

Методика визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій артилерійських підрозділів для забезпечення їх живучості в операціях (діях)

Methodology for determining the optimal number of fictitious closed firing positions of artillery units to ensure their survivability in large-scale combat operations (operations)

Олег Головченко^A

д-р філософії, начальник науково-дослідної лабораторії, e-mail: golovchenko19850306@gmail.com, ORCID: [0000-0003-3715-7872](https://orcid.org/0000-0003-3715-7872)

Роман Шевцов^A

*Corresponding author: д-р філософії, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, e-mail: r_19821219@ukr.net, ORCID: [0000-0002-2683-7525](https://orcid.org/0000-0002-2683-7525)

Олексій Іщенко^A

д-р філософії, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, e-mail: ssalex13@ukr.net

Олександр Лихольот^A

д-р філософії, доцент кафедри, e-mail: lihoj@ukr.net, ORCID: [0000-0003-3418-9529](https://orcid.org/0000-0003-3418-9529)

Антон Гриценко^A

слухач, e-mail: somnum2019@gmail.com

Дмитро Горб^B

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, e-mail: gdv231978@gmail.com, ORCID: [0009-0002-3961-3536](https://orcid.org/0009-0002-3961-3536)

Oleh Holovchenko^A

PhD, Chief of the research laboratory, e-mail: golovchenko19850306@gmail.com, ORCID: [0000-0003-3715-7872](https://orcid.org/0000-0003-3715-7872)

Roman Shevtsov^A

*Corresponding author: PhD, Leading researcher of the research laboratory, e-mail: r_19821219@ukr.net, ORCID: [0000-0002-2683-7525](https://orcid.org/0000-0002-2683-7525)

Oleksii Ishchenko^A

PhD, Senior researcher of the research laboratory, e-mail: ssalex13@ukr.net

Oleksandr Lykholot^A

PhD, Docent of the department, e-mail: lihoj@ukr.net, ORCID: [0000-0003-3418-9529](https://orcid.org/0000-0003-3418-9529)

Anton Hrytsenko^A

Student, e-mail: somnum2019@gmail.com

Dmytro Horb^B

Senior researcher of the research department, e-mail: gdv231978@gmail.com, ORCID: [0009-0002-3961-3536](https://orcid.org/0009-0002-3961-3536)

^A Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

^B Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми, Україна

^A National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^B Research Center for Missile Forces and Artillery, Sumy, Ukraine

Received: February 3, 2024 | Revised: February 20, 2024 | Accepted: February 29, 2024

DOI: 10.33445/sds.2024.14.1.6

Мета роботи: полягає в розробленні методики визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій артилерійських підрозділів для забезпечення їх живучості в операціях (діях).

Дизайн/Метод: основними методами дослідження є метод системного аналізу та методи теорії ймовірностей.

Результати дослідження: запропонована методика дає змогу визначити оптимальну кількість фіктивних закритих вогневих позицій артилерійських підрозділів і бути основою для обґрунтування рекомендацій службовими особами органів військового управління щодо забезпечення живучості військових формувань артилерії в операціях (діях).

Теоретична цінність дослідження: основними результатами досліджень за тематикою статті є розроблення науково-методичного апарату для вибору оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій артилерійського підрозділу в операціях (діях) із застосуванням критерію оптимальності. В основу розробленої методики покладено методи теорії ймовірностей, які за своєю природою дають можливість віднайти причинно-наслідкові зв'язки та закономірності, притаманні масовим випадковим подіям.

Тип статті: науково-теоретична.

Ключові слова: військове управління, фіктивні закриті вогневі позиції, живучість, операції (дії).

Purpose: is to develop a methodology for determining the optimal number of fictitious closed firing positions of artillery units to ensure their survivability in large-scale combat operations (operations).

Method: the main methods of research are the method of system analysis and methods of probability theory.

Findings: the proposed methodology makes it possible to determine the optimal number of fictitious closed firing positions of artillery units and to be the basis for substantiating recommendations by officials of military administration bodies to ensure the survivability of artillery units in large-scale combat operations (operations).

Theoretical implications: the main results of research on the topic of the article are the development scientific and methodical apparatus for choosing the optimal number of fictitious closed firing positions of the artillery unit in large-scale combat operations (operations) using the criterion of optimality. The basis of the developed methodology is the methods of the theory of probabilities, which, by their very nature, make it possible to find cause-and-effect relationships and regularities inherent in mass random events.

Papertype: scientific and theoretical article.

Key words: command and control, fictitious closed firing positions, survivability, large-scale combat operations (operations).

Вступ

Результати аналізу здобутих уроків застосування військ (сил) під час відсічі та стримування широкомасштабної збройної агресії російської федерації (далі – рф) проти України та збройних конфліктів останнього десятиліття [1] – [8] показують, що для сьогодення характерні збройні конфлікти високої інтенсивності. Розвиток військових технологій протиборчих сторін для досягнення мети ведення збройної боротьби, підвищення чутливості суспільства до її наслідків, зростання розуміння цінності людського життя, зміна концепцій ведення збройних конфліктів та перехід від класичних форм ведення воєнних дій до багатодомених операцій спонукають до перегляду процесу управління складними системами, метою застосування яких є вогнева підтримка (далі – ВгП) в операціях (діях) [9]. Аналіз практики застосування складних систем військового призначення (далі – ССВП) в операціях (діях), у тому числі артилерійських підрозділів (далі – АП), показує, що проблема забезпечення необхідної результативності застосування та забезпечення їх живучості має першорядне значення [10].

З початком широкомасштабної збройної агресії РФ проти України, спираючись на здобуті уроки ведення бойових дій артилерії в антитерористичній операції (операції Об'єднаних сил), живучості АП в операціях (діях) традиційно досягали за рахунок виконання маневру [11]. Однак, як показує практика ведення бойових дій АП в операціях (діях), противник широко застосовує високоточні боєприпаси, безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА), завдає вогневого впливу власним ракетно-бомбовим озброєнням (в ударному варіанті), здатним із заданою ймовірністю уражати ціль першим пострілом (пуском) на значних відстанях, знищує військові формування артилерії із застосуванням БпЛА у варіанті баражуючих боєприпасів, тому постійне маневрування в сучасних умовах ведення воєнних дій не може забезпечити необхідного рівня можливої живучості АП в операціях (діях).

Результати аналізу здобутих уроків ведення бойових дій артилерії під час відсічі та стримування широкомасштабної збройної агресії рф показали, що значення показника можливої живучості АП в операціях (діях) можна максимізувати створенням фіктивних закритих вогневих позицій (далі – ЗВП). Таким чином, у теорії військового управління для потреб практики в роботі органів військового управління з планування ведення бойових АП виникає актуальне завдання – обґрунтування рекомендацій щодо визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях). Однак вирішити це завдання можна лише з використанням відповідного науково-методичного апарату [7], яким визначено спосіб обчислення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях).

Теоретичні основи дослідження

Аналіз науково-теоретичних і науково-практичних фахових видань, на сторінках яких триває обговорення тенденцій розвитку воєнного мистецтва, здобутих уроків застосування ССВП в операціях (діях), у тому числі АП, результатів наукових досліджень з питань воєнної науки в цілому та військового управління зокрема [12] – [26] показав, що розроблення науково-методичного апарату для обґрунтування рекомендацій щодо забезпеченості живучості АП в операціях (діях) не припиняється.

Результати аналізу досліджень і публікацій за останні 5 років, у яких запропоновано способи забезпечення живучості військових формувань у практиці ведення воєнних дій, показав, що підхід до оцінювання можливої живучості ССВП у цілому та АП зокрема за результатами досліджень, проведених у теорії військового управління, детально описані в [9], [10], [12] – [26]. Аналіз теоретичних досліджень, в яких започатковано виявлення причинно-наслідкових зв'язків у ході ведення воєнних дій та визначення їх впливу на предмет дослідження [9], [14], [15], [19], показав, що обґрунтувати рекомендації та порівнювати

прийняті рішення, які стосуються забезпечення можливої живучості ССВП у цілому та АП зокрема, доцільно за допомогою методу моделювання за схемою марковських випадкових процесів. У ході аналізу моделей, розроблених за схемою марковських випадкових процесів [9], [19], [20], виявлено значні досягнення в розробленні підходу оцінювання можливої живучості АП в операціях (діях). Водночас у зазначених працях підхід до забезпечення живучості АП в операціях (діях) за рахунок обладнання фіктивних ЗВП не було розглянуто, що спричинило певну невідповідність у теорії військового управління.

У праці [27] обґрунтовано рекомендації щодо визначення оптимального складу хибних пускових установок, розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ у позиційних районах, за допомогою біноміального розподілу дискретної випадкової величини. Цей підхід дає змогу провести досить точні розрахунки в ході наукових досліджень, але його використання в органах військового управління може призвести до значних витрат часу під час визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих АП в операціях (діях). Аналіз наукової статті В. П. Городнова, С. Ю. Гогонянца [14] дав змогу зробити висновок, що на основі удосконалення методики оцінювання показників бойових можливостей угруповання зенітних ракетних військ під час зенітного ракетного прикриття військ та об'єктів автори запропонували досить просту аналітичну залежність для оцінювання впливу імітації демаскуючих ознак зенітного ракетного комплексу на ймовірність його виявлення. Запропоновану аналітичну залежність для визначення ймовірності виявлення зенітного ракетного комплексу на позиції доцільно застосувати як базову в ході розроблення методики визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях).

Підсумовуючи результати аналізу наявного науково-методичного апарату оцінювання живучості ССВП у цілому та АП зокрема, можемо зробити висновок, що на цей час підхід до забезпечення живучості АП в операціях (діях) за рахунок визначення оптимальної кількості фіктивних ЗВП науковці не розглядали. Водночас результати наукового пошуку дають змогу стверджувати, що наявні підходи, якими описано системні зв'язки між субпроцесами ведення бойових дій підрозділів зенітних ракетних військ, можуть бути корисними для опису закономірностей впливу на живучість артилерії і стати базовими у визначенні оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях).

Постановка проблеми

Наявний науково-методичний апарат, покладений в основу моделей та методик оцінювання живучості артилерії під час ведення бойових дій, не може бути використаний в інтересах обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення живучості АП в операціях (діях) за рахунок обладнання фіктивних ЗВП. Саме тому на цей час у теорії військового управління для потреб практики забезпечення живучості АП в операціях (діях) виникло актуальне наукове завдання, суть якого полягає в розробленні методики визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях), опис складових якої є метою цієї статті.

Результати

Живучість ССВП у традиційному розумінні – це їх властивість зберігати або швидко відновлювати боєздатність в умовах вогневого впливу противника. Отримані наукові результати попередніх досліджень у теорії військового управління, в яких започатковано вирішення питання забезпечення живучості, дають змогу стверджувати, що живучість як властивість ССВП в операціях (діях) має два спільні аспекти: здатність “внутрішнього” збереження та відновлення в умовах

деструктивного впливу; можливість впливу на “зовнішнє середовище”, в якому система функціонує [10]. З огляду на це в дослідженні як “живучість артилерійського підрозділу” розумітимемо здатність зберігати і відновлювати виконання ним функції у заданому обсязі та протягом заданого часу в разі зміни його бойового складу під час застосування в операціях (діях) внаслідок вогневого впливу противника, а також протистояти такому негативному впливу. Практика ведення бойових дій артилерії під час відсічі та стримування широкомасштабної збройної агресії РФ показує, що виконання АП функцій у заданому обсязі та протягом заданого часу в ході ведення операцій (дій) можна виразити забезпеченням результативної ВгП. Наукові результати [10], [28] здобуті в ході проведення теоретичних досліджень, дали змогу сформулювати в теорії військового управління поняття ВгП як скоординованого й інтегрованого застосування вогневих засобів АП для ведення непрямого вогню з метою досягнення необхідних ефектів по наземних (надводних) цілях для підтримки дій військ (сил).

Аналіз здобутих уроків ведення бойових дій артилерії під час відсічі та стримування широкомасштабної збройної агресії РФ показав, що мінімізація результативності ВгП буде прямо пов'язана з ймовірністю викриття АП на ЗВП. З огляду на це необхідно сформулювати жорсткіші вимоги до забезпечення живучості АП в операціях (діях) та обґрунтувати підхід до визначення їх оптимальної кількості. Під час оцінювання отриманих значень показників як міри вирішення системної проблеми в теорії військового управління до визначення властивості ССВП в операціях (діях) найчастіше застосовують два підходи: обчислення значень функціональних характеристик системи за результатами моделювання або натурального експерименту; обчислення (там, де це можливо) значень функціональних характеристик за допомогою формул і рівнянь, покладених в основу апробованих методик [29].

Результати аналізу наукових праць, викладених у теоретичних основах дослідження цієї статті, показують, що на цей час у теорії військового управління апробовано формули і рівняння, покладені в основу підходів до оцінювання можливої живучості за рахунок обладнання фіктивних позицій підрозділів зенітних ракетних військ [14]. Для одержання достовірних результатів, що відповідають реальному процесу визначення оптимальної кількості фіктивних ЗВП, та прийняття рішення, реалізація якого забезпечить живучість АП під час виконання завдань ВгП в операціях (діях), пропонуємо застосовувати структурно-логічну схему, наведену на рис. 1.

Етап 1 – формування вхідних даних про сили та засоби розвідки противника і типи артилерійських систем (далі – АС) зі складу АП, призначеного для виконання завдань ВгП в операціях (діях).

Етап 2 – обчислення оптимальної кількості закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях) за показником можливостей противника з виявлення АП, озброєного типовими АС.

Як показник можливостей противника з виявлення АП, озброєного типовими АС на ЗВП, спираючись на наукові результати попередніх досліджень [14], пропонуємо прийняти ймовірність виявлення АП протягом визначеного часового інтервалу $P_{АП}$, фізичним змістом якої є успіх виявлення та ідентифікації АП на ЗВП на фоні фіктивних закритих вогневих позицій, обладнаних в інтересах зниження помітності справжньої закритої вогневої позиції, яку можна навести у вигляді такої функції:

$$P_{АП} = f(P_{ц.р}; n_p; \xi; N_{фк}), \quad (1)$$

де $P_{ц.р}$ – ймовірність виявлення закритої вогневої позиції АП засобами розвідки противника за цикл розвідки;

n_p – кількість циклів розвідки;

ξ – ступінь правдоподібності фіктивних закритих вогневих позицій АП;

$N_{фк}$ – кількість фіктивних ЗВП, що припадають на одну справжню позицію АП.

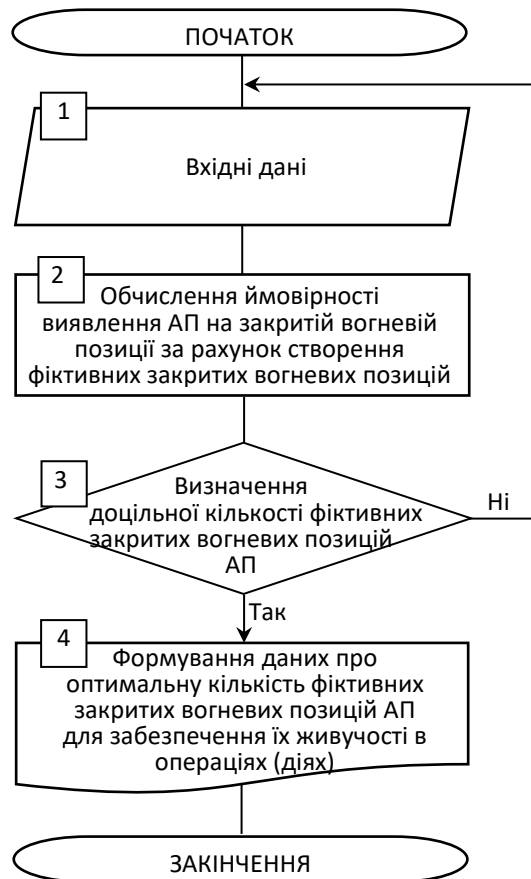


Рисунок 1 – Алгоритм визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях)

Спираючись на результати попередніх досліджень, обчислювати ймовірність виявлення закритої вогневої позиції АП $P_{звп}$ пропонуємо за такою аналітичною залежністю:

$$P_{звп} = \frac{1 - (1 - P_{цр})^{n_p}}{1 + \xi \cdot N_{фiк}} \quad (2)$$

В аналітичній залежності (2) кількість циклів розвідки пропонуємо визначати за таким співвідношенням [14]:

$$n_p = \frac{T_{поз.ср}}{t_p + t_i} \quad (3)$$

де $T_{поз.ср}$ – середній час перебування АП на закритій вогневій позиції, хв;

t_p – середній період циклу розвідки засобів розвідки противника, хв;

t_i – середній інтервал між циклами розвідки противника, хв.

Етап 3 – визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП за критерієм оптимальності, тобто критерієм, формалізованим у вигляді деякого функціонала, екстремум якого (мінімум або максимум) показує, що перехідний процес і керування оптимальні.

Етап 4 – формування даних про оптимальну кількість фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях) за показником можливостей противника щодо виявлення АП, озброєного типовими АС.

На основі отриманих залежностей (2)–(3) виконаємо числові розрахунки і визначимо оптимальну кількість фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в

оборонній операції. Для опису процесу забезпечення живучості АП в оборонній операції сформулюємо робочу гіпотезу, яка полягає в тому, що для підвищення живучості артилерії в операціях (діях) доцільно застосовувати макети АС, подібні до реальних об'єктів за зовнішнім виглядом та характеристиками відбиття. Це дає змогу стверджувати, що коефіцієнт правдоподібності фіктивних ЗВП у разі застосування сучасних макетів буде близький до одиниці, при цьому мінімальне його значення має становити не нижче 0,4 [30].

Для проведення дослідження приймемо такі умови:

– ймовірність виявлення закритої вогневої позиції АП засобами розвідки противника за цикл розвідки $P_{ц,р} = 0,5$;

– кількість циклів розвідки $n_p = 1$;

– ступінь правдоподібності фіктивних закритих вогневих позицій АП $\xi = 0,5$;

– кількість фіктивних закритих вогневих позицій, що припадають на одну справжню позицію АП $N_{фiк} = 0...3$.

З урахуванням прийнятих умов дослідження скористаємося запропонованою методикою визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в операціях (діях) та обчислимо ймовірність виявлення дійсної закритої вогневої позиції АП в оборонній операції залежно від кількості фіктивних ЗВП (рис. 2).

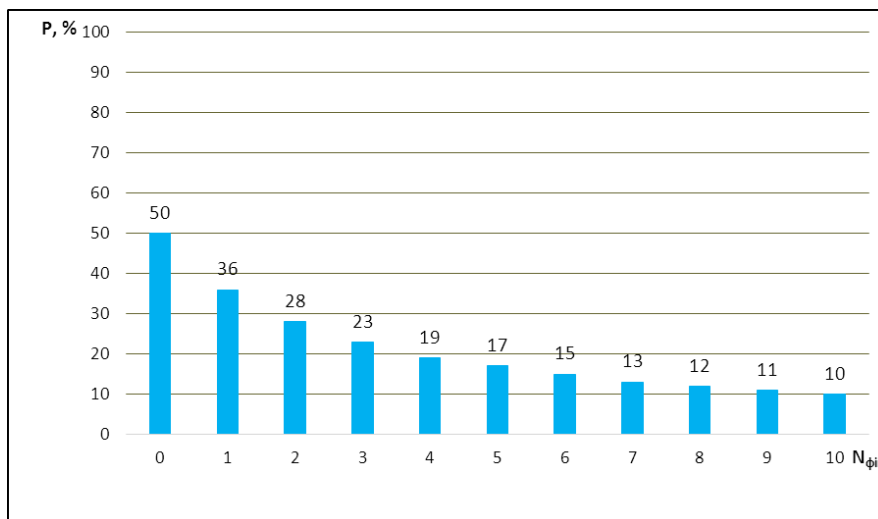


Рисунок 2 – Ймовірність виявлення дійсної закритої вогневої позиції АП в оборонній операції залежно від кількості фіктивних ЗВП

Аналізуючи дані рис. 2, можемо зробити висновок, що за відсутності фіктивних вогневих позицій, ймовірність виявлення АП на ЗВП $P_{АП}$ протягом визначеного часового інтервалу в оборонній операції становить 50%. У разі створення від 1 до 4 фіктивних ЗВП величина відповідного показника зменшується практично за лінійною залежністю, однак після створення 5 позицій різниця приросту різко зменшується. Отже, за прийнятих умов дослідження визначено доцільність обладнання 3...4 фіктивних закритих вогневих позицій АП для забезпечення їх живучості в оборонній операції. Водночас зауважимо, що запропонована методика спирається на теорію ймовірностей, яка за своєю природою пристосована лише для досліджень масових випадкових явищ, а це дає змогу спрогнозувати не кінцевий результат окремого випадкового процесу, а середній сумарний результат маси однорідних випадкових процесів чи аналогічних дослідів, конкретний результат кожного з яких залишається невизначеним, випадковим.

Висновки

У статті наведено методику визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП, яка може стати базовою для обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення їх живучості в операціях (діях). В основу розробленої методики як установленого способу визначення оптимальної кількості фіктивних закритих вогневих позицій АП покладено аналітичний вираз, який ґрунтується на методах теорії ймовірностей. Застосування пропонованої методики підвищить ефективність функціонування органів військового управління, залучених до планування вогневої підтримки в операціях (діях).

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Коваль В., Семененко О., Баранов С., Островський С., Акініна Т., Добровольський Ю. (2023). Сучасні погляди на здобуття технологічної переваги в ході відбиття широкомасштабної збройної агресії з урахуванням пропорційності країн-супротивників. *Соціальний розвиток і безпека*, 13 (6), 39-56. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.6.5>
2. Баранов С. (2023). Рекомендації щодо формування вимог до розвідки об'єктів противника в операціях (бойових діях) угруповань (сил) військ Збройних Сил України. *Соціальний розвиток і безпека*, 13 (4), 299-313. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.21>
3. Ролін, І., Купрієнко, Д., & Марущенко, В. (2022). Концептуальний підхід до планування та ведення сухопутних операцій за стандартами НАТО. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки*, 87(1–2), 142–168. <https://doi.org/10.32453/3.v87i1-2.1087>
4. Репіло, Ю., Головченко, О., & Іщенко, О. (2021). Контент-аналіз уроків збройного конфлікту в нагірному Карабасі щодо вогневої підтримки військових формувань Азербайджану в наступальних діях. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки*, 84(1), 86–99. <https://doi.org/10.32453/3.v84i1.805>
5. Maistrenko, O., Khoma, V., Kurban, V., Saveliev A., Shcherba, A., Karavanov, O., Sivak, O., Kaliaiev, O., Isenko, V., & Kosovtsov, Y. (2023). Improving the scientific and methodological apparatus for determining the optimum strategy when selecting a grouping element for performing the task. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (125), 64–74. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289100>
6. Maistrenko, O., Stetsiv, S., Saveliev A., Petushkov, V., Kornienko, A., Pechorin, O., Stehura, S., Radivilov, O., & Pochynok, S. (2023). Improving the scientific methodological approach to determining the appropriate type of reservation of a reconnaissance fire system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (122), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276171>
7. Репіло, Ю., Головченко, О. & Ріман, О. (2023). Методика визначення пріоритетності ракетних та артилерійських підрозділів для їх оснащення безпілотними системами. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2 (47). 55–66. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-47-2-55-66>

8. Shevtsov, R. (2023). Удосконалена математична модель вогневого ураження артилерійських підрозділів противника ракетними військами та артилерією в бойових діях. *Social Development and Security*, 13(1), 13-22. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.2>
9. Репіло, Ю., Головченко, О., & Купрієнко, Д. (2022). Модель застосування ракетних та артилерійських підрозділів під час вогневої підтримки в операції (бою) з використанням теорії випадкових процесів зі скінченною множиною станів. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2 (44). 28–37. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-44-2-28-37>
10. Репіло, Ю., & Головченко, О. (2021). Обґрунтування показників та критерію можливої живучості артилерійських підрозділів під час вогневої підтримки в наступальних діях. *Системи озброєння і військова техніка*, 3(67), 39–44. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.05>
11. Головченко, О., Іщенко, О., & Линок, Н. (2021). Здобуті уроки ведення бойових дій артилерійськими підрозділами в ході збройного конфлікту на сході України за аспектом живучості в 2014–2015 роках. *Воєнно-історичний вісник*, 39(1), 82–96. <https://doi.org/10.33099/2707-1383-2021-39-1-82-96>
12. Younglak, Shim. (2017). An analysis of “shoot-and-scoot” tactics (Master's thesis). Retrieved from Calhoun. [Master's thesis, Naval Postgraduate School]. NPS Archive: Calhoun. <https://core.ac.uk/download/pdf/45464746.pdf>
13. Turk, J. H. (2020). Analysis of artillery survivability in distribute operations. [Master's thesis, Naval Postgraduate School]. NPS Archive: Calhoun. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1114390>
14. Городнов, В. П., & Гогоняц, С. Ю. (2010). Удосконалена аналітико-стохастична модель протиповітряного бою. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 2. 5–10. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2010_2_3
15. Гогоняц, С. Ю. (2010). Бойові можливості угруповань зенітних ракетних військ під час виконання завдань зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів: удосконалена методика оцінювання показників. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 3. 45–48. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2010_3_14
16. Гогоняц, С., & Степанов, Г. (2012). Основні положення удосконаленої методики оцінки живучості угруповання зенітних ракетних військ при виконанні завдань зенітного ракетного прикриття. *Системи озброєння і військова техніка*, 2(30), 37–41. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2012_2_8
17. Hohonians, S., Chopra, D., Kilmeninov, O., Loishyn, A., & Horbachov K. (2021). Development of the survivability indicators forecasting method of the special-purpose system executive element based on analytical and stochastic simulation of a conflict situation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(4 (111)), 14–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233899>
18. Hohonians, S., Repilo, I., Tytarenko, O., Kokoiko, A., & Golovchenko, O. (2021). Improving a method for determining the maneuvering intensity of the executive element of a special-purpose system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (113)), 75–83. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242688>
19. Репіло, Ю. Є., & Головченко, О. В. (2021). Модель ведення бойових дій артилерійськими підрозділами під час вогневої підтримки у ході ведення наступальних дій. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 1 (40). 153–162. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2021-40-1-153-162>
20. Головченко, О. (2021). Математична модель застосування артилерійських підрозділів під час вогневої підтримки в наступі. *Грааль Науки*, (6), 90–92. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.25.06.2021.016>
21. Maistrenko, O., Karavanov, O., Riman, O. ., Kurban, V., Shcherba, A., Volkov, I., Kravets, T., & Semiv, G. (2021). Devising a procedure for substantiating the type and volume of redundant structural-

- functional elements of reconnaissance-firing systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (110)), 31–42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229031>
22. Гогоняц, С. Ю., Крищенко, В. М., & Колеснік, О. М. (2018). Вибір показників оцінювання живучості угруповання радіотехнічних військ. *Системи озброєння і військова техніка*, 4(56), 7–12. <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.56.01>
23. Титаренко, О. Б., & Гогоняц, С. Ю., (2015). Окремі положення удосконаленої методики оцінки живучості угруповання зенітних ракетних військ при відбитті удару засобів повітряного нападу противника. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*, 1(18), 45–48.
24. Гогоняц, С. Ю., & Титаренко, О. Б., (2014). Аналіз впливу кількості стартових позицій на живучість зенітного ракетного підрозділу при маневрених способах ведення протиповітряного бою. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*, 1(16), 70–73.
25. Мегельбей, В., Лезік, О., Бабич, В., & Роменський, Д. (2021). Методика оцінювання живучості озброєння зенітного підрозділу (частини). *Системи озброєння і військова техніка*, 1(65), 36–41. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.65.05>
26. Мегельбей, В., Кравченко, С., Іценко, Д., Олійник, Р., & Цілина, С. (2020). Методика оцінювання живучості системи управління вогнем зенітного підрозділу (частини). *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, 3(1), 77–83. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.3.2020.10>
27. Приміренко, В. М. (2016). Обґрунтування рекомендацій щодо визначення оптимальної кількості хибних пускових установок розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 1 (25), 92–96. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2016_1_20
28. Репіло, Ю., & Головченко, О. (2023). Аналіз базових концепцій і понять вогневої підтримки артилерійськими підрозділами в бою армій країн НАТО. *Grail of Science*, (27), 209–211. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.030>
29. Барабаш, Ю. (1999). Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (методологія військово-наукових досліджень). НАОУ.
30. Іщенко, О. & Курило, О. (2022). Аналітична модель обґрунтування доцільної кількості фіктивних закритих вогневих позицій артилерійських підрозділів в умовах ведення оборонних дій. *Грааль науки*, (16), 103–108. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.017>

References

1. Koval, V., Semenenko, O., Baranov, S., Ostrovskiy, S., Akinina, T., & Dobrovolskiy, Y. (2023). Modern views on the acquisition of technological advantage in the course of repelling large-scale armed aggression, taking into account the proportionality of adversary countries. *Social Development and Security*, 13(6), 39–56. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.6.5>
2. Baranov, S. (2023). Recommendations on the formation of requirements for reconnaissance of enemy objects in operations (combat actions) of troop groups (forces) of the Armed Forces of Ukraine. *Social Development and Security*, 13(4), 299–313. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.21>
3. Rolin, I., Kupriyenko, D., & Marushchenko, V. (2022). Ceptual approach to planning and maintaining ground operations according to NATO standards. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Military and Technical Sciences*, 87(1–2), 142–168. <https://doi.org/10.32453/3.v87i1-2.1087>
4. Repilo, I., Golovchenko, O., & Ishchenko O. (2021). Content Analy-sis of Lessons Learned from Armed Conflict in Nagorno-Karabakhfor Fire Support for Maneuver Formations of Azerbaijan in offensive Actions. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Serii: Viiskovi ta tekhnichni nauky*, 84(1), 86–99. <https://doi.org/10.32453/3.v84i1.805>

5. Maistrenko, O., Khoma, V., Kurban, V., Saveliev A., Shcherba, A., Karavanov, O., Sivak, O., Kaliaiev, O., Isenko, V., & Kosovtsov, Y. (2023). Improving the scientific and methodological apparatus for determining the optimum strategy when selecting a grouping element for performing the task. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (125)), 64–74. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289100>
6. Maistrenko, O., Stetsiv, S., Saveliev A., Petushkov, V., Kornienko, A., Pechorin, O., Stehura, S., Radivilov, O., & Pochynok, S. (2023). Improving the scientific methodological approach to determining the appropriate type of reservation of a reconnaissance fire system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (122)), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276171>
7. Repilo, I., Golovchenko, O. & Riman, O. (2023). Method for determining the priority of the missiles and artillery units for their equipment with unmanned systems. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2 (47). 55–66. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-47-2-55-66>
8. Shevtsov, R. (2023). An improved mathematical model of fire damage to enemy artillery units by missile forces and artillery in operations. *Social Development and Security*, 13(1), 13-22. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.2>
9. Repilo, I., Golovchenko, O., & Kupriyenko, D. (2022). A model of the missiles and artillery units employment at the fire support in operation (combat) using the theory of random processes with a finite set of states. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2 (44). 28–37. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-44-2-28-37>
10. Repilo, I., & Golovchenko, O. (2021). Justification of indicators and criterion of possible survivability of artillery units during fire support in offensive operations. *Systems of Arms and Military Equipment*, (3(67)), 39-44. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.05>
11. Holovchenko, O., Ishchenko, O., & Lynok, N. (2021). Lessons learned by artillery units in armed conflict in eastern Ukraine in the aspect of survival in 2014–2015. *Military Historical Bulletin*, 39(1), 82–96. <https://doi.org/10.33099/2707-1383-2021-39-1-82-96>
12. Younglak, Shim. (2017). An analysis of “shoot-and-scoot” tactics (Master's thesis). Retrieved from Calhoun. [Master's thesis, Naval Postgraduate School]. NPS Archive: Calhoun. <https://core.ac.uk/download/pdf/45464746.pdf>
13. Turk, J. H. (2020). Analysis of artillery survivability in distribute operations. [Master's thesis, Naval Postgraduate School]. NPS Archive: Calhoun. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1114390>
14. Gorodnov, V., & Hohoniants, S., (2010). Udoskonalena analityko-stokhastychna model protypovitrianoho boiu [An improved analytical-stochastic model of anti-aircraft combat]. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2. 5–10. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2010_2_3
15. Гонянец, С. Ю. (2010). Boiovi mozhlyvosti uhrupovan zenitnykh raketnykh viisk pid chas vykonannya zavdan zenitnoho raketnoho prykryttia viisk i obektiv: udoskonalena metodyka otsiniuvannya pokaznykiv [Combat capabilities of groups of anti-aircraft missile forces during the performance of anti-aircraft missile cover tasks of troops and objects: an improved methodology for evaluating indicators]. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 3. 45–48. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2010_3_14
16. Hohoniants, S. Yu. and Stepanov, H. S. (2012), “Osnovni polozhennia udoskonalenoj metodyky otsinky zhyvuchosti uhrupovannia zenitnykh raketnykh viisk pry vykonanni zavdan zenitnoho raketnoho prykryttia”, *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2(30), pp. 37-41. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2012_2_8
17. Hohoniants, S., Chopa, D., Kilmeninov, O., Loishyn, A., & Horbachov K. (2021). Development of the survivability indicators forecasting method of the special-purpose system executive

- element based on analytical and stochastic simulation of a conflict situation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(4 (111), 14–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233899>
18. Hohoniants, S., Repilo, I., Tytarenko, O., Kokoiko, A., & Golovchenko, O. (2021). Improving a method for determining the maneuvering intensity of the executive element of a special-purpose system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (113), 75–83. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242688>
19. Repilo, Y., & Golovchenko, O. (2021). The model of combating by artillery units during fire support during offensive actions. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 1 (40). 153–162. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2021-40-1-153-162>
20. Golovchenko, O. (2021). Mathematical model of field artillery combat operations during fire support in offensive. *Grail of Science*, (6), 90–92. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.25.06.2021.016>
21. Maistrenko, O., Karavanov, O., Riman, O., Kurban, V., Shcherba, A., Volkov, I., Kravets, T., & Semiv, G. (2021). Devising a procedure for substantiating the type and volume of redundant structural-functional elements of reconnaissance-firing systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (110), 31–42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229031>
22. Hohoniants, S. Yu., Kryshchenko, V. M. and Kolesnik, O.M. (2018), “Vybir pokaznykiv otsiniuvannia zhyvuchosti uhrupuvannia radiotekhnichnykh viisk” [Selection of survival evaluation indicators of the radio engineering troops formation], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 4(56), pp. 7-12. <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.56.01>.
23. Tytarenko, O.B. and Hohoniants, S.Yu. (2015), “Okremi polozhennia udoskonalenoï metodyky otsinky zhyvuchosti uhrupovannia zenitnykh raketnykh viisk pry vidbytti udaru zasobiv povitrianoho napadu protyvnyka” [Separate statutes of the improved method estimations of anti-aircraft troops missile vitality at the reflection of blow of opponent facilities of air attack], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(18), pp. 45-48.
24. Hohoniants, S. Yu. and Tytarenko, O. B. (2014), “Analiz vplyvu kilkosti startovykh pozytsii na zhyvuchist zenitnoho raketnoho pidrozdilu pry manevrenykh sposobakh vedennia protypovitrianoho boiu”, *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 3(16), pp. 70-73.
25. Mehelbei, V., Lezik, O., Babych, V., & Romenskyi, D. (2021). Methodology of assessment of fire control system survivability of anti-aircraft sub-unit (anti-aircraft unit). *Systems of Arms and Military Equipment*, (1(65), 36-41. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.65.05>
26. Mehelbei, V., Kravchenko, S., Itsenko, D., Oliynik, R., & Tsilyna, S. (2020). Methodology of assessment of fire control system survivability of anti-aircraft sub-unit (anti-aircraft unit). *Scientific work Of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification*, 3(1), 77-83. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.3.2020.10>
27. Prymirenko, V. (2016). Justification of recommendations for determining the optimal composition of false launchers placed in positions as part of military unit of missile troops. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 1 (25), 92–96. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2016_1_20
28. Repilo, I., & Golovchenko, O. (2023). Analysis of basic concepts and definitions of fire support by artillery units in battle of the armies of NATO countries. *Grail of Science*, (27), 209–211. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.030>
29. Barabash, Yu. (1999). *Osnovy teorii otsiniuvannia efektyvnosti skladnykh system (metodolohiia viiskovo-naukovykh doslidzhen)* [Basics of the theory of evaluating the effectiveness of complex systems (methodology of military scientific research)]. NAOU.
30. Ishchenko, O., & Kurylo, O. (2022). Analytical model for substantiation of the number of fictive fire position artillery unit in conditions of defense. *Grail of Science*, (16), 103–108. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.017>