

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ БЕЗПРОВІДНОЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ МЕРЕЖІ

Климаш М.М., Масюк А.Р., Бешлей М.І.

*Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки*

*Національний університет «Львівська політехніка», Україна*

*E-mail: mklimash@polynet.lviv.ua, beshlebmi@gmail.com*

### Research and development of simulation model for wireless heterogeneous networks

In this paper we have proposed the simulation model for mobile heterogeneous networks using OPNET modeler. Integration scenarios networks LTE, UMTS with Wi-Fi technology, taking into account the mobility of subscribers and the type of services have been considered.

Різноманітність технологій радіодоступу і збільшення кількості мультистандартних абонентських пристроїв дають змогу інтегрувати різноманітні технології в єдину мережу, тобто сформувати гетерогенну (неоднорідну) безпроводну мережу. Така мережа буде складатися з сегментів різних технологій радіодоступу, зони покриття яких накладаються. Це дасть змогу збільшити пропускну здатність мережі та розширити зону її покриття, а для мобільних пристроїв надавати зв'язок за нижчою ціною і з високою якістю обслуговування. Основна мета роботи полягає в наданні мобільному пристрою ефективного та безперервного обслуговування в гетерогенних безпроводних мережах, виходячи з вимог виконання функцій мобільних пристроїв та розвитку оптимальних алгоритмів ініціації вертикального хендовера. Для досягнення даної розроблено імітаційну модель гетерогенної мережі доступу в програмному середовищі OPNET MODELER 15 (Рис.1). Задачею моделювання є дослідження процесу інтеграції Wi-Fi/LTE та Wi-Fi/UMTS з ініціацією вертикального хендовера та оцінка виграшу при балансуванні навантаження.

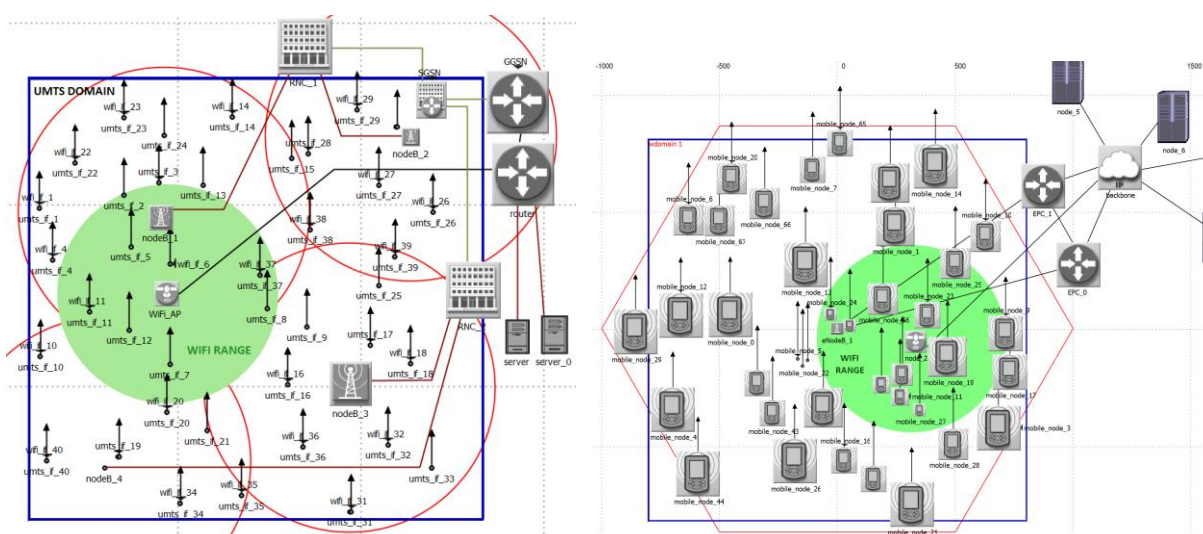


Рис. 1. Модель інтеграції технологій Wi-Fi/UMTS та Wi-Fi/LTE.

Однією з часто використовуваних моделей при моделюванні мобільних мереж є модель випадкової точки маршруту, в якій вузли рухаються незалежно

до випадково обраної цілі з випадково обраною швидкістю.

Простота даної моделі стала однією з причин її широкого застосування в моделюванні. Моделі мобільності можуть мати різні властивості і володіти різними характеристиками. Тому, щоб ретельно оцінити можливість виникнення перевантаження, необхідно використовувати багатий набір моделей мобільності та параметрів мережі замість моделі випадкової точки маршруту, які є добре реалізовані в середовищі Opnet Modeler (рис. 2).

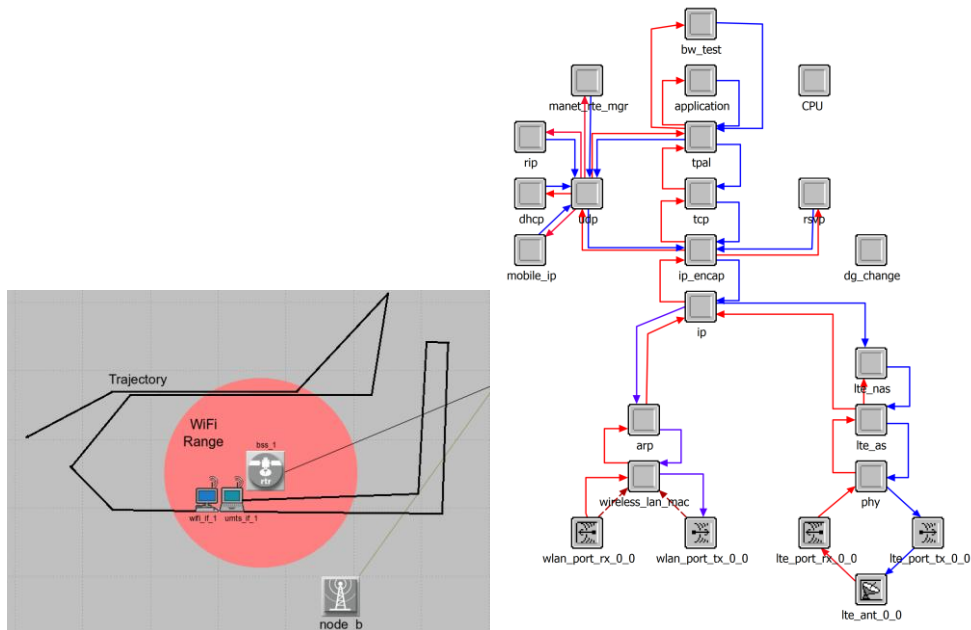


Рис. 2. Мобільність абонента та стек протоколів вузла з інтерфейсами Wi-Fi/LTE

Першим етапом дослідження є інтеграція UMTS\Wi-Fi мережі. У цьому випадку, кількість абонентів, які моделюються в мережі становить 40 терміналів. Абоненти довільно рухаються по зображеній площині квадрата в залежності від моделі мобільності RandomWaypoint [1] зі швидкістю, яка рівномірно розподілена в інтервалі між 0 і 5 м / с. Якщо абонент встановив активне з'єднання через систему UMTS і, не перериваючи його, увійшов в зону покриття не ліцензованої бездротової мережі Wi-Fi, поточне з'єднання автоматично перемикається на іншу мережу без переривання послуги. Рівень сигналу покриття Wi-Fi зони, становить 7 дБм (приблизно 5 мВт). Кожен мобільний термінал намагається кожної секунди завантажити файл розміром 30 кбайт, в результаті загальне навантаження від 40 абонентів становить 1200 Кб/с. Кількість базових станцій UMTS мережі становить 4, щоб забезпечити UMTS з'єднання для всіх мобільних терміналів у виділеній площині квадрата, позначеної як "UMTS ОБЛАСТЬ". На рисунку 3, показано відповідну кількість підключених мобільних терміналів та загальне навантаження на мережу протягом часу моделювання. В результаті моделювання встановлено, що загальне навантаження є зростаючою функцією часу. Це пов'язано з тим, що кількість активних терміналів в мережі постійно збільшується і, отже, загальний отриманий трафік на кожному інтерфейсі стає більшим. Крім того, з рисунку 3, можна побачити, що, коли обидва інтерфейси мобільного пристрою

є активні, загальне навантаження становить 1000 кб / с, що є наближеним до максимального можливого значення 1200 кб / с. З іншого боку, коли активний тільки інтерфейс UMTS, трафік становить приблизно 800 кб / с. Таким чином, наявність зв'язку Wi-Fi забезпечує додатковий зв'язок, необхідний для досягнення (теоретично) максимально можливого завантаження та балансування навантаження.

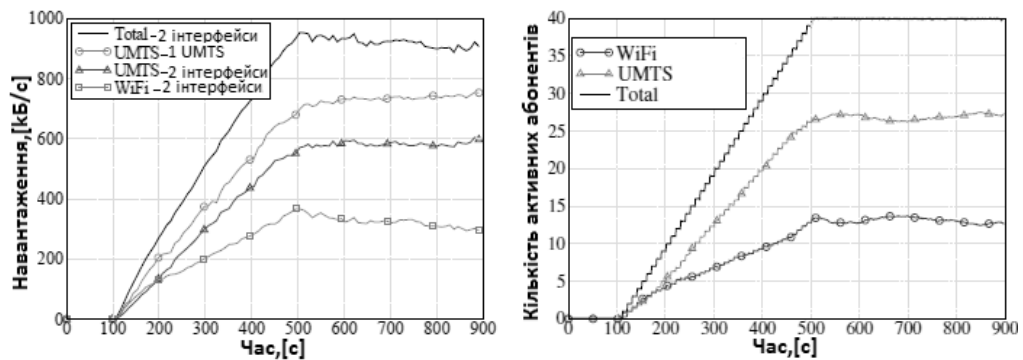


Рис. 3. Кількість підключених мобільних терміналів та загальне навантаження на мережу UMTS\Wi-Fi

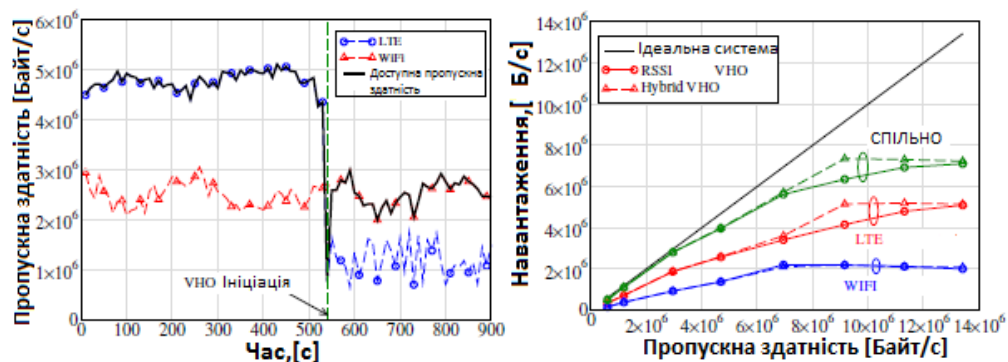


Рис. 4. Необхідна пропускна здатність для надання сервісу з ініціацією VHO (вертикального хендвера) в інтегрованій LTE/Wi-Fi мережі

На рисунку 4, представлено сценарій моделювання роботи інтегрованої LTE/Wi-Fi мережі в якій зареєстровано 40 абонентів, що рухаються по площині чотирикутника. Модель мобільності і швидкості руху користувачів такі ж, як і у попередньому сценарії.

В процесі моделювання встановлено, що при передаванні трафіку через мережу LTE в момент недостатності ресурсів для його обслуговування відбувається процедура вертикального хендвера і необхідні ресурси для даного сервісу забезпечує Wi-Fi мережа.

**Висновки.** Розроблена гетерогенна мережа є набагато ефективнішою в наданні сервісів абонентам, оскільки дозволяє балансувати навантаження між двома системами доступу.

#### Література

1. M. Klymash, M. Seliuchenko, M. Beshley, M. Brych. Mobility Management and Vertical Handover Decision in an Always Best Connected Heterogeneous Network. Proceedings of international conference CADSM'2015. Polyana-Svalyava. – 2015. p. 103-105.