

А. Ф. Шевченко, В. А. Назаров

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК В КОГНІТИВНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ

Анотація. Розширення можливостей сучасних радіотехнічних систем може бути досягнуто за рахунок використання проривних досягнень в області штучного інтелекту, глибокого навчання та інших когнітивних технологій. Саме тому когнітивні радіолокаційні станції, як частковий випадок систем наведених вище, є перспективним напрямком досліджень теоретичного та прикладного характеру. В доповіді наведено результати досліджень використання багаточастотних антенних решіток в когнітивних РЛС побудованих за принципом Multiple-Input-Multiple-Output за допомогою імітаційного моделювання.

Ключові слова: когнітивні радіолокаційні станції, МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output), багаточастотні антенні решітки, імітаційне моделювання.

Abstract. Sufficient progress in the capabilities of modern radio systems can be achieved by breakthroughs in artificial intelligence, deep learning, and other cognitive technologies. This is why cognitive radar, as an example of the abovementioned systems, represents a perspective for theoretical and applied research. The report provides results of studies of cognitive radars based on the MIMO principle within multi-frequency antenna arrays obtained by simulation modelling.

Keywords: cognitive radar, MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output), multifrequency antenna array, numerical simulation.

Сучасні радіолокаційні станції (РЛС) зенітного озброєння мають забезпечувати функціонування в складній заводській обстановці та умовах множинних маловисотних та малорозмірних цілей. Задовільнити таким потребам можуть когнітивні РЛС [1]. Цей напрямок покращення можливостей радарів шляхом інтелектуальної адаптації режимів роботи та експлуатаційних параметрів відповідно до властивостей зовнішнього середовища та отриманих під час функціонування нових знань [2, 3].

Унікальну можливість застосування в когнітивних РЛС мають багаточастотні антенні решітки [4] за рахунок можливості керування просторово-часовим розподілом енергії випромінювання в просторі. Такі решітки дозволяють реалізувати режим МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output) коли кожен з елементів випромінює сигнал із власною середньою частотою спектру [5].

Для когнітивної МІМО РЛС з багаточастотною решіткою запропоновано методику мінімізації енергії випромінювання в районі цілі та максимізації енергії прийнятого сигналу у приймачі. Алгоритм керування параметрами когнітивної РЛС передбачає перетворення неопуклої оптимізаційної задачі другого порядку на опуклу яка розв'язується методом розчеплення та методами опуклої оптимізації. Наведено результати моделювання які підтверджують доцільність запропонованого підходу для зменшення імовірності скритності когнітивних МІМО РЛС без втрат в якості виявлення прийнятих сигналів.

Висновок: Сучасні радіолокаційні станції (РЛС) зенітного озброєння мають забезпечувати функціонування в складній заводській обстановці та умовах множинних маловисотних та малорозмірних цілей. Задовільнити таким потребам можуть когнітивні РЛС. Унікальну можливість застосування в когнітивних РЛС мають багаточастотні антенні решітки за рахунок можливості керування просторово-часовим розподілом енергії випромінювання в просторі. Такі решітки дозволяють реалізувати режим МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output) коли кожен з елементів випромінює сигнал із власною середньою частотою спектру. Для когнітивної МІМО РЛС з багаточастотною решіткою запропоновано методику мінімізації енергії випромінювання в районі цілі та максимізації енергії прийнятого сигналу у приймачі. Алгоритми керування параметрами когнітивних РЛС передбачають вирішення складних

оптимізаційних задач, що вимагають використання методів опуклої оптимізації та методів розчленування для забезпечення оптимальної роботи системи.

Список використаних джерел:

1. Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge : NATO Science & Technology Organization Report. URL: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf (accessed 20.03.2021).
2. Haykin S. Cognitive dynamic systems: perception-action cycle, radar, and radio. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 309 p.
3. Guerci J. Cognitive Radar: The Knowledge-Aided Fully Adaptive Approach. Norwood: Artech House, 2010. 175 p.
4. Shevchenko A., Sedyshev Yu., Sedyshev P., Tyutyunnik V., Peculiarities of Using SpaceTime Multi-Frequency Signals for Fast Electronic Scanning in Radars with Active Phased Antenna Array, Radioelectr. and Comm. Syst. Magn. USA, vol. 53, no. 4, pp. 173–184, 2010.
5. Jian Li, P. Stoica, MIMO Radar Signal Processing, John Wiley & Sons Inc., 2008

Шевченко Антон Федорович, кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, anton.f.shevchenko@gmail.com

Назаров Володимир Андрійович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, b6s9ta@gmail.com

Anton Shevchenko, candidate of the technical science, assoc. prof., deputy chief of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, anton.f.shevchenko@gmail.com

Nazarov Volodymyr, Master`s Degree candidate, master student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, b6s9ta@gmail.com