

## **АЛГОРИТМ РОЗМІЩЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ МАСШТАБНИХ ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖ LTE**

**Хлівний Д.Ю., Кравчук С.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. І. Сікорського, Україна*

*E-mail: dkhlivniy@gmail.com*

### **Base Station Placement Algorithm for Large-Scale LTE Heterogeneous Networks**

D.Yu. Khlivniy, S.O. Kravchuk

In this paper represents new evolutionary algorithm for optimal base station grouping and deployment, which help us to overcome modern problems with interference in urban area and optimize their network characteristics , including throughput .

На даний час продовжується значне зростання мобільного трафіку, особливо в умовах міст, що змушує операторів розгортати ще більше нових базових станцій (безпроводових точок доступу) і підвищувати тим самим, матеріальні затрати на розгортання стандартних макростільників із зростанням інтерференції. Такий підхід є малоефективним та недоцільним в реаліях сучасного структурованого суспільства, яке постійно розвивається та потребує для свого обслуговування інформаційних каналів із підтримкою заданої якості.

Останнім часом розробки щодо оптимального розміщення базових станцій (БС) є певним випробуванням для задач оптимізації мобільної мережі. Алгоритми, що використовувалися раніше для оптимального розгортання стільників, вже застаріли та не дають можливості максимізувати пропускну здатність мережі [1, 2].

Значні проблем виникають при встановленні БС в умовах міста, де на малій площі є велике скупчення (густина) людей та високоповерхових забудов. Оптимальним рішенням в даній ситуації є доповнення вже існуючих макростільників новими мікростільниками, які будуть розміщуватися локально в місцях великого навантаження (використання трафіку), та матимуть малі вихідні потужності передачі для мінімізації проблем інтерференції в певній локації. Наступним кроком буде повне згортання макростільників та їх заміна множиною мікростільників. З даного твердження впливає інша проблема – ефективне групування БС між собою, оскільки даний підхід суттєво збільшує кількість стільників, що при їх

незапланованому розгортанню може викликати погіршення характеристик усієї мережі.

Тому для вирішення зазначених проблем оптимізації розгортання БС стає актуальною розробка нового підходу, який дозволить розширити можливості операторів щодо розгортання нових БС, мінімізувати інтерференцію і при цьому реалізувати максимально можливе значення пропускної здатності. В цьому сенсі, головною метою даної роботи є розробка методу, що призначений для вирішення вище зазначеної проблеми, шляхом використання спеціального еволюційного алгоритму, та проведення аналізу отриманих результатів моделювання сценарію безпроводової мережі із задіянням такого алгоритму

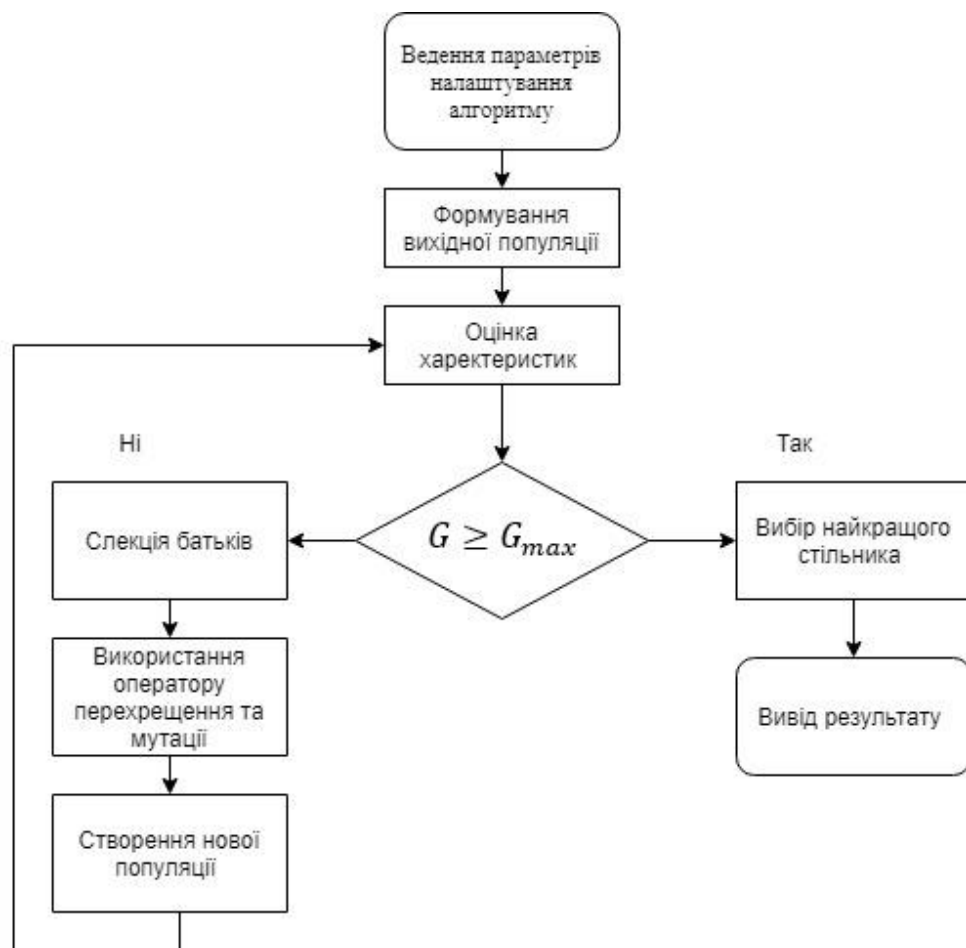


Рис. 1.  $G$  – номер теперішнього покоління;  $G_{max}$ -максимальне число поколінь, що було задане на початку роботи алгоритму [4].

Алгоритм, що запропоновано в даній роботі, є одним із можливих варіантів вирішення проблеми, що наведена вище. Сама сутність такого алгоритму полягає в групуванні БС, яке може бути поділене на наступні кроки: оцінка характеристик представлених БС; вибірка БС за знайденими

характеристиками; використання оператора схрещування; використання оператора мутації. Така послідовність дій дає можливість ефективного групування БС в популяції. Робота алгоритму представлена на схемі, що наведена на рис. 1.

В результаті маніпуляцій з БС, які наведені в схемі на рис. 1, отримуємо результат групування БС, який в свою чергу, дозволяє підвищити показники мережі, та не допустити виникнення надлишкової інтерференції.

В результаті симуляції показано, що даний алгоритм групування та розгортання БС в залежності від сценарію розташування користувачів, демонструє більші значення пропускну здатності ніж стандартні алгоритми. Також, в порівнянні з ними даний алгоритм показує результат, який в деяких випадка суттєво підвищує характеристики самої мережі. Результати, отримані в результаті симуляції, продемонстрували, що представлений алгоритм мінімізує вплив інтерференції на мережу та одночасно максимізує її пропускну здатність.

Таким чином, алгоритм, що запропоновано, дозволяє вирішити проблему високого нарощування використання трафіку в умовах міста, та в свою чергу дає можливість оптимізувати процес розгортання нових БС без значного підвищення інтерференції в мережі в цілому. Також, він є більш оптимальним із затратної точки зору, оскільки не передбачає розвертання великої кількості базових станцій, а фокусується на підтриманні якості вже наявної мережі, або на нарощуванні нових мікростільників.

## Література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.: Наукова думка, 2017.
2. Lee, S., Lee, S., Kim, K., & Kim, Y. H. Base station placement algorithm for large-scale LTE heterogeneous networks. *PloS one*, 10(10), (2015).
3. Cortinhal M.J., Captivo M.E. Genetic algorithms for the single source capacitated location problem: a computational study // *Proceedings of 4th Metaheuristics International conference, Porto, Portugal, 2001*. М Р. 355М359.
4. Єрмолаєв С.Ю. Оптимальне розміщення базових станцій // *TELECOMMUNICATION SCIENCES VOLUME JULY– DECEMBER 2010* с. 32.