

ВПЛИВ МІКРОСТІЛЬНИКІВ НА ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ГЕТЕРОГЕННІЙ МЕРЕЖІ

Гордєєва Д.С.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: dahhha94@gmail.com

Influence of microcells on improving energy efficiency in heterogeneous networks

It is considered a heterogeneous cellular network with using microcells. The author proposes the improving of energy efficiency through the introduction of microcells in a heterogeneous network and its location on the border between the two macro cells. The energy efficiency has been described mathematically. Analytical results of the simulation indicate that the use of microcell improves the energy efficiency about 29 - 37%.

У сучасних технологіях, особливо в мережах стільникового зв'язку, через зростаючі вимоги споживачів і зростання трафіку, компанії змушені витратити більше коштів на розробку нових технологій. Найбільш ефективні технології вимагають багато енергії і є енергоємними.

Актуальність теми визначається розвитком технологій, які спрямовані на скорочення споживання енергії в телекомунікаційних системах. Основними нововведеннями на даний момент є гетерогенні мережі - Heterogeneous Network (HetNet), які використовують стільники малої потужності споживання.

Мета полягає в тому, щоб підвищити ефективність використання енергії гетерогенної мережі за рахунок використання мікростільників.

Передбачається, що стільниковий гетерогенна мережа буде складатися з клітин з частотою повторного використання = 7, а базова станція (БС) буде розташована в центрі стільника.

Зображення мережі буде зменшено таким чином, що буде тільки включати в себе центральний кластер.

Крім того, гетерогенна мережа (HetNet) повинна включати в себе кілька Evolved Node B (eNB - базова станція стандарту LTE) вузлів. Для цієї мети, одна мікро eNB буде розгорнута в центрі стільника на кордоні між двома макростільниками в центральному кластері. Основна модифікована модель, яка дозволяє підвищити енергоефективність гетерогенної мережі показана на рис. 1.

Для того, щоб дослідити, як розміщення мікростільника впливає на ефективність використання енергії, необхідно визначити розмір Coordinated Multipoint (CoMP), тобто координовану передачу і прийом, а також, Cooperating Set (CCS) - набір співпраці CoMP. Іншими словами, має бути прийнято рішення про кількість макростільниками, які повинні бути узгоджені з одного мікростільники за допомогою CCS.

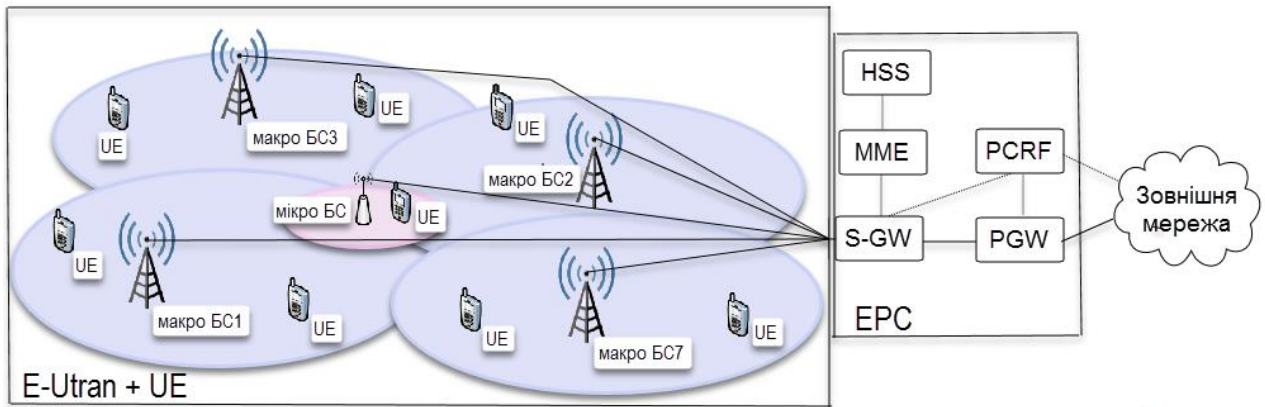


Рис. 1 Модифікована модель гетерогенної мережі з мікростільниками.

Коли споживається енергія тільки одного мікростільника, то вона визначається як non-CoMP, а потім при узгодженні мікростільника і одного макростільника - CoMP1. Координація мікростільника і двох макростільників - CoMP2, мікростільника і трьох макростільників - CoMP3. Відповідно координація мікростільника і чотирьох макростільників - CoMP4.

Основні параметри моделі наведені в табл.1.

Табл.1 Параметри моделі

Параметр	Значення
Відстань між стільниками	2500 м
Радіус макростільника	1445 м
Радіус мікростільника	100 м
Пропускна здатність	5 МГц
Модель розрахунку втрат на трасі для макростільника	COST 231 - Hata
Модель розрахунку втрат на трасі для мікростільника	Уолфіш-Ікегамі для NLOS
Модель каналу	Релеєвське рівномірне загасання

Для оцінки ефективності використання енергії, вводиться поняття коефіцієнта споживання енергії (ECR). Це значення дорівнює співвідношенню споживаної потужності до пропускної здатності мережі. Моделі споживання потужності БС описані в [1]. Таким чином, за допомогою наступного рівняння:

$$ECR = \frac{P_{BS,micro} + P_{BS,macro} \cdot N_{macro} + k \cdot offset}{T},$$

де $P_{BS,micro}$ – енергоспоживання мікро БС;

$P_{BS,macro}$ – енергоспоживання макро БС;

N_{macro} – кількість макро БС;

k – коефіцієнт множення;

$offset$ – зміщення використаної енергії.

Зсув (offset) потужності використовується через те, що не завжди макро БС працюють (при режимі non-CoMP) і в міру включення і взаємодії макро БС разом з мікро БС це зміщення можна розрахувати за формулою:

$$offset = N_{sector} \cdot N_{PApSec} \cdot P_{Sp} \cdot (1 + C_c) \cdot (1 + C_{PSBB}),$$

де N_{sector} - число секторів БС;

N_{RApSec} - число RAs на один сектор;

P_{Sp} - обробка сигналу;

C_c – втрати на охолодження

C_{PSBB} - втрати на резервне живлення і зарядка.

Наступним параметром потрібно розрахувати посилення споживання енергії (ECG). Воно буде визначатися таким чином:

$$ECG = \frac{ECR_{\text{non-CoMP}}}{ECR_{\text{CoMP}}}$$

А для того, щоб визначити на скільки зменшилося споживання енергії (ERG) у відсотках, необхідно застосувати наступну формулу:

$$ERG = 1 - \frac{1}{ECG} \cdot 100 \%$$

Для оцінки енергоефективності (EE) необхідно взяти зворотну величину до відношення споживання енергії.

Отже, шукана величина буде розраховуватися за формулою:

$$EE = \frac{1}{ECR}$$

Тобто, енергоефективність є зворотною величиною до відношення споживаної енергії. Чим менше енергії буде використано, тим це поняття буде краще.

Етап моделювання виконано, використовуючи програмне забезпечення MatLab, для оцінки показників енергоефективності гетерогенної мережі.

Результати моделювання показують, що при розгляді ECR, щоб забезпечити високошвидкісну зв'язок для UE, HetNet без мережі MIMO (в разі, коли мікро eNB служить тільки для користувачів, і макро eNB # 1, # 2, # 3 і # 7 включені і нічого не передають) буде витратити 68 Вт потужності для досягнення пропускну здатності 1 Мбіт.

З іншого боку, мережу MIMO, побудована з однієї мікро eNB і чотири макро eNB буде витратити тільки 43 Вт для досягнення тієї ж пропускну здатності. Так, мережа MIMO забезпечує приріст 1,58 (ECG) з точки зору енергоефективності, і це економить майже 37% потужності (ERG).

З іншого боку, підвищення CCS призводить до виникнення інших проблем, пов'язаних з енергетичною ефективністю. Отже, подальші можливі дослідження можуть бути зроблені для визначення оптимальної кількості числа eNB в CCS.

Література

1. Arnold O. Power Consumption Modeling of Different Base Station Types in Heterogeneous Cellular Networks / O. Arnold, G. Richter, O. Fettweis, O. Blume// in Future Network and Mobile Summit, Technische Universitat Dresden, 2010, P.1-8.
2. Damnjanovic A. A Survey on 3GPP Heterogeneous Networks / A.Damnjanovic, J. Montojo, W. Yongbin, J. Tingfang// IEEE Wireless Communications, P. 10-21, June 2011.