

А. П. Бабич<sup>1</sup>  
С. О. Кібіткін<sup>1</sup>  
Ю. В. Георгієв<sup>1</sup>  
Р. С. Белзецький<sup>2</sup>

## ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ І РОЗПІЗНАВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

Досліджено проблемні питання боротьби з безпілотними літальними апаратами (БПЛА). Визначено, що завдяки дешевизні та можливостям масштабного виробництва ворог став активно застосовувати БПЛА типу ударних дронів-камікадзе та дронів зі скидами, зокрема, FPV-дронів. Доведено, що рівень загрози таких БПЛА визначається не тільки їхньою здатністю постійно моніторити поле бою, вибирати пріоритетні цілі, будувати оптимальну траєкторію навіть на етапі атаки цілі, а і складністю протидіяти таким засобам ураження. В своїй більшості, проблема протидії дронам пов'язана зі складністю їхнього своєчасного виявлення. Без вирішення цієї проблеми найсучасніші засоби вогневого ураження не здатні надійно протистояти такій загрозі. Запропоновано, разом з класичними методами виявлення: акустичним, оптичним, радіотехнічним, радіолокаційним, — застосовувати такі методи виявлення, як повітряна і агентурна розвідка. Сутність такого методу полягає у визначенні місць пуску дронів, що дозволяє знищити розрахунки ворожих безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) вогнем мінометів та стрілецької зброї ще до застосування дронів або попередити і націлити систему виявлення щодо можливого напряму застосування безпілотників і, навіть, їхніх типів. Визначено і обґрунтовано основні принципи формування системи виявлення і розпізнавання, які дозволять врахувати особливості дронів як повітряних цілей, своєчасно їх виявляти і надавати інформацію засобам вогневого і радіоелектронного ураження. Доведено, що систему виявлення і розпізнавання повітряних загроз військам і об'єктам на полі бою, доцільно формувати за такими принципами: поєднання засобів, в яких реалізуються методи виявлення і організаційних заходів щодо застосування цих засобів; постійний моніторинг і аналіз стану та тенденцій розвитку поля бою, планування варіантів застосування системи відповідно до ситуації, яка склалася чи прогнозується; збір інформації щодо переміщення розрахунків БПЛА противника, місць розгортання позицій для пуску дронів; портативність і компактність засобів виявлення і розпізнавання, що дозволить оперативно змінювати позиції відповідно до динаміки середовища бою.

**Ключові слова:** дрони-камікадзе, дрони зі скидами, FPV-дрони, система виявлення і розпізнавання, методи виявлення, принципи формування системи.

### Вступ

*Постановка проблеми.* Відповідно до Стандарту НАТО АТР-3.8.8.1, 2019 року [1], Доктрини застосування безпілотних систем, в силах оборони України 2023 року, до безпілотних літальних апаратів поля бою (рівень застосування: батальйон, рота, взвод, відділення) відносяться апарати класу І (мікро, міні, малі) з вагою, відповідно до 2 кг, до 15 кг, до 150 кг [2].

Сьогодні сфера застосування БПЛА охоплює не тільки такі завдання: забезпечення розвідки, корегування вогню, ретрансляції, демонстративних та імітаційних дій тощо, а і завдання безпосереднього вогневого ураження військ і об'єктів.

Завдяки дешевизні та можливостям масштабного виробництва ворог став активно застосовувати безпілотні літальні апарати типу ударних дронів-камікадзе та дронів зі скидами, зокрема FPV-дронів — швидкісних квадрокоптерів, керованих за допомогою FPV-пілотування зі встановленою бойовою частиною або пристроєм для скидання боєприпасів.

Рівень загрози таких БпЛА (дронів) визначається не тільки їхньою здатністю моніторити поле бою, вибирати пріоритетні цілі, будувати оптимальну траєкторію, навіть на етапі атаки цілі, а і складністю протидіяти таким засобам ураження.

Малі розміри таких повітряних цілей, виготовлення дронів з композитних матеріалів та пластику, застосування камуфляжного забарвлення, практично безшумна з виділенням мінімуму теплової енергії робота електричних двигунів, якими в своїй більшості обладнані БпЛА, несуть значні проблеми їхнього виявлення і розпізнавання. Без попереджувальної інформації щодо типу цілі, курсу і висоти її польоту, тобто, у разі раптової візуальної фіксації маневруючої цілі, збити її за час перебування в полі зору, навіть підготовленому стрільку чи кулеметнику, досить складно.

Особливості дронів, як об'єктів протидії, висвітлюють гостру проблему необхідності формування системи виявлення і розпізнавання повітряної цілі, яка ґрунтується на комплексному використанні і певних комбінаціях відомих методів виявлення та організації їхнього застосування.

### **Аналіз досліджень і публікацій**

Виявлення дронів є актуальною проблемою та ключовим елементом в забезпеченні і захисті військ і об'єктів поля бою. Без вирішення цієї проблеми найсучасніші засоби вогневого ураження не здатні надійно протистояти такій загрозі [3]. Не зважаючи на значні фінансові потоки, які спрямовуються на наукові дослідження і технічні проекти для вирішення проблеми помітності засобів повітряного нападу, зробити повністю невидимим, навіть маленький за розмірами і зроблений зі спеціальних матеріалів, дрон поля бою не можливо. Будь-який, навіть мікро БпЛА, має ознаки, які для певних засобів і способів спостереження роблять його помітним [4]. Сигнали, певного рівня прояву, в інфрачервоному, радіочастотному, видимому діапазонах спектра, а також звукової сигнатури (формування звукового сигналу) — обов'язкова умова існування будь-якого матеріального об'єкта [5].

Сигнали інфрачервоного спектра — це тепло, яке випромінюється двигуном літального апарата та агрегатами, що працюють. До прикладу, для невеликих БпЛА коптерного типу, на які встановлюються електричні двигуни з мізерною тепловіддачею, також потрібно враховувати і тепло, яке утворюється в наслідок тертя лопатів гвинтів з повітрям [6].

Радіочастотні способи виявлення цілі базуються на використанні активної радіолокації і пасивної радіотехнічної розвідки. Активна радіолокація за допомогою потужних радіолокаційних станцій (РЛС) може виявляти цілі на значних відстанях, але матеріали, з яких виготовляються дрони-камікадзе, мають таку властивість, що електромагнітні хвилі проходять через них і тільки незначна кількість формує зворотний сигнал. Більше того, джерела активного випромінювання можуть бути атаковані протирадіолокаційними засобами. Пасивні радіотехнічні способи виявлення дронів базуються на прийманні і дослідженні радіосигналів лінії зв'язку та керування. Враховуючи обмеженість радіочастотного випромінювання БпЛА (мікро, міні) та обмеженість управління по часу, для виявлення таких цілей може бракувати інформації для встановлення місця їхнього знаходження і, навіть, напряму їхнього польоту [7].

Малі розміри дронів з одного боку ускладнюють їхнє візуальне виявлення через малу поверхню відображення, а з іншого — дозволяють фокусувати зір у вузькому секторі, зменшувати зону спостереження, що дозволяє вести активне візуальне спостереження за польотом цілі на певній ділянці маршруту. Головна проблема візуального спектра виявлення — це значна залежність від метеорологічних умов і часу доби [8].

Метод звукового, аудіо виявлення дронів-камікадзе базується на фіксації шумів двигуна, обертів лопаті, механізмів БпЛА. Це ефективний метод для виявлення дронів-камікадзе оперативного рівня застосування типу Шахед-136 з відносно потужними двигунами внутрішнього згорання, політ яких характеризується специфічним шумовим ефектом. Для БпЛА мікро, міні з електричними двигунами, які діють в шумовому середовищі, цей метод малоефективний, проте часто буває єдиним для фіксації польоту дрону в складних метеорологічних умовах і вночі. Не зважаючи на значну кількість методів виявлення дронів-камікадзе, деякі з них можуть успішно реалізовуватися в певних умовах і не дати ніякого або недостатнього результату в інших. Тобто, постає проблема вибору оптимального методу виявлення і розпізнавання дронів та організації їхнього застосування для певного стану середовища. Зважаючи на різноманітність і масштабність застосування дронів, швидкоплинність середовища застосування, вирішення цієї проблеми є актуальним завданням.

Метою роботи є розроблення пропозицій щодо шляхів формування системи виявлення і розпізнавання безпілотних літальних апаратів поля бою.

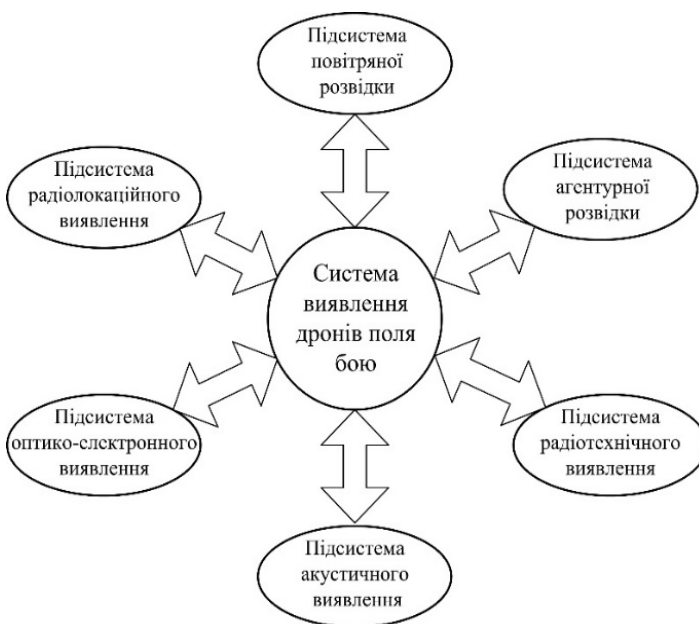
### Результати дослідження

Важливим завданням сторони збройного конфлікту, яка застосовує дрони, зробити їх непомітними. Це завдання реалізується малими розмірами дронів, властивостями матеріалів, з яких вони виготовляються, постійною зміною способів і тактичних прийомів їхнього застосування. Враховуючи це, виявлення і розпізнавання таких повітряних цілей, зокрема FPV-дронів, є надскладним завданням, але необхідною умовою зриву атаки засобу повітряного нападу чи його ефективного вогневого ураження. Існування і активна робота такої системи обов'язкова як для зональної, об'єктової ППО, та і для протиповітряної оборони, особливо з появою нової загрози — малопомітних і швидкісних ударних дронів. Кожний з відомих методів виявлення і розпізнавання повітряних цілей може досягти результату, відповідно до граничних можливостей БпЛА, тільки за певних умов їхнього застосування. Порівняння можливостей методів виявлення БпЛА типу FPV-дронів подано в таблиці [6]—[8].

#### Можливості методів виявлення і розпізнавання FPV-дронів (профіль польоту змінний від 50 до 150 метрів)

Методи виявлення	Гранична дальність виявлення, м	Фактори впливу	Особливості функціонування	Дотримання режиму прихованості
Акустичний	800	зовнішні шуми	—	так
Оптичний	1200	погодні умови, пора доби	пряма видимість	так
Інфрачервоний	500	погодні умови (туман, опади)	пряма видимість	так
Радіо-локаційний	2000	ефективна площа розсіювання	пряма видимість	ні
Радіо-частотний	2000	потужність випромінювання	виявлення оператора дрона за перемовинами до зльоту дрона та у разі управління дроном	так

Досвід російсько-української війни дає змогу доповнити спектр методів виявлення і розпізнавання дронів-камікадзе такими методами як повітряна і агентурна розвідка. Сутність такого методу полягає у визначенні місць пуску дронів. Відносно невелика дальність застосування, особливо



Система виявлення дронів поля бою

FPV-дронів, змушує противника наближати місця пуску до лінії зіткнення, а в деяких випадках організувати, навіть, в районах розташування наших військ. Визначення цих місць дозволяє, в кращому випадку, знищити розрахунки вогнем мінометів та стрілецької зброї ще до застосування дронів, а в іншому — попередити і націлити систему виявлення щодо можливого напрямку застосування безпілотників і, навіть, їхніх типів (рис.).

З огляду на зазначене, система виявлення і розпізнавання БпЛА повинна формуватися з дотриманням таких принципів:

- поєднання засобів, в яких реалізуються методи виявлення і організаційні заходи щодо застосування цих засобів;

- аналіз стану і тенденцій розвитку поля бою, планування варіантів застосування системи відповідно до ситуації, яка

склалася чи прогнозується;

- постійний збір інформації щодо переміщення розрахунків БпЛА, розгортання позицій для пуску дронів;

- портативність засобів виявлення і розпізнавання, що дозволить оперативно змінювати позиції відповідно до динаміки середовища бою.

Сучасні технічні засоби здатні реалізовувати усі відомі методи виявлення і розпізнавання повітряних цілей за певної їхньої організації.

Акустичний метод виявлення реалізується в пристроях у вигляді мікрофону або групи мікрофонів, які уловлюють звук і визначають напрямок його надходження. Організація звукової локації дронів дозволяє ліквідувати прогалину в областях зон прямої видимості, виявити всі дрони у зоні досяжності апаратури, зокрема, працюючі автономно без радіочастотного випромінювання. У разі включення до пристрою звукової локації аналізаторів спектра звукового сигналу значною мірою вирішується проблема відокремлення хибних об'єктів, насамперед, зграй птахів. В багатьох випадках, для організації охорони підрозділів в районах розташування по периметру району встановлюють звукові детектори, що дозволяє попередити війська за 3...5 хвилин до прильоту дрону. Недоліками звукової локації є невелика дальність виявлення і залежність від зовнішніх шумів.

Оптичний метод виявлення реалізується постами візуального спостереження або окремими спостерігачами. Пости візуального спостереження організуються на загрозованих напрямках, які обладнуються оптичними, лазерними та інфрачервоними приладами, а також відеокамерами, які дозволяють фіксувати траєкторію польоту дрона в зоні досяжності камери. Функції спостерігачів зазвичай виконують особи добового наряду чи спеціально визначені патрулі. Недоліки цього методу — залежність від рівня освітленості і погодних умов.

Радіочастотний метод виявлення реалізується радіочастотними аналізаторами, які є одною або кілька антен для прийому радіохвиль та контролер для аналізу радіочастотного спектра, що застосовуються для фіксації і аналізу радіохвиль між дроном і його пультом керування та контролю. Існують також висококласні системи, які можуть триангулювати дрон та його контролер у разі використання ним кількох радіомодулів, розміщених на значній відстані один від одного. Перевагами цього методу є: низька вартість обладнання, здатність виявляти (а іноді й ідентифікувати) велику кількість безпілотників та контролерів, а також пасивність (складність визначення місця розташування елементів). Певна організація обладнання може триангулювати положення БпЛА. До недоліків можна віднести те, що такі системи не можуть виявляти і моніторити автономні БпЛА, малоефективні в умовах складної радіочастотної обстановки та, зазвичай, мають обмежений радіус дії.

Радіолокаційний метод виявлення дронів поля бою реалізується в компактних радіолокаційних системах, спроектованих для виявлення малорозмірних повітряних цілей. Радіолокатор детекції безпілотників посилає радіосигнал та реєструє його відбиття від об'єктів, визначаючи напрямок та відстань (положення). Перевагами радарів є відносно велика відстань виявлення, безперервне відстеження, високоточна локалізація. Цей пристрій також може одночасно обробляти сотні цілей, виявляти усі безпілотники незалежно від автономності польоту, пори доби та метеорологічних умов. Недоліком радарів є залежність дальності виявлення від розмірів об'єкта. Часто радари не можуть відрізнити птахів від безпілотників.

Система виявлення і розпізнавання може ефективно функціонувати — отримувати необхідний результат за можливою економією ресурсу, якщо для кожної ситуації, яка склалася чи прогнозується, визначати і обґрунтовувати адекватний варіант її застосування. Варіант як різновид побудови системи може охоплювати різний склад сил і засобів та їхнього розташування (розосередження), напрям фокусування основних зусиль, маневри складових системи (переміщення, нарощування), способи координації дій сил і засобів. Якщо розуміти ситуацію як сукупність умов і обставин, що створює поле бою, то умовами і обставинами, які можуть впливати на формування варіанта побудови системи виявлення і розпізнавання, є характер дій військ протистояння, можливі типи засобів повітряного нападу і тактика їхніх дій, метеорологічні умови, пора доби, рельєф місцевості тощо.

Досвід російсько-української війни показав ефективність нетрадиційного методу виявлення дронів ще до того моменту, коли вони піднімуться в повітря. Цей метод базується на інформації про місця можливого пуску дронів, яка надходить від населення, розвідувальних підрозділів, зокрема і груп повітряної розвідки. На жаль, цим методом раніше за нас скористався ворог, зрадники надавали інформацію про місця розташування наших розрахунків БпЛАК, по яких наносились потужні мінометні удари. Цей метод дозволяє отримати важливу інформацію, яка також може впли-

нути на визначення варіантів функціонування системи. Умова його реалізації — постійний моніторинг розвідувальної інформації.

Швидкоплинність середовища поля бою викликає необхідність маневрування силами і засобами системи виявлення і розпізнавання. Можливості маневрування — організована зміна позицій з дотриманням визначеного бойового порядку, реалізується саме портативними засобами, підготовкою розрахунків щодо їхнього згорання і розгортання в короткі терміни, оперативністю прийняття необхідних управлінських рішень. Важливою умовою мобільності системи є можливість засобів поєднувати в собі декілька функцій, наприклад, функцію виявлення і визначення місця положення повітряної цілі, виявлення і ідентифікація об'єкта, виявлення і автосупроводження. В 2022 році військовослужбовці Сил спеціальних операцій ЗСУ взяли трофей у вигляді російської портативної радіолокаційної станції «Фара» [9], яка є складовою саме системи виявлення як наземних так і маловисотних повітряних цілей. За ваги близько 17 кілограмів вона поєднує функції виявлення як наземних і повітряних цілей на дальності до 4 000 м, в залежності від розміру об'єкта і рельєфу місцевості, корегування вогню по цих цілях. Переносний варіант обслуговується розрахунком у складі двох осіб. Час розгортання і згорання станції не перевищує 20 хвилин [10].

До прикладу, використання портативної оптичної системи виявлення безпілотників AARTOS DDS X7 [11], яка поставляється з антеною IsoLOG 3D DF для відстеження та потужним блоком аналізатора (пульта керування та контролю), поєднує в собі функції не тільки виявлення, а й визначення положення та висоти повітряної цілі. Поєднання цієї оптичної системи із запропонованою системою виявлення і розпізнавання БПЛА поля бою дозволить підвищити ефективність усієї системи.

### Висновки

Система виявлення і розпізнавання безпілотних літальних апаратів є ключовим елементом вирішення проблеми захисту військ і об'єктів від загроз з повітря.

Проблема ефективного функціонування системи полягає в особливостях об'єкта виявлення, насамперед це його помітність, здатність до маневрування, напрям і висота польоту.

Можливим шляхом вирішення проблеми є формування складної організаційно-технічної системи виявлення, яка б разом з традиційними методами виявлення: радіотехнічним, радіолокаційним, оптико-електронним, акустичним, — мала можливість використовувати повітряну і агентурну розвідку, ефективність яких підтверджено досвідом російсько-української війни.

Важливими принципами побудови і функціонування системи виявлення дронів є: поєднання засобів, в яких реалізуються методи виявлення, і організаційних заходів щодо застосування цих засобів; аналіз стану і тенденцій розвитку поля бою; планування варіантів застосування системи відповідно до ситуації, яка склалася чи прогнозується; постійний збір інформації щодо переміщення розрахунків БПЛА противника, розгортання позицій для пуску дронів; портативність засобів виявлення і розпізнавання, що дозволить оперативно змінювати позиції відповідно до динаміки середовища бою.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] ATP-3.3.8.1., *Minimum training requirements for unmanned aircraft systems (UAS) operators and pilots*. May 2019. 37 p. [Electronic resource]. Available: <https://standards.globalspec.com/std/14246865/atp-3-3-8-1> .
- [2] ОП 3-0(46). Доктрина «Застосування безпілотних систем у силах оборони України». Київ, Україна: Генеральний штаб ЗС України, 2024, 38 с.
- [3] V. Kartashov, V. Oleynikov, O. Zubkov, and S. Sheiko, "Optical Detection of Unmanned Air Vehicles on a Video Stream in a Real-Time," in *2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo)*, Odessa, Ukraine, 2019, pp. 1-4. <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo47782.2019.9165362> .
- [4] S. Adavanne, G. Parascandolo, P. Pertila, T. Heittola, and T. Virtanen, "Sound event detection in multichannel audio using spatial and harmonic features," in *2016 Workshop on Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events (DCASE2016)*, Budapest, Hungary, 2016, pp. 1-5, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.02293> .
- [5] E. Çakır, G. Parascandolo, T. Heittola, H. Huttunen, and T. Virtanen, "Convolutional recurrent neural networks for polyphonic sound event detection," *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing (TASLP)*, vol. 25, no. 6, pp. 1291-1303, June. 2017. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2017.2690575> .
- [6] A. M. Zelnio, "Detection of small aircraft using an acoustic array," *MSEgr, Wright State University*, 2009, 55 p.
- [7] V. M. Kartashov, S. I. Babkin, E. G. Tolstykh, and N. G. Lepeha, "Systematic errors in measurement of meteorological variables in correlation processing radioacoustic sounding system signals," *Telecommunications and Radio Engineering*, vol. 75, no. 9, pp. 835-843, January, 2016. <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v75.i9.80> .
- [8] N. U. A. Tahir, Z. Zhang, M. Asim, C. Junhong, and M. ELAffendi, "Object Detection in Autonomous Vehicles under Adverse Weather: A Review of Traditional and Deep Learning Approaches," *Algorithms*, vol. 17 (3), no. 103, pp. 1-36, February, 2024. <https://doi.org/10.3390/a17030103> .

[9] *Наш черговий трофей — російська РЛС «Фара»*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://armyinform.com.ua/2022/03/17/nash-chergovuj-trofej-rosijska-rls-fara/>. Дата звернення 05. 08. 2024.

[10] *Фара (РЛС)*. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%B0\\_\(%D0%A0%D0%9B%D0%A1\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%B0_(%D0%A0%D0%9B%D0%A1)). Дата звернення 05. 08. 2024.

[11] *AARTOS DDS*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://drone-detection-system.com/aartos-dds/product-overview/>. Дата звернення 05. 08. 2024.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних наук ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 27.08.2024

**Бабич Анатолій Петрович** — канд. військових наук, доцент, доцент кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, e-mail: Anatoliypetrovich88@gmail.com ;

**Кібіткін Сергій Олександрович** — канд. техн. наук, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, e-mail: kubitkin\_sergey@ukr.net ;

**Георгієв Юрій Вікторович** — старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, e-mail: yura.georgiev.74@ukr.net .

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків;

**Белзетський Руслан Станіславович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук. e-mail: belzetskiy@vntu.edu.ua .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**A. P. Babich<sup>1</sup>**  
**S. O. Kubitkin<sup>1</sup>**  
**Yu. V. Georgiev<sup>1</sup>**  
**R. S. Belzetskiy<sup>2</sup>**

## Formation of a System for Detection and Recognition of the Unmanned Aerial Vehicles

<sup>1</sup> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University;

<sup>2</sup> Vinnytsia National Technical University

*The problematic issues of combating unmanned aerial vehicles (UAVs) are investigated. It is determined that due to the cheapness and large-scale production capabilities, the enemy has begun to actively use UAVs such as kamikaze strike drones and drones with drops (bombers), in particular FPV-drones. It is proved that the level of threat of such UAVs — battlefield drones is determined not only by their ability to select priority targets, and build an optimal trajectory even at the stage of attacking the target, but also by the difficulty of counteracting such means of destruction. For the most part, the problem of countering drones is related to the difficulty of their timely detection. Without solving this problem, the most modern means of fire destruction are unable to reliably counteract such a threat. It is proposed that, along with the classical detection methods, namely: acoustic, optical, radio engineering, radar, to use such detection methods as aerial and agent reconnaissance. The essence of this method is to determine the launch sites of drones, which allows to destroy enemy UAVs with mortar and small arms fire before the use of drones or to warn and target the detection system regarding the possible direction of use of drones and even their types. The basic principles of the formation of a detection and recognition system are defined and substantiated, which will allow to take into account the characteristics of drones as air targets, timely detect them and provide information to fire and electronic warfare. As the experience of the Russian-Ukrainian war shows, a system for detecting and recognizing air threats to troops and objects on the battlefield should be formed on the following principles: a combination of means in which detection methods are implemented and organizational measures for the use of these means; the ability to monitor and analyze the state and trends of the battlefield, planning options for using the system in accordance with the current or projected situation; constant collection of information on the movement of enemy UAVs, places of deployment.*

**Keywords:** kamikaze drones, drones with drops, FPV-drones, detection and recognition system, detection methods, principles of system formation.

**Babich Anatoliy P.** — Cand. Sc. (Military), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Aviation Equipment and Airborne Reconnaissance Systems, e-mail: Anatoliypetrovich88@gmail.com ;

**Kubitkin Serhii O.** — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Chair of Aviation Equipment and Airborne Reconnaissance Systems, e-mail: kubitkin\_sergey@ukr.net ;

**Georghiev Yuriy V.** — Senior Lecturer of the Chair of Aviation Equipment and Airborne Reconnaissance Sys-tems, e-mail: yura.georgiev.74@ukr.net ;

**Belzetskiy Ruslan S.** — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Computer Science, e-mail: belzetskiy@vntu.edu.ua