УДК 623.746-519:623.4.021

А. В. Стус, Б. М. Іващук

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Анотація. *В роботі розглянуто проблематику ідентифікації повітряних цілей типу безпілотний літальний апарат (БпЛА) за допомогою оптико-електронної системи (ОЕС) БпЛА-перехоплювача. Радіолокаційні засоби (РЛЗ) забезпечують виявлення цілей, але не дають достовірної інформації про їхній тип, що призводить до витрат засобів ураження на БпЛА-імітатори противника, які виконують завдання в змішаній групі ударних БпЛА типу "Герань". Обґрунтовано пропозиції щодо складу, режимів роботи та порядку застосування ОЕС БпЛА-перехоплювача, як додаткового джерела даних про візуальні й теплові ознаки цілі. Задачі ОЕС структуровано за чотирма рівнями: виявлення, розпізнавання, ідентифікація та супроводження. Запропоновано застосовувати двоспектральну ОЕС (в оптичному та інфрачервоному діапазоні), запускати режим ідентифікації за цілевказанням від операторів радіолокаційних засобів і використовувати бортовий обчислювальний модуль, БпЛА-перехоплювача з підтвердженням виявлення цілі оператором. Визначено обмеження підходу та напрями подальших досліджень.*

Ключові слова: *безпілотний літальний апарат, БпЛА-перехоплювач, оптико-електронна система (ОЕС), ідентифікація повітряних цілей, радіолокаційні засоби (РЛЗ), двоспектральна система, візуальні та теплові ознаки, виявлення цілей, розпізнавання.*

Abstract:

This paper addresses the problem of identifying aerial targets of the unmanned aerial vehicle (UAV) type using the electro-optical system (EOS) of an interceptor UAV. Radar systems provide target detection but do not supply reliable information about target type, which leads to the expenditure of kinetic means on enemy decoy UAVs operating within mixed groups of "Geran"-type strike UAVs. Proposals are substantiated regarding the composition, operating modes, and employment procedure of the interceptor UAV's electro-optical system (EOS) as an additional source of data on the target's visual and thermal signatures. The EOS tasks are structured into four levels: detection, recognition, identification, and tracking. It is proposed to use a dual-spectrum EOS (optical and infrared bands), to initiate the identification mode upon target designation from radar operators, and to employ the UAV's onboard computing unit with target detection confirmed by an operator. The limitations of the approach and directions for further research are defined.

Keywords: *unmanned aerial vehicle (UAV), interceptor UAV, electro-optical system (EOS), aerial target identification, radar systems, dual-spectrum system, visual and thermal signatures, target detection, target recognition.*

Досвід російсько-української війни показав, що масоване застосування далекобійних ударних (БпЛА) типу "Shahed" стало одним з основних інструментів впливу на систему протиповітряної оборони (ППО). Внаслідок цього сили (засоби) системи ППО мають одночасно протидіяти великій кількості повітряних цілей, що наближаються з різних напрямків, і призводить до швидкого виснаження запасів засобів перехоплення.

Додаткову складність створює змішаний склад ударних груп. Противник поєднує ударні БпЛА з БпЛА-імітаторами типу "Гербера", які зазвичай не мають бойової частини та призначені для перевантаження засобів ППО. Окрім того, застосування противником ударних БпЛА на середніх та великих висотах значно ускладнюють їх фізичне знищення засобами мобільних вогневих груп. За таких умов радіолокаційні засоби (РЛЗ) забезпечують виявлення цілей, проте для обґрунтованого вибору засобу ураження та уникнення надмірних витрат боєприпасів на БпЛА-імітатори (зі складу ударних груп) необхідна достовірна ідентифікація типу повітряної цілі. Це зумовлює потребу в додатковому джерелі даних про візуальні та теплові ознаки цілі, зокрема з бортових засобів оптико-електронної системи (ОЕС) БпЛА-перехоплювачів. Отже, актуальним є обґрунтування пропозицій щодо застосування ОЕС БпЛА для виявлення та ідентифікації повітряної цілі.

Метою роботи є обґрунтування пропозицій щодо складу, режимів роботи та порядку застосування ОЕС БпЛА-перехоплювачів для виявлення та ідентифікації повітряної цілі у складі системи ППО. ОЕС БпЛА пропонується розглядати як сукупність об'єктива (оптичний діапазон), приймачів випромінювання інфрачервоного діапазонів, стабілізованого підвісу, бортового

обчислювача та каналу передачі даних оператору. Особливістю її застосування є те, що вона не замінює РЛЗ, а доповнює їх*:* РЛЗ забезпечують раннє виявлення та цілевказання, а ОЕС уточнює тип цілі на ближніх дистанціях. Задачі ОЕС доцільно поділити на чотири рівні: виявлення (відокремлення цілі від фону за контрастом і рухом), розпізнавання (визначення класу цілі: БпЛА, літак, вертоліт), ідентифікація (визначення типу цілі: ударний БпЛА або імітатор) та супроводження (утримання цілі в полі зору). Кожен наступний рівень потребує більшої кількості деталей зображення цілі, тому максимальна дальність розв'язання задач ідентифікації є суттєво меншою за дальність виявлення.

Виходячи з цього, пропонується: по-перше, застосовувати ОЕС з двома каналами (оптичний та інфрачервоний діпазони), що забезпечує роботу вдень і вночі та дозволяє використовувати як геометричні, так і теплові ознаки цілі. По-друге, запускати режим ідентифікації за зовнішнім цілевказанням від наземних РЛЗ, що скорочує час пошуку цілі. По-третє, реалізувати на борту бортовий обчислювальний модуль, який здатний працювати з обмеженою потужністю, з передачею оператору БпЛА (РЛЗ) зображення цілі та рівня достовірності для підтвердження. Припустимо, що відмінності в конструкції, матеріалах і тепловому випромінюванні ударних БпЛА та імітаторів можуть бути використані як ідентифікаційні ознаки. Тоді застосування запропонованого підходу обмежується метеорологічними умовами, складним фоном, енергоспоживанням ОЕС та необхідністю створення бази даних для навчання бортового обчислювального модуля. Очікуваним результатом є зменшення кількості помилкових перехоплень БпЛА-імітаторів і раціональне використання засобів ураження.

Список використаних джерел:

1. Худов Г. В., Ківшар О. А., Грідасов І. Ю. та ін. Аналіз тактико-технічних характеристик та особливостей тактики застосування іноземних Deep Strike безпілотних літальних апаратів. Системи озброєння і військова техніка. 2025. № 2(82). С. 101–113. DOI: https://doi.org/10.30748/soivt.2025.82.13. (дата звернення: 06.10.2026).
2. The New Salvo War. CSIS : веб-сайт. URL: https://www.csis.org/analysis/new-salvo-war (дата звернення: 06.10.2026).
3. Корсунов С. І., Волков А. Ф., Орєхов С. В. та ін. Аналіз застосування засобів повітряного нападу російської федерації протягом першого року російсько-української війни. Системи озброєння і військова техніка. 2023. № 2(74). С. 72–86. DOI: https://doi.org/10.30748/soivt.2023.74.08. (дата звернення: 06.10.2026).
4. Коршець О. А., Горбенко В. М. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. Повітряна міць України. 2023. № 4(1). С. 9–17. DOI: https://doi.org/10.33099/2786-7714-2023-1-4-9-17. (дата звернення: 06.10.2026).
5. Олексенко О. О., Авраменко О. В., Федоров А. В. та ін. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами Російської Федерації у війні проти України. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2022. № 4(49). С. 23–28. DOI: https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05. (дата звернення: 06.10.2026).
6. Корсунов С. І., Волков А. Ф., Орєхов С. В. та ін. Безпілотна авіація Ісламської Республіки Іран і досвід її застосування в російсько-українській війні. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2023. № 2(76). С. 54–66. DOI: https://doi.org/10.30748/zhups.2023.76.07. (дата звернення: 06.10.2026).
7. Halem H. Ukraine's Lessons for Future Combat: Unmanned Aerial Systems and Deep Strike. *Parameters*. 2023. Vol. 53, No. 4. Art. 9. DOI: https://doi.org/10.55540/0031-1723.3252. (дата звернення: 06.10.2026).
8. Cheng D., Nicol G. An air-to-air unmanned aerial vehicle interceptor using machine-learning methods for detection and tracking of a target drone. *Proc. SPIE*. 2023. Vol. 12549. Art. 125490D. DOI: https://doi.org/10.1117/12.2663622. (дата звернення: 06.10.2026).
9. Wang S., Jiang H., Li Z. et al. PHSI-RTDETR: A Lightweight Infrared Small Target Detection Algorithm Based on UAV Aerial Photography. *Drones*. 2024. Vol. 8, No. 6. Art. 240. DOI: https://doi.org/10.3390/drones8060240. (дата звернення: 06.10.2026).
10. Infrared UAV Target Detection Based on Continuous-Coupled Neural Network. *Micromachines*. 2023. Vol. 14, No. 11. Art. 2113. DOI: https://doi.org/10.3390/micromachines14112113. (дата звернення: 06.10.2026).

Стус Артем Володимирович – курсант 244 навчальної групи інженерно-авіаційного факультету, Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: igra220306@gmail.com , ORCID: https://orcid.org/0009-0002-2103-4181;

Іващук Богдан Миколайович **–** кандидат технічних наук, доцент, начальник інженерно-авіаційного факультету,Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба м. Харків, e-mail: Ebogdan@ukr.net. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9479-6035.

Stus Artem Volodymyrovuch – cadet, group 244, Aviation Engineering Faculty., Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: igra220306@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0002-2103-4181;

Ivashchuk Bogdan Mykolayovych – PhD in Engineering, Associate Professor, Chief of Faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine. e-mail: Ebogdan@ukr.net. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9479-6035.