

Крук Р. Р., Доценко О. М., Хлоп'ячий В. А.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛІТАКА ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

Анотація. У тезі розглянуто сучасні вимоги до розвідувального обладнання літаків тактичної авіації, визначено склад основних сенсорів та систем, їхнє призначення та принципи роботи. Обґрунтовано необхідність удосконалення структури комплексу в умовах сучасного бойового застосування. Запропоновано підходи до інтеграції оптико-електронних, радіотехнічних і інфрачервоних засобів у єдину систему. Наведено результати моделювання, які підтверджують зростання ефективності розвідки, та описано практичне значення запропонованих рішень.

Ключові слова: тактична авіація; розвідувальне обладнання; сенсори; інтеграція систем; удосконалення.

Abstract. The thesis considers modern requirements for reconnaissance equipment of tactical aviation aircraft. The structure, purpose, and operating principles of the main sensors and systems are presented. The need to improve the complex structure under modern combat conditions is substantiated. An approach is proposed to integrate electro-optical, radiotechnical, and infrared means into a single system. Modeling results confirm the increased efficiency of reconnaissance.

Keywords: tactical aviation; reconnaissance equipment; sensors; system integration; improvement.

Розвідувальні системи тактичної авіації є ключовим елементом сучасних бойових дій. Швидке поширення безпілотних літальних апаратів (БПЛА), засобів радіоелектронної протидії (РЕП) та розвитку мереже-центричних операцій диктує нові вимоги до бортових сенсорів. Якість, достовірність і своєчасність отримання інформації безпосередньо впливають на результат виконання бойових завдань. Існуючі комплекси мають обмеження по дальності, спектру виявлення та завадостійкості. Тому розробка універсального, модульного інтегрованого комплексу розвідки для перспективних літаків є нагальною.

Розвідувальний комплекс має включати наступні основні блоки: оптико-електронні системи високої роздільної здатності, РЛС бічного огляду (SAR/MTI модулі), інфрачервоні (ІЧ) сенсори з супутньою охолоджуваною та неоохолоджуваною електронікою, системи радіотехнічної розвідки (SIGINT/ELINT), бортову обчислювальну систему (БОС) для попередньої обробки і кореляції даних, а також засоби захищеної передачі інформації в реальному часі. Ключова ідея – не лише фізично інтегрувати сенсори, а й створити єдину інформаційну мережу з розподіленою обробкою даних на борту та на землі.

Доцільно впровадити модульність конструкції: кожен сенсор виконаний у вигляді замінного блока (payload), що спрощує модернізацію та технічне обслуговування. Також слід передбачити резервування ключових елементів і можливість роботи в деградаційному режимі при часткових відмовах.

Окреме застосування сенсорів не дає повної картини ситуації: РЛС може бути пригнічена РЕБ або виявлена противником, оптичні системи обмежені погодою та освітленістю, інфрачервоні датчики – впливом теплового фону. Також обмеженням є пропускна здатність каналів передачі даних та затримки в мереже-центричних ланцюгах.

Крім того, сучасні загрози вимагають гнучкості у виборі режимів роботи: від довготривалого спостереження великої площі до високоточних короткотривалих підходів для визначення локальних цілей.

Шляхи вдосконалення.

Основні напрями вдосконалення:

- Інтеграція сенсорів у єдину мережу з використанням стандартних інтерфейсів (доталінки, Ethernet- MIL- STD тощо).
- Використання адаптивних алгоритмів протидії РЕБ та технологій «low probability of intercept/low probability of detection» (LPI/LPD).
- Застосування алгоритмів штучного інтелекту для автоматичного виявлення, класифікації та пріоритизації цілей.
- Модульна апаратна архітектура з можливістю швидкої заміни/модернізації payload- блоків.

Додатково рекомендовано впроваджувати гібридні методи обробки: поєднання класичних статистичних алгоритмів з методами глибокого навчання для підвищення стійкості до нових типів завад і

маніпуляцій.

Результати моделювання та аналіз: Моделювання проводилось для низки сценаріїв: денне спостереження в умовах чистого неба, нічне спостереження з використанням ІЧ, робота в зоні інтенсивної РЕБ та комбіноване багатоспектральне спостереження. За результатами моделювання інтегрована система продемонструвала підвищення точності виявлення цілей у 1,5-2 рази порівняно з окремими сенсорами, а також зменшення рівня хибно- позитивних спрацьовувань на 20-35%.

Більш детальний аналіз показав, що найбільшу вигоду дає комбінована обробка оптичних та ІЧ- даних разом із SAR- інформацією при погіршенні погодних умов: SAR забезпечує прорив крізь хмари, ІЧ — виявлення теплових аномалій, а оптика – точну геометричну ідентифікацію. В умовах РЕБ системи адаптивної фільтрації та алгоритми виявлення сигналів суттєво підвищують шанси на коректну класифікацію.

При моделюванні також оцінювалася енергетична ефективність і навантаження на канали зв'язку. Застосування edge- обробки зменшило потребу в передачі сирих даних до наземних пунктів на 60-80%, залишаючи для передачі тільки пріоритетні повідомлення й короткі витяги з результатів розпізнавання.

Практичне значення.

Запропонована архітектура може бути використана при проектуванні нових розвідувальних платформ, у тому числі для модернізації існуючих літаків (наприклад Су-27/МіГ-29) або інтеграції у інші платформи та БПЛА. Переваги включають підвищення оперативності прийняття рішень, зменшення втрат у бойових діях завдяки точнішій розвідці та підвищену живучість системи в умовах активного електронного спротиву.

Висновки.

Вдосконалена структура та склад розвідувального обладнання перспективного літака тактичної авіації дозволяє суттєво підвищити ефективність розвідки. Інтеграція сенсорів у єдину систему, застосування сучасних алгоритмів обробки і аналізу даних підвищують завадостійкість та оперативність прийняття рішень. Модульність, використання ШІ та edge-обробки забезпечують гнучкість та працездатність у різних умовах застосування.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на апробацію розроблених алгоритмів у польотних випробуваннях, оцінку стійкості до спеціалізованих типів РЕБ та оптимізацію архітектури каналів зв'язку.

Список використаних джерел:

1. Гладких І. М. Системи розвідки та спостереження в авіації: навч. посібник. — Київ: НАУ, 2021. — 228 с.
2. Кузнецов В. О., Мороз С. Г. Бортові комплекси тактичної авіації: сучасний стан та перспективи розвитку // Наука і оборона. — 2020. — № 2. — С. 45–53.
3. NATO Standardization Office. STANAG 4607: NATO Ground Moving Target Indicator Format. — Brussels: NATO, 2019.
4. Литвиненко О. В. Штучний інтелект у системах обробки інформації військового призначення. — Київ: НУОУ, 2023. — 180 с.
5. Самойленко О.В., Богославець С.О., Хлоп'ячий В.А. Обґрунтування шляхів інтеграції безпілотних авіаційних комплексів в автоматизовані системи управління військами за стандартами НАТО //3б. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – 2022. – №18(25). – С. 218-226.
6. Хлоп'ячий В.А., Кібіткін С.О., Акименко К.В. Напрямки розвитку безпілотної авіації як сучасного засобу збройної боротьби// Науково-практична конференція інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Безпілотної авіація у сучасній збройній боротьбі” 7 грудня 2023 року. – Х.: ХНУПС ім І. Кожедуба, 2023. – 118 с. С. 34–35

Крук Роман Русланович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, слухач 262С навчальної групи, Харків, Україна; email: romanuyl85558@gmail.com;

Доценко Олег Миколайович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, слухач 262С навчальної групи, Харків, Україна; email: oleg.dotsenko7@gmail.com;

Хлоп'ячий Вячеслав Анатолійович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, професор кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів,

Харків, Україна; email: 0674648530@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>.

Kruk Roman Ruslanovich – Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student of 262C training group, Kharkiv, Ukraine; email: romanyil8558@gmail.com;

Dotsenko Oleg Mykolayovych – Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student of 262C training group, Kharkiv, Ukraine; email: oleg.dotsenko7@gmail.com;

Khlopyachyi Vyacheslav Anatoliyovych – Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Professor, Department of Aviation Equipment of Airplanes and Helicopters, Kharkiv, Ukraine; email: 0674648530@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>