

МЕТОДИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНО- КОНФІГУРОВАНОГО РАДІО У МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ПОКОЛІНЬ

Жуга Ю.С. Москалець М.В.

Кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна.

E-mail: yuriizhuha@nure.ua,
mykola.moskalets@nure.ua

Abstract

Software-Defined Radio (SDR) has shown significant potential in advancing mobile networks for future generations. This research investigates the various methods of implementing SDR in such networks, emphasizing its adaptability and compatibility. It delves into the influence of frequency, sample rate, and signal-to-noise ratio (SNR) on SDR's performance and efficiency.

Розширене використання SDR у 5G та майбутніх 6G мережах

Програмно-конфігуроване радіо (Software-Defined Radio, SDR) стало одним із фундаментальних елементів сучасних та майбутніх мереж мобільного зв'язку. Завдяки високому рівню гнучкості та адаптивності, SDR пропонує мобільним операторам можливість швидко реагувати на зміни у технологічних стандартах і ринкових вимогах, оптимізуючи використання радіочастотного спектру і поліпшуючи якість обслуговування.

Мережі п'ятого покоління (5G) уже суттєво вииграють від впровадження SDR, яке дозволяє операторам забезпечувати високошвидкісний зв'язок, низьку затримку та підтримку широкого спектра послуг. Особливо важливим стає використання SDR при впровадженні мережевих срізів (network slicing), де віртуалізація мережевих ресурсів дозволяє створювати множини віртуальних мереж на базі однієї фізичної інфраструктури.

Для мереж 6G передбачається ще більша інтеграція SDR, зокрема за допомогою використання терагерцевого діапазону, що може забезпечити небувалу швидкість передачі даних. Впровадження таких технологій як масштабоване MIMO (Massive Input, Massive Output) та інтелектуальні відбиваючі поверхні (Intelligent Reflecting Surfaces, IRS) також стануть можливими завдяки гнучкості SDR.

Гнучкість SDR полягає у можливості зміни радіочастотних характеристик, модуляційних схем і мережевих протоколів через програмне оновлення, без фізичного втручання в апаратне забезпечення. Масштабованість, у свою чергу, відсилає до можливості SDR систем швидко масштабувати операції відповідно до зміни попиту та технологічного прогресу.

Іншим важливим аспектом є здатність SDR підтримувати різноманіття стандартів та платформ, сприяючи гармонізації між різними мережевими технологіями. Це не тільки зменшує бар'єри для входження на ринок нових операторів, але й надає кінцевим користувачам більший вибір та кращу якість послуг.

SDR може стати критичним елементом для підтримки масивного розгортання IoT пристроїв, забезпечуючи можливість комунікації у різноманітних спектральних діапазонах із низькою потужністю. Також, SDR сприяє розвитку критичних комунікацій, які вимагають високої надійності та доступності мереж у випадках надзвичайних ситуацій або природних катастроф.

Оскільки SDR відкриває шлях до більш гнучких і програмованих мереж, він також підвищує важливість безпеки. Розробники SDR мають гарантувати, що мережеві системи можуть витримувати зовнішні атаки і внутрішні збої. Використання передових алгоритмів шифрування, постійне оновлення безпекових протоколів і ретельне тестування є життєво необхідними для захисту SDR мереж.

У мережах 5G SDR сприяє розвитку концепції мережевого срізування, де одна фізична мережа може бути розділена на декілька віртуальних мереж, кожна з яких оптимізована для певного типу сервісу. Наприклад, окремий сріз може бути налаштований спеціально для IoT пристроїв, що вимагають низької затримки та довгого часу життя батареї, тоді як інший — для високопродуктивних мобільних послуг, як-от потокове відео високої чіткості.

SDR дозволяє реалізувати різні радіоінтерфейси за допомогою програмного забезпечення, не змінюючи апаратної частини. Це дозволяє виробникам обладнання та операторам мобільного зв'язку бути більш реактивними до змін у стандартах та користувацьких потребах. Така підтримка різних радіоінтерфейсів є особливо важливою, коли індустрія рухається в напрямку стандарту 5G, який об'єднує різні типи мереж і сервісів.

5G мережі розраховані на використання масивних MIMO (Multiple Input Multiple Output) систем, що забезпечують значне підвищення пропускної здатності мережі. SDR ідеально підходить для цього завдання, оскільки дозволяє оперативно реконфігурувати антенні системи для оптимізації сигналу та управління інтерференцією без заміни фізичного обладнання.

У мережах 6G SDR може стати ще важливішим, оскільки очікується, що ці мережі будуть підтримувати широкий спектр частот, від суб-6 ГГц до терагерцового діапазону. Це вимагатиме від радіосистеми великої адаптивності та спроможності оперативно перемикатися між різними діапазонами для підтримки різноманітних застосунків, таких як віртуальна та доповнена реальність, автономні транспортні засоби та надшвидкісний мобільний Інтернет.

Оптимізація ресурсів за допомогою SDR включає в себе ефективне управління спектром, енергозбереження і підвищення загальної продуктивності мережі. Особливо це стає важливим для підтримки IoT пристроїв, які часто працюють на батарейках і повинні мати довгий час служби без заміни або перезарядки.

SDR надає міцний фундамент для багатообіцяючого майбутнього мобільного зв'язку. Надалі це напрямком має потенціал стати красуватим камінем інновацій у створенні гнучких, ефективних та безпечних мереж. І хоча виклики у сфері безпеки і управління ресурсами залишаються серйозними, неперервні дослідження та розробки у цій області обіцяють нові можливості для забезпечення стійкості та високої якості послуг мобільного зв'язку.

Література

1. Лисенко О.Л., Шевченко О.В. "Аналіз можливостей програмно-конфігурованого радіо у мережах 5G", Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування, вип. 70, с. 35–42, 2018.
2. Кравчук С.А., "Методи підвищення ефективності застосування SDR у системах мобільного зв'язку", Науковий вісник Ужгородського університету, № 1(41), с. 85-89, 2017.
3. Петров В.М., "Програмно-конфігуроване радіо як основа для розвитку мереж 5G та 6G", Електроніка та зв'язок, том 24, № 3(102), с. 74-79, 2019.
4. Гончаренко І.В., Богданович В.А., "Перспективи застосування програмно-конфігурованих радіосистем в умовах мобільних мереж", Збірник наукових праць Української академії зв'язку, випуск 1, с. 123-128, 2020.