

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ МІКРОСОТОВИХ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ

Мєлєхова М.О., Кравчук С.О.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: maria.melekhova@gmail.com

Research efficiency for microcellular base stations

Describing microcell base stations ways to reduct in power consumption. Comparing the energy efficiency WiMAX, HSPA, LTE of microcell base stations. The most energy-efficient technology is mobile WiMAX for bit rates higher than 3.8 Mbps. The bit rates between 2.8 Mbps and 3.8 Mbps LTE is the most energy-efficient technology. Bit rates lower the 2.8 Mbps are barely compatibled by HSPA.

Інформаційно-комунікаційні технології відповідають за 4% світового споживання первинної енергії. Цей відсоток у найближчі 10 років може зрости у двічі. 9% від загальної цифри – споживання мережами радіодоступу, в яких лише 10% енергії споживається терміналами, а 90% - базовими станціями. Отож питання оптимізації витрат енергії для базових станцій буде дуже актуальним найближчі декілька років[1].

Мережі мають ієрархічну структуру. Можуть бути використані макрос-тільникові, мікростільникові, пікостільникові мережі. Максимальний діапазон охоплення мають макрос-тільникові мережі, мікростільникові мають менший радіус покриття і використовуються в густозаселених міських районах. Пікостільникові мережі набагато менші мікростільникових і використовуються зазвичай для внутрішнього освітлення у великих будівлях. Щоб визначити споживання потужності всієї безпроводної мережі, споживана потужність базових станцій повинна бути змодельована. Безпроводні технології, які будуть досліджені у статті: WiMAX, HSPA, LTE.

Споживана потужність охопленої ділянки визначається за формулою:

$$P_{C_{area}} = \frac{P_{el/micro}}{\pi \cdot R^2} \quad (1)$$

Чим нижче $P_{C_{area}}$, тим більш енергоефективною є технологія.

Базова станція складається обладнання, необхідного для зв'язку з мобільними станціями, так і для транзитної мережі. Мікростільникова базова станція показана на рис.1 і складається з приймач, цифрової обробки сигналів, підсилювач потужності, перетворювач змінного струму в постійний або випрямляч і кондиціонер повітря. На відміну від макрос-тільникової базової станції, мікрос-тільникова підтримує тільки один сектор, і кожен компонент використовується один раз. Споживана потужність $P_{el/amp}$ підсилювача потужності залежить від необхідної вхідної потужності P_{Tx} антени і визначається:

$$P_{el/amp} = \frac{P_{Tx}}{\eta} \quad (2)$$

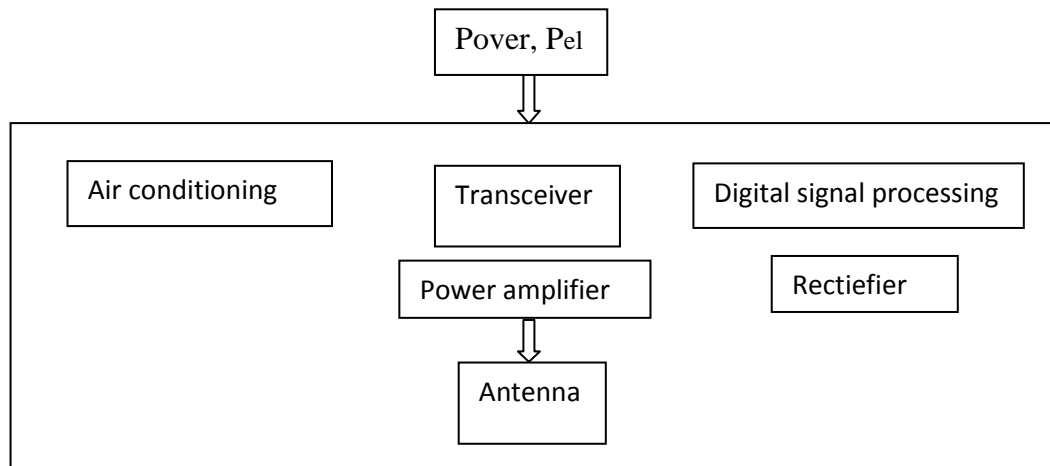


Рис.1. Блок-схема обладнання мікростільникової базової станції.

Після того, як буде знайдена потужність кожного компонента можна буде знайти загальну потужність:

$$P_{el/micro} = P_{el/amp} + P_{el/trans} + P_{el/proc} + P_{el/rect} + P_{el/airco} \quad (3)$$

У таблиці наведено типові енергоспоживання різних компонентів для розглянутих технологій. Ці значення беруться з листів даних різних виробників мережевого устаткування значення, які для мікростільникових та макростільникових мереж дуже схожі, за винятком значення на кондиціонування повітря. Це значення призводить до суттєвого зниження споживання енергії – 60Вт для мікростільникових, 225Вт для макростільникових базових станцій[1].

Табл.1 Електроспоживання компонентами мікросових базових станцій.

| Equipment | | Value |
|---------------------------|----------------|--------------|
| Digital signal processing | $P_{el/proc}$ | 100 W |
| Power amplifier | η | 12% |
| Transceiver | $P_{el/trans}$ | 100 W |
| AC-DC converter | $P_{el/conv}$ | 100 W |
| Air conditioning | $P_{el/airco}$ | 60 W |

Деякі параметри будуть мати значення, відмінні від значень для матросового зв'язку, такі як вхідна потужність антени і посилення антени. Уданому дослідженні використаємо типове значення вхідної потужності антени 2Вт, що відповідає 33дБм[1]. Мікростільникова базова станція має лише один сектор, отже використовується всенаправлена антена. Посилення змінюється від 4 до 6 дБ в залежності від технології.

Розглянемо випадок: у приміській зоні вимога покриття 90%, висота мобільних станцій 1,5м, антена мікростільникової станції на висоті 6м. Мікростільникові станції розміщуються на відкритому повітрі і для мобільних станцій, які всередині приміщення, розглядається з картою бездротового мережевого інтерфейсу (WNIC) для ноутбука[1].

Параметри технологій для мікростільникових базових станцій[1].

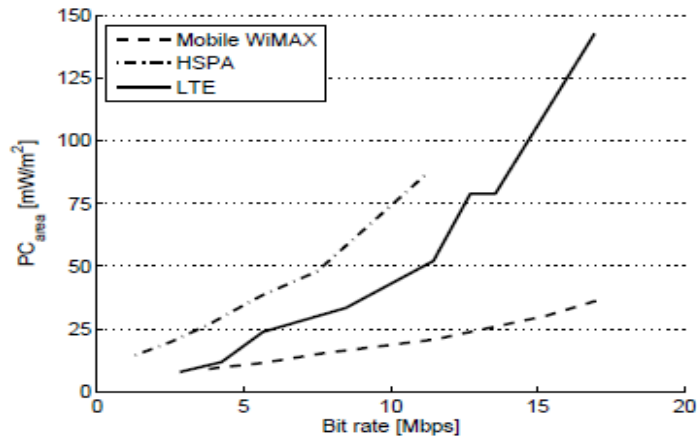


Рис.2. Потужність споживання PCarea за критій площі в залежності від швидкості передачі даних (в Мбіт).

Загалом, рис. 2 показує, що кожна технологія стає менш енергоефективною для більш високих швидкостей передачі даних, як площа збільшується для збільшення швидкості передачі бітів. Чим вище бітрейт, тим вище відношення сигнал-шум. Крім того, більш високий SNR відповідає з меншим діапазоном для того ж потужність Rel, що призводить до більш високого значення для PCarea і, таким чином, більш низьку ефективність використання енергії.

Мікростільникова базова станція споживає близько 376.6W для кожної технології (табл. 1). Однак діапазон R відрізняється між розглянутих технологій. Для бітової швидкості 10 Мбіт, R дорівнює 76,0 м, 37,0 м і 48,0 м для мобільного WiMAX, HSPA і LTE відповідно. Чим вище R для тих же самих результатів Rel в нижчій PCarea і, отже, в більш високій ефективності використання енергії.

Рис.2 показує, що мобільний WiMAX є найбільш енергетично ефективна технологія для швидкості передачі даних вище, ніж 3,8 Мбіт (низька PCarea 20,8 мВт/м² зі швидкістю 10 Мбіт в порівнянні з 87,6 мВт/м² і 52,0 мВт/м² для HSPA і LTE відповідно). Для швидкостей передачі бітів, що розглядаються, Mobile WiMAX працює краще, ніж HSPA і LTE в зв'язку з його більш високим коефіцієнтом посилення антени як на базовій станції і мобільною станцією (табл.2). Крім того, мобільний WiMAX має більш високу ефективну вхідну потужність антени, ніж HSPA.

Швидкості передачі бітів між 2,8 Мбіт і 3,8 Мбіт підтримуються тільки HSPA і LTE. У цьому випадку, LTE є найбільш енергоефективним за рахунок більш високого Pch Tx (PCarea 2,8 мВт/м² у порівнянні з 19,7 мВт/м² для швидкості передачі даних 2,8 Мбіт). Бітові швидкості нижче 2,8 Мбіт підтримуються тільки HSPA (PCarea = 14,5 мВт/м² протягом 1,3 Мбіт)[1].

Література

1. Modelling the Energy Efficiency of Microcell Base Stations/ Margot Deruyck, Emmeric Tanghe, Wout Joseph and Luc Martens// ENERGY – 2011, 6 ст.