

Сосулін М. В., Погребний О. Ю., Омельченко В. Ю., Педорич А. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ СИСТЕМ БОЙОВОГО ВЕРТОЛЬОТУ

Анотація: у роботі розглянуто сучасні підходи дослідження характеристик тепловізійних систем бойових вертольотів. Запропоновано методiku оцінювання ефективності систем за параметрами чутливості, просторової роздільної здатності та стабільності зображення. Визначено перспективні напрямки вдосконалення, серед яких – інтеграція багатоспектральних сенсорів та впровадження інтелектуальних алгоритмів оброблення відеосигналу.

Ключові слова: тепловізійна система, бойовий вертоліт, інфрачервоний діапазон, роздільна здатність, чутливість, багатоспектральна оптика.

Annotation: the paper examines modern approaches to the study of the characteristics of thermal imaging systems for combat helicopters. A methodology for evaluating system performance based on sensitivity, spatial resolution, and image stability parameters is proposed. Promising directions for improvement are identified, including the integration of multispectral sensors and the implementation of intelligent video signal processing algorithms.

Key words: thermal imaging system, combat helicopter, infrared range, resolution, sensitivity, multispectral optics.

Сучасні бойові вертольоти дедалі частіше оснащуються тепловізійними системами спостереження та наведення, які забезпечують ефективне виконання бойових завдань у складних метеоумовах, особливо вночі.

Ефективність застосування таких систем безпосередньо залежить від їхніх технічних характеристик, зокрема спектрального діапазону, просторової роздільної здатності, чутливості детекторів та алгоритмів оброблення зображень.

Метою даної роботи є визначення шляхів дослідження характеристик перспективних тепловізійних систем для бойових вертольотів, з урахуванням сучасних тенденцій розвитку інфрачервоної техніки та вимог до авіаційних приладів виявлення та розпізнавання.

У роботі запропоновано методiku оцінювання тепловізійних систем, яка передбачає моделювання реальних умов бойового застосування. Основна увага приділяється аналізу характеристик детекторних матриць (InSb, MCT, VOx), оцінюванню шумової температурної еквівалентності (NETD) та впливу алгоритмів цифрової фільтрації на розпізнавання об'єктів, які включають покращення якості інфрачервоного (ІЧ) зображення, виявлення, розпізнавання та класифікацію об'єктів у тепловому полі, автоматичну оцінку технічних параметрів тепловізора (роздільної здатності, чутливості, шумів тощо), адаптацію системи до змінних умов середовища (температура, фон, завади).

Розглянуто можливості інтеграції тепловізійних систем із системами стабілізації та автоматичного наведення. Визначено, що перспективним напрямом розвитку є використання багатоспектральних сенсорів, здатних поєднувати тепловізійний, телевізійний та лазерний канали в єдиному інформаційному полі.

Перспективні напрями розвитку тепловізійних систем бойових вертольотів полягають у впровадженні багатоспектральних сенсорів, здатних об'єднувати тепловізійний (інфрачервоний), телевізійний (оптичний) та лазерний канали в єдиному інформаційному полі. Така інтеграція забезпечує комплексне сприйняття обстановки, підвищує точність розпізнавання та ідентифікації цілей, а також дозволяє ефективніше працювати в умовах диму, пилу, туману та низької освітленості. Використання багатоспектральних систем сприяє створенню алгоритмів інтелектуальної обробки характеристик тепловізійних систем виявлення та розпізнавання, які можуть автоматично адаптувати параметри роботи сенсорів залежно від зовнішніх умов і типу об'єкта, що спостерігається.

Отримані результати можуть бути використані під час модернізації авіаційних приладів спостереження, створення нових комплексів прицілювання та розроблення алгоритмів автоматизованого аналізу зображень.

Список використаних джерел

1. Holst, G. C. Electro-Optical Imaging System Performance. *SPIE Press*, 2006.
2. Budzier, H., Gerlach, G. Thermal Infrared Sensors: Theory, Optimisation and Practice. John Wiley & Sons, 2011.
3. Воробйов С.І., Бондаренко В.М. “Аналіз сучасних тепловізійних систем військової авіації.” *Наука і оборона*, №2, 2023, с. 45–52.
4. Куліш В.П., Сидоренко І.Г. Інфрачервоні системи спостереження та наведення. Київ: НАУ, 2022.
5. U.S. Department of Defense. Helicopter Electro-Optical/Infrared Systems Performance Evaluation Handbook. DoD Publication, 2020.

Сосулін Михайло Володимирович – викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків ORCID <https://orcid.org/0009-0008-5720-3374> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Погребний Олександр Юрійович – здобувач вищої освіти ступеня магістр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Омельченко Вадим Юрійович – здобувач вищої освіти ступеня бакалавр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Педорич Антон Сергійович – здобувач вищої освіти ступеня бакалавр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Mykhailo Sosulin – senior lecturer of the Department of Aviation Weapons Complexes, aozhnups@gmail.com, e-mail: aozhnups@gmail.com, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska 77/79, 61023. ORCID <https://orcid.org/0009-0008-5720-3374>

Oleksandr Pohrebnyi – higher education applicant with a master's degree in the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: aozhnups@gmail.com, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska 77/79, 61023.

Vadim Omelchenko – higher education applicant with a bachelor's degree in the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: aozhnups@gmail.com, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska 77/79, 61023.

Anton Serhiyovych Pedorich – higher education candidate with a bachelor's degree in the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: aozhnups@gmail.com, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska 77/79, 61023.

Pedorich Anton – higher education applicant with a bachelor's degree in the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: aozhnups@gmail.com, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska 77/79, 61023.