

Технічні науки

УДК 528.06

**Помогайбо Володимир Віталійович**

*начальник науково-дослідної лабораторії*

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

**Pomohaibo Volodymyr**

*Head of the Research Laboratory*

*Kharkiv National University of the Air Force I. Kozhedub*

**Воронін Андрій Володимирович**

*старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії*

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

**Voronin Andrew**

*Senior Researcher at the Research Laboratory*

*Kharkiv National University of the Air Force I. Kozhedub*

**Лаптев Іван Володимирович**

*старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії*

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

**Laptiev Ivan**

*Senior Researcher at the Research Laboratory*

*Kharkiv National University of the Air Force I. Kozhedub*

**Єлін Віталій Михайлович**

*науковий співробітник науково-дослідної лабораторії*

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

**Yelin Vitaliy**

*Researcher at the Research Laboratory*

*Kharkiv National University of the Air Force I. Kozhedub*

**ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ В МЕЖАХ  
РОЗТАШУВАННЯ ЗАСОБІВ РТЗ НА АЕРОДРОМІ  
USE OF UAV FOR OPERATION MONSTORSYG OG THE  
ELETSTOMAGNETIC ENVIRONMTNT WSTHIN THT LOCATSON  
OF RTE EQUIPMENT AT THE MILITARY AIRPORT**

*Анотація.* В статті розглянуто створення безпілотного літального апарату коптерного типу для своєчасного контролю стану електромагнітної обстановки в районі розміщення об'єктів радіотехнічного забезпечення на військовому аеродромі.

*Ключові слова:* безпілотний літальний апарат, електромагнітна обстановка.

*Summary.* The article considers creation of copter-type unmanned aerial vehicle for timely monitoring of the electromagnetic situation in the area of location of radio engineering facilities at a military airfield.

*Key words:* unmanned aerial vehicle, electromagnetic situation.

## **Вступ**

**Постановка проблеми.** Повномасштабне вторгнення російської федерації до нашої Батьківщину стало викликом для Збройних Сил (далі ЗС) України та всього українського народу. Готовність ЗС України Сил до виконання бойових завдань ґрунтується на: оснащенні військ озброєнням та військовою технікою (далі ОВТ); професійних знаннях і навичках особового складу щодо бойового застосування та експлуатації ОВТ.

В умовах воєнного стану, ведення ЗС України активних бойових дій (далі БД), мобілізації та надходження на озброєння нових видів (зразків) ОВТ існує необхідність своєчасного контролю стану електромагнітної обстановки в районі розміщення об'єктів радіотехнічного забезпечення

(далі РТЗ) на аеродромі, тому як зростає кількість мобільних операторів, носимих радіопристроїв, радіопередавачів, генераторів радіозавад та диверсійно-розвідувальних груп Російської Федерації.

Створення спеціального математичного програмного забезпечення (далі СМПЗ) та безпілотного літального апарату (далі БПЛА) коптерного типу має на меті підвищення ефективності моніторингу електромагнітної обстановки в районі розміщення об'єктів РТЗ на аеродромі. Перевага даного методу моніторингу та пошуку стороннього випромінювання полягає в його мобільності та постійного розташування в межах аеродрому, що дає змогу швидко реагувати на раптову появу завади та прийняття мір щодо її усунення. Даний комплекс сил та засобів покращить безперебійну роботу всього аеродрому в цілому.

Також вагомою перевагою розглянутого способу моніторингу електромагнітної обстановки є його відносно низька собівартість, тому як даний метод не потребує високої точності вимірювань та має можливість комплектуватись не дорогими складовими.

Вирішення цього завдання підвищить ефективність процесу підготовки льотного складу на всіх етапах, а також покращить бойове застосування усіх літаків, гелікоптерів та літальних апаратів які є на озброєнні в ЗС України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню цього питання щодо використання БПЛА у різних військових та цивільних цілях присвячено багато наукових праць та видань [1; 2, с. 3-196, с. 7-204]. Проте використання БПЛА насамперед для моніторингу електромагнітної обстановки в районі розміщення об'єктів РТЗ на аеродромі не використовував ніхто. Відповідно, запровадження даного вимірювального комплексу відкриє новітні підходи до вирішення проблем радіоперешкод які застосовує противник.

**Мета статті** – впровадження БПЛА коптерного типу та розробка спеціального математичного програмного забезпечення для моніторингу електромагнітної обстановки в районі розміщення об'єктів РТЗ на аеродромі.

**Виклад основного матеріалу.** Існуючі на озброєнні в ЗС України БПЛА можна розділити на дві категорії:

- ударні БПЛА (наносять ураження противнику);
- розвідувальні БПЛА (ведуть аеророзвідку та спостереження за противником).

БПЛА який пропонується впровадити можна віднести до категорії – розвідувальні БПЛА.

Для підвищення оперативності проведення моніторингу та пошуку джерел стороннього випромінювання пропонується використання БПЛА коптерного типу, з комплектом вимірювального та реєстраційного обладнання на борту, такого як: детектор електромагнітного поля, портативного пеленгатору сигналу (для визначення характеру та напрямку випромінювання), реєстратор показників випромінювання, модуль GPS, або ГЛОНАС координат та вбудованою фронтальною 4К камерою з можливістю регулювання кута нахилу, яка відповідає за якісну зйомку фото та відео, зняті в режимі реального часу з висоти пташиного польоту. Нижня HD камера призначена для точного оптичного позиціонування, тому політ буде більш плавним і контрольованим, що значно полегшить роботу оператору БПЛА.

Широкодіапазонний детектор електромагнітного випромінювання дає змогу БПЛА працювати в смузі частот від 2 МГц до 10 МГц що є достатнім для виявлення стороннього впливу у всьому спектрі радіочастот на засоби зв'язку та РТЗ аеродрому. Похибка пеленгування становитиме не більше як 1° градус, що у нашому випадку не є критично [3; 4, с. 61-66, с. 47-82].

Що до методів пеленгації то найбільш поширені є два методи:

- амплітудний;
- фазовий.

Амплітудний метод полягає в аналізі розподілу поля яке створює джерело випромінювання. При цьому методі рівень сигналу буде максимальний коли БПЛА знаходиться паралельно фронту хвилі, що приходить від завади.

Фазовий метод заснований на використанні залежності різниці фаз сигналів які приймає антена БПЛА на різній висоті та на різній відстані від джерела випромінювання (радіозавади) [5, с. 162-180].

В БПЛА який пропонується для вирішення проблеми пелингації радіозавад використовуються обидва методи, що дає змогу ширше аналізувати джерело випромінювання радіозвади.

Що до типових радіозавад які може використовувати Російська Федерація то їх розрізняють по їх впливу на результуючий сигнал. А саме на адитивні та мультиплікативні завади. При впливі адитивної завади результуючий сигнал має вигляд:

$$f(x) = s(t) + \xi(t),$$

де:  $s(t)$  – корисна інформація;

$\xi(t)$  – радіосигнал завади.

При впливі мультиплікативної завади результуючий сигнал має вигляд:

$$f(x) = s(t) \times \xi(t).$$

Вплив навмисних радіозавад може призвести до перевантаження приймально-передавального пристрою, спотворення корисного радіосигналу, його імітації, а в гірших випадках до повного виходу з ладу засобів РТЗ. На кінцевий результат дії навмисних радіозавад впливають такі фактори:

- співвідношення сигнал/завада на вході радіоприймача, що піддається впливу завади;

- співвідношення ширини спектру корисного радіосигналу до сигналу радіозавади;
- особливості побудови засобу РТЗ, параметри його роботи (модуляція, частота роботи, потужність передавача та чутливість приймача) та структури корисного сигналу(використання кодування, методи розширення спектру) [6; 7, с. 67-68, с. 118-304].

Всі параметри радіозавад які буде фіксувати БПЛА будуть відображатись у оператора на планшеті, мобільному пристрої, або ПОЕМ, в якому буде встановлено СМПЗ де фіксуватиметься час, дата, тип, характер, напрямок та відстань до завади.

СМПЗ вміщує в себе базу даних та класифікацію типових радіозавад які використовує Російська Федерація підчас Українсько-Російської війни.

Розроблене СМПЗ побудоване за модульним принципом із застосуванням технологій об'єктно-орієнтованого програмування та дозволяє:

- забезпечити візуалізацію завади за допомогою персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) в операційному середовищі Windows та операційній системі Android на будь яких мобільних пристроях чи планшетах;
- наочно побачити оператору БПЛА вплив завади на роботу станції;
- моделювати обстановку з імітацією радіозавади та оповіщення про неї оператора в різних варіантах обстановки яка склалася на аеродромі.
- виводити відображення роботи засобів РТЗ у вигляді графічної інформації на екран чи пульт керування оператора.

Таким чином впровадження такого БПЛА надасть змогу вести ефективний моніторинг електромагнітної обстановки на військовому аеродромі, особливо на оперативному, бо як відомо іноді оперативні аеродроми розташовуються неподалік від лінії фронту та зазнають впливу засобів радіоелектронної боротьби та навмисних радіозавад противника.

**Висновок.** БПЛА який пропонується до впровадження в систему польотів на військовому аеродромі покращить безперебійну роботу всіх засобів РТЗ всього аеродрому в цілому та надасть операторам станцій великий спектр протидії проти радіозавад та радіоперешкод противника.

### Література

1. Глотов В.М., Фис М.М., Колісніченко В. Б., Гуніна А. В. Застосування БПЛА у військовій справі та аерознімання. 2022. С. 3-196.
2. Бондар Д.В., Гурник А.В., Литовченко А.О., Хижняк В. В., Шевченко В.Л., Ядченко Д.М. Застосування безпілотних авіаційних систем у сфері цивільного захисту. 2022. С. 7-204.
3. Чернишев М. І., Куценко В. В. Оцінка точності визначення положення БПЛА різницево-далекомірним методом в рухомій системі пасивної радіолокації зенітних комплексів малої дальності. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. Вип. 2. С. 61-66.
4. Кривенко О. В. Методи формування сигналу в радіозасобах з ППРЧ в умовах впливу навмисних шумових завад. *Системи озброєння і військова техніка*. 2017. С. 47-82.
5. Слободянюк П. В., Благодатний В. Г., Ступак В. С. Довідник з радіомоніторингу. 2008. С. 162-180.
6. Цибульников Д. І., Єпішкін С. О. Алгоритм підвищення завадозахищеності засобів РТЗ від навмисних завад з декількома передавачами / Проблеми сумісності перспективних безпроводових мереж зв'язку (ЕМС-2020) : Збірник наукових праць. 2020. С. 67–68.
7. Єгоров Є. І. Використання радіочастотного спектру та радіозавади / Радио и связь. 1980. С. 118–304.