

УДК 621.396:004.7

НЕОРТОГОНАЛЬНИЙ МНОЖИННИЙ ДОСТУП З АМПЛІТУДНО-ФАЗОВОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ БЕЗ НОСІЙНОЇ

Фесенко А., Іванова О.

e-mail: anton.fesenko@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

The paper presents a promising power division method for use in 5G networks – NOMA-CAP. This method proposes to jointly use power division multiple access (PD-NOMA) and multiband carrierless amplitude phase modulation (multiCAP). The method allows for flexible resource allocation and takes into account the requirements of dynamically changing user density and network capacity.

Сучасний розвиток бездротових технологій рухається в напрямку до шостого покоління мобільних мереж (6G), які мають забезпечити надзвичайно високу швидкість передачі даних, низькі затримки та максимальну ефективність використання радіочастотного спектра. Однією з ключових технологій, що використовується в сучасних мережах 5G і розглядається для впровадження в 6G, є NOMA (Non-Orthogonal Multiple Access) [1, 2]. Ця технологія дозволяє кільком користувачам використовувати ті самі спектральні ресурси одночасно, завдяки принципу суперпозиції сигналів, що значно підвищує пропускну здатність системи.

Проте з переходом до мереж 6G виникають нові виклики, щодо оптимізації спектральної ефективності, що вимагає пошуку ефективних підходів до формування та розподілу спектру. Основна проблема полягає в необхідності збалансувати високу пропускну здатність із мінімізацією завад та інтерференції, що є критичними факторами в умовах великої кількості підключень і високої щільності трафіку.

Розглянемо метод, нещодавно запропонований для використання в мережах 5G – NOMA-CAP (CAP – carrierless amplitude phase modulation). У цьому методі пропонується спільно використовувати множинний доступ з поділом по потужності (PD-NOMA) та багаточастотну амплітудно-фазову модуляцію без носійної (multiband carrierless amplitude phase modulation, multiCAP) [2-4]. Метод дозволяє гнучко розподіляти ресурси і враховувати вимоги щільності користувачів, що динамічно змінюється.

Завдяки multiCAP можна досягти високої спектральної ефективності і зниження обмежень смуги пропускання та зниження складності реалізації прийомо-передавача. Перш ніж розглянути блок-схему multiCAP, зробимо коротке пояснення CAP. CAP має деякі подібності з QAM. Обидва здатні передавати паралельно два потоки даних. Однак головна відмінність полягає в тому, що на відміну від QAM, CAP не покладається на носійну. CAP використовує фільтри ортогональних форм сигналів для розділення різних

потоків даних. Це робить приймачі CAP простішими, ніж приймачі QAM, що дозволяє досягти тих же спектральних характеристик та ефективності. Принцип роботи CAP системи наведено на рис. 1. А те, як форми сигналів поділяються, на рис. 2.



Рисунок 1 – Принцип роботи CAP системи

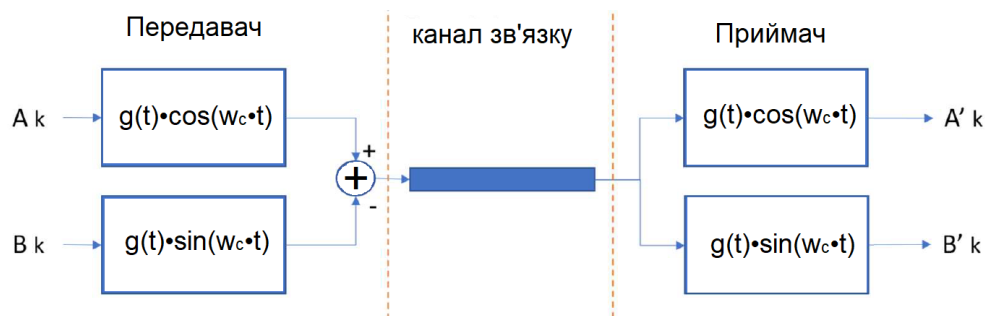


Рисунок 2 – Ортогональні фільтри CAP і те, як вони розділяють сигнали

Здатність використовувати аналогові фільтри для генерації сигналу CAP є однією з найбільш привабливих особливостей, що дозволяє знизити енергоспоживання. Однак практична реалізація широкосмугових аналогових фільтрів з лінійною та ортогональною фазовою характеристикою є дуже складним завданням. Ось чому було запропоновано багатосмуговий підхід до CAP – MultiCAP, де сигнал CAP ділиться на піддіапазони. Таким чином, переваги CAP, такі як його проста реалізація та більш низьке відношення пікової потужності до середньої, поєднуються з перевагами багатотональної дискретної передачі (DMT, Discrete multitone transmission) [4]. Принцип роботи MultiCAP наведено на рисунку 3.

Поєднання PD-NOMA і multiCAP дозволяє виконувати динамічний розподіл ресурсів. Наприклад, у сценарії розподілу користувачів з низькою щільністю, користувачі можуть використовувати всі діапазони multiCAP одночасно, поки їх дані мультиплексується NOMA. Якщо кількість користувачів збільшується, мультиплексування NOMA може застосовуватися незалежно до кожного діапазону multiCAP і діапазони можуть бути призначені різним групам користувачів. Це забезпечує гнучкий розподіл ємності RAN (Radio Access Network, мережа радіодоступу) між багатьма користувачами та значною мірою дозволяє уникнути блокування нових користувачів (рис. 4).

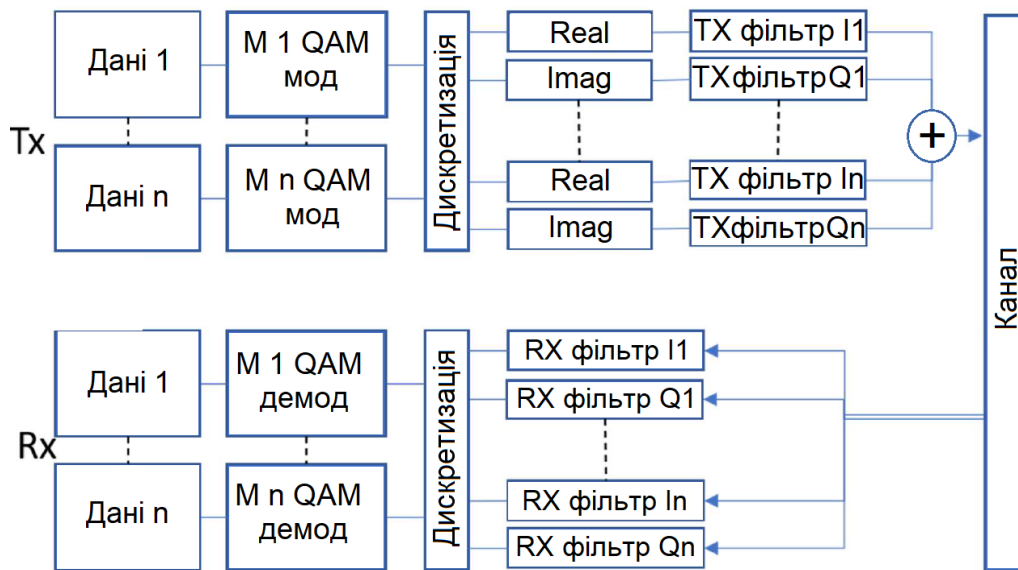


Рисунок 3 – Принцип роботи MultiCAP системи

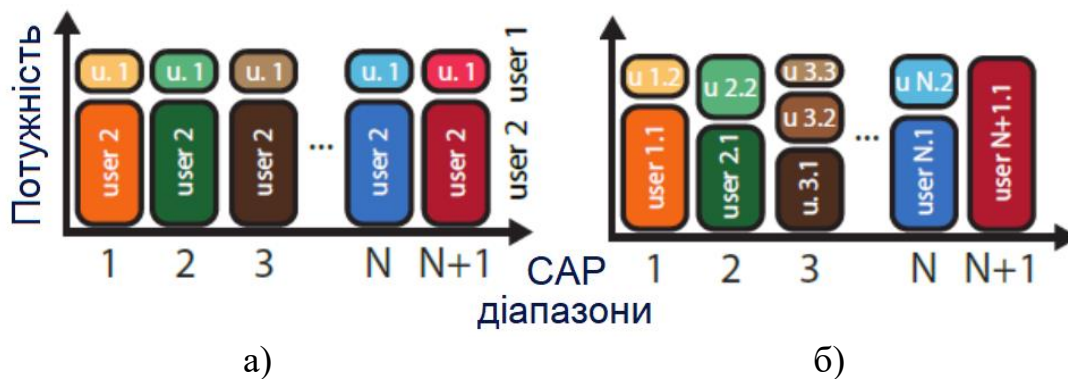


Рисунок 4 – Мультиплексування PD-NOMA та multiCAP: а) мультиплексування двох користувачів з використанням усіх піддіапазонів multiCAP; б) мультиплексування великої кількості користувачів

Список використаних джерел. 1. Power-domain non-orthogonal multiple access (NOMA) in 5G systems: Potentials and challenges / SM Riazul Islam, Nurilla Avazov, Octavia A Dobre, Kyung-Sup Kwak // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2016. – Vol. 19, no. 2. – P. 721–742. 2. Power Domain Non Orthogonal Multiple Access: A Review / Aiman Kassir, Rudzidatul Akmam Dziyauddin, Hazilah Mad Kaidi, Mohd Azri Mohd Izhar // 2018 2nd International Conference on Telematics and Future Generation Networks (TAFGEN) / IEEE. – 2018. – P. 66–71. 3. Abusabah Ayman T, Arslan Huseyin. NOMA for multinumerology OFDM systems // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1–9. 4. Nonorthogonal multiple access and carrierless amplitude phase modulation for flexible multiuser provisioning in 5G mobile networks / Jose Antonio Altabas, Simon Rommel, Rafael Puerta et al. // Journal of Lightwave Technology. – 2017. – Vol. 35, no. 24. – P. 5456–5463.