

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЛОТНОГО ПРИСТРОЮ ПЕЛЕНГУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРЬОХ ЕЛЕМЕНТНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ

На сьогодні радіомоніторинг радіоелектронних засобів повинен здійснюватися в умовах складної електромагнітної обстановки, великої апріорної невизначеності щодо параметрів радіовипромінювань, а також в умовах реального масштабу часу реалізації. Перспективним напрямком реалізації радіомоніторингу для вказаних умов є використання безпілотних широкосмугових радіопеленгаторів із застосуванням цифрової обробки радіовипромінювань.

Зазвичай широкосмугове пеленгування реалізується пошуковим кореляційним методом з визначенням такого значення компенсуючої затримки, яке забезпечує максимум взаємної кореляційної функції, недоліком якого є великі часові або апаратні витрати. Тому дослідження по підвищенню швидкодії малогабаритних безпілотних кореляційно-інтерферометричних пеленгаторів при забезпеченні високої точності є актуальною задачею.

Проведений аналіз відомих швидкодіючих методів та пристроїв кореляційного пеленгування радіовипромінювань. Визначено, що основними їх недоліками є: неоднозначність виміру, що виникає за умови, якщо антенна база перевищує половину робочої довжини хвилі. З іншого боку відомі рішення даної проблеми призводять до значного погіршення точності виміру пеленгу. В результаті досліджень запропоновано використання для кореляційного пеленгатора малогабаритної 3-х елементної антенної решітки (АР), що забезпечує суттєве скорочення апаратних витрат і зменшення методичної похибки пеленгування. Конфігурація 3-х елементної рівносторонньої решітки має вигляд зображений на рис.1. Три антенні пари АР (АР1 – 0 та 1, АР2 – 1 та 2, АР3 – 0 та 2) мають однакову величину антенної бази, що розташовані в просторі під кутом 60 градусів відносно одна одної.

Виконаний аналіз технічної реалізації пристрою на основі малогабаритних SDR-пристроїв типу BladeRF 2.0 micro*A4 SDR .Показано, що запропоновані блоки представляють собою завершені функціональні вузли, що виконуються на основі відомих і широко поширених радіотехнічних технологіях, що випускаються світовою промисловістю. Виконано обґрунтування алгоритму оцінки напрямку на ДРВ. Основними етапами алгоритму є вибір режиму роботи антенних пар (АР1, АР2 та АР3) та усунення неоднозначності пеленгування.

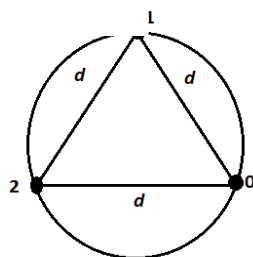


Рис.1 – Конфігурація 3-х елементної антенної решітки

Тому для умов одночасного пеленгування різних джерел радіовипромінювання для використання швидкого алгоритму пеленгування необхідна попередня селекція, наприклад, частотна, кодова або просторова з відповідним розділенням випромінювань окремих джерел. Вказані вимоги ефективно реалізуються при частотному цифровому кореляційному пеленгуванні завдяки використанню попереднього паралельного цифрового комплексного спектрального аналізу.

Розроблений цифровий метод радіопеленгування з використанням 3-х елементної АР забезпечує можливість суттєвого підвищення швидкодії пеленгування і скорочення апаратних витрат у порівнянні з відомими часовими та спектральними кореляційно-інтерферометричними пошуковими методами пеленгування. Підвищення швидкодії забезпечується за рахунок використання дисперсійного перетворення комплексних взаємних спектрів сигналів та подальшого прямого визначення напрямку на ДРВ. Проведені дослідження методу та пристрою підтверджують ефективність запропонованих рішень, які забезпечують суттєве підвищення дальності та швидкодії пеленгування при незначних втратах точності.

Список використаних джерел:

1. Sabibolda, A., Tsyporenko, V., Tsyporenko, V., Smailov, N., Zhunussov, K., Abdykadyrov, A., Baigulbayeva, M., & Duisenov, N. (2022b). Improving the accuracy and performance speed of the digital spectral-correlation method for measuring delay in radio signals and direction finding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(9(115)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252561>