

Шляхи підвищення ефективності ураження БПЛА оперативно-тактичного рівня авіаційною артилерійською зброєю

Ways to Increase the Efficiency of Defeating UAVS of the Operational-Tactical Level with Aviation Artillery Weapons

Володимир Березанський^A

Corresponding author: кандидат технічних наук, доцент кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: berwog75@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3753-0016

Олекесій Баранік^A

кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: kozaktur@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1499-7943

Андрій Даценко^A

старший викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: drunya907@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5019-7978

Михайло Сосулін^A

викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: sosulin@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-0178-621X

Борис Головка^A

к.т.н., доцент, доцент кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: bo4ka18tonn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2669-9249

Олександр Сорочкін^A

старший викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8336-9978

Volodymyr Berezanskyi^A

Corresponding author: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: berwog75@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3753-0016

Oleksii Baranik^A

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: kozaktur@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1499-7943

Andrii Datsenko^A

Senior lecturer at the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: drunya907@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5019-7978

Mykhailo Sosulin^A

Lecturer at the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: sosulin@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-0178-621X

Borys Holovko^A

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: bo4ka18tonn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2669-9249

Oleksandr Sorochkin^A

Senior lecturer of the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: aozhnups@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8336-9978

^A Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна

^A Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Received: September 30, 2025 | Revised: October 15, 2025 | Accepted: October 31, 2025

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.5.11>

Мета роботи. Обґрунтування ефективних умов бойового застосування вертольота Ми-24П під час стрільби з гармати ГШ-30К авіаційними патронами МЕ-30 ГШ для підвищення протидії безпілотним літальним апаратам (БПЛА) оперативно-тактичного рівня типу "Shahed-131/136".

Метод дослідження. Робота має емпіричний характер і ґрунтується на якісних та кількісних методах аналізу. У дослідженні застосовано математичне моделювання, аналітичні розрахунки ефективності ураження БПЛА та визначення оптимальних умов бойового застосування артилерійської зброї.

Результати дослідження. Обґрунтовано умови бойового застосування гармати ГШ-30К та оптимальну довжину черги в 10 патронів МЕ-30 ГШ для забезпечення ефективного ураження БПЛА оперативно-тактичного рівня не менше заданого рівня. Доведено економічну доцільність застосування авіаційної артилерії у порівнянні з вартістю БПЛА.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження розширює теоретичні уявлення про методи боротьби з БПЛА та обґрунтовує підходи до ефективного використання авіаційної артилерійської зброї для протидії сучасним загрозам.

Практична цінність дослідження. Результати можуть бути використані для удосконалення тактики бойового застосування вертольотів Ми-24П, а також для розробки методичних

Purpose. To substantiate effective combat employment conditions for the Mi-24P helicopter when firing the GSh-30K cannon with ME-30 GSh aviation cartridges to enhance counter-UAV capabilities against operational-tactical unmanned aerial vehicles (UAVs) of the "Shahed-131/136" type.

Method. The study is empirical and is based on qualitative and quantitative analytical methods. It employs mathematical modelling of trajectories, analytical calculations of UAV kill-probability, and determination of optimal combat employment conditions for artillery weapons.

Findings. Conditions for combat employment of the GSh-30K cannon are substantiated and an optimal burst length of 10 ME-30 GSh cartridges is recommended to ensure effective engagement of operational-tactical UAVs at or above a specified level. The study demonstrates the combination of aiming with correction for target motion vector and minimization of exposure to preserve helicopter survivability. The economic feasibility of using aviation artillery compared with the cost of UAVs is also proven.

Theoretical implications. The research expands theoretical understanding of methods for countering UAVs and substantiates approaches to the effective use of aviation artillery against contemporary threats.

Practical implications. The results may be used to improve Mi-24P employment tactics and to develop methodological recommendations for the effective use of aviation artillery armament in counter-UAV operations.

рекомендацій щодо ефективного використання авіаційного артилерійського озброєння у боротьбі з БПЛА.

Цінність дослідження. Запропонований новий підхід до застосування авіаційної артилерійської зброї проти БПЛА, зокрема обґрунтована економічна доцільність такого методу та визначені оптимальні умови стрільби.

Обмеження дослідження. Результати дослідження базуються на певних допущеннях щодо характеристик БПЛА та умов бойового застосування. У подальших дослідженнях доцільно розглянути ефективність стрільби по групових цілях, а також можливість інтеграції керованих боєприпасів для підвищення точності ураження.

Тип статті. Емпіричне дослідження.

Originality/Value. A novel approach to employing aviation artillery against UAVs is proposed, including justification of the economic rationale for this method and specification of optimal firing conditions.

Research limitations/Future research. The findings are based on certain assumptions regarding UAV characteristics and combat conditions; further research should assess effectiveness against massed/group targets and the potential integration of guided munitions to increase strike accuracy.

Paper type. Empirical study.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, авіаційна артилерійська зброя, патрон, вертоліт.

Key words: unmanned aerial vehicle, aviation artillery weapon, cartridge, helicopter.

Вступ

Актуальність теми обумовлена зростаючими вимогами до ефективного ураження безпілотних літальних апаратів (БПЛА) оперативного-тактичного рівня типу “Shahed-131/136”.

З огляду на зростаючу роль БПЛА у сучасних військових конфліктах, особливо у зоні бойових дій, зокрема в Україні, розробка ефективних методів їх ураження набуває критичної важливості (Eslami, 2022; Копорка & Taranets, 2024). Військові технології швидко розвиваються, і потреба у вдосконалених засобах боротьби з БПЛА стає все більш актуальною. Запропоновані підходи можуть значно підвищити ефективність авіаційної артилерійської зброї та забезпечити економічно вигідні рішення у військовій сфері.

Теоретичні основи дослідження

Розвиток автономних БПЛА та інновацій у військовій авіації активно досліджується в наукових колах. Робота (Vogomazova, 2023) містить ефективність застосування авіаційного озброєння (АОЗ) та тісно пов'язана з використанням та впровадженням військових технологій та інновацій у авіаційній техніці (Jones et al., 2023). Аналіз досвіду сучасних війн та конфліктів вказує на те, що тактичну перевагу під час ведення бойових дій отримує сторона, авіаційне озброєння якої відповідає сучасним тактико-технічним вимогам з урахуванням викликів сьогодення.

Ефективність застосування авіаційного озброєння визначається бойовими можливостями комплексу АОЗ вертольота та характеристиками авіаційних засобів ураження (АЗУ), розвиток і удосконалення яких взаємопов'язаний між собою.

Сьогодні в цьому напрямку проводяться роботи щодо розроблення, модернізації та впровадження у виробництво перспективних зразків озброєння, удосконалення (підвищення) тактико-технічних і експлуатаційних характеристик засобів, комплексів та систем озброєння (Mantellassi & Rickli, 2024).

Одним з таких напрямків є дослідження з розширення бойових можливостей вертольотів, шляхом удосконалення існуючих авіаційних прицільних систем окулярами нічного бачення для розширення можливостей застосування вертольота вночі (Filatov & Chernov, 2021). Однак вимоги щодо забезпечення цілодобовості та всепогодності бойового застосування бойового вертольота потребують щоб його прицільна система мала декілька інформаційних каналів, наприклад: телевізійний, тепловізійний, радіолокаційний та лазерний, які суттєво розширюють можливості цілодобового виявлення та розпізнавання цілі в будь-яку пору року (Zhou, Wang, & Liu, 2020; Chaari, 2025).

Крім того, підвищення ефективності виявлення та ідентифікації повітряних цілей противника авіаційними прицільними системами можливо з використанням штучного інтелекту (ШІ) (Zhang, Khan, & Bennet, 2021; Pettyjohn, 2024).

Виходячи з цього впливає необхідність оновлення наявного парку бойових вертольотів за рахунок його доукомплектування ударними бойовими вертольотами, адаптованими до виконання бойових завдань вночі та мають номенклатуру АОЗ, що включає керовані авіаційні ракети класу “повітря-повітря” з інфрачервоною або лазерною головкою самонаведення (ГСН) та ефективне авіаційне артилерійське озброєння.

Постановка проблеми

Досвід ведення сучасних війн, зокрема досвід російсько-української війни свідчить про початок нової ери у військовому протистоянні сторін – ери високотехнологічної війни. Недарма російсько-українська війна у багатьох публікаціях іноземних фахівців військової справи отримала назву “WORLD'S FIRST DRONE WAR”, тобто “перша світова війна дронів” (Pettyjohn, 2024; Kunertova, 2024). Дійсно, російсько-українська війна, що починалась як класична артилерійська війна, у подальшому стрімко перетворилась у війну із масованим застосуванням БПЛА (Nguyen, 2023; Anindea, 2024).

Застосування БПЛА значною мірою розширює бойові можливості щодо ураження цілей противника в різних умовах бойової обстановки, забезпечує підвищення ефективності ураження цілей при суттєвому зменшенні його собівартості та відсутності значної кількості людських втрат власного особового складу, що залучається для проведення операцій (Minculete & Păstae, 2023; Mantellassi & Rickli, 2024). Так звані “безпілотники” надають можливість знищувати новітні, добре захищені зразки озброєння, вести аеророзвідку, вирішувати комплексні завдання зі зміною пріоритетів, наносити точкові удари по об’єктах критичної інфраструктури противника глибоко в тилу та інші завдання (Veilleux-Lepage & Rassler, 2025). Такі засоби ураження за рахунок їх значної кількості та тактики застосування хвилями (масованих ударів) наносять значної шкоди об’єктам як військового, так і цивільного призначення (Hvizda et al., 2025).

Найбільш ефективним засобом протидії оперативно-тактичним БПЛА є застосування протиповітряної оборони (ППО) та зенітної артилерії. Однак, в ситуації значних масованих ударів запаси засобів ураження значно вичерпуються у разі застосування їх хвилями, тому одним із шляхів протидії БПЛА є застосування авіаційної артилерійської зброї (Rhodes, 2024; Dobija, 2023). Зважаючи на малорозмірність згаданих типів цілей та застосування переважно у нічний час, доцільно здійснювати їх ураження посиленою осколковою дією.

Атака цілей БПЛА оперативного рівня типу “Shahed-131/136” здійснюється в нічний час доби, що ускладнює виявлення таких цілей. Малі геометричні розміри, малопотужне теплове випромінювання двигуна БПЛА дозволяють їх виявляти на дальності до 2 км, тому стрільба по БПЛА ведеться, як правило, навздогін (Eslami, 2022; Anindea, 2024).

На теперішній час для боротьби з БПЛА оперативного рівня типу “Shahed-131/136” доцільно застосовувати бойові вертольоти типу Ми-24П або їх удосконалені модифікації. Одним із шляхів розширення бойових можливостей вертольотів є удосконалення тактико-технічних характеристик їх систем, а саме, застосування окулярів нічного бачення, які забезпечують цілодобове бойове застосування авіаційних засобів ураження (Filatov & Chernov, 2021).

Цим зумовлена можливість підвищення ефективності ураження БПЛА оперативного рівня при бойовому застосуванні вертольоту Ми-24П, озброєного гарматою ГШ-30К з патронами калібру 30 мм (Nguyen, 2023; Dobija, 2023).

Наразі серед номенклатури авіаційних патронів калібру 30 мм з посиленою осколковою дією варто виділити багатоелементні патрони МЕ-30 ГШ, особливістю застосування яких є утворення конусоподібної хмари осколків масою до 6 г, що рухаються у напрямку цілі. Такий підхід використовується у комплексі ППО Skynex, який має 35-мм автоматичну гармату Oerlikon Mk3 для боротьби з безпілотниками та крилатими ракетами.

Сьогодні німецький концерн Rheinmetall пропонує концепцію системи протиповітряної оборони у країнах Європейського Союзу, яка включає Skyranger 30 з можливістю його подальшого удосконалення керованими ракетами для протидії БпЛА (Rhodes, 2024; Mantellassi & Rickli, 2024). Для розширення можливостей Skyranger 30 проводиться інтеграція протидронової керованої ракети SADM до складу цього комплексу.

Таким чином, одним з ефективних засобів протидії БпЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” слід вважати застосування армійської авіації, озброєння якої повинно включати сучасні зразки керовані авіаційні засоби ураження (КАЗУ) класу “повітря-повітря” та потужну авіаційну артилерійську зброю калібру 30 мм.

Метою статті є обґрунтування ефективних умов бойового застосування вертольота Ми-24П під час стрільби з гармати ГШ-30К авіаційними патронами МЕ-30 ГШ для підвищення протидії БпЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136”.

Результати

При дослідженні ефективності ураження повітряної цілі прийнято розглядати наступні етапи бойового застосування: етап виявлення та розпізнавання цілі та етап її ураження.

Реалізація *першого етапу* у разі неможливості виявлення власними прицільними системами вертольота можлива за рахунок підсвічування цілі за допомогою лазерного маркера іншого авіанавідника (БпЛА) або цілевказання наземними системами “Віраж-Планшет” (Копорка & Taranets, 2024).

Реалізація *другого етапу* стає можливою за умови забезпечення вимог дозволеної дальності стрільби.

Аналізуючи комплектацію, аеродинамічну компоновку та площу “Shahed-131/136” можливо зробити висновок, що така повітряна ціль дуже складна для виявлення, внаслідок малої фронтальної площі (0,39 м²) та використання композитних матеріалів у конструкції БпЛА (Eslami, 2022; Hvizda et al., 2025). Також необхідно використовувати таку характеристику як теплова помітність БпЛА, враховуючи тривалість його польоту територією України від 2 до 6 годин. Звідси авіаційна прицільна система повинна включати у своїй структурі тепловізійний канал з дальністю виявлення повітряної цілі від 6 до 8 км (Filatov & Chernov, 2021; Zhou, Wang, & Liu, 2020).

За таких умов ефективне ураження БпЛА можливе при застосуванні керованих авіаційних засобів ураження класу “повітря-повітря”, оснащених інфрачервоною ГСН, або некерованих АЗУ з посиленою осколковою дією у напрямку цілі. Зважаючи на тактику застосування БпЛА, ускладнені маршрути їх польоту та переміщення на основі фігури “вісімка”, найбільш ефективним є застосування керованих ракет класу “повітря-повітря” з інфрачервоною ГСН (Nguyen, 2023; Dobija, 2023). Однак, при зростанні кількості хвиль та значному збільшенні загальної кількості застосування БпЛА (більше 100 шт.) значно виснажуються засоби ППО та бойові комплекти повітряних суден. Тому виникає необхідність застосування авіаційного артилерійського озброєння з посиленою осколковою дією, яка за рахунок масового використання більш дешевих у виробництві боєприпасів, може компенсувати неточності внаслідок постійної зміни профілю польоту БпЛА типу “Shahed-131/136” (Rhodes, 2024; Pettyjohn, 2024).

Обговорення

Авіаційна артилерійська зброя (ААЗ) являється зброєю ближнього повітряного бою з дальністю бойового застосування до 2000 м. Ефективна дальність стрільби з гармати ГШ-30К по повітряній цілі становить 1200-1500 м з урахуванням типу патронів.

В статті пропонується при стрільбі по повітряних цілях типу БпЛА використовувати патрони МЕ-30 ГШ, які мають особливість застосування, зумовлену наявністю дистанційного

підричника ВУ-30 у складі снаряду (Berezanskyi, 2025; Rhodes, 2024). Час спрацювання такого підричника становить 1,1-1,5 с, що відповідає дальності ураження цілі 963-1312 м. Для ефективного ураження БПЛА необхідно узгодити фіксовану дальність стрільби, за якої буде забезпечено спрацювання підричника снаряда попереду повітряної цілі із заданою густиною потоку осколків.

Густина розльоту осколків під час підриву одного снаряду здійснюється нерівномірно та в конусі їх розльоту представляють собою до двадцяти кульових поясів (технічні параметри наведені за Berezanskyi, 2025). Максимальна кількість осколків в одному кульовому поясі відповідає середньому значенню між осколковими поясами. Звідси для ефективного ураження БПЛА типу “Shahed-131/136” максимальною густиною потоку осколків, а саме центральним поясом осколків, необхідно обґрунтувати оптимальну відстань підриву снаряда перед ціллю.

Оптимальну відстань підриву снаряда перед ціллю визначимо з розрахунку висоти конуса розльоту осколків снаряда МЕ-30 ГШ, враховуючи при цьому ширину БПЛА типу “Shahed-131/136” та кути нахилу розльоту і щільності осколкового поля. Звідси оптимальна відстань підриву снаряда перед ціллю буде відповідати половині висоти конуса.

Розрахунок ураження БПЛА проводиться за умови, що густина потоку осколків повинна максимально накривати площу БПЛА. Щільність потоку осколків визначимо за формулою (1):

$$\Delta_i = \frac{N_i}{S_i} = \frac{N_i}{2\pi R_s^2 (\cos \varphi_i - \cos \varphi_{i+1})}, \quad (1)$$

- де N_i – кількість осколків у даному секторі розльоту;
 S_i – площа поверхні сектору розльоту;
 R_s – радіус сектору розльоту;
 φ_i, φ_{i+1} – кути, що визначають межі конусів сектору розльоту осколків.

Визначення площі конусу сектора розльоту проведемо з урахуванням того, що розгорткою бічної поверхні конуса є круговий сектор:

$$S_i = \frac{\pi l^2 \alpha}{360}, \quad (2)$$

- де l – бічна сторона поверхні конусу;
 α – центральний кут кругового сектору, який згідно технічного опису патрона МЕ-30 ГШ дорівнює 8° .

Бічну сторону поверхні конусу можливо знайти з прямокутного трикутника, що представляє собою гіпотенузу трикутника, яка з висотою трикутника утворює кут 4° , а інша сторона трикутника дорівнює половині довжини розмаху крил БПЛА за умови, що спрацювання підричника відбулося попереду цілі. Значення характеристик осколкової дії патрона МЕ-30ГШ представлені у табл.1.

Таблиця 1 – Характеристики осколкової дії патрона МЕ-30ГШ

Тип патрона	Характеристики уражаючої дії МЕ-30		
	$S_i, \text{м}^2$	$N_i, \text{шт.}$	$\Delta_i, \text{шт./м}^2$
МЕ-30 ГШ	23	28	1, 22

Джерело: підготовлено автором за матеріалами Berezanskyi, V. (2025)

З аналізу табл. 1 маємо, що внаслідок малого розміру БПЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” необхідно забезпечити спрацювання підричника попереду самої

цілі шляхом забезпечення фіксованої дальності стрільби по ній із заданою довжиною черги снарядів (Eslami, 2022; Hvizda et al., 2025).

Для забезпечення ефективного ураження БПЛА необхідно обґрунтувати умови атаки цілі, а саме ракурс цілі, за якого забезпечується максимальна видима площа цілі. Тоді площа БПЛА типу Shahed-131/136" (рис. 1) може бути знайдена за виразом:

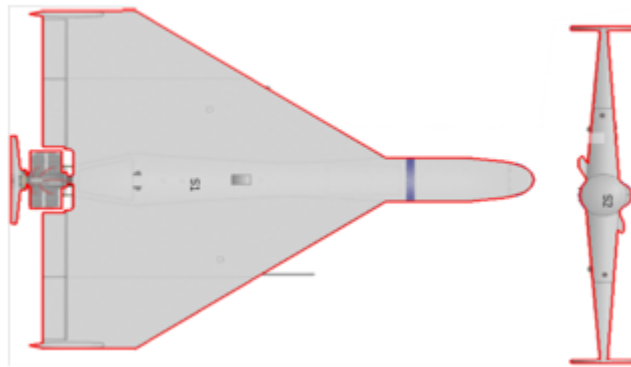
$$S_{\text{БПЛА}} = l_p \cdot l_y, \quad (3)$$

де l_p – реальна довжина БПЛА;
 l_y – умовна апроксимаційна ширина БПЛА.

Для розрахунку довжини БПЛА, яка спостерігається під час її атаки, скористаємося залежністю:

$$\sin(180 - q) = \sin q \frac{l_{\text{вид}}}{l_p}, \quad (4)$$

де l_p – реальна довжина цілі;
 $l_{\text{вид}}$ – видима довжина БПЛА;
 q – кут, під яким спостерігається БПЛА.



Площа поверхні БПЛА: вид згори – 4,08 м²; фронтальна – 0,39 м²

Рисунок 1 – Геометричні розміри БПЛА

Джерело: підготовлено автором за матеріалами Berezanskyi, V. (2025)

Припустимо, що ракурс цілі, за якого здійснюється атака БПЛА і який впливає на швидкість зустрічі з ціллю та видиму її довжину, дорівнює 30°.

Під час стрільби з ААЗ необхідно постійно забезпечувати умови безпеки атакуючого вертольота, які визначаються мінімальною безпечною дальністю стрільби:

$$D_{\text{безп}} = (v_1 \cos \varphi + v_2 \cos q) t_{\text{вих}}, \quad (5)$$

де v_1 – швидкість атакуючого вертольота;
 v_2 – швидкість цілі (близько 180 км/год);
 $t_{\text{вих}}$ – необхідний час для виходу з атаки;
 q – ракурс цілі;
 φ – кут випередження цілі.

Ефективне ураження БПЛА типу "Shahed-131/136" забезпечуватиметься у разі повного узгодження площі конуса сектору розльоту осколків з максимальною видимою площею цілі за рахунок обґрунтованого ракурсу цілі під час її атаки та фіксованої дальності стрільби.

Дальність стрільби з гармати у передню півсферу БЛА з бойового вертольота з урахуванням ефективної відстані спрацювання підричника від цілі визначається формулою:

$$D_c = (v_0 t_{cnp}) - D_{cnp_n}, \quad (6)$$

- де v_0 – початкова швидкість снаряду;
 t_{cnp} – час спрацювання підричника снаряда, який становить 1,1-1,5 с;
 D_{cnp_n} – ефективна відстань спрацювання підричника від цілі і складає 25-35 м.

Для обґрунтування довжини черги патронів визначимо імовірність ураження БЛА одним осколком снаряда:

$$P_{уроск} = 1 - e^{-S_{БнЛА} \Delta_i}, \quad (7)$$

Тоді імовірність ураження БЛА при стрільбі з гармати чергою довжиною n пострілів визначимо за формулою:

$$W = 1 - \left(1 - \frac{P_{уроск}}{\omega}\right)^n, \quad (8)$$

- де ω – задана кількість влучань в ціль;
 n – кількість патронів, які витрачаються під час однієї атаки цілі.

Обґрунтуємо довжину черги під час стрільби з гармати ГШ-30К патронами МЕ-30 ГШ з урахуванням нанесення збитку цілі не менше заданого та використання можливих режимів стрільби ААЗ.

Довжина черги у ААЗ може змінюватися у широких межах від декількох патронів до повного використання всього боєкомплекту. Фіксовані значення довжини черги залежать в основному від типу авіаційної артилерійської зброї та характеристик цілі (габаритних розмірів, характеристик видимості та дальності до цілі). При збільшенні дальності стрільби, що приводить до зменшення видимих розмірів цілі, довжина черги збільшується для забезпечення надійного її ураження.

При обґрунтуванні довжини черги під час стрільби врахуємо характеристику довжини розосередження черги патронів. Діапазон оптимальних довжин розосередження авіаційних засобів ураження в одному ударі визначається за формулою:

$$l_p = (0,7 \dots 1,3) \cdot A_x \cdot \frac{(n-1)^2}{n^2},$$

- де A_x – розмір зони відносного розсіювання довільного елемента по осі X , за якою можуть бути визначені нижня (при значенні 0,7) та верхня (при значенні 1,3) межі діапазону довжин розосередження;
 $l_{p_{\min}}$ – нижня межа діапазону довжин розосередження;
 $l_{p_{\max}}$ – верхня межа діапазону довжин розосередження.

Для невеликих розмірів цілі доцільно обрати мінімальне значення 0,7 за якого буде досягтися найменше розосередження та найбільша щільність осколків у напрямку цілі.

Режими стрільби з гармати мають три фіксовані значення черги: коротка, середня та довга, які відрізняються між собою кількістю патронів у черзі залежно від темпу стрільби (10, 50, повна витрата боєкомплекту) та часом стрільби для кожної черги – 0,25 с, 1 с і залежно від часу утримання бойової кнопки. Враховуючи це проведемо визначення імовірності ураження безпілотного літального апарату для короткої та середніх черг під час стрільби з гармати у площу поверхні цілі при атаці її зверху (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристики ураження БЛА патронами МЕ-30ГШ

Черга	Характеристики ураження цілі		
	Площа цілі, м ²	Кількість патронів у черзі	Імовірність ураження БЛА
“Коротка”	4,08 (2,04)	10	0,98 (0,87)
“Середня”	4,08 (2,04)	50	1 (1)

Джерело: підготовлено автором за матеріалами дослідження *Berezanskyi, V. (2025)*

Аналізуючи наведені у табл. 2 результати можна зробити висновок, що для ураження БЛА при стрільбі у площу поверхні цілі при атаці її зверху, оптимальна довжина черги повинна складати 10 патронів. При атаці БЛА у фронтальну площину цілі імовірність її ураження становить 0,742 при довжині черги 10 патронів та дорівнює одиниці за умови що довжина черги містить 50 патронів.

Отже, з метою підвищення ефективності ураження безпілотного літального апарату оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” при застосуванні гармати ГШ-30К з боєкомплектом патронів МЕ-30 ГШ необхідно атакувати ціль з перевищенням над нею 50 м у задню півсферу атаки, оскільки дія осколкової хмари приведе до виводу з ладу двигуна та електричного обладнання (*Berezanskyi, 2025; Dobija, 2023*).

Основною перевагою бойового застосування ААЗ у задню півсферу БЛА (навздогін цілі) є те, що за цієї умови можливо точно визначити фіксовану дальність стрільби з гармати порівнюючи швидкості польоту вертольота та цілі (необхідно враховувати тільки власну швидкість вертольота). Під час стрільби завжди виникатиме ситуація, коли підривник буде спрацьовувати у момент руху осколків у напрямку цілі (рух осколків над ціллю та позаду неї виключений) (*Rhodes, 2024*).

При обґрунтуванні фіксованої дальності стрільби у задню півсферу БЛА доцільно враховувати режим стрільби з гармати ГШ-30К. БЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” постійно удосконалюється шляхом адаптації систем прицілювання та наведення, використанням бойових частин касетного та термобаричного типу, встановленням головок самонаведення підвищеного завадозахисту. В останніх варіантах модернізації БЛА встановлена камера в задній півсфері для реєстрації факту атаки БЛА, внаслідок чого відбуваються зміни висоти і швидкості польоту, що ускладнює режим стрільби та виконання умови прицілювання по цілі (*Eslami, 2022; Hvizda et al., 2025*).

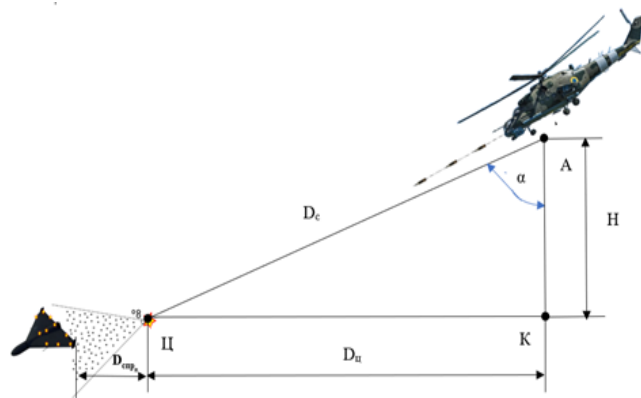


Рисунок 2 – Бойове застосування вертольота Ми-24П під час стрільби з гармати ГШ-30К з пікірування

Джерело: підготовлено автором за матеріалами дослідження *Berezanskyi, V. (2025)*

Зважаючи, що гармата ГШ-30 К вбудована та нерухома найбільш доцільно вести стрільбу з гармати із режиму пікірування. Для цього необхідно визначити кут пікірування та висоту перевищення над ціллю щоб забезпечити максимальну видиму площу цілі та формування максимальної густини осколків під час атаки цілі (*Dobija, 2023; Berezanskyi, 2025*).

Для цього розглянемо схему бойового застосування вертольота при стрільбі з гармати із режиму пікірування, яка представлена на рис. 2.

Обґрунтування фіксованої дальності стрільби у задню півсферу БПЛА проведемо на основі рис. 2. У трикутнику $\Delta AЦК$ сторона $ЦК (D_ц)$ представляє горизонтальну дальність до цілі, яка становить добуток часу $1,1-1,5$ с переведення підривника у бойове положення на швидкість снаряду 875 м/с під час його польоту до цілі. Обираємо середнє значення $1,3$ с, звідси $ЦК (D_ц) = 1138$ м. Однак, для ефективного ураження цілі необхідно спрацювання підривника на відстані 20 м від цілі. Тоді ефективна горизонтальна дальність до цілі $D_ц$ становитиме 1118 м. Висота H представляє перевищення над ціллю і становить $H = 50$ м. Кут пікірування $\alpha = 30$ градусів обрано за умови забезпечення безпеки бойового застосування та видимості площі цілі 50% . У трикутнику $\Delta AЦК$ сторона $ЦА$ є його гіпотенузою та представляє похилу дальність стрільби $D_с$, яка складає 1120 м.

Для точного вимірювання похилої дальності стрільби необхідно застосування лазерного далекоміра на вертольоті, промінь якого добре спостерігається через окуляри нічного бачення (Filatov & Chernov, 2021; Zhou, Wang, & Liu, 2020).

Згідно формули (5) безпечна дальність стрільби становить 600 м, що відповідає безпечним умовам бойового застосування вертольота при стрільбі з гармати ГШ-30К, зважаючи на те, що осколки рухаються спрямовано у протилежний від вертольота бік. У разі влучання снарядів у бойову частину БПЛА із наступним її вибухом вертоліт перебуватиме із перевищенням над ціллю на безпечній відстані від розльоту уламків цілі та продуктів вибуху (Hvizda et al., 2025).

Висновки

У результаті проведеного дослідження запропонований підхід щодо підвищення ефективності ураження БПЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” при застосуванні авіаційної артилерійської зброї ГШ-30К з боєкомплектom патронів типу МЕ-30 ГШ з бойового вертольота Ми-24П.

Обґрунтовані умови бойового застосування гармати ГШ-30К та оптимальна довжина черги патронів типу МЕ-30 ГШ, а саме 10 патронів у черзі, які забезпечують ефективне ураження БПЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” (Berezanskyi, 2025; Dobija, 2023). Визначено оптимальну дальність стрільби з гармати ГШ-30К, за якої забезпечується максимальне накриття цілі потоком осколків снарядів, з урахуванням оптимальної відстані підриву одного снаряду МЕ-30 ГШ перед ціллю.

Запропонований підхід ураження безпілотних літальних апаратів оперативно-тактичного рівня за критерієм ефективність-вартість має перевагу в тому, що вартість самого БПЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” становить близько 200 тисяч доларів (Eslami, 2022; Anindea, 2024), в той час як вартість черги із 10 патронів калібру 30 мм становить близько 500 доларів.

Подальшим напрямком досліджень доцільно обрати обґрунтування умов бойового застосування авіаційної гармати ГШ-30К з боєкомплектom патронів типу МЕ-30 ГШ для ураження БПЛА оперативно-тактичного рівня типу “Shahed-131/136” у складі групової цілі (декількох цілей).

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Богомазова, В. М. (2023). *Світові технологічні тренди у сфері «Військова авіація»*. Київ: УкрІНТЕІ.
2. Добія, К. (2023). Протидія безпілотним літальним системам у військових операціях. *Safety & Defense*, 9(1), 87–104. URL : <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-1a340843-5cb3-4097-a52f-6fa072ec7144>
3. Конопка, В., & Таранець, С. (2024). Протидія сил оборони України засобам повітряного нападу Російської Федерації. *Український історичний журнал*, 3(2), 77–95. URL : https://www.academia.edu/download/116589588/UIJ_2024_3_2.pdf
4. Писаренко, Т. В., Кваша, Т. К., & Гаврис, Т. О. (2021). *Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері*. Київ: УкрІНТЕІ.
5. Пйотровські, М. (2022). *Військово-технічна допомога Україні: оцінка коротко- та середньострокових потреб*. Варшава: PISM.
6. Anindea, A. (2024). *Transferring UAVs to Russia: Navigating strategic implications for Iran*. Uppsala University. URL : <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1885453>
7. Chaari, M. Z. (2025). *Unprecedented developments in drones on the frontline*. IntechOpen. URL : <https://www.intechopen.com/online-first/1225806>
8. Dobija, K. (2023). Countering unmanned aerial systems (UAS) in military operations. *Safety & Defense*, 9(1), 87–104. URL : <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-1a340843-5cb3-4097-a52f-6fa072ec7144>
9. Eslami, M. (2022). Iran's drone supply to Russia and changing dynamics of the Ukraine war. *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, 5(2), 261–282. <https://doi.org/10.1080/25751654.2022.2149077>
10. Hvizda, M., Frederick, B., Laufer, A. T., & Evans, A. (2025). *Dispersed, disguised, and degradable: The future of Russian drone warfare*. RAND Corporation. URL : https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA3100/RRA3141-2/RAND_RRA3141-2.pdf
11. Jones, S. G., Harrington, J., Reid, C. K., & Strohmeyer, M. (2023). *Combined arms warfare and unmanned aircraft systems: A new era of strategic competition*. CSIS. *Civil Security*
12. Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge*. ETH Zurich. URL : <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/690448>
13. Kukkola, J. (2025). *Russia's adaptation in the war against Ukraine (2022–2025)*. ResearchGate. URL : <https://www.researchgate.net/publication/395334488>
14. Mantellassi, F., & Rickli, J. M. (2024). *The war in Ukraine: Reality check for emerging technologies and the future of warfare*. Geneva Centre for Security Policy. URL : https://www.academia.edu/download/114425875/Emerging_tech_and_the_War_in_Ukraine_7_April_2024_.pdf
15. Marrup, K. (2023). The downfall of Russia's air and space power. In *Russia at War* (pp. 183–205). Royal Danish Defence College. URL : <https://research.fak.dk>
16. Minculete, G., & Păstae, V. (2023). Essential approaches to combat the use of drones: Specific elements of the armed conflict in Ukraine. *Bulletin of Carol I National Defence University*, 12(1), 45–59. URL : <https://revista.unap.ro/index.php/bulletin/article/download/1814/1764>

17. Nguyen, M. P. D. (2023). *JCSP 50: UAV usage tactics in the Ukraine war*. Canadian Forces College. URL : <https://www.cfc.forces.gc.ca/papers/csc/csc50/mds/NguyenPD.pdf>
18. Pettyjohn, S. (2024). Evolution not revolution: Drone warfare in Ukraine. Center for a New American Security. URL : <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/documents/CNAS-Report-Defense-Ukraine-Drones-Final.pdf>
19. Rhodes, C. (2024). *Small aircraft, sizeable threats: Preparing Army to counter small uncrewed aerial systems*. Australian Army Research Centre. URL : <https://researchcentre.army.gov.au/sites/default/files/Australian-Army-Occasional-Paper-24-Dr-Carl-Rhodes.pdf>
20. Rossiteris, A. (2021). *Robotics, autonomous systems and contemporary international security*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003109150>
21. Veilleux-Lepage, Y., & Rassler, D. (2025). On the horizon: The Ukraine war and the evolving threat of drone terrorism. *CTC Sentinel*, 18(3), 1–15. URL : https://ctc.westpoint.edu/wp-content/uploads/2025/03/CTC-SENTINEL-032025_cover-article.pdf
22. Zhang, Y., Khan, S., & Bennet, P. (2021). Artificial intelligence in UAV target recognition: A review. *Aerospace Science and Technology*, 113, 106687. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.106687>
23. Zhou, J., Wang, H., & Liu, P. (2020). Multisensor fusion for UAV detection: A survey. *IEEE Access*, 8, 128671–128685. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3006782>

References

1. Bohomazova, V. M. (2023). *Global technological trends in the field of “Military aviation”*. Kyiv: UkrINTEI.
2. Dobija, K. (2023). Countering unmanned aerial systems in military operations. *Safety & Defense*, 9(1), 87–104. <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-1a340843-5cb3-4097-a52f-6fa072ec7144>
3. Konopka, V., & Taranets, S. (2024). Countering the means of air attack of the Russian Federation by the Defense Forces of Ukraine. *Ukrainian Historical Journal*, 3(2), 77–95. https://www.academia.edu/download/116589588/UIJ_2024_3_2.pdf
4. Pysarenko, T. V., Kvasha, T. K., & Havrys, T. O. (2021). *Analysis of global technological trends in the military sphere*. Kyiv: UkrINTEI.
5. Piotrowski, M. (2022). *Military-technical assistance to Ukraine: Assessment of short- and medium-term needs*. Warsaw: PISM.
6. Anindea, A. (2024). *Transferring UAVs to Russia: Navigating strategic implications for Iran*. Uppsala University. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1885453>
7. Chari, M. Z. (2025). *Unprecedented developments in drones on the frontline*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/online-first/1225806>
8. Dobija, K. (2023). Countering unmanned aerial systems (UAS) in military operations. *Safety & Defense*, 9(1), 87–104. <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-1a340843-5cb3-4097-a52f-6fa072ec7144>
9. Eslami, M. (2022). Iran's drone supply to Russia and changing dynamics of the Ukraine war. *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, 5(2), 261–282. <https://doi.org/10.1080/25751654.2022.2149077>
10. Hvizda, M., Frederick, B., Laufer, A. T., & Evans, A. (2025). *Dispersed, disguised, and degradable: The future of Russian drone warfare*. RAND Corporation. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA3100/RRA3141-2/RAND_RRA3141-2.pdf

11. Jones, S. G., Harrington, J., Reid, C. K., & Strohmeyer, M. (2023). *Combined arms warfare and unmanned aircraft systems: A new era of strategic competition*. CSIS.
12. Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge*. ETH Zurich. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/690448>
13. Kukkola, J. (2025). *Russia's adaptation in the war against Ukraine (2022–2025)*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/395334488>
14. Mantellassi, F., & Rickli, J. M. (2024). *The war in Ukraine: Reality check for emerging technologies and the future of warfare*. Geneva Centre for Security Policy. https://www.academia.edu/download/114425875/Emerging_tech_and_the_War_in_Ukraine_7_April_2024.pdf
15. Marrup, K. (2023). The downfall of Russia's air and space power. In *Russia at War* (pp. 183–205). Royal Danish Defence College. <https://research.fak.dk>
16. Minculete, G., & Păstae, V. (2023). Essential approaches to combat the use of drones: Specific elements of the armed conflict in Ukraine. *Bulletin of Carol I National Defence University*, 12(1), 45–59. <https://revista.unap.ro/index.php/bulletin/article/download/1814/1764>
17. Nguyen, M. P. D. (2023). *JCSP 50: UAV usage tactics in the Ukraine war*. Canadian Forces College. <https://www.cfc.forces.gc.ca/papers/csc/csc50/mds/NguyenPD.pdf>
18. Pettyjohn, S. (2024). *Evolution not revolution: Drone warfare in Ukraine*. Center for a New American Security. <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/documents/CNAS-Report-Defense-Ukraine-Drones-Final.pdf>
19. Rhodes, C. (2024). *Small aircraft, sizeable threats: Preparing Army to counter small uncrewed aerial systems*. Australian Army Research Centre. <https://researchcentre.army.gov.au/sites/default/files/Australian-Army-Occasional-Paper-24-Dr-Carl-Rhodes.pdf>
20. Rossiteris, A. (2021). *Robotics, autonomous systems and contemporary international security*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003109150>
21. Veilleux-Lepage, Y., & Ressler, D. (2025). On the horizon: The Ukraine war and the evolving threat of drone terrorism. *CTC Sentinel*, 18(3), 1–15. https://ctc.westpoint.edu/wp-content/uploads/2025/03/CTC-SENTINEL-032025_cover-article.pdf
22. Zhang, Y., Khan, S., & Bennet, P. (2021). Artificial intelligence in UAV target recognition: A review. *Aerospace Science and Technology*, 113, 106687. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.106687>
23. Zhou, J., Wang, H., & Liu, P. (2020). Multisensor fusion for UAV detection: A survey. *IEEE Access*, 8, 128671–128685. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3006782>