

## МОДИФІКОВАНА ПРОЦЕДУРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ХЕНДОВЕРУ В БЕЗПРОВІДНИХ ГЕТЕРОГЕННИХ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

**Вождай П. С., Курдеча В.В.**

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

*E-mail: vogday@i.ua*

### **Modified vertical handover algorithm in heterogeneous mobile networks**

The analysis of vertical handover procedures and algorithms for its implementation in heterogeneous wireless networks was carried out. The conclusion of urgency modifying the above procedure was done.

На сьогоднішній день технології мобільного бездротового зв'язку розвиваються в напрямку гетерогенних мереж. Мобільні термінали мають забезпечувати плавну передачу з'єднання з однієї мережі в іншу. У той же час, безперервне збільшення споживання потужності терміналу призвело до постійного скорочення терміну служби його батареї. З цією метою, вибір мережі, грає ключову роль в тому, як звести до мінімуму споживання енергії, і тим самим продовжити термін служби терміналу. До сих пір, термінали вибрати мережу, яка забезпечує найвищу потужність сигналу[1]. Проте, було доведено, що це рішення не забезпечує найвищі показники енергоефективності. Зростаючі потреби користувачів до мереж покриття та якості обслуговування (QoS) вимагають забезпечення доступу до різноманітних послуг у будь-який час в будь-якому місці. Очікується, що гетерогенні мережі, будуть відігравати ключову роль в бездротовому зв'язку. Ці мережі формуються з різних накладених один на одного технологій радіодоступу. Таке рішення дозволяє приймати більшу кількість користувачів, ніж звичайні мережі, забезпечуючи кращу якість обслуговування, в той час як задовольняє потреби користувачів [2]. З іншого боку, збільшення споживаної потужності струму терміналів вимагає енергоефективних рішень, які будуть також брати до уваги мобільність користувача.

Запропонований алгоритм хендоверу приймає рішення на основі потужності, споживаної досліджуваним терміналом і пропускної здатності, якої він може досягти при підключенні до конкретної мережі з метою максимізації своєї енергетичної ефективності. Для того щоб оцінити загальну енергоефективність вздовж усього шляху, всі позиції досліджуваного терміналу, мережі обслуговування та каналні умови повинні бути відомі заздалегідь. Очевидно, це вимагає передбачення майбутніх умов, а саме переміщення терміналу, що в цілому спрогнозувати неможливо. Тому, в даному алгоритмі буде прийнято рішення відповідно до інформації, зібраної в минулому. Можна розглянути всю попередню інформацію про передані біти інформації і споживану енергію з відправної точки. Ця точка може бути початком шляху терміналу, або миттю коли термінал почав своє функціонування. Однак цей варіант має два недоліки. По-перше, потрібно

великий об'єм пам'яті, якщо відлік переданих біт і споживана терміналом енергія, визначалися з самого початку. По-друге, рішення буде відкладено через велику кількість інформації, яка буде зібрана.

Далі пропонується вікно розміром  $N$ , що являє собою кількість відліків енергоефективності  $EE_N$  [3]. Також, нові виміри повідомлюються кожен період часу  $T_{meas}$ . Спочатку розраховується  $EE_N$  (1). Для цього необхідна інформація про передані біти і енергію, споживану терміналом протягом останніх  $N$  тимчасових інтервалів, з  $(t - N \cdot T_{meas})$  до  $t$ , де  $t$  поточний час. Крім того, оцінка переданих бітів і енергія, споживана протягом наступного  $T_{meas}$  позначаються  $Bits_{t+1}$  і  $E_{t+1}$  відповідно. Зверніть увагу, що  $EE_{Ni}$  розраховується кожні  $T_{meas}$  для кожного доступної мережі в конкретний момент часу. Якщо розглядається не поточна мережа обслуговування то в загальну формулу слід включити додаткові витрати енергії для виконання хендоверу  $\Delta_{HO}$ .

$$EE_N = \frac{Bits_{t-N} + \dots + Bits_t + Bits_{t+1}}{E_{t-N} + \dots + E_t + E_{t+1} + \Delta_{HO}} \quad (1)$$

Після обчислення  $EE_{Ni}$  для кожної доступної мережі  $i$  приймається рішення про хендовер. Якщо є мережа, яка забезпечує кращий показник  $EE_N$ , ніж поточна обслуговуюча мережа виконується процедура вертикального хендоверу. Якщо мережа забезпечує такий же  $EE_N$ , який був попередньо, рішення приймається на основі визначених факторів (рис. 1).

Розмір вікна  $N$  вибирається таким, щоб мати змогу подолати зміни в каналі передачі, такі як затінення і затухання. Важливо відзначити, що зміни в каналі передачі, безпосередньо пов'язана з середовищем в якому перебуває мобільний термінал, а також з його швидкістю. Недоліком такого вікна є затримка на прийняття рішень. Проте цю затримку можна використати у випадках, коли потрібно уникнути "пінг-понг" ефекту і зворотнього хендоверу. Тим не менш, розмір вікна повинен бути обраний належним чином, оскільки, затримка на прийняття рішення може значно знизити енергоефективність. Крім того, розмір вікна повинен бути налаштований на швидкість терміналу. Якщо термінал переміщається на високій швидкості, необхідне коротше вікно, задля забезпечення швидшої передачі з'єднання. І навпаки, якщо швидкість терміналу дуже низька, розмір вікна слід збільшити, що дозволить мінімізувати зміни каналу і уникнути ефекту пінг-понгу. Варто відзначити, що для досягнення оптимальної продуктивності, параметр  $N$  може бути відрегульований динамічно за допомогою інструментів оптимізації та досліджень попередніх змін в каналі.

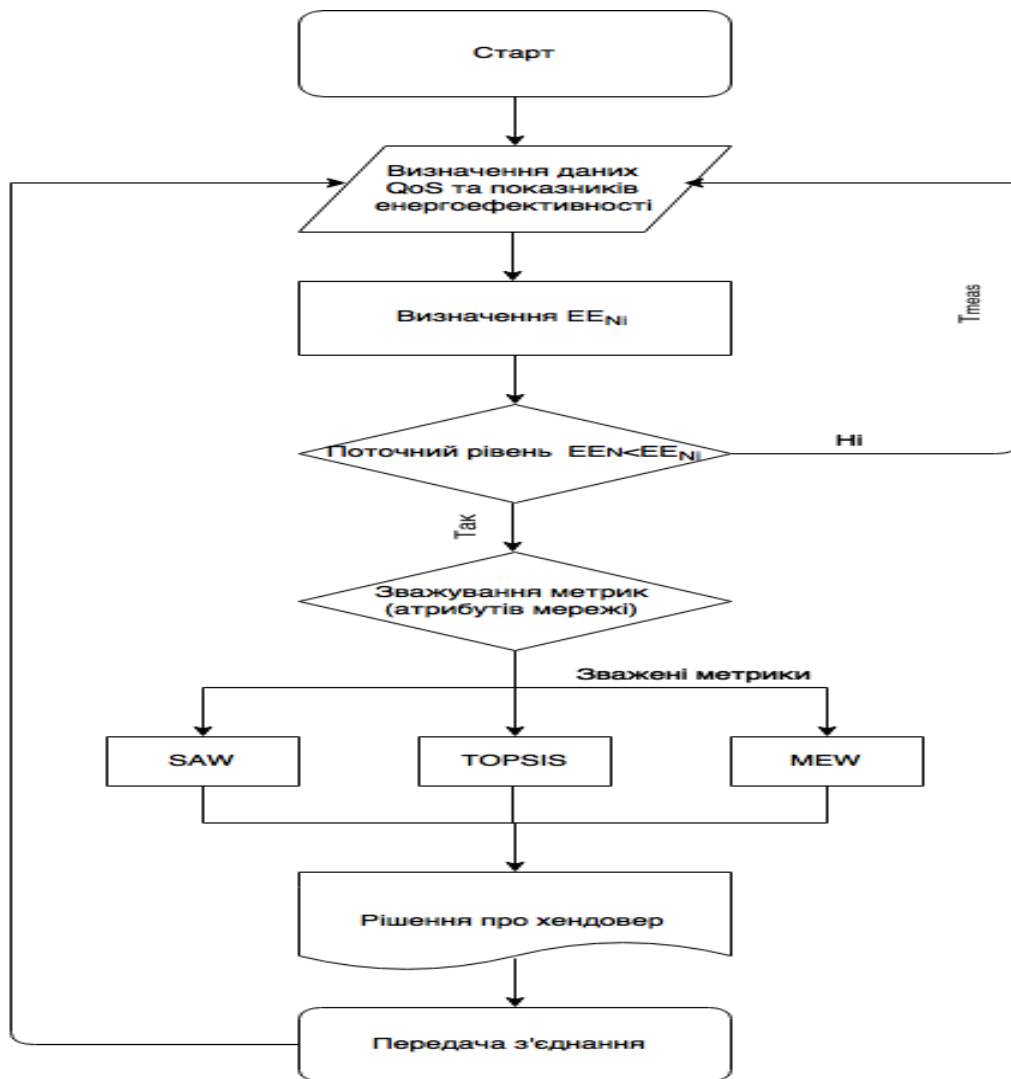


Рис. 1. Модифікована процедура вертикального хендоверу.

В результаті моделювання запропонованої модифікації процедури вертикального хендоверу за рахунок прийняття рішення про хендовер на основі оцінки енергоефективності даного процесу було досягнуто підвищення енергоефективності більш ніж на 8%, та зменшення кількості процедур хендоверу не менш ніж на 15%

### Література

1. E. Stevens-Navarro, Comparison between vertical handoff decision algorithms for heterogeneous wireless networks / E. Stevens-Navarro, S. Wong // IEEE 63rd Vehicular Technology Conference, 2006, pp. 947–951.
2. E. Stevens-Navarro, Comparison between vertical handoff decision algorithms for heterogeneous wireless networks / E. Stevens-Navarro, S. Wong // IEEE 63rd Vehicular Technology Conference, 2006, pp. 947–951.
3. New Radiating Mode in a Cylindrical DRA to Produce Broadside High Gain Radiation/ D. Guha, A. Banerjee, Y. M. Antar // presented at the IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp., Toronto, Canada, 2010, 4 ст.
3. Xavier Pons, An energy efficient vertical handover decision algorithm / Agapi Mesodiakakic, Christophe Gruet, Lirida Naviner, Ferran Adelantado, Luis Alonso, and Christos Verikoukis // Airbus Defence & Space, France, Institut Mines-Tel ecom, Telecom-ParisTech, CNRS, LTCI, France Technical University of Catalonia (UPC).