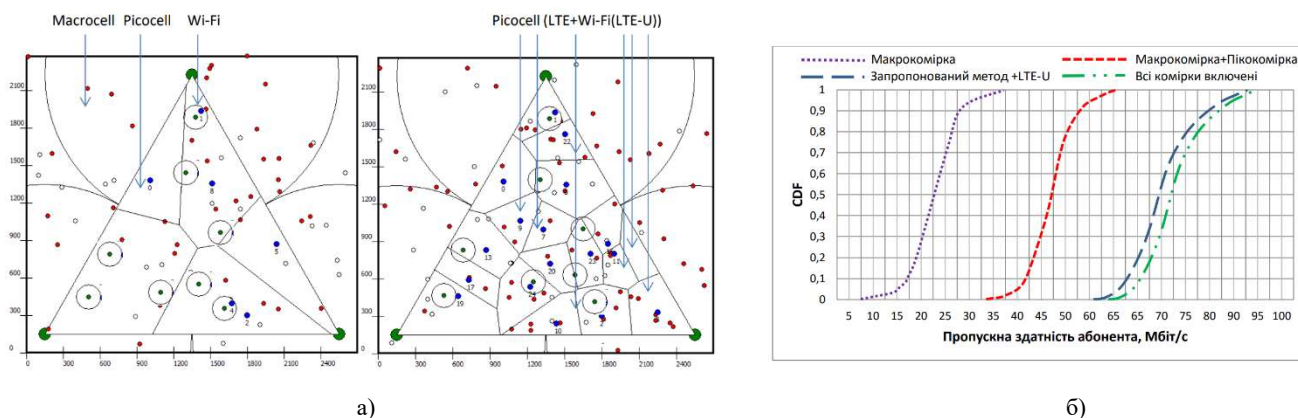


Рисунок 1 – а) топологія модельованої інтегрованої мережі LTE / LTE-U / Wi-Fi;
б) функція розподілу ймовірності середньої швидкості передавання для одного абонента в низхідному каналі при різних варіантах формування радіоструктури

На основі статистичних результатів, отриманих із моделювання, абоненту надається графік кумулятивної функції ймовірності (CDF) зі швидкістю передачі C Мбіт/с. На рис. 1б зображені криві, що відповідають чотирьом режимам роботи мережі:

1. Працює лише макрокомірка (MC), (SC) вимкнені.
2. Працює макрокомірка (MC) та пікокомірка (SC).
3. Інтегрована SC з підтримкою LTE-U (SC+LTE-U) відповідно до запропонованого методу.
4. Постійно включені всі SC.

Висновки

У роботі запропоновано архітектуру гетерогенної мережі з трьома рівнями базових станцій, які розміщуються згідно принципів детермінованої та стохастичної геометрії що дає змогу відобразити реальну поведінку мережі радіодоступу при впровадженні малих комірок. Використання такого підходу дає змогу збільшити пропускну здатність мережі і як наслідок якість обслуговування абонентів за рахунок більш рівномірного завантаження базових станцій.

Роботу методу демонструє розроблена імітаційна модель, яка адекватно відображає структуру мережі рівня радіодоступу, генерування абонентів і їх параметрів, обслуговування абонентського навантаження. За допомогою імітаційної моделі можна досліджувати такі параметри роботи мережі, як навантаження на кожен із рівнів базових станцій, частка активних базових станцій, системна спектральна ефективність, ймовірність надання абоненту певної пропускну здатності, енергоефективність мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. H. Beshley, M. Klymash, M. Beshley and I. Kahalo, "Improving the Efficiency of LTE Spectral Resources Use by Introducing the New of M2M/IoT Multi-Service Gateway," 2019 IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), Polyana, Ukraine (2019): p. 114-117.
2. М. В. Васильківський, І. А. Самолюк, Г. Л. Варгачук Стратегії розвитку мереж зв'язку наступного покоління (тези доповіді). Матеріали науково-технічної конференції «Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем (СПРН-2021)» Вінниця: ВНТУ, 2021.

Барась Святослав Тадіонович – канд. техн. наук, професор кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: barasst03@gmail.com.

Самолюк Ірина Анатоліївна — аспірант, спеціальності 172 - Телекомунікації та радіотехніка, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkp15b.samoliuk@gmail.com.

Baras Sviatoslav T. - candidate. Sc., Professor of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: barasst03@gmail.com.

Samoliuk Iryna A. — graduate student, majoring in 172-telecommunications and radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkp15b.samoliuk@gmail.com.