

## ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАДАЧІ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ НА БАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ SDR

Ігнатченко М.М., Авдєєнко Г.Л.

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: ignatchenkomaxim@gmail.com, django2006@ukr.net*

### **Destination and tasks of the radio sources monitoring based on SDR devices application**

This article is devoted to the fundamental concepts of radio sources monitoring systems based on SDR devices application. Their tasks are also shown at the block diagram of such systems using a specific example of monitoring system named “Armada”.

Апаратура автоматизованих систем радіомоніторингу (АСРМ) отримала широке застосування як інструмент вирішення завдань в самих різних областях: від управління використанням радіочастотного спектру РЧС до контролю електромагнітної обстановки (ЕМО).

У той же час у світі набувають широкого поширення пристрої програмно-керованого радіо (SDR) різних виробників, такі як RTLSDR, Nuand BladeRF, HackRF, USRP, широкі функціональні можливості яких роблять їх привабливими для використання у АСРМ різних рівнів. Тому розглянемо варіанти застосування SDR у АСРМ для контролю ЕМО.

Основними функціями АСРМ є постійне або періодичне спостереження за ефіром в широкому діапазоні частот, оперативне виявлення, аналіз і локалізація потенційних або спеціально організованих радіоканалів витоку інформації і проведення інших заходів з протидії знімання інформації в контрольованих зонах (приміщеннях) різних відомств і комерційних установ. Зокрема, апаратура АРМ дозволяє перевіряти радіотехнічні пристрої та обчислювальну техніку на наявність і рівень побічних електромагнітних випромінювань та наведень (ПЕМВН), що представляють інтерес для перехоплення радіозасобами, а потім і оцінювати ефективність заходів щодо запобігання електромагнітного доступу до конфіденційних даних (наприклад, екранування, зашумлення) [1].

Узагальнена структурна схеми АСРМ на прикладі АСРМ “Армада” [2] зображена на рис.1. Головним елементом АСРМ, які відповідно до рис.1 виконують моніторинг ЕМО, пеленгування джерел радіовипромінювання (ДРВ) є широка номенклатура портативних, мобільних та стаціонарних станцій, у складі яких є один або декілька широкосмугових скануючих радіоприймачів. Враховуючи широкосмуговість сучасних SDR приймачів (наприклад, SDR радіоприймач Nuand BladeRF має смугу робочих частот 0,3...3,8 ГГц, а SDR радіоприймач HackRFOne – 0,001...6 ГГц) а також можливість оперативної реалізації більшості основних функцій скануючого радіоприймача (підсилення,

фільтрація, демодуляція, переналаштування частоти, аналіз спектру тощо) за допомогою відповідного програмного забезпечення (наприклад, MatLab, SDRSharp, SDR Console, GNURadio або будь-яких інших програм, що написані на мові програмування Python), спрощену структурну схему мобільної або стаціонарної станції радіомоніторингу можна представити як сукупність антенної системи та М-ої кількості SDR приймачів, які своїми радіочастотним інтерфейсом за допомогою коаксіальних кабелів підключаються до антенної системи, а своїми цифровими USB інтерфейсами – до одного або декількох персональних комп'ютерів (рис.2).

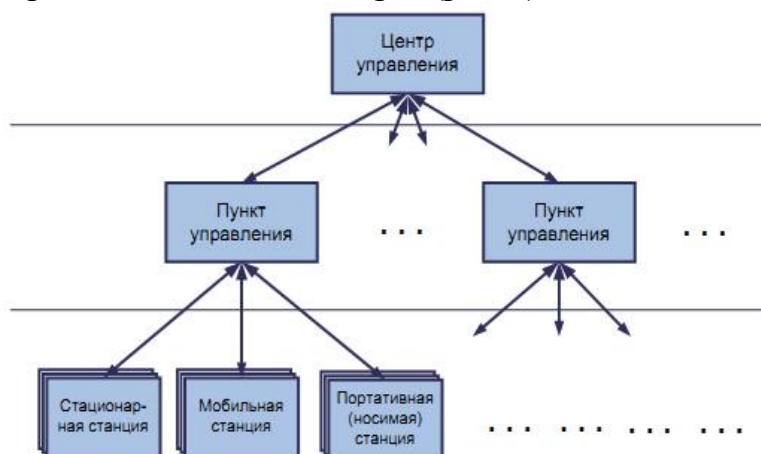


Рис. 1. Структурна схема АСРМ «Армада».

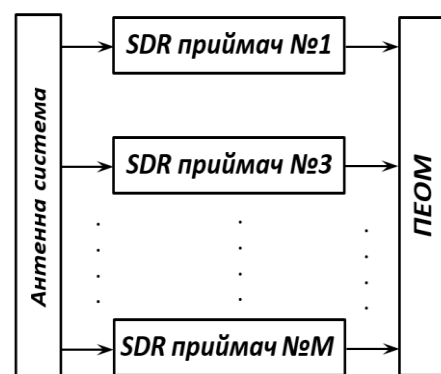


Рис.2. Структурна схема мобільної (стаціонарної) станції радіомоніторингу на основі застосування SDR приймачів.

Основні функції АСРМ з використанням SDR пристроїв можуть бути розбиті на наступні основні групи:

- універсальні функції, виконання яких, як правило, забезпечується сучасними АСРМ;
- додаткові функції вирішення завдань радіомоніторингу на місцевості;
- додаткові функції вирішення завдань радіомоніторингу в одному окремо контрольованому приміщенні і групі найбільш важливих приміщень, розміщених на контрольованому об'єкті;
- додаткові функції виявлення ПЕМВН.

До універсальних функцій засобів радіомоніторингу, що можуть бути реалізовані з використанням SDR пристроїв відносяться:

- панорамний спектральний аналіз в реальному часі з максимальною високою швидкістю, роздільною здатністю і адаптацією до складної електромагнітної обстановки;
- швидкий пошук «нових» випромінювань в тому числі широкосмугових, та випромінювань з динамічною частотно-часовою структурою, вимір їх параметрів, порівняння з базою даних для визначення їх небезпеки (цінності) для користувача;
- створення баз даних, поповнення їх і зіставлення зареєстрованих даних з еталонами, що зберігаються в базах;
- контроль ДРВ з оцінкою характеристик випромінювання;

- запис радіосигналів, в тому числі цифрових, одночасно зі службовими параметрами (частота, час, рівень сигналу, спектрограма і т.п.) і подальше їх відтворення;

- технічний аналіз радіосигналів в реальному часі і при відкладеній обробці.

До додаткових функцій рішення задач радіомоніторингу на місцевості, що можуть бути вирішені при використанні в АСРМ пристроїв SDR слід віднести:

- вимір напруженості поля або щільності потоку потужності;
- пеленгація ДРВ з довільними видами модуляції по азимуту і куту місця;
- визначення положення стаціонарних і мобільних ДРВ на місцевості і в протяжних об'єктах, відображення їх на картографічному фоні (цифровому зображенні об'єкта).

Також SDR пристрої можуть бути застосовані для вирішення завдань радіомоніторингу в одному і кількох контрольованих приміщеннях:

- пошук і виявлення технічних каналів витоку інформації в одному або декількох приміщеннях;
- ідентифікація приналежності ДРВ до радіомікрофонів;
- локалізація розташування ДРВ.

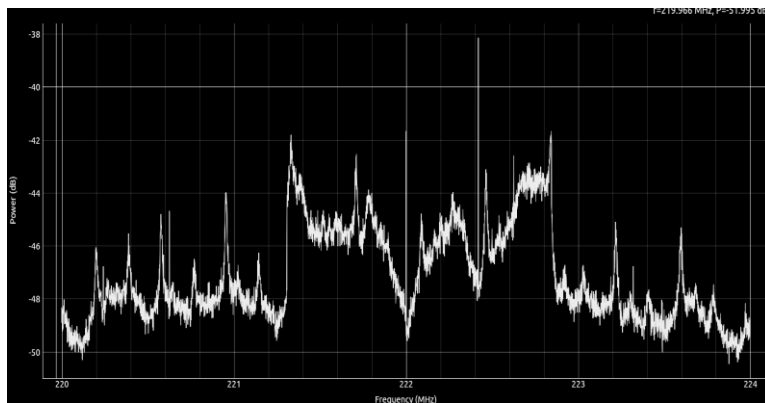


Рис.3. Моніторинг спектру сигналу цифрового радіомовлення стандарту DAB+ на частоті 11D.

На рис.3 показано результати моніторингу спектру сигналу цифрового радіомовлення стандарту DAB+, що здійснювався в реальному масштабі часу на частоті 11D (222,064 МГц) за допомогою антени типу «хвильовий канал» та SDR приймача RTLSDR, що був підключений до ПК з операційною системою

Ubuntu 19.04. Спектр було отримано у програмі Qspectrumanalyzer, яка дозволяє досліджувати спектри прийнятих сигналів як в усьому діапазоні роботи SDR приймача, так й у його окремих смугах.

Отже, SDR пристрої завдяки своїй універсальності та функціональності, що досягається в можливості зміни їх програмного забезпечення без зміни їх апаратної частини, можуть бути використані для реалізації більшості функцій, пов'язаних з обробкою сигналів в сучасних АСРМ, наприклад, в якості панорамних аналізаторів спектрів або демодуляторів сигналів.

### Література

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства. — М.: Горячая линия-Телеком, 2010. — 624 с.
2. Автоматизированная система радиомониторинга "АРМАДА"/>[\[Електронний ресурс\]](http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5933&tbl=04.01.01.02.01) – режим доступу: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5933&tbl=04.01.01.02.01>.