УДК 621.396.963.5:623.746-519
DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.105

РАДІОЛОКАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ РОЗСІЯНИХ НА АКУСТИЧНИХ ЗБУРЕННЯХ СЕРЕДОВИЩА, СТВОРЮВАНИХ БПЛА

Капуста А.І.
Науковий керівник - д.т.н., проф. Карташов В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, МІРЕС
e-mail: ad_res@nure.ua

Detection of a UAV by radar is a complex scientific and technical problem due to its small radar cross section. As a result, a promising method is the radar of atmospheric disturbances created by the operation of an unmanned aerial vehicle. In turn, radio signals scattered by atmospheric disturbances are characterized by a large a priori uncertainty in the shape of their complex envelope. This circumstance forces us to synthesize an algorithm for processing radio signals adopted within the framework of the most general probabilistic approaches based on statistical differences between pure noise and an additive mixture of «signal plus noise». In this sense, the «energy approach» seems very attractive to research.

Сьогодні актуальність активної та оперативної протидії безпілотним літальним апаратам (БПЛА) є дуже високою. Сучасний безпілотний апарат здатний не лише вести розвідку на обраній території, а й спостерігати за конкретним об'єктом протягом тривалого часу. Крім розвідки, БПЛА здатні перевозити та транспортувати небезпечні вантажі на об'єкти, зокрема вибухівку.

В останні роки сформувалася актуальна науково-технічна проблема виявлення та спостереження БПЛА з метою запобігання виконання ними несанкціонованих дій.

Існуючі методи спостереження за БПЛА [1] досить різноманітні і використовують різні ознаки, що демаскують його на тлі навколишнього оточення. Серед подібних методів значний інтерес представляє активна радіолокація, яку характеризують незалежність від погодних умов, значна дальність виявлення, просторовий дозвіл за дальністю та кутовими координатами, стійкість до перешкод та незалежність від часу.

У свою чергу, існуючі сучасні технології виготовлення БПЛА дозволяють максимально задіяти різні композитні матеріали та спеціальні покриття у його конструкції, що різко знижує ефективну площу розсіювання (ЕПР) дрона як радіолокаційної цілі. Тому при активній радіолокації БПЛА на перший план виходить аналіз сигналу, розсіяного не конструкцією самого дрона, а пакетом акустичних хвиль, які виникають у процесі функціонування літального апарату. Як приклад може бути застосований

методом радіолокації акустичних збурень, що створює безпілотний літальний апарат.

Розсіяні на атмосферних збуреннях радіосигнали характеризуються великою апріорною невизначеністю форми їх комплексної огинаючої, тому ця обставина змушує проводити синтез алгоритму обробки радіосигналів, що приймаються в рамках найзагальніших ймовірнісних підходів, заснованих на статистичних відмінностях чистого шуму та адитивної суміші «сигнал/шум». Через це перспективним бачиться так званий «енергетичний підхід», що полягає в отриманні поточних оцінок енергії коливань, що приймаються, на заданому інтервалі спостереження в смузі частот, яка вже відома досить точно [2].

Якщо взяти до уваги, що для вузькосмугового випадкового процесу подібні оцінки розглядаються як реалізації випадкової величини, що має розподіл «хі-квадрат» з певним параметром нецентральності, то в результаті порівняння поточного значення параметра нецентральності з граничним значенням виноситься рішення про наявність або відсутність нешумової енергії на потрібному інтервалі спостереження.

Цей алгоритм виявлення є оптимальним у сенсі максимуму відношення правдоподібності, а також є інваріантним до рівня шумових коливань. Його реалізація можлива як на програмному рівні, так і з застосуванням апаратної реалізації обробки у реальному масштабі часу, а аналітичні вирази для диференціальної густини ймовірності розподілу «хі-квадрат» дозволяють отримувати якісні характеристики алгоритму виявлення. До його недоліків слід віднести нерозбірливість щодо усіх нешумових сигналів, які потрапляють у смугу пропускання вузькосмугового тракту радіоприймача.

Список використаних джерел:

1. Карташов В. М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С. И., Корытцев И.В., Зубков О.В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника. 2018. № 195. С. 235-243 (російською).

2. Карташов В.М., Харченко О.И., Посошенко В.А., Колесник В.И., Капуста А.И., Егоров А.Б., Тимошенко Л.П. Обнаружение беспилотных летательных аппаратов с использованием рассеяния радиоволн на акустических возмущениях среды, создаваемых летательным аппаратом// Радіотехніка. 2021. № 206. С.113-122 (російською).