

**ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ, ЩО НИЗЬКО ЛЕТЯТЬ,
МЕТОДОМ ФОНОВОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ**

Матвієнко Є. П.

Науковий керівник – к.ф.м.н., доц. Бабиченко. О. Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПІ,
м. Харків, Україна

e-mail: yehor.matviienko@nure.ua.

The background radar method is pivotal in detecting small, low-flying targets. Still, conventional radar systems face challenges in effectively identifying these targets due to weak echoes and interference complexities, focusing on spectral scaling processing to refine radar signals and enhance sensitivity to small targets while minimizing interference. By fine-tuning signal frequency content, this approach offers a streamlined solution to bolster radar performance without compromising existing functionalities. Integrating spectral scaling within radar systems enhances target detection capabilities. Through refining spectral information and improving signal-to-interference ratios radar systems detect small, low-flying targets with unprecedented accuracy and reliability.

Метою роботи є дослідження способів та проблем виявлення невеликих цілей на низькій висоті, що повільно рухаються. Взаємодія між невеликими цілями та їх фоновим середовищем ускладнює проблему, оскільки на відбиття часто мають вплив земні перешкоди, а низька швидкість цілі посилює проблему.

Існуючі радіолокаційні методи мають ряд проблем, які заважають відрізнити малі цілі від наземних перешкод, що повільно рухаються: змінність ефективної зони розсіювання, стелс-технології, неоднозначність доплерівської сигнатури, обмеження роздільної здатності та чутливості, перешкоди навколишнього середовища, нечутливість до поляризації. Вирішення даних проблем потребує модернізації радіолокаційних систем для виявлення невеликих цілей, зберігаючи здатність виявляти високошвидкісні загрози [1]. Удосконалення в обробці сигналів і алгоритмах розрізнення цілей пропонують багатообіцяючі шляхи для покращення можливостей радарів у складних середовищах, таким чином зміцнюючи заходи безпеки та спостереження, шляхом підвищення виявлення безпілотних літаючих апаратів з використанням фонових радіолокаційних систем.

Існують різні підходи, які застосовуються для покращення виявлення малих низьколітаючих цілей за допомогою фонового радара. Серед них виділяють:

- радар з активною фазованою решіткою - використовує алгоритм керування променем передачі для «придушення» наземних перешкод і

підвищує точність відстеження цілей у реальному часі за допомогою гнучкого генератора радіолокаційних сигналів;

- бістатичний радар із сигналами 5G - використовується бістатичний радар з сигналами 5G для виявлення цілей на низькій висоті в міських умовах;

- мікродоплерівський аналіз за допомогою радара прямого розсіювання - використовує переваги радара прямого розсіювання, такі як покращена ефективна площа розсіювання та висока роздільна здатність, щоб успішно виявляти обертові лопаті безпілота, демонструючи значний прогрес у роботі радара.

Одним із досягнень, яке дозволило зробити значний крок вперед - введення складного алгоритму виявлення, що базується на масштабуванні спектру. В такому випадку радарні системи можуть точно регулювати частотний вміст сигналів, дозволяючи точніше відокремлювати цільове відлуння від фонових перешкод [2].

Ця інновація вирішує проблему, з якою стикаються звичайні радарні системи, які в основному оптимізовані для виявлення високошвидкісних цілей. Поява малорозмірних цілей представляє унікальні труднощі через їх слабе відлуння та близькість до земних перешкод. Завдяки покращенню співвідношення сигнал/перешкоди та ізоляції відлуння від цілі, радіолокаційні системи можуть виявляти невеликі низьколітаючі цілі з більшою точністю та надійністю. Перевагою такого підходу є його повна інтеграція з існуючими радіолокаційними системами. Алгоритм масштабування спектру можна реалізувати з мінімальними модифікаціями, забезпечуючи безперервність високошвидкісних можливостей виявлення цілей, одночасно розкриваючи новий потенціал у виявленні малих цілей – це оптимізоване рішення для покращення можливостей спостереження для виявлення невеликих низьколітаючих цілей.

Синтез різних досліджень і підходів дає можливість вирішити існуючі проблеми та пропонує основу для подальших досліджень. Об'єднані дослідження обробки спектрального масштабування та невеликих повільних систем виявлення цілей сприяють постійному прогресу в радіолокаційних технологіях та їх різноманітному застосуванні.

Список використаної літератури:

1. T. A. Strelkova, A. P. Lytyuga, A S. Kalmykov. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems //Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0.2021, Pages: 134-162. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch005. Монографія. Chapter 5 in book . IGI Global. USA.

2. Бондаренко І.М., Глухов О.В., Кравчук О.О. Електронні системи: Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2019. 240 с.