

О. А. Хіжнюк, Д. А. Головко, К. В. Пиль
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА

Анотація: виходячи з досвіду застосування в сучасному збройному протистоянні безпілотних авіаційних комплексів виникає необхідність вдосконалення системи керування БПЛА, алгоритмів та принципів їх застосування, досліджуються перспективи розробки новітніх апаратно-програмних комплексів для забезпечення сталої роботи в умовах застосування радіоелектронних завад системами радіоелектронної боротьби.

Ключові слова: інерційна система навігації, радіоелектронне подавлення, радіоелектронна боротьба, безпілотні літальні апарати, безпілотні авіаційні комплекси.

Abstract: based on the experience of using unmanned aerial vehicles in modern armed confrontation, there is a need to improve the control system of UAVs, algorithms and principles of their use, the prospects for the development of the latest hardware and software systems to ensure sustainable operation in the conditions of electronic interference by electronic warfare systems are investigated.

Keywords: inertial navigation system, electronic jamming, electronic warfare, unmanned aerial vehicles, unmanned aircraft systems.

Досвід протистояння збройній агресії показав, що в процесі експлуатації тих чи інших безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) на полі бою надважливим є те, як виробники організовують процес удосконалення своїх дронів з урахуванням тактико-технічних характеристик та потенційних можливостей ворожих засобів протидії БпАК. Доцільно врахувати здатність до еволюції систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) та радіоелектронного придушення (РЕП) противника, а також зміни алгоритмів роботи авіоніки ворожих дронів.

В гонитві за високою ефективністю застосування в повітряному просторі БпАК нескладно втратити крихкий баланс між собівартістю безпілотного літального апарату та його прогнозованою ефективністю в умовах дії навмисних завад та засобів протидії БПЛА.

Йде з обох боків межі збройного протистояння кропітка робота над модернізацією каналів зв'язку, змінюються алгоритми та принципи перебудови частот в каналах телеметричної інформації, вносяться корективи в алгоритми керування БпАК з додаванням додаткових сигналів корекції, виміряних бортовою інерційною системою навігації, що застосовується у випадках, коли застосовують систем радіоелектронного придушення та РЕБ.

Перспективним напрямком досліджень є метод пошуку шляхів удосконалення каналів керування та обробки даних БПЛА та БпАК в сукупності з моделюванням у віртуальному середовищі архітектури програмно-апаратного комплексу навігаційної системи з урахуванням варіантів застосування безпілотних засобів розвідки та ураження. Впровадження алгоритмів на базі відкритого програмного забезпечення (open – source software) забезпечує сталий та максимально дешевий розвиток новітньої концепції модернізації БпАК, натомість саме загальнодоступність відкритого програмного забезпечення (OSS) буде справжнім подарунком для ворожих систем розвідки та реєстрації параметрів безпілотних літальних апаратів.

Небезпечною складовою в цьому дослідженні також можуть стати конструктивні обмеження самої структури БПЛА. Наприклад, центральний спеціалізований обчислювач не може виконувати надскладні математичні операції у режимі реальному часі. Деякі алгоритми не здатні ефективно працювати в режимі швидкої обробки масиву польотних параметрів у реальному часу саме в аспекті застосування спеціалізованих обчислюючих систем на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та безпілотних авіаційних комплексах (БпАК).

Потужність обертового моменту електродвигунів, так само як і ресурс їх використання, мають кінцеві значення. Збільшення потужності та коефіцієнту корисного навантаження неодмінно призведе до збільшення масо-габаритних характеристик в комплексі із зростанням рівня складності керування БПЛА.

Співвідношення потужності акумуляторної зборки для живлення БПЛА або БпАК завжди буде не на користь коефіцієнту маси, з пропорційним зростанням геометричних показників.

Зменшення ваги безпілотного літального апарату досягається впровадженням новітніх матеріалів та компонентів, що вкрай рідко призведе до зменшення рівня фінансових затрат на побудову таких БПЛА.

Для вдосконалення алгоритмів роботи навігаційної бортової системи та загальної апаратної частини потрібно застосовувати концепцію програмно-апаратної побудови авіоніки БпАК з урахуванням можливості гнучкої зміни параметрів системи та здійснити впровадження в штатну навігаційну систему корельованих лазерних гіроскопів в якості стійкої до впливу пристроїв радіоелектронного придушення (РЕП) системи обчислення польотних координат.

Неабиякою проблемою став той факт, що оптимальні параметри джерела живлення БПЛА досі не знайдені, але дослідження проводяться незалежними групами експертів та технічних фахівців в різних напрямках, від застосування примітивних двигунів реактивного типу до впровадження двигунів внутрішнього згорання, працюючих на бінарному (каталізатор та компонент високотемпературного згорання) принципі. В якості прикладу класичної системи живлення запропоновано використання акумуляторів типу літій залізо фосфат, а в якості новітнього джерела енергії розглядається можливість використання хімічних водневих реакторів.

Слід врахувати й те, що технічне обслуговування БпЛА та БпАК відрізняється від класичної системи, прийнятої в секторі пілотованої авіаційної техніки, де передбачено прогнозування виникнення відмов та поломок. Але оптимальний алгоритм технічного обслуговування (ТО) здатний завчасно виявити та усунути несправності як в формації пілотованих, так і безпілотних повітряних суден. Це має бути гнучкий та адаптивний алгоритм ТО, що не потребуватиме кардинальних змін ні в системі обслуговування, ні в системі навчання обслуговуючого персоналу.

Застосування сучасних програмно-апаратних комплексів діагностики дозволить ефективно використовувати БПЛА в різних варіантах його застосування, та зменшить ймовірність хибної роботи ланок керування та обчислення координат, що значно підвищить індекс економічної доцільності застосування саме безпілотних авіаційних комплексів.

Висновок. Отже, на основі проведених досліджень та запропонованих методів пошуку шляхів удосконалення з'являється можливість покращити ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та інтеграцію в існуючу систему обробки навігаційних координат додаткового модуля корекції, побудованого на основі корельованих малорозмірних лазерних гіроскопів. Враховуючи досвід використання БПЛА в якості ефективного засобу відсічі агресії окупантів, використання новітніх технологій та постійне дослідження шляхів модернізації систем керування та обчислення параметрів БПЛА, такі дослідження є вчасними та перспективними.

Список використаних джерел:

1. Гібридна війна проти України: історія, інструменти, технології. *Вінницька обласна універсальна наукова бібліотека імені Валентина Отамановського*. URL: <https://library.vn.ua/news-and-events/novini/gibridna-vijna-proti-ukraini> (дата звернення: 08.11.2024);
2. РЕБ. Що це і як засоби радіоелектронної боротьби протидіють ворожим ракетам. *Mind.ua*. URL: <https://mind.ua/publications/20269499-reb-shcho-ce-i-yak-zasobi-radioelektronnoyi-borotbi-protidiyut-vorozhim-raketam> (дата звернення: 08.11.2024);
3. Види каналів передачі даних в ХХ столітті. *Системный интегратор Украины, инженерные системы и сети: Кластер*. URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/upravlenie-peredachei-dannykh-po-analogovoi-linii/?srsltid=AfmBOooEEu2OW3EMO43krtxIqy1eQ3NnMFNSTOUx79NicB-MyxJBUxhS> (дата звернення: 08.11.2024);
4. Учасники проєктів Вікімедіа. Лазерний гіроскоп – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лазерний_гіроскоп (дата звернення: 08.11.2024).
5. ПОБУДОВА МАЛОГАБАРИТНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ | Наукові журнали та конференції. *Academic Journals and Conferences* /.

- URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ict/vsi-vypusky/volume-2-issue-1-2022/pobudovamalogabarytnyh-prystroyiv-dlya-radioelektronnoho> (дата звернення: 08.11.2024).
6. Забіяка Н.А. Матеріало-заощаджувальні хімічні процеси виробництва водню в хімічній техніці та енергетиці : дис. ... док. філософії : 166. Харків, 2021. 142 с.
 7. Розділ 1 стратегії технічного обслуговування. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/9330036/> (дата звернення: 08.11.2024).
 8. Радіоелектронні системи : навч. посіб. для вузів / П. Ю. Баранов, В. П. Лавриненко, О. М. Мелешкевич, В. С. Дмитренко. — Одеса, 2012. — 232 с.: іл

Хіжнюк Олександр Анатолійович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Головко Данійл Антонович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: dandygolovko@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9558-5824>

Пиль Каріна Віталіївна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: Pilo3172@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-5718-9672>

Khizhnyuk Oleksandr Anatoliiovych - Lecturer, Department of Aircraft Electronic Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Golovko Danylo Antonovych - cadet of the Faculty of Aviation Engineering Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dandygolovko@gmail.com,

<https://orcid.org/0009-0002-9558-5824>

Pyl Karina Vitalievna - cadet of the Faculty of Aviation Engineering Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: Pilo3172@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-5718-9672>