

УДК 621.396.963

Гладун К.В.¹, Самойлик С.С.²

¹ асп. гр. А-172.13 НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЗОНА ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ В РЛС ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ

Радіолокаційні системи (РЛС) метрового діапазону хвиль мають ключове значення для військових завдань, особливо у виявленні малопомітних цілей, таких як стелс-літаки, крилаті ракети та дрони. Завдяки фізичним властивостям метрових хвиль, ці системи ефективно працюють у складних умовах, таких як природні перешкоди або атмосферні явища. Метою роботи є проаналізувати фактори, що впливають на зону виявлення таких РЛС, та запропонувати шляхи її вдосконалення[1],[2].

Параметри зони виявлення:

– дальність. Метрові хвилі мають низький рівень поглинання в атмосфері, що дозволяє виявляти цілі на значних відстанях. Розрахункова дальність залежить від потужності передавача, чутливості приймача та умов навколишнього середовища [3];

– ширина зони. Використання антен із вузькою діаграмою направленості дозволяє підвищити точність, але обмежує кутову зону огляду. Рішенням є фазовані антенні решітки (ФАР), що забезпечують ширший охоплення без втрати точності [4];

– роздільна здатність. Залежить від довжини хвилі. У метровому діапазоні складно досягти високої точності без використання сучасних методів обробки сигналів, таких як когерентна обробка та алгоритми машинного навчання [3].

Переваги метрового діапазону:

- ефективність проти стелс-об'єктів. Покриття, розроблені для зменшення ефективної площі розсіювання (ЕПР), менш ефективні проти довгих хвиль [2]. У метровому діапазоні хвиль можуть бути забезпечені, за інших рівних умов, значно більші дальність і стега виявлення цілей, особливо малорозмірних. Це зумовлено наступними обставинами: середнє значення ЕПР аеродинамічних цілей у метровому діапазоні хвиль більше ніж у сантиметровому та дециметровому. Це робить метровий діапазон особливо корисним для виявлення малопомітних цілей. Формування діаграми спрямованості антени РЛС у метровому діапазоні хвиль у вертикальній площині відбувається за участю земної поверхні. Інтерференція прямої та відбитої хвиль призводить до посилення електромагнітного поля в окремих кутімісних напрямках практично вдвоє та ослаблення майже до нуля - в інших. При правильному виборі параметрів антеної системи та висоти її встановлення над поверхнею землі посилення поля відбуватиметься під невеликими кутами місця. Це дозволяє майже вдвічі збільшити дальність виявлення цілей, що летять на середніх та великих висотах. У метровому діапазоні хвиль менше втрати на поглинання та розсіювання електромагнітної енергії при її поширенні, що особливо важливо для РЛС далекого виявлення.

- стійкість до атмосферних умов. На метрові хвилі менше впливають дощ, туман та інші природні явища, що дозволяє використовувати ці РЛС у будь-яку погоду [1].

Фактори, що впливають на зону виявлення:

- атмосферна рефракція. Збільшує дальність виявлення, але створює викривлення траєкторії сигналу, що може знижувати точність;
- багатопроменевість. Виникає через відбиття хвиль від землі або об'єктів, створюючи додаткові сигнали. Це ускладнює ідентифікацію реальної цілі [3];
- рельєф. Високі будівлі, гори або інші перешкоди можуть створювати "мертві зони", де виявлення стає неможливим [4].

Методи вдосконалення:

- фазовані антенні решітки (ФАР). Забезпечують динамічну зміну напрямку випромінювання, що дозволяє сканувати ширші ділянки без втрати ефективності;
- сучасні алгоритми обробки сигналів. Використання алгоритмів глибокого навчання для розпізнавання корисних сигналів та фільтрації шумів;
- інтеграція з іншими системами. Поеднання з системами дальнього оптичного або супутникового спостереження дозволяє формувати комплексну картину поля бою [2].

РЛС метрового діапазону є незамінними інструментами для виявлення цілей у складних умовах завдяки їх здатності ефективно працювати проти стелс-технологій та в складних атмосферних умовах. Для покращення їхньої ефективності потрібно впроваджувати адаптивні антени, сучасні алгоритми обробки сигналів і комплексну інтеграцію з іншими системами.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення зональності виявлення та мінімізацію впливу природних і технічних перешкод [1], [3], [4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Van Den Berg, H. Features of Radio Wave Refraction. Journal of Radar Systems, 2020.
2. Roy J. An Analytical Approach to Stealth Target Detection // J. Roy, R. Clemens. IEEE Transactions on Radar Systems, 2019.
3. Smith, L. Multipath Effects in the Meter-Wave Band // L. Smith, M. Johnson. Military Radar Review, 2021.
4. Gregory L. Phased Array Antennas: Modern Trends. Radar Engineering Journal, 2022.