УДК 355.424.4:623.746-519

О. В. Коломійцев, О. С. Балабуха, М. О. Максимов, О. П. Мусієнко, А. Л. Ковтунов

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПЕРЕХОПЛЕННЯ ПРИ ПРОТИДІЇ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА З УРАХУВАННЯМ ПОКАЗНИКА МОБІЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Анотація. *В доповіді проведено аналіз залежності показників ефективності бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) перехоплення при їх протидії ройовим атакам безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника від показників (параметрів) мобільності транспортних засобів (ТрЗ). Визначено, що ефективність перехоплення БпЛА противника визначається не лише бойовими можливостями БпЛА-перехоплювачів, а й здатністю своєчасно зосередити засоби ураження зі складу БпАК на загрозливому напрямку. Проведено аналіз вимог до показників мобільності ТрЗ зі складу БпАК в різних дорожніх умовах при багатовекторному, хвильовому та масованому застосуванні роїв БпЛА. Розглянуто складові показника мобільності ТрЗ та визначено напрямки подальших досліджень щодо їх формалізації та врахування при оцінці ефективності застосування БпАК перехоплення.*

Ключові слова: *безпілотний авіаційний комплекс; БпЛА-перехоплювач; показник мобільності; ройова атака; протиповітряна оборона; транспортний засіб.*

Abstract. *This paper analyzes how the combat effectiveness indicators of interceptor unmanned aircraft systems (UAS) in countering enemy unmanned aerial vehicle (UAV) swarm attacks depend on the mobility indicators (parameters) of the transport vehicles (TV) that form part of the UAS. It is determined that the effectiveness of intercepting enemy UAVs depends not only on the combat capabilities of the interceptor UAVs themselves, but also on the ability to concentrate the UAS's engagement assets in time on the threatened axis. The requirements for the mobility indicators of the UAS transport vehicles under various road conditions are analyzed for multi-vector, wave, and massed employment of UAV swarms. The components of the transport vehicle mobility indicator are examined, and directions for further research on their formalization and their consideration when assessing the effectiveness of interceptor UAS employment are identified.*

Keywords: *unmanned aircraft system; interceptor UAV; mobility indicator; swarm attack; air defense; transport vehicle.*

Аналіз досвіду російсько-української війни (РУВ) свідчить про те, що групове застосування ударних БпЛА та хибних цілей стало системним елементом повітряних ударів противника. В умовах інтенсивного навантаження засобів (підрозділів) системи протиповітряної оборони (ППО) БпЛА-перехоплювачі зі складу БпАК перехоплення застосовують як один із основних засобів протидії БпЛА противника.

Висока експлуатаційна мобільність транспортних засобів (ТрЗ), як елементів БпАК, є вирішальним фактором виконання бойового завдання та виживання підрозділу, що підтверджується наступними основними факторами:

– захист від засобів ураження противника (живучість БпАК) – сучасні засоби радіоелектронної та радіотехнічної розвідки противника здатні швидко пеленгувати джерела радіовипромінювання наземних станцій управління та антенних систем БпАК (малорухома позиція екіпажу БпАК-перехоплювачів стає ціллю для ударів артилерії, КАБів та FPV-дронів, тому мобільність – полягає у здатності розрахунку згорнути обладнання та залишити позицію швидше, ніж противник встигне зорієнтувати свої вогневі засоби у відповідь);

– динаміка перехоплення БпЛА противника та дефіцит часу – тактика противника основана на масованості та постійній зміні маршрутів польоту ударних БпЛА типу Shahed та швидкісних реактивних БпЛА (розрахунки БпАК-перехоплювачів діють у складі мобільних вогневих груп, розгорнутих безпосередньо на автомобільних шасі, тому мобільність дозволяє оперативно висуватися екіпажу у прогнозований позиційний район “повітряного коридору”

противника, розгортати БпАК “з коліс” та запускати БпЛА-перехоплювачі до того, як повітряна ціль вийде із зони досяжності);

– економічна доцільність та насичення «малої системи ППО» – використання БпЛА-перехоплювачів є дешевшим за використання зенітних керованих ракет зенітних ракетних комплексів малої дальності та ближньої дії для збиття розвідувальних БпЛА або хибних цілей (тому мобільність гарантує, що дешевий та ефективний БпАК-перехоплювач зможе здійснювати запуски БпЛА (працювати багаторазово), змінюючи десятки позицій за ніч або день);

– протидія груповим нальотам та “роям” БпЛА – коли противник перевантажує систему ППО ешелонованими ударами, мобільні БпАК-перехоплювачі здатні гнучко маневрувати вздовж лінії фронту або навколо об'єктів критичної інфраструктури (тому мобільність дозволяє закривати “сліпі зони” локальних радарів, швидко переміщуючи пускові установки БпЛА-перехоплювачів туди, де щільність нальоту повітряних цілей противника є найвищою).

Отже, в умовах обмеженого часу та активної протидії противника, мобільність БпАК перехоплення є основною вимогою для інтеграції БпЛА-перехоплювачів у загальну систему ППО. Без високої мобільності елементів управління та запуску БпАК втрачає свою головну перевагу – асиметричну ефективність (швидкість реакції).

Таким чином, підвищення ефективності БпАК перехоплення протидії рою БпЛА противника з урахуванням показника мобільності транспортних засобів є актуальною науковою задачею.

В доповіді розглянуто питання залежності показника ефективності бойового застосування БпАК перехоплення від показників (параметрів) мобільності ТрЗ в умовах різних способів протидії ройовим (масованим) атакам БпЛА противника.

Під мобільністю БпАК перехоплення розуміється експлуатаційна властивість складових елементів комплексу щодо переміщення в районі його застосування за призначенням для своєчасної зміни позиції в умовах часових обмежень, які визначаються здатністю противника до протидії. Тобто, мобільність ТрЗ визначає, чи встигне розрахунок висунутися на перехоплення, відбити атаку “рою” БпЛА противника та швидко змінити позицію до початку артилерійського або ракетного удару противника у відповідь.

Встановлено, що показники ефективності БпАК перехоплення при відбитті ройової атаки БпЛА противника визначаються не тільки бойовими можливостями БпЛА-перехоплювача, а у залежності від показників (параметрів) мобільності ТрЗ, характеристики яких мають виконати завдання вчасно зосередити потрібну кількість засобів перехоплення на загрозливому напрямку. Отже, навіть за достатньої загальної кількості засобів перехоплення, щільність прикриття на окремих напрямках може виявитися недостатньою за умови, якщо показники мобільності ТрЗ не відповідають умовам інтенсивного масованого нальоту БпЛА противника.

БпАК перехоплення є складною технічною системою. До її типового складу входять БпЛА-перехоплювачі, пункт управління, засоби виявлення і цілевказівки, засоби зв’язку і передачі даних та ТрЗ, а також засоби технічного обслуговування та енергозабезпечення.

Показники мобільності БпАК у цілому не зводяться до показників мобільності окремого елемента, оскільки час на приведення комплексу у готовність до бойового застосування визначається найдовшою послідовністю операцій висування та розгортання його елементів, які не можуть виконуватися паралельно. Тому, висока швидкість руху ТрЗ не забезпечує потрібної оперативності за умови, якщо тривалими залишаються розгортання засобів зв’язку й антенних систем або підготовка БпЛА-перехоплювачів до запуску. Завчасне висування засобів виявлення та зв’язку дозволяє розгортати їх паралельно з маршем ТрЗ.

Такий підхід скорочує час на приведення БпАК у готовність та покращує показники мобільності комплексу без зміни характеристик ТрЗ. З огляду на це, підвищення показників мобільності БпАК перехоплення доцільно розглядати як комплексне завдання щодо удосконалення як характеристик ТрЗ, так і конструктивних рішень щодо розміщення, транспортування та запуску БпЛА-перехоплювачів.

Розглянуто застосування роїв БпЛА противником з точки зору вимог до показників мобільності ТрЗ. Проведено аналіз вимог до показників мобільності ТрЗ в різних дорожніх умовах при багатовекторному, хвильовому та масованому застосуванні роїв БпЛА.

При багатовекторному застосуванні (одночасному підході груп БпЛА з різних напрямків) вирішальним стає час на переміщення (маневру) ТрЗ на загрозливий напрямок та своєчасний час

на розгортання на новій позиції. У випадку послідовного застосування противником роїв БпЛА для БпАК перехоплення є важливим час на підготовку до повторного вильоту БпЛА-перехоплювачів, поповнення боєкомплекту та зміни стартових позицій ТрЗ у проміжках між хвилями нальотів БпЛА противника. Масоване одночасне застосування вимагає від БпАК перехоплення здатності оперативно нарощувати щільність перехоплення на одному рубежі за рахунок висунення мобільних резервів. Отже, для кожного варіанту застосування роїв вагомість окремих складових показників мобільності буде різною.

Показники мобільності ТрЗ доцільно формувати з урахуванням часу на розгортання та згортання БпАК на позиції, швидкості руху та прохідності ТрЗ у складі комплексу, а також часу на переміщення на новий рубіж (позицію) з урахуванням маршу. До складових показника мобільності додаються час на підготовку БпЛА-перехоплювача до повторного вильоту, автономність функціонування БпАК (запас ходу ТрЗ, енергозабезпечення та запас БпЛА-перехоплювачів) та можливість прийому цілевказівки і підготовки до запуску в русі (на марші). Відповідно, ТрЗ розглядається вже не як допоміжний, а як сукупний (системоутворювальний) елемент, який формує значення показника (параметра) мобільності БпАК.

Для транспортування БпАК перехоплення можуть використовуватися ТрЗ різних типів: від серійних автомобілів підвищеної прохідності до спеціальних колісних і гусеничних шасі, у тому числі броньованих. При виборі типу ТрЗ необхідно забезпечити раціональне співвідношення між показником мобільності, вантажопідйомністю (запасом БпЛА-перехоплювачів та засобів енергозабезпечення), захищеністю особового складу та вартістю. Перспективним напрямком є інтеграція пускових пристроїв, засобів управління та зв’язку безпосередньо на ТрЗ. За таким підходом скорочується час на розгортання (згортання), а запуск БпЛА-перехоплювачів стає можливим з місця зупинки ТрЗ без додаткового обладнання позиції.

Проведено аналіз існуючих керівних документів та підходів до оцінки показників ефективності бойового застосування засобів протидії БпЛА противника, який показав, що у більшості з них показники мобільності враховується опосередковано. Показники розглядають як тактико-технічну характеристику ТрЗ, а не враховують як складову, що впливає на показник ефективності бойового застосування БпАК перехоплення.

Отже, виникає необхідність у формалізації показника мобільності та його врахування при оцінці ефективності БпАК перехоплення в умовах ройових атак БпЛА противника з урахуванням логічного зв’язку: показник мобільності – оперативність дій (своєчасність зосередження засобів) – щільність перехоплення на загрозливому напрямку – частка перехоплених цілей.

Результати проведеного аналізу та досліджень можуть бути використані при формуванні технічних та оперативно-тактичних вимог до перспективних, уніфікованих ТрЗ у складі БпАК перехоплення, а також при розробці методик оцінки показників ефективності різнотипних комплексів у складі засобів (підрозділів) системи ППО та інших складових Сил оборони України.

Список використаних джерел:

1. Pettyjohn S. Evolution Not Revolution: Drone Warfare in Russia’s 2022 Invasion of Ukraine. Washington, DC : Center for a New American Security, 2024. URL: https://www.cnas.org/publications/reports/evolution-not-revolution (дата звернення: 11.10.2026).

2. Watling J., Reynolds N. Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War. London : Royal United Services Institute, 2025. URL: https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/tactical-developments-during-third-year-russo-ukrainian-war (дата звернення: 11.10.2026).

3. Scharre P. Robotics on the Battlefield Part II: The Coming Swarm. Washington, DC: Center for a New American Security, 2014. URL: https://www.cnas.org/publications/reports/robotics-on-the-battlefield-part-ii-the-coming-swarm (дата звернення: 11.10.2026).

4. Павліковський А. К., Тютюнник В. О., Ткаченко В. А., Ткаченко Н. І. Підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних безпілотних літальних апаратів. Наука і оборона. 2025. № 1. С. 11–17. DOI: https://doi.org/10.33099/2618-1614-2025-28-1-11-17.

5. ATP 3-01.81. Counter-Unmanned Aircraft System (C-UAS). Washington, DC : Headquarters, Department of the Army, 2023. URL: https://irp.fas.org/doddir/army/atp3-01-81.pdf (дата звернення: 11.10.2026).

6. Department of Defense Counter-Small Unmanned Aircraft Systems Strategy. Washington, DC, 2021. URL: https://www.army.mil/article/242241 (дата звернення: 11.10.2026).

Коломійцев Олексій Володимирович *– доктор технічних наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, вул. Кирпичова, 2, інд. 61002, e-mail: alexus_k@ukr.net, ORCID https://orcid.org/0000-0001-8228-8404;*

Балабуха Олексій Сергійович *– кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: Alex15054444@gmail.com, ORCID https://orcid.org/0000-0002-5263-9485;*

Максимов Максим Олександрович *– ад'юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: maximoff.max2000@gmail.com, ORCID https://orcid.org/0009-0005-4464-7863;*

Мусієнко Олександр Павлович *– кандидат технічних наук, доцент, начальник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: O.Musiienko@hnups.mil.gov.ua, ORCID https://orcid.org/0000-0002-2441-4609;*

Ковтунов Артем Леонідович *– кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: Covitolog@ukr.net, ORCID https://orcid.org/0000-0001-9245-4365;*

Kolomiitsev Oleksii Volodymyrovych*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of the Department of Computer Engineering and Programming, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute," Kharkiv, 2 Kyrpychova St., postal code 61002, e-mail: alexus_k@ukr.net, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8228-8404;*

Balabukha Oleksii Serhiiovych*, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., postal code 61023, e-mail: Alex15054444@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5263-9485;*

Maksymov Maksym Oleksandrovych*, Adjunct, Scientific and Organizational Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., postal code 61023, e-mail: maximoff.max2000@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4464-7863;*

Musiienko Oleksandr Pavlovych, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Research Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., postal code 61023, e-mail: O.Musiienko@hnups.mil.gov.ua, ORCID https://orcid.org/0000-0002-2441-4609;*

Kovtunov Artem Leonidovych, *Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., postal code 61023, e-mail: Covitolog@ukr.net, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9245-4365.*