

DOI 10.33099/2786-7714-2026-1-10-63-71

УДК 355.40

Степанов Григорій Сергійович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-9190-2821>

Оріховський Павло Володимирович

<http://orcid.org/0000-0003-4309-154X>

Наконечний Михайло Миколайович

<https://orcid.org/0009-0005-2096-2340>

Янцевич Антон Валерійович

<https://orcid.org/0009-0001-3767-3001>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

Рукопис надійшов до редакції: 14.04.2026; Рукопис прийнято до друку після рецензування: 12.05.2026; Дата публікації: 17.06.2026

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

У статті досліджено сукупність зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України. Обґрунтовано, що в умовах сучасної російсько-української війни ударні безпілотні системи набувають дедалі більшого значення як інструмент ураження засобів повітряного нападу, елементів системи управління, об'єктів базування та іншої критично важливої інфраструктури противника. Проведено аналіз зовнішніх факторів, зокрема воєнно-стратегічних, політичних, географічних, технологічних, економічних, інформаційно-психологічних чинників, а також ролі розвідданих і ситуаційної обізнаності. Окрему увагу приділено внутрішнім факторам, серед яких визначено технічні характеристики ударних безпілотних систем, стійкість до засобів радіоелектронної боротьби, рівень автоматизації, організацію управління, тактику застосування, виробничо-економічні можливості та підготовку персоналу. Встановлено, що ефективність ударних безпілотних систем формується під впливом комплексу взаємопов'язаних умов і значною мірою залежить від здатності системи швидко адаптуватися до змін бойової обстановки, технологічної протидії противника та потреб сучасної війни. Зроблено висновок, що комплексне врахування зазначених факторів створює передумови для підвищення результативності застосування ударних безпілотних систем у системі протиповітряної оборони України.

***Ключові слова:** ударні безпілотні системи, протиповітряна оборона, ефективність застосування, зовнішні та внутрішні фактори, бойове застосування, російсько-українська війна.*

Вступ

Аналіз воєнно-стратегічної обстановки навколо України свідчить, що збройна агресія російської федерації зберігає тривалий характер, а загрози для держави залишаються системними та багатовимірними [1,2].

Одним із ключових завдань противника є дестабілізація державного і військового управління, а також ураження критично важливих об'єктів інфраструктури та сил оборони. За таких умов роль протиповітряної оборони України істотно зростає, оскільки саме вона забезпечує зниження наслідків повітряних ударів і створює передумови для збереження стійкості оборони держави [2].

Досвід ведення ППО України у ході відсічі повномасштабної агресії РФ проти України засвідчує, що знищення засобів повітряного нападу (далі – ЗПН) противника на аеродромах базування, наземних ракетних комплексів, придушення об'єктів системи управління військами і зброєю є одним із головних завдань сучасної

протиповітряної оборони (далі – ППО) держави, так як знижує бойові спроможності противника щодо нанесення вогневого ураження по об'єктам і військам.

У цьому контексті використання ударних безпілотних систем (далі - УБпС) для знищення засобів повітряного нападу (літаків, гелікоптерів, ракет) безпосередньо в місцях їхнього базування стало стратегічним пріоритетом.

УБпС набули значення як інструмент ураження ЗПН у тактичній, оперативній і стратегічній глибині [2,3].

На початковому етапі повномасштабної війни сторони мали суттєво різні спроможності у сфері ураження засобів повітряного нападу в місцях їх базування. Надалі розвиток ударних безпілотних систем середньої і дальньої дії сприяв частковій зміні цього балансу та розширив набір доступних для України способів вогневого впливу на аеродроми, позиції ракетних засобів та систему управління військами і зброєю [1,5].

Застосування ударних безпілотних систем

дальної дії створило для України додаткову спроможність уражати об'єкти в глибині території противника. Це частково компенсувало дефіцит традиційних засобів ураження відповідного радіуса дії та підвищило значення власного виробництва й технологічної адаптації [5].

Ефективність застосування ударних безпілотних систем у сучасній війні є змінною величиною. Вона залежить від сукупності зовнішніх і внутрішніх чинників: характеру бойових дій, рівня протидії з боку ППО та радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), організації управління, технічних характеристик УБпС, якості розвіданих і підготовки персоналу [1,4,5].

Матеріали та методи

Досвід застосування ударних безпілотних систем у сучасних збройних конфліктах останніми роками набув значної уваги як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі. У наукових працях [4-6,9-15] досліджуються питання розвитку дроноцентричних операцій, тактико-технічних характеристик ударних безпілотних платформ, особливостей їх бойового застосування, а також способів протидії безпілотним літальним апаратам у межах сучасних систем протиповітряної оборони. Вітчизняні автори значну увагу приділяють узагальненню досвіду російсько-української війни, аналізу тактики застосування FPV-дронів, оцінюванню факторів ефективності безпілотних систем та пошуку шляхів підвищення результативності їх використання в бойових діях [4,5,9-13, 15].

Окремий напрям досліджень становлять праці, присвячені виявленню повітряних цілей, розвитку засобів радіолокаційного спостереження, радіоелектронної розвідки та комплексів протидії малорозмірним безпілотним літальним апаратам [14, 15]. У цих роботах розглядаються як технічні аспекти функціонування радіолокаційних і пасивних систем виявлення, так і питання їх інтеграції в єдині інформаційні контури управління. Зарубіжні дослідження доповнюють зазначені підходи аналізом сучасних технологій С-UAS, методів виявлення, супроводження та ідентифікації безпілотних систем, а також оцінкою ролі штучного інтелекту, комп'ютерного зору й автоматизованих систем підтримки прийняття рішень у протидії повітряним загрозам [1,8].

Водночас аналіз використаних джерел свідчить, що наявні публікації переважно зосереджені або на технічних характеристиках окремих засобів, або на тактичних аспектах застосування безпілотних систем і боротьби з ними [4-6,9-15]. Меншою мірою дослідженням залишається комплексний підхід до оцінювання саме зовнішніх і внутрішніх факторів, які в сукупності визначають ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України. Недостатньо уваги приділено також взаємозв'язку між технологічною адаптивністю платформ, рівнем протидії з боку ППО і РЕБ противника, якістю розвідувального забезпечення, організацією управління та ресурсною стійкістю системи. Саме

це зумовлює актуальність теми статті та визначає потребу в подальшому науковому узагальненні зазначеної проблематики.

Метою статті є узагальнення та систематизація основних зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України. Дослідження має аналітико-оглядовий характер і спрямоване на виявлення факторів, які найбільшою мірою визначають результативність застосування УБпС.

Результати

Аналіз зовнішніх факторів, що впливають на ефективність застосування безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України.

Ефективність застосування УБпС для ураження цілей, пов'язаних із повітряним нападом противника, залежить від комплексу зовнішніх умов. Частина з них може створювати сприятливі передумови для застосування систем, тоді як інші істотно знижують імовірність успішного виконання завдання. У межах цієї статті зовнішні фактори доцільно поділяти на змінні та відносно постійні [3,4].

Зовнішні змінні фактори, що впливають на ефективність застосування безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України, формуються у зовнішньому середовищі, безпосередньо не контролюються українською стороною, але суттєво впливають на планування, координацію та результативність застосування [3,4].

1. Воєнно-стратегічні фактори визначають місце безпілотних систем у загальній системі ППО України та впливають на вибір способів їх застосування. У сучасній війні до найбільш значущих належать такі фактори:

1.1. Характер війни та інтенсивність бойових дій. Для російсько-української війни характерні велика протяжність театру бойових дій, значна віддаленість окремих важливих об'єктів противника та висока динаміка зміни обстановки. Це зумовлює потребу як у системах тактичного рівня, так і в ударних системах більшої дальності.

Вплив характеру війни та інтенсивності бойових дій на ефективність застосування УБпС можна узагальнити так:

в умовах високої щільності бойових дій і протидії з боку ППО зростає значення відносно дешевих, серійних і швидко відновлюваних рішень, здатних забезпечувати масоване або повторюване застосування;

скорочення часу між виявленням цілі та її ураженням підвищує вимоги до швидкості прийняття рішень, стійкості каналів зв'язку та інтеграції розвідки з вогневими засобами.

Отже, в умовах війни високої інтенсивності ефективність УБпС визначається не лише індивідуальними характеристиками окремого виробу, а й здатністю системи забезпечувати масовість, адаптивність та швидке оновлення рішень відповідно до змін обстановки.

1.2. Система ППО противника. Наявність ешелонованої протиповітряної оборони істотно ускладнює застосування безпілотних систем, особливо під час ураження цілей, прикритих засобами великої, середньої та малої дальності.

Вплив ешелонованої оборони на ефективність застосування УБпС проявляється в такому:

чим вища щільність і узгодженість роботи ворожої ППО, тим нижча імовірність прориву окремої платформи до цілі та тим більшої ваги набувають маршрутна підготовка, масування та хибні цілі;

наявність спеціалізованих засобів боротьби з малорозмірними цілями зменшує ефективність повільних і передбачуваних платформ, що потребує постійного вдосконалення профілю польоту, навігації та тактики застосування.

Як наслідок, застосування УБпС потребує використання маловисотних профілів польоту, гнучкого планування маршрутів, а також поєднання масованості, раптовості та економічно доцільних платформ [7].

Таким чином, розвинена ППО противника не унеможливує застосування УБпС, але змінює характер їх використання, підвищуючи роль комплексного планування та адаптації тактики до конкретної оборонної конфігурації.

1.3. Насиченість РЕБ. Висока насиченість засобами радіоелектронної боротьби є одним із ключових викликів для ударних безпілотних систем, оскільки безпосередньо впливає на стійкість управління, навігацію та наведення на ціль [4, 10, 11, 13].

Активне застосування противником засобів придушення супутникової навігації та каналів управління знижує ефективність класичних схем дистанційного керування. У відповідь зростає значення автономних режимів польоту, інерціальної навігації, оптичної корекції та алгоритмів донаведення на кінцевій ділянці маршруту.

Отже, стійкість до РЕБ дедалі більше визначається не лише технічними параметрами самої платформи, а й здатністю підрозділів оперативно змінювати частотні рішення, оновлювати програмне забезпечення та застосовувати альтернативні алгоритми наведення.

2. Політичні фактори значною мірою визначають масштаб, інтенсивність та допустимі межі застосування УБпС. У цьому випадку йдеться не лише про військову доцільність, а й про необхідність збереження міжнародної підтримки, дотримання правових норм та врахування ризиків ескалації [3,8].

2.1. Міжнародно-правові обмеження. Застосування дронів має відповідати нормам міжнародного гуманітарного права, зокрема принципам розрізнення, пропорційності та вжиття запобіжних заходів для мінімізації шкоди цивільному населенню. Ці вимоги безпосередньо впливають на вибір цілей, способи застосування та процедури підтвердження результатів удару.

2.2. Міжнародна підтримка та санкційний тиск. Зовнішня військово-технічна, фінансова й організаційна підтримка впливає на темпи розгортання виробництва, модернізацію безпілотних платформ і забезпечення суміжних спроможностей. Водночас санкційний тиск на противника може опосередковано впливати на його здатність відновлювати втрати, адаптувати технології та забезпечувати виробництво [8].

У практичному вимірі міжнародна підтримка підвищує стійкість національного оборонно-промислового комплексу, сприяє розвитку серійного виробництва та розширює доступ до технологій і компонентів, необхідних для створення сучасних безпілотних систем.

2.3. Рівень ескалації конфлікту. Із зростанням інтенсивності бойових дій та ескалації змінюється роль УБпС: від допоміжного засобу вогневого впливу до інструменту системного ураження та виснаження противника [3,7,8].

Еволюцію цілей при підвищенні ескалації можна подати так:

за нижчої інтенсивності УБпС частіше використовуються для вибіркового ураження окремих об'єктів або техніки, де критичними є раптовість і точність;

за вищої інтенсивності бойових дій безпілотні системи дедалі частіше розглядаються як один із масових засобів ураження, ефективність яких визначається можливістю масштабування, ритмічністю виробництва та здатністю підтримувати тривале застосування.

Крім того, за умов ескалації розширюється перелік потенційних цілей у тилу противника, а застосування УБпС набуває додаткового воєнно-політичного значення як інструмент підвищення вартості агресії для противника.

Це свідчить про те, що системи дальньої дії можуть впливати на загальну конфігурацію повітряної загрози та, опосередковано, на умови функціонування ППО України.

3. Географічні та природні фактори істотно впливають на планування маршрутів, режим польоту, точність ураження та ймовірність прихованого проходження безпілотних платформ [4,4].

3.1. Рельєф місцевості. Характер місцевості визначає можливості маловисотного польоту, використання складних маршрутів і прихованого наближення до цілі. У відкритій місцевості зростають вимоги до профілю польоту, тоді як пересічена або урбанізована місцевість одночасно створює і додаткові можливості маскування, і додаткові обмеження щодо зв'язку, навігації та правомірності застосування [4,4, 14].

Ліси, балки, забудова та інші елементи рельєфу можуть ускладнювати виявлення УБпС, але водночас впливають на стабільність зв'язку, точність навігації та якість візуального спостереження.

3.2. Кліматичні умови, пора року та доби. Погодні умови безпосередньо впливають на роботу оптико-електронних засобів, силових установок,

акумуляторів, а також на стійкість польоту та точність наведення [4,6].

Опади, туман, низька хмарність, обмерзання, різкі пориви вітру та сезонні температурні коливання можуть як зменшувати ефективність окремих типів платформ, так і змінювати доцільний час їх застосування. У зв'язку з цим погодний фактор має враховуватися під час вибору маршруту, бойового навантаження та способу наведення.

4. Технологічні фактори визначають можливості проникнення в систему ППО противника, точність ураження та загальну результативність застосування ударних безпілотних систем. У сучасній війні саме технологічна адаптивність часто стає однією з ключових передумов успіху [1,4,8].

4.1. Супутникова інфраструктура. Наявність супутникових сервісів і навігаційних систем суттєво впливає на радіус дії, точність маршрутизації, якість передачі даних і сталість функціонування безпілотних платформ на значній відстані від пункту управління [8].

Супутникові рішення розширюють можливості застосування безпілотних систем поза межами прямої радіовидимості та можуть підвищувати стійкість до частини наземних засобів радіоелектронної протидії. Водночас вони також залишаються вразливими до спуфінгу, джамінгу та інших способів впливу.

Важливим є й те, що низька затримка та стабільний обмін даними створюють умови для оперативної обробки інформації, уточнення обстановки та використання алгоритмів автоматизованої підтримки прийняття рішень.

Отже, супутникова інфраструктура є одним із базових елементів, що визначають навігаційну точність і функціональну дальність застосування сучасних УБпС [3].

4.2. Рівень розвитку ППО та ПРО у регіоні. Ступінь розвиненості засобів протиповітряної та протиракетної оборони визначає рівень ризику для безпілотних платформ, допустимі сценарії їх застосування та економічну доцільність окремих операцій [3, 5, 12].

За слабшої оборони ударні БпС можуть демонструвати високу ефективність як відносно дешевий засіб ураження. За наявності багаторівневої ППО результативність дедалі більше залежить від масованості, прихованості, якості маршрутно-ї підготовки, технологічної складності та поєднання з іншими засобами ураження.

Таким чином, розвиток ППО і ПРО формує не лише оборонний потенціал противника, а й межі доцільного застосування конкретних типів безпілотних систем.

4.3. Кіберзагрози. Для безпілотних систем кіберзагрози мають безпосереднє значення, оскільки можуть впливати на управління платформою, цілісність даних, безпечність програмного забезпечення та захищеність наземної інфраструктури [3,8].

Основні напрями кібервпливу на ефективність застосування можуть бути такими:

перехоплення або спотворення управління через вразливості каналів передачі даних, що може призвести до втрати контролю над платформою або зриву місії;

компрометація ланцюга постачання, оновлень програмного забезпечення чи окремих компонентів, що створює ризик вбудованих обмежень, прихованих механізмів збору даних або інших небезпечних наслідків;

ураження наземних станцій керування, терміналів та допоміжних інформаційних систем, через які може відбуватися витік телеметрії, журналів польоту, відеоданих чи координат;

маніпуляція навігаційними або сенсорними даними, що здатна спричинити відхилення від маршруту, неправильну ідентифікацію об'єкта або порушення процесу наведення.

Отже, кіберстійкість є важливою складовою загальної ефективності УБпС і має розглядатися поряд із технічними, тактичними та організаційними характеристиками системи.

5. Економічні фактори визначають можливості виробництва УБпС, масштаби їх застосування та ресурсну стійкість відповідних програм. Основними аспектами економічного впливу є такі: [4,7]

5.1 Вартість застосування. У сучасній війні ефективність ударної системи оцінюється не лише за технічними параметрами, а й за співвідношенням вартості місії, вартості ураженого об'єкта та можливості повторного застосування відповідного рішення.

Економічний зміст цього фактору можна подати так:

надмірно висока вартість окремого засобу ураження обмежує можливість його системного використання в умовах тривалого конфлікту;

економічна асиметрія може створювати перевагу стороні, яка застосовує відносно дешевші платформи проти дорожчих цілей або змушує противника витратити значний ресурс на перехоплення;

масовість і доступність серійних платформ підвищують гнучкість застосування та дають змогу підтримувати високу інтенсивність ударів там, де використання дорожчих засобів є недоцільним;

структура витрат охоплює не лише ціну платформи, а й витрати на боеприпас, логістику, технічне обслуговування, навчання персоналу та відновлення спроможностей.

У зв'язку з цим ефективною слід вважати не просто дешеву систему, а таку, яка забезпечує досягнення поставленого результату з прийнятними ресурсними витратами та можливістю масштабування.

Отже, економічний фактор прямо впливає на тактику застосування, ритм операцій і загальну стійкість використання УБпС у війні на виснаження.

5.2 Виробничі спроможності. Реальна бойова ефективність безпілотних систем безпосередньо

пов'язана зі здатністю держави та промисловості забезпечувати серійне виготовлення, швидке оновлення конструкцій і стабільне постачання компонентів [2,3,7].

Аспектами виробничої спроможності є:

масштабованість виробництва, яка дає змогу підтримувати потрібну інтенсивність застосування та формувати достатній резерв для компенсації бойових втрат;

гнучкість і швидкість ітерацій, що дозволяють своєчасно змінювати конструкцію, програмне забезпечення, канали зв'язку та інші елементи відповідно до нових форм протидії;

локалізація виробництва та зменшення залежності від імпортованих компонентів, що підвищує стійкість постачання і скорочує час реагування на потреби фронту;

спроможність виготовляти або адаптувати бойові частини та суміжні елементи комплексу, що безпосередньо впливає на надійність і практичну результативність застосування.

Таким чином, виробничі спроможності визначають не лише кількість доступних платформ, а й швидкість технологічної адаптації, без якої навіть перспективні зразки швидко втрачають актуальність.

6. Інформаційно-психологічний вплив може виступати додатковим чинником ефективності застосування УБпС. Його значення полягає у впливі на поведінку особового складу, інформаційне середовище та сприйняття безпекової ситуації [5,7,15].

6.1. Ефект постійного спостереження та деморалізація. Наявність безпілотних платформ у повітрі змінює поведінку противника, змушує його обмежувати переміщення, маскуватися, розосереджувати сили та витратити додаткові ресурси на захист і спостереження.

6.2. Поширення відеоматеріалів об'єктивного контролю. Публікація підтверджених результатів ударів може впливати на інформаційний фон, внутрішню мобілізацію ресурсів і сприйняття ефективності безпілотних систем як у власному суспільстві, так і у противника.

6.3. Формування образу певних систем як символів війни. Окремі платформи або типи дронів можуть набувати значного медійного значення, що підсилює їх політичний та психологічний ефект незалежно від конкретних тактичних результатів окремої місії.

6.4. Інформаційні операції та відволікальні дії. Імітація активності, дезінформація, хибні сигнали та інші інформаційні прийоми здатні впливати на рішення противника, навантажувати його системи реагування та створювати сприятливі умови для реальних ударів.

Отже, інформаційно-психологічний компонент не замінює власне бойовий результат, однак може підсилювати загальний ефект від застосування безпілотних систем і впливати на поведінку противника.

7. Розвіддані та ситуаційна обізнаність. Актуальна розвідувальна інформація і належна

ситуаційна обізнаність є необхідною передумовою результативного застосування УБпС, оскільки визначають якість цілевказання, вибір маршруту та своєчасність ураження [1,2,9].

7.1. Скорочення циклу «виявлення — ураження». Ефективність ударних систем прямо залежить від швидкості надходження та обробки розвідданих. Чим менший проміжок часу між виявленням об'єкта і нанесенням удару, тим вища ймовірність ураження цілі до зміни нею положення або режиму функціонування.

7.2. Оптимізація вибору цілей. Належна ситуаційна обізнаність дає змогу раціонально розподіляти ударні засоби, зосереджуючи їх на об'єктах, ураження яких забезпечує найбільший оперативний або тактичний ефект.

7.3. Навігація та подолання протидії. Дані про розташування засобів ППО, районів активності РЕБ, особливості рельєфу та зміни обстановки дозволяють обирати більш безпечні маршрути польоту й підвищують ймовірність виконання завдання.

7.4. Оцінка результатів удару. Підтвердження факту ураження або збереження цілі дозволяє коригувати подальші дії, уникати повторного витрачання ресурсу на вже уражені об'єкти та швидше приймати рішення щодо повторної атаки чи зміни пріоритетів.

Таким чином, розвіддані та ситуаційна обізнаність визначають якість підготовки й супроводу бойового застосування УБпС та істотно впливають на загальну результативність удару.

Зовнішні відносно постійні фактори, що впливають на ефективність застосування безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України, не зазнають суттєвих змін у коротко- та середньостроковій перспективі та формують базовий контекст їх використання: [6, 8]

1. геополітичне положення України між російською федерацією та державами НАТО створює сталий безпековий контекст, у межах якого система ППО орієнтована на східний і південний напрями та водночас враховує потребу сумісності з партнерами;

2. фізичні параметри повітряного простору, відстані до потенційно важливих об'єктів і географія зон ризику безпосередньо впливають на час реагування, конфігурацію чергування та вимоги до координації засобів;

3. технологічна залежність від зовнішніх ринків, окремих компонентів і глобальних ланцюгів постачання залишається важливим обмежувальним чинником для розвитку та модернізації безпілотних систем;

4. фізичні закони поширення радіохвиль, дальність виявлення, особливості навігації та інші сталі технічні умови формують об'єктивні межі застосування платформ і не можуть бути змінені організаційними рішеннями;

5. наявність супутникових і глобальних інформаційних систем, що перебувають поза прямим контролем України, є сталою умовою, яку

необхідно враховувати під час планування й застосування УБпС [6].

Отже, зазначені зовнішні відносно постійні фактори визначають рамкові можливості та обмеження застосування безпілотних систем під час ведення ППО України, незалежно від поточних тактичних змін обстановки.

Таким чином, в умовах України ефективність ударних безпілотних систем визначається поєднанням зовнішньої протидії, технологічної стійкості, якості управління, доступу до ресурсів та здатності системи швидко адаптуватися до змін у середовищі застосування.

Аналіз внутрішніх факторів, що впливають на ефективність застосування безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України.

Аналіз внутрішніх, тобто керованих, факторів базується на оцінюванні тих характеристик системи, на які Україна може безпосередньо впливати як розробник, виробник, організатор застосування та експлуатант безпілотних платформ [7, 8].

До основних внутрішніх факторів доцільно віднести технічний, організаційно-управлінський, тактичний, економічний і кадровий домени.

У межах цієї статті внутрішні фактори розглядаються як сукупність параметрів, від яких залежить спроможність системи забезпечувати сталі та результативні застосування безпілотних платформ у складі ППО.

1. Технологічні характеристики та інновації.

Стійкість до РЕБ і навігація. Ефективність ударних БпЛА значною мірою залежить від захищеності каналів управління, наявності резервних рішень для навігації та здатності платформи зберігати функціональність в умовах придушення супутникових сигналів [4,10,11,13].

Автоматизація та елементи ШІ. Використання алгоритмів автоматизованого супроводу, донаведення та обробки даних може знижувати залежність від безперервного ручного управління на окремих етапах місії та підвищувати стійкість до втрати зв'язку.

Масштабованість і серійність. Перехід від поодиноких зразків до серійного виробництва створює передумови для системного застосування, накопичення досвіду та стандартизації рішень.

Інноваційність та адаптивність. Постійне оновлення технічних характеристик, програмного забезпечення й архітектури комплексів є відповіддю на зміну тактики противника та його засобів протидії.

Інтеграція в системи ситуаційної обізнаності. Ефективність зростає тоді, коли дані від БпС включаються до єдиного інформаційного контуру управління та використовуються для оперативного прийняття рішень.

2. Організаційно-управлінські фактори.

Інституційне оформлення та спеціалізація підрозділів безпілотних систем створюють умови для підвищення керованості, розподілу відповідальності та накопичення профільної експертизи [2,3].

Управління та децентралізація. Ефективність застосування безпілотних систем значною мірою залежить від швидкості прийняття рішень, гнучкості організаційних процедур і здатності командирів адаптувати використання сил до конкретного типу загрози [3,4].

Підготовка персоналу. Рівень підготовки операторів, інженерів, планувальників і командирів визначає якість застосування комплексів в умовах інтенсивної протидії.

Системи аналізу After Action Review. Регулярний збір і аналіз інформації про польоти, втрати, успішність ураження та причини збоїв дозволяє оперативно коригувати тактику, технічні рішення й навчальні програми.

Інтеграція в єдиний інформаційний простір. Узгоджена робота безпілотних систем із розвідкою, засобами РЕБ, ППО та іншими компонентами оборони підвищує ефективність застосування та зменшує ризик неузгоджених дій.

Підготовка та спеціалізація операторів. Професійний рівень персоналу безпосередньо впливає на ймовірність успішного виконання місії, стійкість до стресу та якість дій у нестандартних умовах.

3. Тактичні фактори застосування.

Еволюція тактики. У сучасних умовах УБпС дедалі частіше розглядаються не як допоміжний, а як повноцінний елемент системи вогневого впливу, здатний доповнювати інші засоби ППО й ураження [5,10,11,13].

Поєднання засобів. Найвища результативність досягається за умови комбінованого використання авіації, зенітних комплексів, засобів РЕБ, розвідки та безпілотних систем відповідно до конкретної обстановки.

Логістика та забезпечення. Безперерйне постачання платформ, комплектуючих, боєприпасів, засобів зв'язку та енергоживлення є необхідною умовою стійкого застосування безпілотних систем у тривалому режимі.

4. Економічні фактори.

Вартість знищення. Внутрішнім фактором успіху є досягнення прийняттого співвідношення між ресурсами, витраченими на місію, і військовим ефектом від ураження цілі [4,7].

Ключовим є те, що застосування ударних БпЛА може частково зменшувати навантаження на дефіцитні засоби ураження за умови належної організації виробництва, підготовки та бойового застосування.

5. Людський фактор.

Людський фактор є одним із визначальних для ефективності застосування УБпС, оскільки помилки персоналу, недостатня підготовка, перевтома або втрата ситуаційної обізнаності безпосередньо впливають на результат місії, збереження платформи та безпеку застосування [2,4].

Основними аспектами впливу людського фактору є:

підготовка та спеціалізація операторів, від яких залежать правильність використання техніки,

швидкість прийняття рішень і здатність діяти в умовах перешкод та невизначеності;

психофізіологічний стан, зокрема втома, стрес, зниження концентрації та когнітивне перевантаження, що можуть спричинити помилки під час планування й виконання місії;

ситуаційна обізнаність, втрата якої підвищує ризик входження в небезпечні райони, помилок у маршрутизації та неадекватної оцінки загрози;

швидкість адаптації до протидії, оскільки сучасне бойове середовище вимагає від операторів і командирів постійного навчання та швидкого оновлення практик застосування.

Для мінімізації негативного впливу людського фактору необхідні якісна підготовка, стандартизація процедур, автоматизація окремих процесів та належна організація режиму праці й відпочинку персоналу.

Обговорення

Результати проведеного аналізу свідчать, що ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України не може визначатися лише сукупністю їх тактико-технічних характеристик. На відміну від спрощених підходів, за яких результативність УБпС пов'язується переважно з дальністю польоту, точністю наведення чи стійкістю до засобів радіоелектронної боротьби, у сучасних умовах вирішальне значення має взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів. Саме поєднання характеру бойових дій, рівня протидії противника, якості розвідданих, організації управління, підготовки персоналу та ресурсної спроможності виробництва формує реальний бойовий потенціал безпілотних систем [1,4,5].

Проведене дослідження підтверджує, що в умовах російсько-української війни ударні безпілотні системи набувають значення не лише як окремі засіб ураження, а як складова ширшої системи вогневого та інформаційного впливу. Їхня ефективність дедалі більше залежить від здатності інтегруватися в єдиний контур ситуаційної обізнаності, взаємодіяти з розвідувальними, зенітними, радіоелектронними та командно-управлінськими компонентами. Це дозволяє розглядати БпС не ізольовано, а як елемент адаптивної системи, що функціонує в умовах постійної зміни загроз, технологічного суперництва та високої динаміки бойової обстановки.

Окремої уваги заслуговує те, що зовнішні фактори впливу мають неоднорідний характер. Частина з них є змінними та безпосередньо відображає поточну обстановку, зокрема інтенсивність бойових дій, насиченість ППО і РЕБ противника, доступність міжнародної підтримки, якість розвідданих та погодні умови. Інша частина має відносно сталий характер і формує базові рамки застосування безпілотних систем. Це означає, що ефективність УБпС повинна оцінюватися не як фіксована характеристика певної платформи, а як змінна категорія, що залежить від конкретної

оперативної ситуації та здатності системи реагувати на її зміни.

Водночас аналіз внутрішніх факторів показує, що саме вони є найбільш керованими з боку України, а отже, створюють основний простір для практичного підвищення ефективності застосування ударних безпілотних систем. Насамперед це стосується темпів технологічної адаптації, серійності виробництва, стандартизації процедур, організації підготовки персоналу, удосконалення тактики та забезпечення належного рівня міжвидової взаємодії. У цьому контексті можна стверджувати, що перевага в сучасній війні досягається не лише шляхом створення окремих ефективних платформ, а насамперед за рахунок формування стійкої системи швидкого оновлення рішень, масштабування виробництва та оперативного впровадження бойового досвіду.

Отримані результати узгоджуються з сучасними підходами до розуміння ролі безпілотних систем у війні високої інтенсивності, де визначальними стають не окремі технічні переваги, а комплексність застосування, гнучкість управління та здатність до тривалого функціонування в умовах виснаження. Водночас проведене дослідження має переважно аналітико-оглядовий характер, що певною мірою обмежує можливість кількісного вимірювання ваги кожного окремого фактору. Це відкриває перспективи для подальших досліджень, спрямованих на розроблення моделей оцінювання впливу різних чинників на результативність застосування УБпС, а також на формування критеріїв пріоритетності їх удосконалення в системі протиповітряної оборони України.

Перспективи подальших досліджень.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленні наукового аналізу факторів, що впливають на ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України, насамперед у напрямі їх кількісного оцінювання та ранжування за ступенем впливу на результативність бойового застосування. Актуальним є розроблення моделей і методик, які дозволять визначати вагомість окремих зовнішніх і внутрішніх чинників залежно від характеру бойової обстановки, рівня протидії з боку противника, умов застосування та типу безпілотної платформи.

Подальших досліджень потребують питання інтеграції ударних безпілотних систем у єдиний інформаційно-управлінський контур протиповітряної оборони, удосконалення їх взаємодії із засобами розвідки, радіоелектронної боротьби, зенітними системами та іншими компонентами сил оборони. Окрему увагу доцільно приділити вивченню впливу технологічної адаптивності платформ, розвитку автономних режимів управління, застосування елементів штучного інтелекту, а також виробничо-економічної стійкості на загальну ефективність безпілотних систем у війні високої інтенсивності.

Перспективним напрямом є також розроблення практичних рекомендацій щодо вдосконалення

тактики застосування ударних безпілотних систем в умовах активної протидії ППО та РЕБ противника, а також формування підходів до підготовки персоналу, стандартизації процедур і впровадження результатів бойового досвіду в систему планування та управління. Це сприятиме не лише подальшому розвитку теоретичних положень, а й підвищенню практичної результативності застосування ударних безпілотних систем у системі протиповітряної оборони України.

Висновки

У статті проведено комплексний аналіз зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на ефективність застосування ударних безпілотних систем під час ведення протиповітряної оборони України. Встановлено, що результативність їх бойового застосування визначається не окремими тактико-технічними характеристиками платформ, а сукупністю взаємопов'язаних умов, які охоплюють воєнно-стратегічну обстановку, рівень протидії з боку противника, технологічну стійкість систем, якість розвідувального забезпечення, організацію управління, ресурсні можливості та підготовку персоналу. Доведено, що в умовах сучасної війни ударні безпілотні системи виступають не лише засобом ураження окремих цілей, а й важливим елементом загальної системи вогневого, інформаційного та психологічного впливу на противника.

Результати дослідження дають підстави стверджувати, що підвищення ефективності застосування ударних безпілотних систем у системі протиповітряної оборони України можливе лише за умови комплексного врахування впливу зовнішніх і внутрішніх чинників, їх своєчасного оцінювання та адаптації до змін бойової обстановки. Визначальне значення при цьому мають стійкість до засобів радіоелектронної боротьби, інтеграція в єдиний інформаційно-управлінський контур, розвиток серійного виробництва, удосконалення тактики застосування та належний рівень професійної підготовки персоналу. Саме системний підхід до розвитку, організації та бойового використання ударних безпілотних систем створює передумови для підвищення результативності протиповітряної оборони України та зміцнення спроможностей держави у протидії сучасним повітряним загрозам.

Список використаних джерел

- [1.] J. Bronk, N. Reynolds та J. Watling, *The Russian Air War and Ukrainian Air Defence*. London, U.K.: Royal United Services Institute, 2023.
- [2.] Сили безпілотних систем, Звіт із вивчення досвіду застосування рот ударних БпАК. Україна: Сили безпілотних систем, 2024.
- [3.] Головнокомандувач ЗС України, Доктрина "Застосування безпілотних систем у силах оборони України", затв. Головнокомандувачем Збройних Сил України 01.01.2024 (№ 49/НВГШ від 02.01.2024). Київ, Україна: ГШ ЗСУ, 2024.
- [4.] А. Мельниченко, "Аналіз та оцінювання факторів, які впливають на ефективність застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях)," *The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine Military Science*, т. 3, № 2, с. 210–225, 2025.
- [5.] Г. С. Степанов, П. В. Оріховський, С. В. Гашенко та А. М. Луцишин, "Розвиток дроноцентричних операцій за досвідом збройних конфліктів та російсько-української війни," *Повітряна міць*, № 2(5), с. 13–16, 2023.
- [6.] С. П. Мосов, М. В. Погорецький, С. М. Салій, О. В. Сєлюков та ін., *Безпілотна авіація у військовій справі: кол. монографія*. Київ, Україна: Інтерсервіс, 2019.
- [7.] Сили безпілотних систем, *Deep Strike БпЛА. Зброя для перенесення війни на територію росії*. Україна: Сили безпілотних систем, 2024.
- [8.] International Institute for Strategic Studies, *The Military Balance 2024*. London, U.K.: IISS, 2024.
- [9.] Ю. Є. Репіло та О. М. Іщенко, "Модель застосування безпілотних авіаційних комплексів в інтересах виконання вогневих завдань артилерією в збройних конфліктах," *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 3(45), с. 83–90, 2022.
- [10.] Г. В. Худов, І. А. Хижняк, І. Ю. Грідасов та ін., "Аналіз тактико-технічних характеристик та тактики застосування існуючих ударних FPV-дронів," *Системи управління, навігації та зв'язку*, № 1(3), с. 45–54, 2024.
- [11.] О. О. Олексенко, О. М. Гук, В. В. Сніцаренко та ін., "Щодо особливостей бойового застосування FPV-дронів у російсько-українській війні," *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, № 4(22), с. 20–29, 2024.
- [12.] А.К. Павліковський, В.О. Тютюнник, В.А. Ткаченко та Н.І. Ткаченко, "Підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних безпілотних літальних апаратів," *Наука і оборона*, № 1(2025), с. 45–57, 2024.
- [13.] М. В. Семенов та В. В. Масіц, "Еволюція тактики застосування FPV-дронів у російсько-українській війні: від радіокерування до оптоволокна," *Національні інтереси України*, № 11(16), с. 477–484, 2025.
- [14.] А. С. Дудуш, В. О. Тютюнник, О. А. Резніченко та С. Ю. Гогоняц, "Сучасний стан та проблеми протидії маловисотним, низькошвидкісним та малорозмірним БПЛА," *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 1(31), с. 121–131, 2018.
- [15.] С. П. Мосов та С. М. Салій, "Захист від дронів та протидія їхньому застосуванню на полі бою (російсько-український воєнний конфлікт)," *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України*, № 2(85), с. 81–87, 2025.

Hryhorii Stepanov (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-9190-2821>

Pavlo Orikhovskiy

<http://orcid.org/0000-0003-4309-154X>

Mykhailo Nakonechnyi

<https://orcid.org/0009-0005-2096-2340>

Anton Yantsevych

<https://orcid.org/0009-0001-3767-3001>

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE EFFECTIVENESS OF EMPLOYING STRIKE UNMANNED SYSTEMS IN THE COURSE OF UKRAINE'S AIR DEFENSE OPERATIONS

The article analyzes the set of external and internal factors influencing the effectiveness of employing strike unmanned systems in the course of Ukraine's air defense operations. It is substantiated that, under the conditions of the ongoing Russian-Ukrainian war, strike unmanned systems are acquiring increasing importance as an instrument for engaging enemy air attack assets, command and control elements, deployment sites, and other critical infrastructure targets. The study examines the main external factors affecting the effectiveness of their employment, including military-strategic, political, geographical, technological, economic, and informational-psychological factors, as well as the role of intelligence support and situational awareness. Particular attention is paid to internal factors, such as the technical characteristics of platforms, resilience to electronic warfare, the level of automation, command and control organization, employment tactics, production and economic capacity, and personnel training. It has been established that the effectiveness of strike unmanned systems is determined by a set of interrelated conditions and largely depends on the ability of the system to adapt rapidly to changes in the operational environment, enemy technological countermeasures, and the requirements of modern warfare. The study concludes that comprehensive consideration of these factors creates the necessary preconditions for improving the effectiveness of strike unmanned systems within Ukraine's air defense system.

Keywords: *strike unmanned systems, air defense, effectiveness factors, electronic warfare, situational awareness, combat employment, Russian-Ukrainian war.*

References

- [1.] J. Bronk, N. Reynolds, and J. Watling, *The Russian Air War and Ukrainian Air Defence*. London, U.K.: Royal United Services Institute, 2023.
- [2.] Unmanned Systems Forces, *Report on Studying the Experience of Employing Strike UAV Companies*. Kyiv, Ukraine: Unmanned Systems Forces, 2024. (in Ukrainian)
- [3.] Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine, *Doctrine "Employment of Unmanned Systems in the Defense Forces of Ukraine"*, approved Jan. 1, 2024 (Order No. 49/NVHSh dated Jan. 2, 2024). Kyiv, Ukraine: Armed Forces of Ukraine, 2024. (in Ukrainian)
- [4.] A. Melnychenko, "Analysis and assessment of factors affecting the effectiveness of the employment of unmanned systems in operations (combat actions)," *The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine Military Science*, vol. 3, no. 2, pp. 210–225, 2025. (in Ukrainian)
- [5.] H. S. Stepanov, P. V. Orikhovskiy, S. V. Hashenko, and A. M. Lutsyshyn, "Development of drone-centric operations based on the experience of armed conflicts and the Russian-Ukrainian war," *Air Power of Ukraine*, no. 2(5), pp. 13–16, 2023. (in Ukrainian)
- [6.] S. P. Mosov, M. V. Pohoretskyi, S. M. Saliy, O. V. Sieliukov, et al., *Unmanned Aviation in Military Affairs: Collective Monograph*. Kyiv, Ukraine: Interservis, 2019. (in Ukrainian)
- [7.] Unmanned Systems Forces, *Deep Strike UAV. A Weapon to Transfer the War to the Territory of Russia*. Kyiv, Ukraine: Unmanned Systems Forces, 2024. (in Ukrainian)
- [8.] International Institute for Strategic Studies, *The Military Balance 2024*. London, U.K.: IISS, 2024.
- [9.] Yu. Ye. Repilo and O. M. Ischenko, "Model of employing unmanned aerial systems in the interests of performing fire missions by artillery in armed conflicts," *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, no. 3(45), pp. 83–90, 2022. (in Ukrainian)
- [10.] H. V. Khudov, I. A. Khyzhniak, I. Yu. Hridasov, et al., "Analysis of tactical and technical characteristics and tactics of employment of existing strike FPV drones," *Systems of Control, Navigation and Communication*, no. 1(3), pp. 45–54, 2024. (in Ukrainian)
- [11.] O. O. Oleksenko, O. M. Huk, V. V. Snitsarenko, et al., "Regarding the features of combat employment of FPV drones in the Russian-Ukrainian war," *Collection of Scientific Works of the State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification*, no. 4(22), pp. 20–29, 2024. (in Ukrainian)
- [12.] A. K. Pavlikovskiy, V. O. Tiutiunyk, V. A. Tkachenko, and N. I. Tkachenko, "Increasing the effectiveness of countering the massive employment of strike unmanned aerial vehicles," *Science and Defense*, no. 1(2025), pp. 45–57, 2024. (in Ukrainian)
- [13.] M. V. Semenov and V. V. Masits, "Evolution of FPV drone employment tactics in the Russian-Ukrainian war: From radio control to fiber optics," *National Interests of Ukraine*, no. 11(16), pp. 477–484, 2025. (in Ukrainian)
- [14.] A. S. Dudush, V. O. Tiutiunyk, O. A. Reznichenko, and S. Yu. Hohoniants, "Current state and problems of countering low-altitude, low-speed and small-sized UAVs," *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, no. 1(31), pp. 121–131, 2018. (in Ukrainian)
- [15.] S. P. Mosov and S. M. Saliy, "Protection against drones and countering their employment on the battlefield (Russian-Ukrainian military conflict)," *Collection of Scientific Works of the Center for Military Strategic Studies of the National Defense University of Ukraine*, no. 2(85), pp. 81–87, 2025. (in Ukrainian)