

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІМО ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ У СКЛАДНІЙ ЗАВАДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ

Олійник М.В.

*Радіотехнічний факультет
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
E-mail: oliinyk.ak@gmail.com*

USING MIMO TECHNOLOGY FOR TARGET DETECTION IN A COMPLEX INDUSTRIAL ENVIRONMENT

Detection of radar targets in difficult conditions thanks to the construction of a distributed radar system based on MIMO technology.

Стрімкий розвиток технологій, та їх активне впровадження призводять до швидкого покращення характеристик БПЛА. Проблема їх виявлення актуальна як у цивільному, так і у військовому секторі. Об'єкти такого типу можна охарактеризувати наступним чином [1]: мала ефективна площа розсіювання, велика швидкість руху, складна просторова конфігурація, використання радіопрозорих матеріалів, мала висота польоту. Такі цілі є дуже складними для виявлення за допомогою традиційних, моностатичних радіолокаційних систем (РЛС). У такого роду системах приймач та передавач працюють на одну антену або антенну систему, як на рис. 1а .

Пропонується інший підхід для виявлення БПЛА в складних умовах, а саме, застосовування РЛС, у яких рознесені у просторі передавач та приймач радіолокаційного сигналу. Крім того для опромінення цілі з різних ракурсів та виключення «сліпих» зон можуть застосовуватися декілька передавачів.

На відміну від моностатичних радіолокаційних системах, у бістатичних РЛС приймач та передавач рознесені, а використання декількох приймачів дозволяє отримувати відбиті під різними кутами сигнали від цілі, що збільшує ймовірність її виявлення [2], можлива конфігурація такої системи показана на рис. 1б. Як і у випадку моностатичних систем, у бістатичних існують складнощі у виявленні малорозмірних цілей, для вирішення яких потрібно покращувати енергетичні характеристики, що призводить до суттєвого підвищення складності таких систем. Також існують фізичні обмеження дальності виявлення маловисотних цілей, які вирішуються тільки збільшенням щільності радіолокаційного поля виявлення, наслідком чого є виникнення проблеми взаємного впливу різних систем одна на одну. Для вирішення такого роду проблем існують технології часового, частотного, кодового розділення. При такій організації систем спостерігається неефективне використання енергії відбитого від цілі сигналу, приймач придушує сигнали, що передані іншими

системами, оскільки вони для нього є завадою. Логічним продовження є об'єднання таких систем у одну, та взаємна обробка сигналів від усіх передавачів. Multiple Input Multiple Output (MIMO). У радарних системах, що використовують цю технологію, декілька рознесених передавачів випромінюють ортогональні сигнали, а приймачі приймають суму відбитих від цілей сигналів, приклад такої системи наведено на рис. 1в [3].

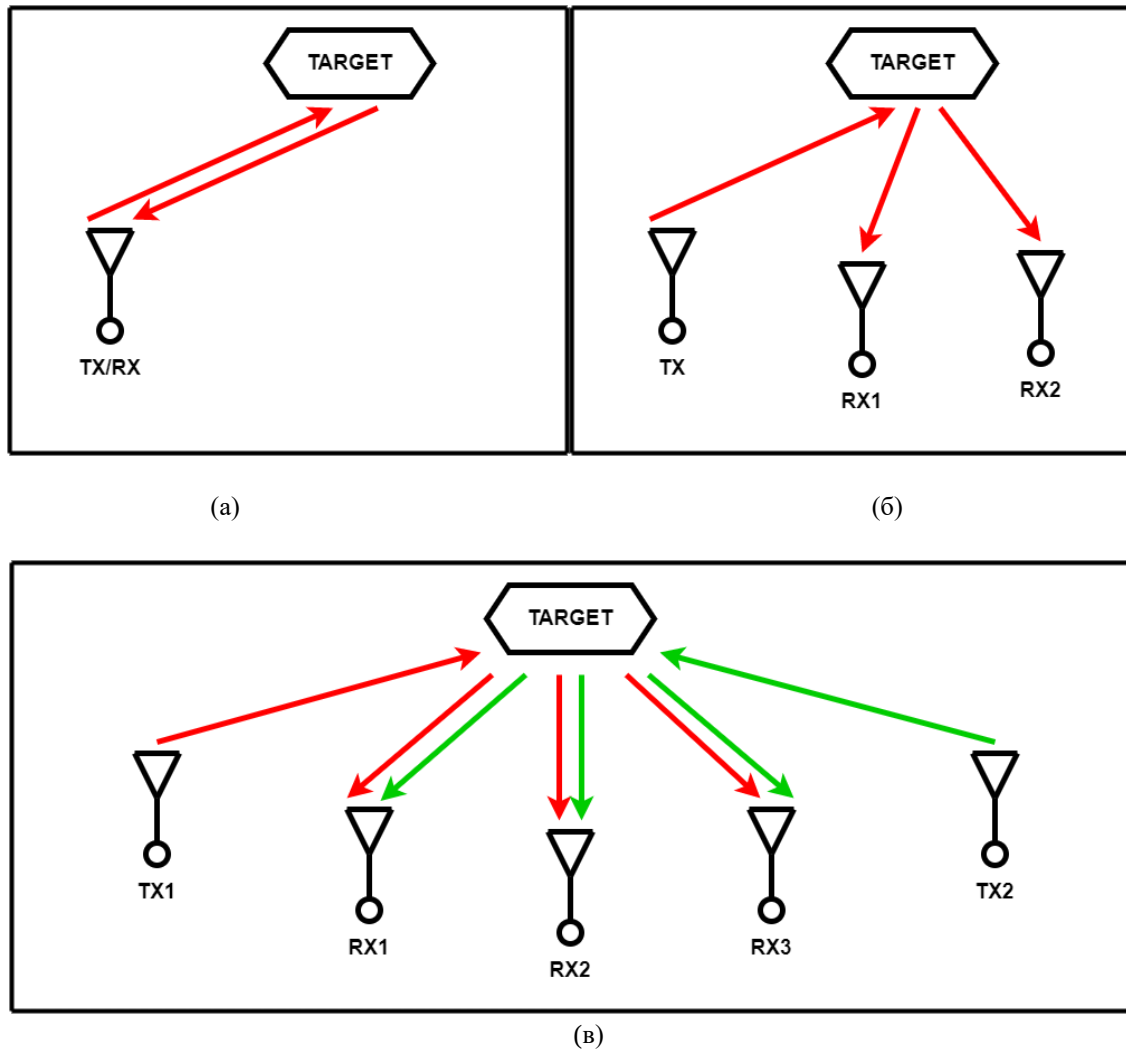


Рис.1. Радарні системи: (а) моностатичні, (б) бістатичні, (в) MIMO.

Недоліком використання цієї технології є складність обробки інформації приймачами, але просторове рознесення приймачів та передавачів призводить до зменшення ймовірності виявлення приймачів, та підвищення живучості РЛС. Передавачі можуть бути досить простими, і, відповідно, дешевими.

Для організації одночасного опромінення цілі можна використовувати кодове або частотне розділення сигналів. Часове розділення у даному випадку не підходить, оскільки з додаванням кожного передавача зменшується частота сканування простору. Частотне розділення сигналів також не дуже ефективне у даному випадку, оскільки приймачі повинні приймати усю смугу частот, що

робить їх складними та, відповідно, дорогими. Оптимальним вибором є застосування кодового розділення сигналів, а саме фазокодова маніпуляція з використанням М-последовностей [4] .

Приймач отримує комбінацію різних відбитих сигналів від цілі, і застосовуючи методи оптимальної фільтрації, визначає сигнал що був переданий кожним з передавачів. Визначаючи азимуту приходу сигналу від цілі, та знаючи точне положення приймачів, використовуючи методи пеленгації, можна визначити координати цілі. Застосування такого методу потребує тільки інформацію про азимут, а отже немає необхідності у синхронізації моменту передачі імпульсу, що спрощує конструкцію передавачів, дозволяє збільшити їх кількість та зменшити негативний вплив від їх втрати.

Приймач визначає пеленг на ціль, використовуючи сигнали від різних передавачів, що, за допомогою використання різних методів комплексування даних, дає можливість збільшити точність вимірювання азимуту, і, відповідно, точність визначення координат. Прийом сигналу опроміненої з різних напрямків цілі дозволяє підвищити якість виявлення цілі з малою еквівалентною площею розсіювання.

Висновок. Отже, застосування рознесеної у просторі радіолокаційної системи, що побудована на основі технології МІМО, дозволяє побудувати радарну систему з радіолокаційним полем високої енергетичної щільності для контролю простору зі складною конфігурацією, та забезпечити ефективне виявлення і супроводження маловисотних та малорозмірних цілей.

Література

1. C. Zhou, Y. Liu and Y. Song, "Detection and tracking of a UAV via hough transform" 2016 CIE International Conference on Radar (RADAR), Guangzhou, 2016, pp. 1-2.
2. J. Willis and D. Hugh, "Advances in Bistatic Radar", Edited by Nicholas Griffiths, SciTech Publishing Inc., 2007, pp. 92-95.
3. J. Li, P. Stoica, MIMO radar signal processing. New Jersey: Wiley, 2009, pp. 365-368.
4. I. Pasya and T. Kobayashi, "Detection performance of M-sequence-based MIMO radar systems considering phase jitter effects," *2013 IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology*, Waltham, MA, USA, 2013, pp. 394-398.