

В. В. Любич, М. Г. Домненко, В. Є. Сула

## СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ-КАМІКАДЗЕ ДЛЯ БОРОТЬБИ ІЗ ЗАСОБАМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ПРОТИВНИКА ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ СВІТЛОЧУТЛИВИХ ПРОГРАМОВАНИХ ДАТЧИКІВ

**Анотація:** Дрони-камікадзе мають значний потенціал для застосування проти систем протиповітряної оборони (ППО) ворога завдяки своїй мобільності, економічності та здатності виконувати атаки з високою точністю. Модернізація автоматичних систем наведення таких дронів шляхом встановлення світлочутливих датчиків виявлення систем ППО противника є перспективною технологією у сучасній війні.

**Ключові слова:** дрон-камікадзе, протиповітряна оборона, світлочутливий датчик.

**Annotation:** Kamikaze drones have significant potential for use against enemy air defense systems (ADF) due to their mobility, cost-effectiveness and ability to carry out attacks with high precision. Modernization of automatic guidance systems of such drones by installing light-sensitive sensors to detect enemy air defense systems is a promising technology in modern warfare.

**Keywords:** kamikaze drone, air defense, photosensitive sensor.

Встановлення програмованих світлочутливих датчиків на дрони-камікадзе може стати інноваційним підходом для підвищення ефективності атаки на об'єкти ППО ворога. Під час використання таких датчиків досягаються характеристики, які дають змогу підвищити ефективність застосування:

- *автоматичне орієнтування на ціль:* світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на виявлення таких специфічних характеристик цілей, як теплові сигнатури або відблиски від радіолокаційних станцій, що дозволить дрону самостійно визначати місцезнаходження об'єкта ППО, навіть якщо система ворожої ППО намагається залишитися непоміченою;

- *зниження рівня виявлення дрона:* програмовані датчики дозволяють дрону летіти в режимі «пасивного сканування», що зменшує ймовірність його виявлення за допомогою радіолокаційних систем ворога, адже дрон не випромінює сигналів, що можуть бути виявлені, натомість він шукає джерела світла або інші сигнатури цілей;

- *забезпечення високої точності атаки:* світлочутливі датчики можуть допомогти точно визначити розташування системи ППО і направити дрон на неї навіть в умовах поганої видимості або складного рельєфу, що зробить атаку більш ефективною, знижуючи потребу в додаткових системах наведення;

- *підвищення автономності дронів:* використання таких датчиків дає змогу дронам працювати автономно, з меншим втручанням з боку оператора, що може бути корисним у ситуаціях, коли зв'язок з дронами може бути порушений або заблокований;

- *обхід систем активного захисту:* програмовані світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на виявлення раптових змін освітлення, що виникають при активації систем активного захисту (наприклад, засліплення лазерами або спалахи від вибухів), що дозволить дрону своєчасно змінювати траєкторію польоту, щоб обійти захисні системи ворога.

Використання світлочутливих програмованих датчиків дає змогу дронам-камікадзе ефективно адаптуватися до змін в умовах бою та підвищує їхню здатність ухилятися від засобів активного захисту, що робить їх більш небезпечними та ефективними у виконанні завдань.

Світлочутливі датчики здатні допомогти дрону виявляти, оцінювати й реагувати на зміни у навколишньому середовищі, що виникають через роботу таких систем активного захисту:

• *виявлення спалахів або засліплюючих засобів:* системи активного захисту можуть використовувати лазерні установки або інші засоби, що випромінюють світло або створюють спалахи для засліплення оптичних сенсорів дронів (світлочутливі програмовані датчики можуть розпізнавати ці спалахи та автоматично змінювати траєкторію польоту або переходити в інший режим, щоб уникнути ураження);

• *виявлення змін освітленості навколишнього середовища:* системи активного захисту часто супроводжуються раптовими змінами освітленості (наприклад, від вибухів або роботи захисних засобів). Світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на виявлення таких змін,

що сигналізують про загрозу, і автоматично запускати алгоритми ухилення або прискорення для обходу загроз;

- *автоматична орієнтація на ціль*: дрони, оснащені світлочутливими датчиками, можуть орієнтуватися на випромінювання від джерел, пов'язаних з роботою систем ППО (наприклад, від тепла радіолокаційних установок або інших засобів). Це дозволяє дрону направлятися до цілі навіть в умовах активного захисту;

- світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на виявлення певних типів світла, як-от інфрачервоне випромінювання, яке часто виходить від працюючих радарів, теплових систем або інших компонентів систем ППО. Дрон, виявивши ці сигнали, може автоматично орієнтуватися на джерело, що є потенційною ціллю. Це може бути особливо ефективно в нічний час або в умовах поганої видимості, коли теплові сигнатури чи світлові контрасти легше виявити.

- світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на розпізнавання певних спектральних характеристик світла, які типові для різних елементів систем ППО (наприклад, лазери, прожектори чи теплові випромінювачі). Це дозволяє дрону точно розпізнати ціль серед інших об'єктів. Програмовані алгоритми можуть також враховувати інтенсивність, колір і частоту мерехтіння світла для кращого визначення цілі. Використання кількох світлочутливих датчиків, спрямованих у різні сторони, дозволяє дрону отримувати дані з кількох напрямків одночасно. Це дає змогу створити тривимірну картину навколишнього середовища і визначити напрямок до цілі. Якщо дрон виявляє кілька джерел світла, він може вибрати той, що найбільш відповідає заданим критеріям цілі (наприклад, найбільша яскравість або певний спектр);

- *зміна маршруту на основі виявлення джерел світла*: світлочутливі програмовані датчики можуть допомагати дрону відстежувати джерела світла або спалахи від випущених зенітних ракет і коригувати свій курс для обходу цих загроз. Наприклад, якщо датчик виявляє раптове яскраве світло з одного напрямку, дрон може автоматично змінити траєкторію для ухилення;

- *нічне і денне спостереження*: світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на роботу як у денний, так і в нічний час, що дозволяє дрону залишатися ефективним незалежно від умов освітлення. Це забезпечує дрону здатність діяти автономно, розпізнавати зміни освітленості та адаптуватися до ситуації;

- *використання датчиків для розпізнавання лазерних систем активного захисту*: багато систем активного захисту використовують лазери для виявлення або засліплення дронів. Світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані для розпізнавання таких лазерних сигналів і можуть змусити дрон змінити курс або вжити заходів для захисту своєї оптичної системи;

- *реакція на вибухи та зенітний вогонь*: програмовані датчики можуть швидко реагувати на вибухи або інші яскраві джерела світла, які супроводжують постріли зенітних установок. Це дозволяє дрону оперативного ухилятися від осколків або інших загроз;

- *інтеграція з іншими сенсорами*: світлочутливі датчики можуть працювати в комплексі з такими іншими сенсорами: інфрачервоні або ультразвукові, що дозволяє дрону отримувати додаткову інформацію про оточення. Це допомагає дрону більш точно оцінювати загрози і адаптувати свої дії в реальному часі;

- *імітація світлових сигнатур для відволікання уваги*: дрони можуть використовувати світлочутливі датчики для виявлення імітованих сигнатур (фальшивих джерел світла) від систем активного захисту. Якщо такі сигнатури виявляються, дрон може обійти їх, не витрачаючи час на «помилкові» цілі;

- *автономне ухилення з використанням штучного інтелекту*: світлочутливі програмовані датчики в поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту можуть дозволити дрону навчатися і самостійно ухилятися від засобів активного захисту, аналізуючи зміни в освітленості та швидко реагуючи на загрози;

- *адаптація до змін навколишнього середовища*: такі датчики можуть враховувати погодні умови (дощ, туман, сніг тощо) та вносити корективи в алгоритм польоту, щоб уникати перешкод або оптимізувати маршрут для досягнення цілі.

**Висновок:** дрони-камікадзе є ефективним засобом для ведення асиметричної війни проти високотехнологічних систем ППО ворога. Їх використання може забезпечити вирішальну перевагу на полі бою, дозволяючи значно послабити захист противника перед подальшими наступальними операціями. Програмовані світлочутливі датчики можуть значно підвищити можливості дронів-камікадзе, особливо у боротьбі з високотехнологічними системами протиповітряної оборони. Але

важливо враховувати й ризики, як-от потенційні засоби захисту, які можуть осліпити або вивести з ладу датчики дронів.

Застосування світлочутливих програмованих датчиків для автоматичної орієнтації на ціль дозволяє дронам-камікадзе залишатися ефективними навіть у складних умовах бою, знижуючи ризик виявлення і підвищуючи точність ураження.

#### Список використаних джерел:

1. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами російської федерації у війні проти України / О. О. Олнексенко та ін. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4(49).
2. Тактика застосування безпілотних повітряних суден в охороні державного кордону: навч. посібник / О. Л. Луцький та ін. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ, 2023. 164 с.
3. Памятка по защите и противодействию БПЛА противника. Книга врага, ворожою мовою. Київ: СВАРОГ, 2024. 26 с.

**Любич Володимир Володимирович** – провідний експерт будівельний у частині забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: [mr.lyubich1988@gmail.com](mailto:mr.lyubich1988@gmail.com)

**Домненко Микола Григорович** – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [mikoladomnenko568@gmail.com](mailto:mikoladomnenko568@gmail.com)

**Сула Володимир Євгенович**, старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: [sula72@ukr.net](mailto:sula72@ukr.net)

**LyubichVolodymyrVolodymyrovych** – is the leading construction expert in the part ensuring the safety of human life and health, protection of the natural environment and ensuring sanitary and epidemiological well-being of the population ТОВ "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: [mr.lyubich1988@gmail.com](mailto:mr.lyubich1988@gmail.com)

**Domnenko Mikola Grigorovich** – teacher of the department of military training, Vinnytsia, e-mail: [mikoladomnenko568@gmail.com](mailto:mikoladomnenko568@gmail.com)

**SulaVolodymyrYevhenovych**, – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: [sula72@ukr.net](mailto:sula72@ukr.net)