

МЕТОД РОЗМІЩЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ В МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ

Гуськов П.О., Бак Р.І.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

E-mail: p.huskov@gmail.com, bak_roman@yahoo.com

The Method of Base Stations Allocation in 5G Mobile Networks

The method of radio access network structure optimization that aims to support different subscribers spacial distribution is represented. It's shown that according to current load conditions partial BS excluding doesn't cause additional depravation of quality parameters.

Для мобільних мережі п'ятого покоління характерне використання частот в міліметровому діапазоні та щільне розташування базових станцій. Дослідження показують, що 80% користувачів концентруються на 20% радіопокриття. Відповідно, доцільним є впровадження малих комірок, оскільки розміщення базових станцій ближче до користувача знижує наскрізну (end-to-end) затримку та підвищує кількість доступних ресурсів для окремого користувача [1].

Використання малих комірок дозволить проводити оптимізацію радіопокриття. При цьому основним завданням є мінімізація кількості макро- і мікро- БС (базові станції) в мережі при задоволенні наступних обмежень:

- 1) Для усіх користувачів повинні задовольнятися вимоги по SINR.
- 2) Всі користувачі повинні отримувати потужність сигналу, що перевищує заданий пороговий рівень.
- 3) Користувач k може обслуговуватись БС i , тільки якщо БС i є активною в даний момент.
- 4) Кожен користувач може обслуговуватись як мінімум однією БС.
- 5) Кожна БС може обслуговувати певну кількість користувачів на основі доступних піднесучих і типу обслуговуючої БС (макро-, мікро-).

Підхід до вирішення задачі розміщення базових станцій заснований на послідовному виключенні базових станцій [2]. Запропонований метод оптимізує кількість і розташування базових станцій у мережі і виводить набір базових станцій.

Розрахунок відстані між користувачами і БС базується на основі зваженого розбиття Вороного, в якій враховується розподіл потужності для макро і мікро БС [3]. Призначення обслуговуючих БС до окремих користувачів відбувається шляхом розрахунку зваженої відстані між вибраним користувачем і усіма БС в мережі [4]. Алгоритм складається з шести основних кроків.

Крок 1. Вилучення БС i з мережі. Створення зваженого розбиття Вороного та розрахунок відстаней між усіма взаємодіючими БС після вилучення БС i .

Крок 2. Перевірка вимог щодо SINR для усіх користувачів в мережі.

Крок 3. Перевірка кількості користувачів, що обслуговуються кожною з БС i та порівняння з гранично допустимими значеннями для базових станцій макро- та мікрорівнів.

Крок 4. Перевірка вимог прийнятої потужності для кожного користувача.

Крок 5. Розміщення базової станції. Якщо існує певна кількість користувачів, що за поточних умов залишаються поза межами обслуговування (не відповідність вимогам SINR або прийнятого рівня потужності), тоді БС i належить до незмінного масиву I .

В іншому випадку, БС i належить до доступного масиву F . Тоді, обчислюється SINR у всій мережі. F відображає доступний набір базових станцій, що можуть бути вилучені без перевищення цільової імовірності знаходження користувача поза межами обслуговування. I відображає недоступний до вилучення набір базових станцій.

Крок 6. Якщо $F \neq 0$, БС з вищим значенням SINR повинна бути вилучена з мережі, а доступна множина БС зменшується на одиницю. В іншому випадку алгоритм завершує свою роботу, адже ні одна з БС не може бути вилучена з мережі без втрат. Ці кроки повторюються допоки ні одна з БС не зможе бути вилученою з мережі без спричинення втрат обслуговування.

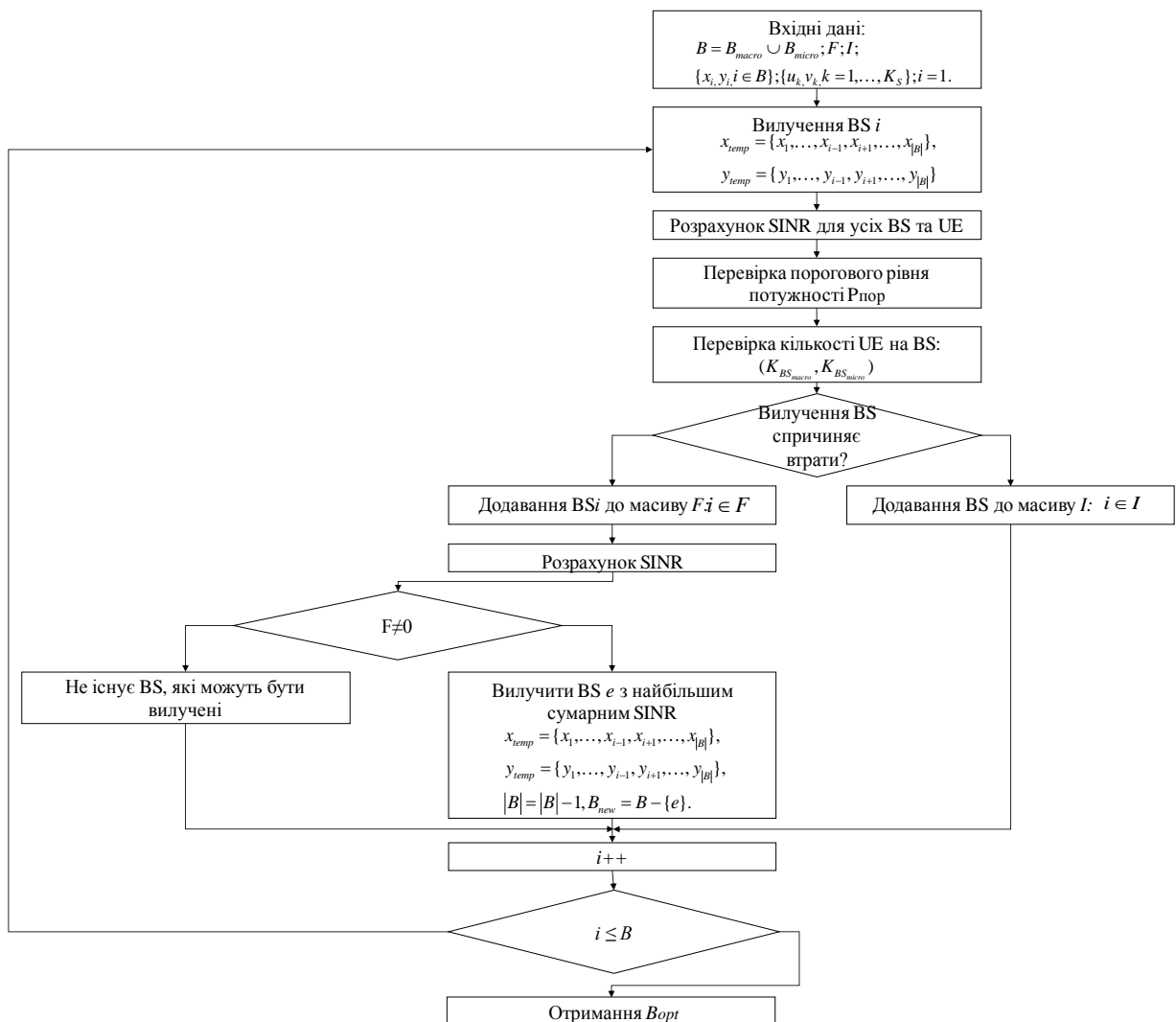


Рис.1. Блок-схема алгоритму розміщення базових станцій.

Модель мережі радіодоступу складається з множини базових станцій, що сформована з базових станцій макро- та мікро- рівнів. Макро- та мікро- БС

розподіляються по території випадковим чином з різними рівнями потужності. Області концентрованого користувацького навантаження накладаються поверх рівномірного розподілу користувачів. Для наявних в даний момент активних користувачів необхідно знайти мінімально необхідну кількість базових станцій, що забезпечує вимоги щодо радіопокриття та ємності. Приймаємо, що інтерференція залежить лише від міжкоміркової інтерференції, так як піднесучі є ортогональними в комірках в мережі, що базується на OFDMA (припускаємо ідеальну ортогональність). Для обслуговуваного UE необхідно, щоб рівень $SINR$ не перевищував деякого порогового значення $SINR_{thr}$ [5]. Вираз для $SINR$ може бути записаний наступним чином:

$$SINR_k = \frac{P_{k,b(k)}}{\sigma^2 + \sum_{i=1, i \neq b(k)}^{N_B} c_i P_{k,i}} \geq SINR_{thr}, \quad (1)$$

де c_i відображає, яка БС_{*i*} активна в даний момент. Сума $\sum_{i=1, i \neq b(k)}^{N_B} c_i P_{k,i}$ представляє інтерференційну потужність, отриману від сусідніх БС терміналом UE_{*k*}.

Результати моделювання показують, що для більшості сценаріїв навантаження запропонований алгоритм дає змогу вилучити близько 40 % від загальної кількості БС при збереженні гарантованої якості обслуговування. Як правило, зони з високою щільністю користувацького навантаження покриваються великою кількістю малих комірок для забезпечення QoS.

Частка відключених користувачів (не обслуговуються ні одною БС) є 1.5%, а середня потужність прийнятого сигналу на одного користувача становить - 73.2 дБм. Обидва значення знаходяться в допустимих межах.

Отримані результати характеризують основні особливості мобільних мереж наступного покоління. Малі комірки широко застосовуються для забезпечення ємності при високій концентрації користувачів, в той час як впровадження макрокомірок дає змогу покрити області з низькою щільністю користувачів.

Література

1. Huskov P.O., A Survey on Cloud Radio Access Networks Deployment Strategies / Huskov P.O., Klymash M.M // Advanced Information and Communication Technologies-2015 Lviv, October 29 – November 1, 2015), 2015, p.20-23.
2. E. Oh, K. Son, and B. Krishnamachari, "Dynamic Base Station Switching-On/Off Strategies for Green Cellular Networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 12, no. 5, pp. 2126–2136, May 2013.
3. J. S. Ferenc and Z. Neda, "On the size distribution of Poisson Voronoicells," Physica A, vol. 385, no. 2, pp. 518–526, Nov. 2007.
4. Бак Р.І. Метод балансування абонентського навантаження мережі коміркового зв'язку / Бак Р.І., Чайковський І.Б., Бурачок Р.А. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації. – 2013. № 766. С. 110-115.
5. Яремко О.М. Метод адаптивного розподілення потужності в мобільній мережі при варіації абонентського навантаження / О.М. Яремко, Т.А. Максим'юк, Р.І. Бак // Національна академія наук України. Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. Збірник наукових праць. – Київ, 2012. Вип. 66. – С. 137-143.