

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРИСКОРЕННЯ ПЕРЕДАЧІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ МЕРЕЖ БАГАТОПРОЛЬОТНОЇ РЕТРАНСЛЯЦІЇ СТАНДАРТУ IEEE 802.16J

**Рижко А.В., Кравчук С.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна*

*E-mail: ryzhkoandre@gmail.com*

### **Investigation of acceleration handoff for multispan repeater networks IEEE 802.16j**

Broadband wireless access systems, IEEE 802.16, also called WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) were designed for the development of the software package air interface for fixed, portable and mobile wireless systems.

Системи широкосмугового безпроводового доступу стандарту IEEE 802.16 (WiMax) призначені для створення високошвидкісного радіоінтерфейсу для фіксованих, переносних та мобільних систем безпроводового доступу. В таких системах мобільні станції (МС) користувачів можуть надсилати дані прямо до центральної станції (ЦС), або використовувати проміжні ретрансляційні станції (РС) для доступу до ЦС [1].

Розвиток технологій та доступність мобільного зв'язку став однією з причин збільшення кількості абонентів у мережі, що призвело до більших навантажень та необхідності збільшення кількості РС, що в свою чергу призвело до необхідності задіяння більш частішої процедури передачі обслуговування (ПОБ). При переході від однієї БС/РС до іншої, процес передачі обслуговування МС складається з двох фаз:

- 1) фаза вимірювання рівня сигналу прийому (РСП).
- 2) фаза прийняття рішення.

Під час вимірювання, МС сканує найбільш прийнятні сусідні ЦС/РС для здійснення передачі обслуговування шляхом відправки повідомлень Measurement\_REQ (MOB\_SCNREQ) та Measurement\_RSP (MOB\_SCN-RSP). Протягом вимірювання РСП для сусідніх ЦС/РС, МС не може отримувати пакети даних від обслуговуючої ЦС/РС. При збільшенні кількості ЦС та РС, збільшиться кількість сигналів у процедурі сканування. Це призведе до збільшення часу проведення сканування та обслуговування і відповідно вплине на якість послуг прикладних програм, які потребують захисту.

Метою даної роботи є розробка схеми процедури сканування та відповідного алгоритму зі зменшеною кількістю переривань процесу ПОБ. При цьому для роботи алгоритму має бути зменшена кількість інформації, яка потрібна для управління ПОБ, а також повинна бути визначена потенційна траєкторія МС у мережах безпроводового мобільного зв'язку [2].

Запропонований алгоритм визначає потенційну РС за допомогою зміни кута відносно РС, зміни відстані між РС та МС, а також за допомогою визначення швидкості руху МС.

Кінцевий алгоритм можна представити у вигляді функції

$$\omega_{RS_r,t_n} = \frac{\sum_{t=t_0}^{t_n} \alpha_{RS_r,t}}{\sum_{t=t_0}^{t_n} \beta_{RS_r,t}} + \varepsilon_{t_n}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_m$  подано у наступному виразі:

$$\varepsilon_{RS_r,t_n} = \begin{cases} \delta_{MS,t_n} & \text{якщо } \alpha_{RS_r,t_n} > 1 \text{ та } \beta_{RS_r,t_n} < 1, \\ -\delta_{MS,t_n} & \text{якщо } \alpha_{RS_r,t_n} < 1 \text{ та } \beta_{RS_r,t_n} > 1, \\ 0 & \text{якщо } \alpha_{RS_r,t_n} = 1 \text{ та } \beta_{RS_r,t_n} = 1 \end{cases} \quad (2)$$

а  $\alpha_{RS_r,m}$  та  $\beta_{RS_r,m}$  відповідають за визначення зміни кута відносно базової станції та зміни відстані між РС та МС.  $\varepsilon_m$  використовується як параметр швидкості.

Адекватність моделі підтверджена результатами моделювання. Для цього було змодельована ситуація з випадковим напрямком руху МС. Чисельність МС змінювалась від 100 до 500. Затримка повідомлення обчислюється за формулою

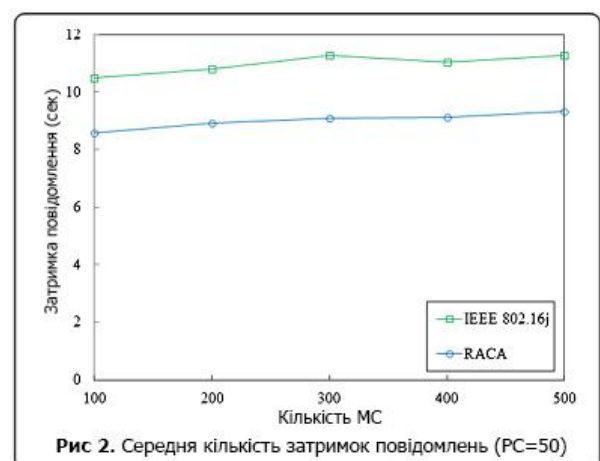
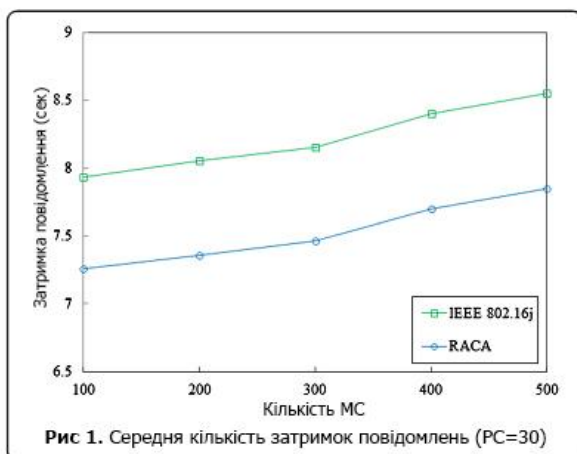
$$Q = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{t=t_s}^{t_l} md_{m,t} \quad (3)$$

де  $md_{m,t}$  - затримка повідомлення за час  $t$ ,  $M$ - кількість МС в системі.

Таким чином, для прискорення процесу ПОБ, а також зменшення переривання передачі, розроблено математичну модель для обслуговування мереж багатопрольотної ретрансляції IEEE 802.16j, отримано алгоритм вибору РС для МС.

У результаті моделювання виявлено, що при середній кількості РС = 30, використовуючи алгоритм RACA (relative angle computing algorithm), затримка зменшується в середньому на 0,7 с. При використанні в середньому 50 РС, за даним алгоритмом, значення затримки зменшується на 2 с [3, 4, 5].

Результати моделювання вказують, що запропонований алгоритм досягає малих затримок сигналів процесу ПОБ та низького рівня затримки повідомлень.



## Література

1. Ilchenko M.E., Kravchuk S.A. Information Telecommunication Broadband Radio Access Systems // J. of Automation and Information Sciences. – 2006. – **38**, Issue 4. – P. 69–77.
2. Ann S., Lee K.G., Kim H.S. A path selection method in IEEE 802.16j mobile multi-hop relay networks // Proceedings of the IEEE Second International Conference on Sensor Technologies and Applications, (Cap Esterel, France, 2008). - P. 808–812.
3. Ge Y., Wen S., Ang Y.-H., Analysis of optimal relay selection in 802.16 multihop relay networks // Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), (Budapest, Hungary). – 2009. - P. 1 -6.
4. Ge Y., Wen S., Ang Y.-H., Optimal relay selection in 802.16j multihop relay vehicular networks // IEEE Trans. Veh. Technol 59. – 2010. – P. 2198-2206.
5. S-S Wang, H-C Yin, Y-H Tsai, S-T Sheu, An effective path selection metric for IEEE 802.16-based multi-hop relay networks, in Proceedings of the IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), (Aveiro, Portugal, 2007), pp. 1051–1056