

## МЕТОД ТА ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ РАДІОМЕРЕЖ

Сучасні бездротові радіомережі є ключовими компонентами телекомунікаційних систем. Вони використовуються у мобільному зв'язку, Інтернеті речей (IoT), військових та промислових системах. Одним із важливих завдань є виявлення та аналіз параметрів радіомереж для забезпечення ефективної роботи та запобігання несанкціонованому доступу. Дана доповідь розглядає методи та програмно-технічні засоби для аналізу радіомереж.

Існує кілька основних методів, які застосовуються для виявлення та аналізу радіомереж:

- спектральний аналіз – визначає частотні характеристики сигналів, використовуючи алгоритми перетворення Фур'є (FFT, STFT, Wavelet);
- методи часової кореляції – дозволяють виявляти повторювані сигнали, що використовуються у цифрових системах зв'язку;
- аналіз рівня потужності сигналу (RSSI) – оцінює силу сигналу у просторі, що може бути корисним для геолокації та визначення меж покриття мережі;
- методи машинного навчання – застосовуються для класифікації типів сигналів, виявлення аномалій та передбачення змін у спектрі;
- когнітивне радіо [1,2] – використовує динамічне управління спектром для адаптації до змін навколишнього радіосередовища.

Сучасні програмно-апаратні комплекси включають:

Програмні засоби:

- MATLAB, GNU Radio – використовуються для моделювання та аналізу сигналів;
- Wireshark – для аналізу трафіку у бездротових мережах;
- TensorFlow/PyTorch – для реалізації алгоритмів глибокого навчання у розпізнаванні сигналів.

Технічні засоби:

- приймачі SDR (Software Defined Radio) – наприклад, USRP, HackRF, RTL-SDR;
- аналізатори спектру – для вимірювання параметрів сигналів у реальному часі;
- мобільні пристрої з Wi-Fi та Bluetooth модулями – для моніторингу бездротових мереж.

У цій роботі особливу увагу приділено методам сліпого автономного ширококутового зондування, які спрямовані на виявлення сигналів із невідомими характеристиками. Ці методи особливо корисні для CR, що функціонують у широких частотних діапазонах, де одночасно можуть передаватися кілька сигналів із невідомими центральними частотами [3,4].

Зондування спектру є початковим етапом у ланцюжку обробки сигналів, після якого слідує класифікація сигналів і прийняття рішень. У цій роботі реалізована архітектура CR, яка відображає основні функції системи та їх взаємозв'язки (рис. 1).

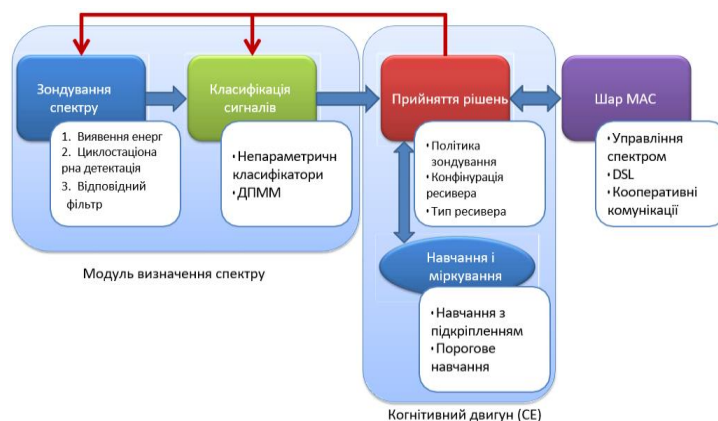


Рисунок 1 – Структурна схема запропонованої моделі CR

У роботі розглядається новий метод та програмно-технічний засіб для виявлення та аналізу радіомереж. Основна увага приділяється адаптивним алгоритмам обробки сигналів, які дозволяють підвищити точність і швидкість визначення параметрів мереж навіть в умовах змінних характеристик радіочастотного середовища. Також досліджуються підходи до навчання порогів для оптимізації параметрів когнітивних радіомереж, що дозволяє покращити їхню адаптацію до динамічних умов роботи.

Основний внесок роботи полягає у створенні адаптивного підходу до обробки сигналів, який враховує змінні умови радіочастотного середовища та дозволяє ефективно аналізувати активність у спектрі. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження запропонованого програмно-технічного засобу для вирішення завдань моніторингу та аналізу спектру у бездротових мережах різного типу, включаючи когнітивні радіосистеми та системи радіомоніторингу.

**Список використаних джерел:**

1. Mitola J. III, Maguire G. Jr. Cognitive radio: making software radios more personal. *IEEE Personal Communications*. 1999. Vol. 6, No. 4. P. 13–18. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cognitive-radio%3A-making-software-radios-more-Mitola-Maguire/fb5d1bb23724d9a5a5eae036a2e3cf291cac2c1b> (дата звернення: 11.03.2025).
2. Mitola J. Cognitive radio: An integrated agent architecture for software-defined radio. Дис. д-ра філософії. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, 2000. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cognitive-Radio-An-Integrated-Agent-Architecture-Mitola/82dc0e2ea785f4870816764c25f3d9ae856d9809> (дата звернення: 11.03.2025).
3. Bkassiny M., Jayaweera S. K., Li Y., Avery K. A. Wideband spectrum sensing and non-parametric signal classification for autonomous self-learning cognitive radios. *IEEE Transactions on Wireless Communications*. 2012. Vol. 11, No. 7. P. 2596–2605. URL: <https://www.researchgate.net/publication/230788566> (дата звернення: 11.03.2025).
4. Blind cyclostationary feature detection based spectrum sensing for autonomous self-learning cognitive radios. *IEEE International Conference on Communications (ICC '12)*. Ottawa, Canada, June 2012. URL: <https://www.researchgate.net/publication/230788467> (дата звернення: 11.03.2025).