

УДК 621.3.006.357

Коляденко Ю.Ю., Лютий А.О.

МОДЕЛЬ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ 6G ЗА УМОВ СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ МІЛІМЕТРОВИХ ТА СУБМІЛІМЕТРОВИХ РАДІОХВИЛЬ

Сучасні системи нового радіо (NR) міліметрового діапазону 5G [1], а також майбутні технології радіодоступу (RAT) терагерцового діапазону (ТГц) 6G [2,3] значною мірою покладатимуться на формування променя для боротьби з надмірними втратами на шляху проходження. Обидві технології радіодоступу націлені на подібний нееластичний трафік, що вимагає великої пропускної здатності, і на них впливають явища блокування.

Розглянемо стадію розгортання систем міліметрових хвиль (ММХ) NR і зосередимося на одній комірці ММХ базової станції (БС) круглої форми з радіусом R_M , (рис. 1), де R_M є таким, що блокування на краю комірки не призводить до відключення. Поряд з ММХ БС знаходиться ТГц БС, що характеризується радіусами покриття $R_{T,1}$ і $R_{T,2}$, де перший радіус такий, що жодні сеанси, які знаходяться всередині $(0, R_{T,1})$, не зазнають відключення у випадку блокування, в той час як сеанси з кільця $(R_{T,1}, R_{T,2})$ можуть зазнати відключення у випадку блокування. Висота БС однакова, h_A . Висота АС - h_U . Смуга пропускання БС ММХ і ТГц - B_M і B_T .

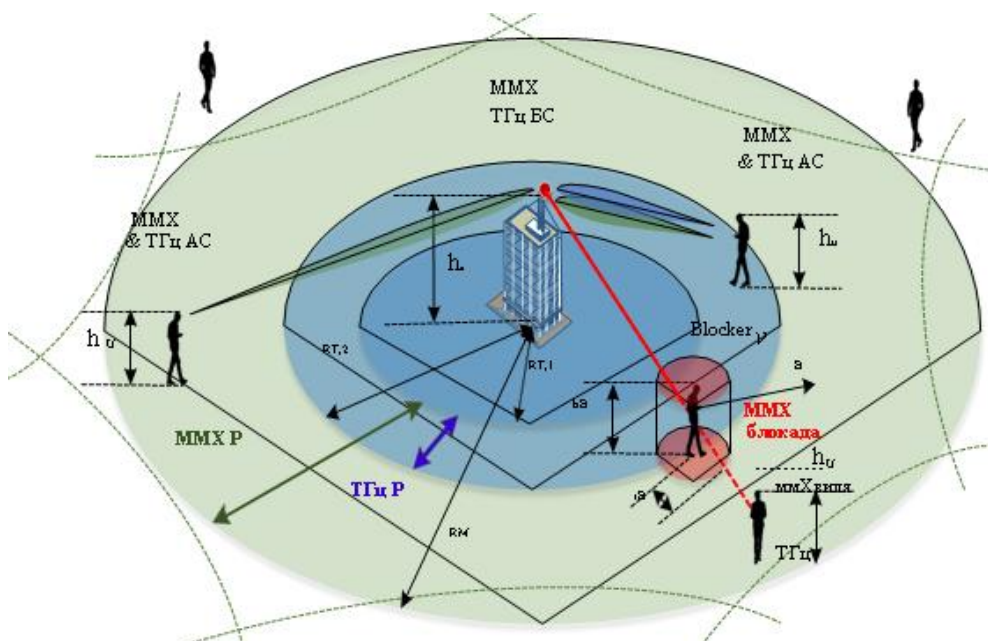


Рисунок 1 - Розгорнута система 6G зі спільним розміщенням БС ММХ/ТГц

Процес надходження сеансів є пуассонівським з інтенсивністю λ_A сес./с m^2 . Вважається, що геометричні місця розташування сеансів рівномірно розподілені в зоні покриття ММХ. Час обслуговування сеансів розподілено за експоненціальним законом з параметрами μ . Кожен сеанс вимагає швидкість передачі даних R_b Мбіт/с.

Передбачається, що всі АС підтримують функцію мультизв'язності [3]. Оскільки основне погіршення продуктивності в розглянутих майбутніх щільних розгортаннях 6G ММХ/ТГц спричиняється динамічним блокуванням людського тіла, розглядаємо дві схеми об'єднання: ММХ (ММХ Р) і ТГц (ТГц Р), (рис. 2).

У першій схемі на ТГц БС приймаються лише ті сеанси, які не зазнають відключення через блокування. Це відповідає колу радіусом $R_{T,1}$ на рис. 1. Решта сеансів надходять до ММХ БС і залишаються там, доки їх обслуговування не буде завершено або сеанс не буде припинено. У схемі, якій надається перевага в ТГц, сеанси, що надходять з кола радіусом $R_{T,2}$, спочатку приймаються в ТГц БС. Ті сеанси, які зазнають відключення з ТГц БС в кільці $(R_{T,1}, R_{T,2})$ тимчасово перенаправляються на ММХ БС і повертаються назад, як тільки блокування з ТГц БС закінчується. У цій схемі більше трафіку спочатку спрямовується на ТГц БС, але частина сеансів може зазнати відключення в результаті блокування.

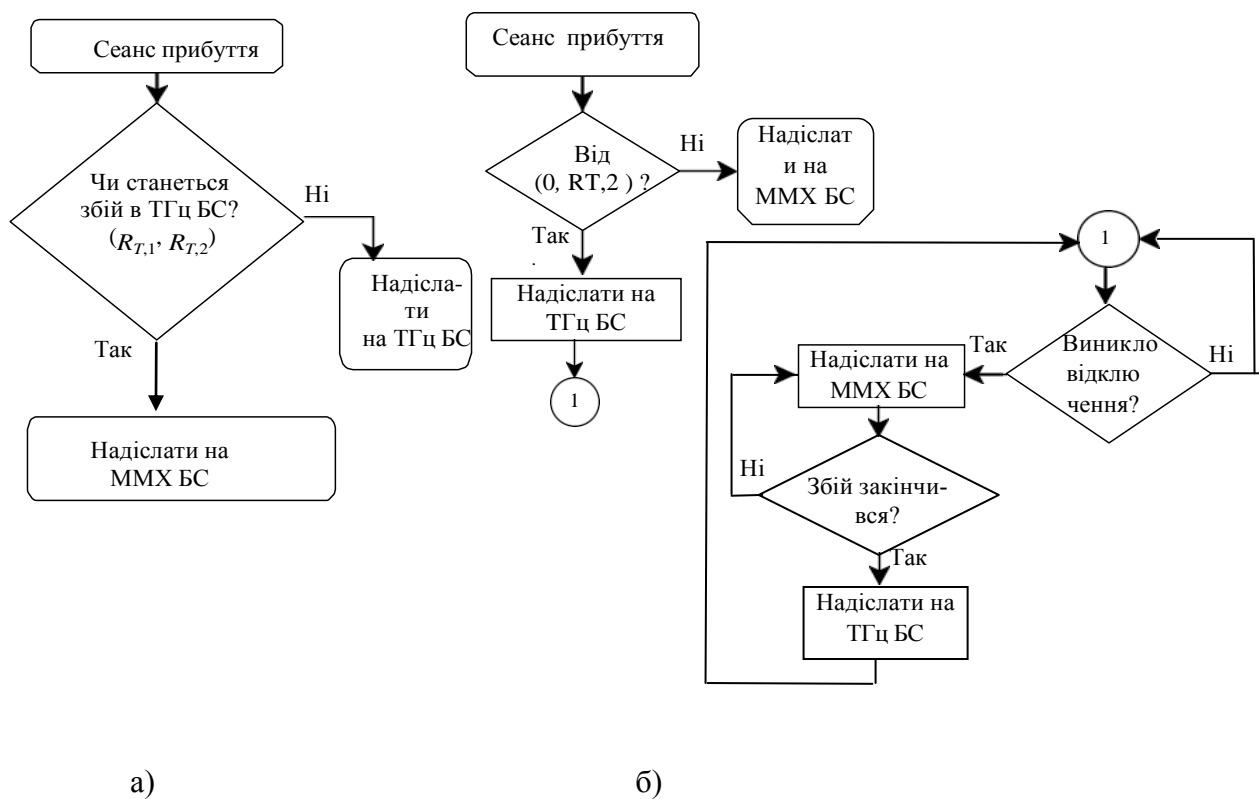


Рисунок 2 - Схема об'єднання: (а) перевага надається ММХ, (б) перевага надається ТГц

Сесія, яка прийнята на обслуговування в ММХ БС, може бути втрачена в результаті переходу в стан блокування. Хоча в цьому випадку не відбувається відключення, кількість ресурсів, необхідних для обслуговування, збільшується через схему модуляції та кодування нижчого порядку. Якщо у ММХ БС немає достатньої кількості ресурсів, сеанс зв'язку обривається. Сеанси, які прийняті в ТГц БС в колі радіусом $R_{T,1}$, ніколи не втрачаються. Однак, у схемі, якій надається перевага в ТГц, сесія, що зазнає блокування на ТГц БС в кільці $(R_{T,1}, R_{T,2})$, може бути втрачена на ММХ БС, якщо немає достатньої кількості ресурсів, щоб тимчасово вивантажити її на ММХ БС.

Список використаних джерел

1. В. Muliar, Y. Koliadenko, M. Moskalets, V. Loshakov and D. Ageyev, "Interaction Model and Phase States at Frequency Resource Allocation in a Grouping of Radio-Electronic

Equipment of 5G Mobile Communication Network," 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 495-501, doi: 10.1109/PICST57299.2022.10238581.

2. Polese, M.; Jornet, J.M.; Melodia, T.; Zorzi, M. Toward end-to-end, full-stack 6G terahertz networks. *IEEE Commun. Mag.* 2020, 58, 48–54.

3. Moltchanov, D.; Samuylov, A.; Lisovskaya, E.; Kovalchukov, R.; Begishev, V.; Sopin, E.; Gaidamaka, Y.; Koucheryavy, Y. Performance Characterization and Traffic Protection in Street Multi-Band Millimeter-Wave and Microwave Deployments. *IEEE Trans. Wir. Comm.* 2022, 21, 163–178.