

Риб'як А. С., Ященко В. Ж., Корепанов В. В.

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ СИСТЕМ ПОШУКУ, СУПРОВОДУ ТА ЦІЛЕВКАЗАННЯ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Анотація. Доповідь присвячена огляду сучасних інфрачервоних систем пошуку та супроводу IRST (Infrared Search and Track), що є невід'ємним елементом бортового обладнання бойових сучасних літаків. Проаналізовано конструктивні особливості та функціональні можливості контейнерних систем, які забезпечують пасивне виявлення повітряних цілей, підвищену стійкість до радіоелектронних завад та можливість інтеграції з різними типами літаків та безпілотними літальними апаратами. Особливу увагу приділено проблемі визначення дальності до цілі у пасивних IRST та аналізу перспективного рішення на основі багатопозиційної взаємодії контейнерів за методом триангуляції.

Ключові слова: інфрачервоні системи пошуку та супроводу; інфрачервоні системи переднього огляду; електрооптичні підвісні контейнери; триангуляція; авіаційні комплекси спостереження.

Abstract: The report is devoted to the review of modern infrared search and track (IRST) systems, which are an integral part of the onboard equipment of contemporary combat aircraft. The structural features and functional capabilities of pod-mounted systems that provide passive detection of aerial targets, enhanced resistance to electronic countermeasures, and integration with various types of aircraft and unmanned aerial vehicles are analyzed. Special attention is given to the problem of target range determination in passive IRST systems and to the analysis of a promising solution based on multiposition interaction of pods using the triangulation method.

Keywords: infrared search and track systems; forward-looking infrared systems; electro-optical targeting pods; triangulation; airborne surveillance complexes.

Системи інфрачервоного пошуку та супроводу IRST (Infrared Search and Track) є невід'ємним елементом сучасних бойових літаків. Головною перевагою системи IRST є її пасивний принцип дії, що забезпечує приховане виявлення, супровід цілей за їхнім тепловим випромінюванням та стійкість до радіоелектронних завад. На багатьох літаках 4-го та 5-го поколінь система IRST інтегрована безпосередньо у конструкцію літака, основні зразки та характеристики цих систем розглядалися в попередній статті [1]. Водночас на деяких літаках, де конструктивні або експлуатаційні обмеження не дозволяють реалізувати внутрішню інтеграцію, застосовуються варіанти контейнерного типу, такі як:

Legion Pod від Lockheed Martin, універсальність та адаптивність конструкції якого забезпечує інтеграцію з різними типами літаків та БПЛА;

підвісний модуль OpenPod, який розроблений корпорацією Northrop Grumman, архітектура якого базується на контейнері AN/AAQ-28(V) Litening. Комплекс забезпечує розширений функціонал, включаючи прецизійне наведення та ефективну, швидкісну передачу даних [2]. OpenPod є універсальним для адаптації його на різні літаки.

Окрім підвісних контейнерів, що використовують технологію IRST, у складі сучасних багатоцільових літальних апаратів також широко застосовуються системи FLIR (Forward Looking Infrared, інфрачервоні системи переднього огляду). Такі контейнери призначені для формування високодеталізованого тепловізійного зображення місцевості у режимі реального часу та забезпечують ефективне спостереження, навігацію й цілевказання в умовах обмеженої видимості. Системи FLIR функціонують переважно в середньо- та довгохвильовому інфрачервоному діапазоні (3–5 мкм і 8–12 мкм), що дає змогу реалізувати високу чутливість до теплових контрастів і використовувати їх у складі прицільно-навігаційних комплексів. Серед найбільш поширених систем виділяється:

AN/AAQ-33 Sniper Advanced Targeting Pod, виробництва Lockheed Martin, який вирізняється здатністю автономного відстеження та визначення GPS-координат, контейнер

адаптований для широкого спектру літаків НАТО, включаючи F-16, Eurofighter Typhoon, Rafale, Mirage, FA-50, F-15 та F-18 [3];

AN/AAQ-28(V) LITENING – багатофункціональна інтегрована підвісна прицільна та навігаційна контейнерна система, розроблена спільно компаніями Rafael (Ізраїль) та Northrop Grumman (США). Модульна архітектура системи LITENING, забезпечує можливість її поетапної модернізації, що дозволяє ефективно адаптувати функціональні характеристики комплексу [4]. Комплекс оснащений високороздільною інфрачервоною (FLIR) та телевізійною CCD (Charged Coupled Device) камерами, а також лазерним далекоміром. Система LITENING може встановлюватися на широкий спектр бойових літаків, таких як, F-15E, F-16, F/A-18 Hornet, A-10 Thunderbolt II;

Підвісний модуль TALIOS (Targeting Long-range Identification Optronic System) це багатофункціональний електрооптичний модуль наведення, сумісний з різними видами бойових літаків, який оснащений середньохвильовим інфрачервоним тепловізором та кольоровими камерами для денного спостереження, розроблений французькою оборонною компанією Thales Group [5]. Контейнер поєднує передові системи візуалізації, що забезпечують підвищену ситуаційну обізнаність, високоточне наведення та збір розвідувальної інформації в умовах сучасних бойових дій.

Експлуатаційним обмеженням базової IRST-системи є те, що вона здатна точно визначати лише пеленг (кут) до цілі, але не її дальність [6]. Надання точних координат цілі вимагає розрахунку вказаних навігаційних параметрів, при чому дальність як правило визначається за допомогою активних систем, радіолокаційних або лазерних далекомірів, які нівелюють перевагу скритності. Рішення цієї проблеми полягає у використанні мережевої взаємодії (networking) між кількома носіями IRST. Застосування каналу передачі даних, безпосередньо інтегрованого у контейнер Legion Pod, дозволяє об'єднати два літаки-носії (F-15C або F/A-18E/F). Цей спосіб визначення координат ґрунтується на методі триангуляції, при якому: дві системи Legion Pod, які розташовані на різних літаках, одночасно отримують виміри кута (пеленгу) до однієї цілі; шляхом швидкого обміну даними через захищений канал зв'язку (data link) система майже миттєво обчислює тривимірну позицію цілі, надаючи пілоту необхідну інформацію про дальність.

В роботі було проведено огляд сучасних інфрачервоних систем пошуку та супроводу (IRST) та підвісних електрооптичних модулів, що застосовуються у складі бойових літаків. Показано, що головною перевагою систем IRST є їхній пасивний принцип дії, який забезпечує приховане виявлення повітряних цілей і стійкість до радіоелектронних завад. Розглянуто конструктивні особливості контейнерних систем Legion Pod, OpenPod, Sniper, LITENING і TALIOS, які демонструють універсальність інтеграції з різними типами літальних апаратів. Визначено, що розвиток таких систем спрямований на підвищення функціональної сумісності, модернізацію складових цих систем і розширення можливостей навігаційного та цілевказувального забезпечення. Особливу увагу приділено проблемі визначення дальності до цілі в пасивних системах IRST, що традиційно є обмеженням їхнього застосування. Розглянуто рішення у вигляді багатопозиційної взаємодії контейнерів Legion Pod, яка реалізує метод триангуляції для визначення просторових координат об'єкта без використання активних радіолокаційних засобів. Зазначено, що реалізація такого підходу забезпечує поєднання переваг пасивності та високої точності, що є перспективним напрямом розвитку авіаційних систем.

Список використаних джерел:

1. Ященко В.Ж., Корепанов В.В., Бекіров А.Е. Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку бортових інфрачервоних систем пошуку та супроводу. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації*. 2022. №18 (25). С.68-73 <https://doi.org/10.54858/dndia.2022-18-10>.
2. SKYWARD: the next generation airborne infrared search and track // *Infrared Technology and Applications XLII: Proceedings Volume 9819*. Bellingham: SPIE, 2016. Paper 98190K. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2229065>.
3. Lockheed Martin. Sniper Advanced Targeting Pod. URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/sniper.html> (дата звернення: 01.11.2025).

4. Airforce Technology. Northrop Grumman to deliver Litening pod to USAF. URL: <https://www.airforce-technology.com/news/northrop-grumman-to-deliver-litening-pod-to-usaf/?cf-view&cf-closed> (дата звернення: 01.11.2025).

5. TWZ. Legion infrared search and track pods can now carry their own datalinks for more lethal targeting. URL: https://www.twz.com/40980/legion-infrared-search-and-track-pods-can-now-carry-their-own-datalinks-for-more-lethal-targeting?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 02.11.2025).

6. Newdick T. Legion Infrared Search And Track Pods Can Now Carry Their Own Datalinks For More Lethal Targeting. URL: https://www.twz.com/40980/legion-infrared-search-and-track-pods-can-now-carry-their-own-datalinks-for-more-lethal-targeting?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 02.11.2025).

Риб'як Анатолій Степанович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник начальника кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: Anattoliy@meta.ua ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>.

Яценко Володимир Жоржєвич – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7806-8078>.

Корепанов Василь В'ячеславович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: korepanovvasiliy835@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2725-250X>.

Anatolii Rybiak – PhD, Senior of Sciences, Deputy Head of the Department of Aircraft Radio-Electronic Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., building 77/79, ind. 61023, e-mail: Anattoliy@meta.ua ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>.

Vladimir Yachenok – PhD, Associate Professor, Head of the Department of Aircraft and Engine Design and Strength, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., building 77/79, ind. 61023, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7806-8078>.

Vasyl Korepanov – Lecturer at the Department of Aircraft Radio-Electronic Equipment, Aviation Engineering Faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., building 77/79, ind. 61023, e-mail: korepanovvasiliy835@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2725-250X>.