

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 60 ГГц СТАНДАРТУ IEEE 802.11AD ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

Кравчук С.О., Афанасьєва Л. О.

Інститут телекомунікаційних систем КІІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: liana.afanasyeva@gmail.com

Exploring the possibility of use hardware technology 60 GHz the IEEE 802.11AD for applications in urban development

The development of the millimeter wave range is a promising direction for the development of high-speed mobile broadband radio access systems. The possibility of using 60 GHz hardware technologies of the IEEE 802.11ad standard, which is used indoors, for applications in urban development has been investigated.

Стрімке зростання використання мобільного широкосмугового доступу значно збільшує вимоги до пропускної здатності. Існуючі методи збільшення ємності досягли своїх меж: спектральна ефективність повільно наближається до межі Шеннона, а придбання більшої кількості спектра задовольняє лише обмежений приріст ємності та вимагає високих грошових витрат. Таким чином, щоб забезпечити збільшення пропускної здатності для мобільних додатків, необхідно розглянути нові підходи до доставки безпроводового контенту. [1-2]

Освоєння міліметрового діапазону хвиль є перспективним напрямком для розвитку високошвидкісних мобільних систем широкосмугового радіодоступу. Використання вузьконаправлених променів в міліметрових діапазонах хвиль дозволяє значно зменшити завади, які властиві цим частотам. Смуга 60 ГГц забезпечує 7 ГГц неліцензійного спектра для вимогливих до смуги пропускання мобільних додатків і підтримується стандартом IEEE 802.11ad (в даний час націлений на мультигігабітні безпроводові мережі всередині приміщень), який визначає кілька швидкостей передачі даних від 385 Мбіт/с до 6,76 Гбіт/с [3-5].

Дослідження проводились з використанням випробувального стенду з топологією «точка-точка», розгорнутого в міському середовищі (м. Київ) при наявності прямої видимості без перешкод (дерева і будівлі є серйозними перешкодами для нормальної роботи). Схема радіолінії, що досліджується представлено на рисунку 1. Канал WiGig IEEE 802.11ad складається з пари радіомодулів (безпроводових точок доступу), що можуть працювати в режимах клієнтської контрольної точки (CP- control point) або точки доступу (AP- access point).

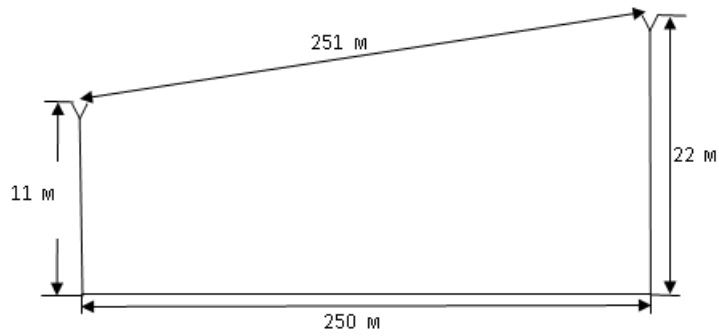


Рис. 1. Схема траси розповсюдження сигналу.

Для подолання загасання і зменшення перешкод радіолінії 60 ГГц використовувалася радіостанція на базі антенних решіток 8x8 для формування променя і концентрації енергії передачі в бажаному напрямку (рис.2). Радіоприймачі з антенними решітками здійснювали спрямовану передачу з використанням електронного керування променем, застосовуючи обробку сигналів в основній смузі частот для регулювання напрямків променя з мінімальною затримкою.

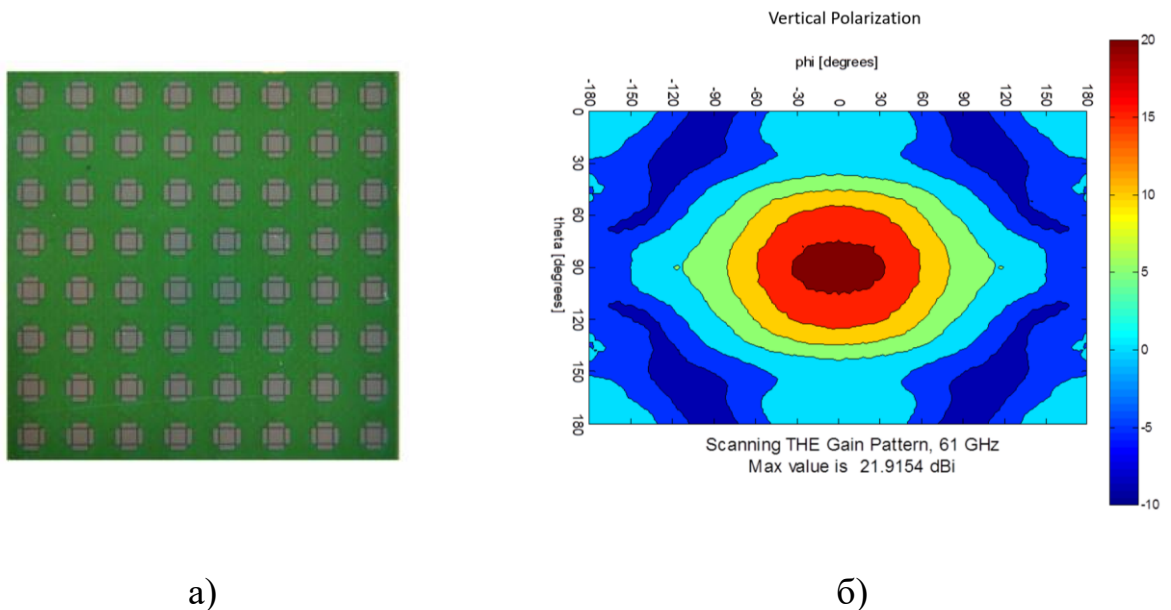


Рис. 2.- Характеристики радіомодуля 60 ГГц:

а) антенна фазована решітка з 64 патч-елементів; б) діаграма спрямованості антени.

При проведенні досліджень було встановлено, що ефективна швидкість передачі даних під час сонячної погоди і при опадах (у вигляді дощу) відповідає показникам близько 700 Мбіт/с при дальності зв'язку 250 м. Це підтверджує, що на відстанях порядку 100+ м радіолінія 60 ГГц досить стійка до погодних умов. Експериментально отримано, що в дощі інтенсивністю

близько 3 мм/год втрати показника рівня сигналу RSSI приблизно 1,5 дБм, що не призводить до значного погіршення зв'язку. Таким чином, зроблено висновок, що точки доступу на базі антенних решіток розміром 8×8 можуть підтримувати діапазон відстаней 100+ м зі швидкістю 700 Мбіт/с навіть в умовах сильного дощу.

Стандарт IEEE 802.11ad для 60 ГГц визначає ряд схем модуляції і кодування для адаптації до різних швидкостей передачі. З огляду на необхідність адаптації до набагато більш динамічного зовнішнього середовища, ніж внутрішні мережі, для яких в даний час призначений стандарт 802.11ad, було визначено, що пропускна здатність UDP трафіку сягає значень близько 800 Мбіт/с з MCS4 і MCS6 для каналів 62640 МГц та 60480 МГц при RSSI - 64 дБм і -65 дБм відповідно.

Виміри показали можливість застосування радіомодулів 60 ГГц стандарту IEEE 802.11ad в мережах 5G. Застосування радіомодулів з частотою 60 ГГц в якості пікосоти на вулицях, дозволять розширити можливості існуючих стільникових мереж і забезпечити збільшення пропускної здатності. Проте, радіолінія 60 ГГц може бути легко заблокована людським тілом враховуючи, що втрати становлять близько 20-50 дБ.

Література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.: Наукова думка, 2017.
2. S. Kravchuk, L.Afanasieva Wireless cooperative relaying without maintaining a direct connection between the source and target receiver terminals// Information and Telecommunication Sciences. – No 2, pp. 5-11, 2019 (DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-2976.22019.5-11>).
3. M. Shafi, A. F. Molisch, P. J. Smith et al., “5G: A tutorial overview of standards, trials, challenges, deployment, and practice,” IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 35, no. 6, pp. 1201–1221, 2017.
4. Y. Niu, Y. Li, D. Jin, L. Su, and A. V. Vasilakos, “A survey of millimeter wave communications for 5G: Opportunities and challenges,” Wireless Netw., vol. 21, no. 8, pp. 2657–2676, Sep. 2014.
5. Kravchuk S., Afanasieva L. "Best" relay selection algorithm for wireless networks with cooperative relaying In: Proceedings of the 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), Odessa, Ukraine, 9–13 September 2019, pp. 1–4. IEEE Conference Publications (2019). 10.1109/UkrMiCo47782.2019.9165410. (IEEE Xplore Digital Library).