

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:**  
**ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

18 грудня 2025 року



**Полтава 2025**

УДК 621.396.67:004.7:004.89

*С.В. Мигаль, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО КЕРОВАНІ МЕРЕЖІ РАДІОДОСТУПУ 6G НА ОСНОВІ SDN ТА ГЕТЕРОГЕННИХ АРХІТЕКТУР**

**Вступ.** Стрімкий розвиток бездротових технологій зв'язку зумовлює необхідність переходу до мереж шостого покоління (6G), які мають забезпечити функціонування принципово нових сервісів і застосунків. До таких застосунків належать автономні транспортні системи, тактильний інтернет, телемедицина реального часу, індустриальна автоматизація та масові кіберфізичні системи. У цьому контексті особливого значення набуває проєктування мереж радіодоступу (RAN) 6G, оскільки саме цей рівень безпосередньо визначає показники пропускної здатності, затримки, надійності та енергоефективності всієї системи зв'язку. Незважаючи на те, що стандарти 6G на етапі формування, уже сьогодні визначено основні напрями досліджень і технологічні підходи, які мають стати основою майбутніх мереж [1].

**Ключові аспекти проєктування 6G.** Одним з визначальних факторів розвитку 6G є використання значно ширших спектральних ресурсів. Передбачається активне залучення субтерагерцових і терагерцових частотних діапазонів, що дозволить досягати швидкостей передавання даних до рівня терабіт за секунду. Водночас робота в таких діапазонах потребує розроблення нових методів управління спектром, зокрема динамічного поділу спектру, агрегації несучих і високоточних алгоритмів формування променя.

Важливу роль у 6G відіграватимуть технології Massive MIMO та адаптивного формування променя. Застосування великих антенних решіток на базових станціях і користувацьких пристроях забезпечує просторове мультиплексування та значне підвищення спектральної ефективності. У поєднанні з інтелектуальними алгоритмами керування променями це дозволяє зменшувати рівень завад, підвищувати якість сигналу та ефективно обслуговувати велику кількість користувачів у щільних міських середовищах.

Ще одним характерним напрямом розвитку є впровадження надщільних мереж радіодоступу. Для розв'язання цих проблем у мережах 6G передбачається застосування динамічного об'єднання базових станцій, кооперативної передачі та централізованого інтелектуального управління.

**Гетерогенні та інтелектуальні мережі.** Мережі радіодоступу 6G будуть гетерогенними за своєю природою та поєднуватимуть наземні, супутникові та повітряні сегменти зв'язку. Така інтеграція забезпечить

тривимірне покриття та безперервне підключення користувачів незалежно від їх місцезнаходження. Проектування гетерогенних 6G потребує розроблення нових протоколів і алгоритмів для безшовного перемикавання між різними технологіями доступу, ефективної маршрутизації трафіку та оптимального вибору мережі.

Особливе місце в архітектурі 6G займають інтелектуальні та адаптивні механізми управління. Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання розглядаються як базовий інструмент для проактивної оптимізації мережі, прогнозування навантажень, динамічного розподілу ресурсів і самовідновлення у разі відмов. Це дозволяє мережі адаптуватися до змінних умов експлуатації та забезпечувати індивідуалізовані сервіси з урахуванням вимог застосунків [2].

**Наземна мережа та ядро 6G.** Наземна мережа є центральним елементом багаторівневої архітектури 6G та забезпечує обробку і маршрутизацію трафіку від усіх рівнів системи. Її структура включає мережу радіодоступу та ядро мережі, яке будується на основі парадигм SDN і NFV. Програмованість мережі дозволяє динамічно конфігурувати ресурси та сервіси відповідно до поточних вимог трафіку.

Застосування віртуалізації мережних функцій і оркестрації забезпечує гнучкість, масштабованість та ефективне використання обчислювальних ресурсів. Сервіс-орієнтована архітектура ядра мережі дозволяє формувати мережні зрізи, оптимізовані під конкретні сценарії використання, із гарантованими показниками якості обслуговування.

**Порівняння вимог 5G та 6G.** Порівняльний аналіз мереж 5G і 6G свідчить про суттєве посилення вимог до ключових параметрів. Для 6G передбачається зменшення затримки до рівня 0,1 мс, підвищення швидкості передавання даних до 1 Тбіт/с, збільшення щільності підключень і підтримка мобільності зі швидкостями понад 1000 км/год. Особлива увага приділяється підвищенню енергоефективності, надійності, доступності та безпеки мереж.

**Висновки.** Проектування мереж радіодоступу 6G є комплексним науково-технічним завданням, що потребує поєднання нових радіотехнологій, інтелектуальних методів управління та гнучких архітектурних рішень. Перехід до 6G не лише посилює вимоги, характерні для мереж 5G, а й формує основу для створення високонадійних, адаптивних і енергоефективних систем зв'язку, здатних забезпечити роботу критично важливих сервісів майбутнього.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Ye, F., Li, J., Zhu, P., Wang, D., You, X. *Intelligent Hierarchical NOMA-Based Network Slicing in Cell-Free RAN for 6G Systems. IEEE Transactions on*

*Wireless Communications*. 2024. Vol. 23, is. 5. Pp. 4724–4737. Doi: 10.1109/TWC.2023.3321717

2. Chowdhury, M. Campaign: A Personalized Offloading, Semantic Communication, Latency-aware Resource Slicing and SFC Orchestration for SDN and NFV Empowered 6G Serverless Computing Network. *IAENG International Journal of Computer Science*. 2024. Vol. 51, is. 10. Pp. 1480–1515. URL: <https://www.iaeng.org/journals.html>

**INTELLIGENTLY MANAGED 6G RADIO ACCESS NETWORKS  
BASED ON SDN AND HETEROGENEOUS ARCHITECTURES**

*S. Myhal, postgraduate*

*National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”*