

УДК 621.391

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2024.335-340>

Володимир САЙКО, д-р техн. наук, проф.

ORCID ID: 0000-0002-3059-6787

e-mail: vgsaiko@gmail.com

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут, Київ, Україна

Микола ФОМІН, канд. техн. наук, доц.

e-mail: mfomin@ukr.net

ORCID ID: 0000-0002-6864-4238

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут, Київ, Україна

Володимир КОМАРОВ, канд. техн. наук

ORCID ID: 0000-0002-4929-4527

e-mail: Ladimir@komarov.in.ua

Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС СПЕЦІАЛЬНОГО РАДІОМОНІТОРИНГУ ЗА РАДІОЕЛЕКТРОННИМИ ЗАСОБАМИ

У контексті бойових дій за незалежність України традиційні наземні багатопозиційні системи визначення місця стають майже непридатними. Це пов'язано з тим, що противник використовує спрямовані антени й обмежує час випромінювання радіосигналів наземними джерелами. Як результат, імовірність одночасної електромагнітної доступності цих джерел для приймальних пунктів багатопозиційних систем значно знижується. Авторами запропоновано технічне рішення панорамного детектора випромінювання спектра радіочастот 0,1–6000 МГц, призначеного для вимірювання параметрів випромінювання радіоелектронних засобів (РЕЗ), інструментального оцінювання сигналів випромінювання РЕЗ БПЛА та наземних засобів радіозв'язку, визначення просторових характеристик частотно-територіального розподілу радіопокриття РЕЗ. Зазначене рішення має можливість масштабування на рівні оперативного управління РЕЗ, до наявної тактичної апаратури, може бути швидко розгорнуте в місцях, недоступних або важкодоступних для транспортних засобів – у горах і в умовах бездоріжжя.

© Сайко Володимир, Фомін Микола, Комаров Володимир, 2024

Ключові слова: *БПЛА, радіоелектронні засоби, радіоелектронна боротьба.*

Вступ

Розгортання радіозв'язку в угрупованнях військ зазвичай здійснюють із максимальним урахуванням паралельного прокладання маршрутів сигналу, створення додаткових та альтернативних шляхів передачі даних. Однак у сучасному бою, де час роботи радіозасобів обмежений, можуть виникнути ситуації, коли доступні лише обмежені радіоканали для передачі даних. В таких умовах вони повинні забезпечити передачу значно більшого обсягу даних. Отже, у бойових умовах необхідно мати засоби зв'язку, які здатні забезпечити великий резерв пропускну здатності порівняно з мирним часом. Створення високошвидкісних радіоканалів ускладнюється тим, що повна їхня пропускну здатність може бути потрібна лише на короткий час, а більшу частину часу вона буде непотрібною. Потреба у високій швидкості передачі даних також обумовлена необхідністю скорочення часу, протягом якого радіозасоби перебувають в ефірі, що зменшить їхню вразливість перед ворогом. Це також зменшить імовірність їхнього ураження та перешкоджання. Крім того, скорочення часу на розв'язання зв'язкових завдань може дати змогу використовувати засоби зв'язку для різних функцій, таких як радіотехнічна розвідка, пасивна радіолокація повітряних цілей тощо.

Для розв'язання цих завдань розроблено концепцію мобільних радіомереж для тактичного управління. Детальніші концепції створення мобільних радіомереж розглянуто у проєктах MANET (mobile ad-hoc networks), де наголошено, що такі мережі – це динамічні архітектури з випадковою топологією, які самоорганізуються та не мають фіксованих маршрутів. Усі елементи таких мереж можуть бути мобільними, і принцип управління децентралізований, а будь-який підключений термінал може відігравати роль мережевого вузла.

Згідно із (Слободянюк та ін., 2008, 2010, 2012; Конахович, Бабак, & Фисенко, 2007), визначальні особливості сучасних тактичних мереж зв'язку охоплюють:

- динамічну топологію, де мережеві вузли є мобільними та можуть бути пошкоджені або відмовляти через вплив ворожих дій, а канали радіозв'язку нестабільні і мають змінні характеристики через активну радіоелектронну протидію противника й інші чинники;

- обмежений час виходу в ефір і потужність сигналів радіотерміналів, які працюють на акумуляторних батареях, що вимагає скорочення часу передачі даних і підвищення швидкості трафіка;

- значна розмірність мереж, де сотні або тисячі елементів потребують одночасного доступу до каналів зв'язку.

Результати

Невідкладна потреба у використанні все більшої кількості роботизованих бойових засобів, зокрема й безпілотних розвідувальних та ударних літальних апаратів, створює серйозні виклики для безпомилкової передачі великих обсягів інформації. З іншого боку, висока динамічність бойових дій призводить до швидкого застаріння накопиченої інформації, що вимагає швидкої доставки інформаційних даних для подолання ефекту "ножиць". Із цієї причини зарубіжні фахівці активно розробляють нові методи організації тактичних мереж телекомунікацій.

У зазначених умовах ключову роль у вдосконаленні системи управління радіочастотним ресурсом відіграє спеціальний радіомоніторинг радіочастотного спектра. Він дозволяє виявляти джерела електромагнітних випромінювань як наземного, так і повітряного походження.

Незважаючи на те, що в останні роки з'явилася велика кількість наукових статей, монографій і підручників із цієї тематики (Слободянюк та ін., 2008, 2010, 2012; Конахович, Бабак, & Фисенко, 2007), але до цього часу практично відсутній простий на інженерному рівні виклад технічних рішень комплексів спеціального моніторингу за РЕЗ для силових структур в умовах апріорної невизначеності з урахуванням специфіки бойових дій і динаміки змін ЕМС діючих наземних РЕЗ і повітряних РЕЗ БПЛА, та які швидко можна розгортати на полі бою.

Для розв'язання таких задач авторами розроблено автоматизовану систему спеціального радіоконтролю, яка має набір універсальних функцій для розв'язання завдань контролю за

використанням спектра. До таких універсальних функцій на-самперед належать:

- панорамний спектральний аналіз у реальному часі з максимальною швидкістю та роздільною здатністю;
- швидкий пошук "нових" випромінювань, вимір їхніх параметрів, ідентифікація їхніх джерел;
- контроль радіоканалів, запис радіосигналів, їхній технічний аналіз;
- пеленгування та визначення розташування джерел радіовипромінювання.

Запропоноване технічне рішення панорамного детектора випромінювання спектра радіочастот 0,1–6000 МГц, призначеного для вимірювання параметрів випромінювання радіоелектронних засобів, інструментального оцінювання сигналів випромінювання РЕЗ БПЛА та наземних засобів радіозв'язку, визначення просторових характеристик частотно-територіального розподілу радіопокриття РЕЗ.

Дискусія і висновки

У ході проведеного дослідження виконано таке:

1. Представлено розроблену автоматизовану систему спеціального радіоконтролю, яка має набір універсальних функцій для розв'язання завдань контролю за використанням спектра радіочастот 0,1–6000 МГц.

2. Наведена авторська розробка має можливість масштабування на рівні оперативного управління РЕЗ, до існуючої тактичної апаратури, може бути швидко розгорнута в місцях, недоступних або важкодоступних для транспортних засобів – у горах і умовах бездоріжжя.

Список використаних джерел

Конахович, Г., Бабак, В., & Фисенко, В. (б. д.). *Спеціальний радіомоніторинг*. МК-Пресс. https://tks.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/k4s7_2_1_21_-Zahyst_informatsiyi_v.pdf

Слободянюк, П., & Благодарний, В. (2010). *Радіомоніторинг: вчора, сьогодні, завтра. Теорія й практика побудови системи радіомоніторингу*. Аір-Поліграф. <https://www.ucrf.gov.ua/pres-centr/news/radiomonitoring-vchora-sogodni-zavtra>

Слободянюк, П., Благодарний, В., & Ступак, В. (2008). *Довідник з радіомоніторингу*. За заг. ред. П. В. Слободянюка. Аспект-Поліграф. <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2374/view/730>

Слободянюк, П., Наритник, Т., Благодарний, В., Сайко, В. Г., & Булгач, В. (2012). *Теорія і практика управління використанням радіочастотного ресурсу*. За ред. В. Г. Кривуци. ДУІКТ. <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2122/view/593>

References

Konakhovych, H., Babak, V., & Fysenko, V. (n. d.). *Special radio monitoring*. МК-Press [in Ukrainian]. https://tks.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/k4s7_2_1_21_Zahyst_informatsiyi_v.pdf

Slobodyanyuk, P., & Blahodarnyi, V. (2010). *Radio monitoring: Yesterday, today, tomorrow (Theory and practice of building a radio monitoring system)*. Air-Poligraph. [in Ukrainian]. <https://www.ucrf.gov.ua/pres-centr/news/radiomonitoring-vchora-sogodni-zavtra>

Slobodyanyuk, P., Blahodarnyi, V., & Stupak, V. (2008). *Handbook on radio monitoring*. Edited by P. V. Slobodyanyuk. Aspect-Poligraph Publishing [in Ukrainian]. <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2374/view/730>

Slobodyanyuk, P., Narytnyk, T., Blahodarnyi, V., Sayko, V. G., & Bulhach, V. (2012). *Theory and practice of managing radio frequency resource usage*. Edited by V. G. Kryvutsa. ДУІКТ [in Ukrainian]. <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2122/view/593>

Отримано редакцією журналу / Received: 17.09.24

Прорецензовано / Revised: 27.09.24

Схвалено до друку / Accepted: 01.10.24

Volodymyr SAIKO, DSc (Engin.), Prof.

ORCID ID: 0000-0002-3059-6787

e-mail: vgsaiko@gmail.com

**Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and Information
Technology, Kyiv, Ukraine**

Mykola FOMIN, Phd (Engin.), Assoc. Prof.

e-mail: mfomin@ukr.net

ORCID ID: 0000-0002-6864-4238

**Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and Information
Technology, Kyiv, Ukraine**

Volodymyr KOMAROV, Phd (Engin.)

ORCID ID: 0000-0002-4929-4527

e-mail: Ladimir@komarov.in.u

**Central Scientific Research Institute of Armament and Military
Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine**

AUTOMATED COMPLEX FOR SPECIAL RADIO MONITORING BY RADIOELECTRONIC MEANS

In the context of combat operations for Ukraine's independence, traditional ground-based multi-position location systems are becoming nearly unusable.

This is due to the fact that the enemy uses directional antennas and limits the time of radio signal emissions from ground-based sources. As a result, the likelihood of simultaneous electromagnetic availability of these sources to the receiving points of multi-position location systems is significantly reduced.

The authors proposed a technical solution for a panoramic radiation detector of the radio frequency spectrum of 0.1-6000 MHz intended for measuring the parameters of the radiation of radio electronic devices (REZ), instrumental evaluation of the signals of the REZ radiation of UAVs and ground radio communication devices, determining the spatial characteristics of the frequency-territorial distribution (FRD) of radio coverage RES. This solution has the possibility of scaling at the level of operational control of the PEP, to the existing tactical equipment, it can be quickly deployed in places inaccessible or difficult to reach for vehicles - in mountains and off-road conditions.

Keywords: *UAV, radio electronic means, radio electronic warfare.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.