

ПИТАННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ТА ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ, ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ, РАДІОТЕХНІЧНИХ ТА СПЕЦІАЛЬНИХ ВІЙСЬК, ЗВ'ЯЗКУ, РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ

DOI 10.33099/2786-7714-2023-2-5-23-28

УДК 355.424.4

Глоба Олександр Володимирович

<https://orcid.org/0000-0002-1423-8365>

Левченко Михайло Антонович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-1872-2960>

Мельниченко Василь Семенович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-0598-9765>

Дранник Павло Анатолійович (кандидат військових наук, старший науковий співробітник)

<https://orcid.org/0000-0002-6073-2962>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАВДАННЯ ОБҐРУНТУВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ

Дослідженню спроможностей системи зенітного ракетного прикриття до сьогодні приділялося доволі мало уваги, тому майже неможливо у наукових джерелах знайти варіанти постановки подібних завдань, навіть, у загальному вигляді. Уточнення понятійного апарату щодо системи зенітного ракетного прикриття, спроможностей системи зенітного ракетного прикриття і обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття стали першим кроком до формулювання завдань щодо дослідження спроможностей. В статті пропонується варіант постановки завдання обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття. При цьому, вказується на відмінність понять потенційних спроможностей, спроможностей знищувати противника і спроможностей виконувати завдання щодо знищення. Акцентується увага на спроможностях виконувати завдання, на факторах, що впливають на такі спроможності. Обговорені ускладнення, які можуть виникати під час вирішення завдання.

Ключові слова: протиповітряна оборона, система зенітного ракетного прикриття, спроможності, об'єкти прикриття, операція, угруповання військ.

Вступ

У загальному вигляді, задача оптимізації формулюється як пошук параметрів системи, що належать певній допустимій множині параметрів і забезпечують оптимальне значення цільової функції системи [1]. Розгляду шляхів оптимізації показників ефективності (або результативності) функціонування системи протиповітряної оборони, зенітного ракетного (ракетно-артилерійського) прикриття присвячується значна кількість трудів, у тому числі, і [2-6]. Авторами публікації [7] вказується на ускладнення, які можуть виникати при застосуванні відомого розрахункового апарату (зокрема, графоаналітичних моделей) під час оцінювання результатів функціонування міжвидових угруповань військ.

У той же час, в оперативній та бойовій діяльності військ широкого розповсюдження

набуло поняття “спроможностей”. Його використання починається з рівня оборонного планування [8], розгляду питань визначення сценаріїв розвитку держави на довгострокову перспективу [9], з вивчення іноземного досвіду з оборонного управління, планування оборони [10, 11, 12] та передбачає проведення оцінювання існуючих спроможностей для подальшого розуміння своїх перспектив щодо виконання поставлених завдань.

Зазначене стало передумовою використання цього поняття щодо бойового застосування різних сил і засобів, у тому числі, зенітних ракетних військ. Тому, набувають своєї актуальності питання постановки завдання обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття в ході виконання завдань в операціях, оскільки, така задача не розглядалася.

Матеріали та методи

Постановка завдання дослідження будь-якого предмету вимагає використання вже відомого і всім зрозумілого понятійного апарату. Ряд попередніх досліджень функціонування систем протиповітряної оборони, систем зенітного ракетного (ракетно-артилерійського) прикриття зосереджувалися на оцінюванні ефективності, розуміючи під нею то результативність, то ступінь пристосованості системи, то співвідношення між досягненим результатом і використаними ресурсами. При постановці завдання дослідження спроможностей системи зенітного ракетного прикриття, як складної системи військового призначення, варто використати наступні відомі [13] поняття:

система зенітного ракетного прикриття – це сукупність взаємодіючих і взаємопов'язаних елементів і компонентів, які функціонують з метою відбиття ударів засобів повітряного нападу та прикриття об'єктів (військ);

спроможність системи зенітного ракетного прикриття – це здатність системи знищувати засоби повітряного нападу та здійснювати прикриття визначених об'єктів (військ);

обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття – це комплекс заходів з аргументації кількісного і якісного складу системи, порядку розміщення і застосування її елементів.

Розглядаючи спроможності системи зенітного ракетного прикриття під час її функціонування в операціях і, враховуючи вимоги до них, слід поміркувати про наступне:

скільки і якого противника необхідно знищувати;

скільки і яких об'єктів (угруповань військ) необхідно прикрити;

чи є можливість обирати необхідний склад сил і засобів для виконання поставлених завдань;

як розмістити елементи системи зенітного ракетного прикриття в районі виконання завдань;

як організувати взаємодію з іншими підсистемами протиповітряної оборони, а також, як організувати логістику всередині системи.

Дослідження і обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття слід проводити з урахуванням набутих знань і положень щодо використання системного підходу при дослідженні складних систем військового призначення [14,15], а також положень теорії оцінювання ефективності [16]. Тому, метою статті стало формалізація завдання щодо обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття щодо знищення повітряного противника.

Результати

Самі по собі елементи системи і сама система зенітного ракетного прикриття, з урахуванням тактико-технічних характеристик наявного зенітного ракетного озброєння, спроможні знищувати повітряного противника з певних

напрямоків, на певних відстанях, висотах і швидкостях його польоту. З появою уточненої інформації щодо повітряної обстановки, стосовно прийомів і способів виконання завдань повітряним противником, навіть за “ідеальних” для сил і засобів зенітних ракетних військ умов прольоту противника, спроможність системи зенітного ракетного прикриття не може перевищувати кількості зенітних керованих ракет, що є в неї у наявності. Тобто, навіть, при позитивному впливі всіх факторів або такому збігу обставин, коли всі цілі вдається знищувати, спроможність системи зенітного ракетного прикриття щодо знищення засобів повітряного нападу не може перевищувати кількості затрачених зенітних керованих ракет. Це, по суті, є потенційною спроможністю системи, яка не прив'язана до конкретного завдання, яка є еталоном здатності системи.

При визначенні кількості цілей, які необхідно знищити, навіть при відсутності будь-якої іншої уточненої інформації, вже можна говорити про появу у системи зенітного ракетного прикриття можливості знищувати противника. І, як наслідок, це означає, що систему зенітного ракетного прикриття з цього моменту вже можна характеризувати здатністю знищувати повітряного противника.

Тому, якщо абсолютне значення потенційних спроможностей $A_{E_{max}}$ системи щодо знищення засобів повітряного нападу до отримання завдання можна відобразити як

$$A_{E_{max}} = N_{ЗКР}, \quad (1)$$

де $N_{ЗКР}$ - загальна кількість зенітних керованих ракет, що є у наявності, то з появою інформації щодо кількості цілей N_u , які необхідно знищити, тобто з появою певного “мірила”, спроможність A_{rel} (реалізовану спроможність) вже можна характеризувати відносним значенням потенційних спроможностей і відобразити як

$$A_{rel} = \frac{N_{ЗКР}}{N_u}. \quad (2)$$

Формула (2) у спрощеному вигляді відображає потенційну здатність знищувати цілі наявним запасом ракет.

Таким чином, з появою уточненої інформації щодо:

кількості і типів повітряних цілей, параметрів їх польоту,

кількості і можливостей авіаційних засобів ураження,

варіантів нанесення ударів повітряним противником (імовірні напрямки, висоти, щільність нальоту, очікувана тривалість удару, ударів), з появою непередбачуваних факторів (застосування противником високоточного озброєння по системі зенітного ракетного прикриття або об'єктам прикриття (угрупованням військ)) можна говорити

про можливість системи виконувати завдання щодо знищення повітряного противника. Ці можливості можна характеризувати значенням математичного очікування кількості уражених повітряних цілей M_u . При цьому, систему тепер можна характеризувати здатністю виконувати завдання.

Важливим моментом даного етапу міркувань є те, що здатність системи зенітного ракетного прикриття знищувати повітряного противника A_{destr} і здатність системи виконувати завдання щодо знищення повітряного противника A_{obj} є різними за своєю суттю поняттями. Так, якщо здатність системи знищувати повітряного противника можна визначити як

$$A_{destr} = \frac{M_u}{N_{зкр}}, \quad (3)$$

то здатність системи виконувати завдання щодо знищення повітряного противника визначається як

$$A_{obj} = \frac{M_u}{N_u}. \quad (4)$$

A_{destr} дозволяє бачити результат функціонування системи зенітного ракетного прикриття, але не відображає результат виконання поставленого завдання щодо знищення.

Висновком із зазначених міркувань можна вважати те, що спроможності виконувати системою завдання щодо знищення є добутком потенційних спроможностей системи на її здатність знищувати повітряного противника, тобто

$$A_{obj} = A_{rel} \cdot A_{destr}. \quad (5)$$

Якщо безпосереднім призначенням елементів системи зенітного ракетного прикриття є знищення засобів повітряного нападу, то система зенітного ракетного прикриття, яка є складною системою військового призначення, існує не тільки заради знищення засобів повітряного нападу. Вона створюється і функціонує для виконання завдань різного характеру. І оскільки спроможність системи, за своїм визначенням, являє собою здатність отримувати результати, які відповідатимуть вимогам щодо знищення засобів повітряного нападу та прикриття визначених об'єктів (військ), тобто, вимогою до її здатності, то реалізація спроможностей щодо знищення і прикриття якраз і характеризує здатність системи це здійснити.

Розділяючи поняття *потенційних спроможностей* (вимог до здатності), *спроможностей знищувати* і *спроможностей виконувати завдання щодо знищення*, розуміється, що найбільший інтерес, наприклад, для вирішення завдань обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття в операціях об'єднаних сил становлять останні, тобто, здатності системи виконувати поставлені завдання, оскільки

складні системи військового призначення, на відміну від біологічних й інших природних складних систем, є штучними і мають цільові призначення.

Необґрунтованість спроможностей призводить до погіршення якості функціонування системи зенітного ракетного прикриття, що полягає у зниженні рівня виконання поставлених завдань в операціях об'єднаних сил. Систему зенітного ракетного прикриття можна вважати спроможною знищувати всі засоби повітряного нападу, коли всі засоби нападу знищуються, а об'єкти прикриття (і угруповання військ) і сама система зенітного ракетного прикриття не зазнають уражень. Це є "завданням-максимумом" для системи, що створюється.

Коли систему доводиться створювати із сил і засобів, що вже є у наявності і їх недостатньо для виконання "завдання-максимуму" або коли немає можливості сформувати з елементів системи необхідний кількісно-якісний склад, тоді поліпшення спроможностей можна здійснювати шляхом оптимізації параметрів розташування елементів системи.

Тому, вирішення задачі дослідження спроможностей системи зенітного ракетного прикриття слід розділяти на вирішення двох задач. З урахуванням вже існуючих положень теорії дослідження операцій [17-20], перша (або пряма задача) задача дослідження полягає у визначенні функціональної залежності, яка відображає здатність системи досягати своєї мети в залежності від зміни керованих факторів впливу на неї, тобто пошуку цільової функції спроможностей, яку зобразимо у наступному вигляді

$$f(A) = F(\alpha_j, \beta_r, \gamma_k), \quad (6)$$

де α_j – керовані фактори впливу на спроможності системи зенітного ракетного прикриття, $j = \overline{1, n}$, які становлять інтерес дослідження;

A – комбінації факторів впливу α_j на спроможності системи, $\alpha_j \in A$;

β_r – некеровані фактори, значення яких визначаються комплексом зовнішніх умов впливу на систему, $r = \overline{1, s}$;

γ_k – параметри задачі, характеристики, які є сталими (незмінними) у досліджуваному періоді функціонування системи, $k = \overline{1, l}$. Визначення цільових функцій предмету дослідження дає змогу здійснити їх математичний аналіз.

Друга (або зворотна задача) дослідження спроможностей системи зенітного ракетного прикриття полягає у тому, щоб знайти такі значення керованих факторів впливу, які б надавали цільовій функції екстремальних значень, тобто

$$f^*(A) = \underset{\alpha_j}{extr} F(\alpha_j, \beta_r, \gamma_k). \quad (7)$$

Результатами вирішення зворотної задачі планується отримання відповідей щодо визначення необхідного набору керованих факторів α_j , які забезпечують максимальну реалізацію своїх спроможностей системою зенітного ракетного прикриття. Вирішення зворотної задачі також сприяє отриманню рішень (аргументів, альтернатив) щодо кількісного та якісного складу системи, порядку розташування і застосування елементів, тобто, обґрунтуванню спроможностей.

У той же час, можливості вибору необхідних значень керованих факторів обмежуються певними зовнішніми умовами і параметрами проведення операції [2]. Обмеження, які задаються, повинні враховувати специфіку застосування засобів повітряного нападу противником, принципи бойового застосування зенітних ракетних військ, специфіку об'єктів прикриття і умови виконання завдань з прикриття угруповань військ.

Отже, з урахуванням (6) і (7), завдання обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття в загальному вигляді полягає у пошуку

$$\underset{\alpha_j}{extr} F(\alpha_j, \beta_r, \gamma_k), \quad (8)$$

і відповідних рішень (аргументів, альтернатив)

$$A^* = \arg \left\{ \underset{\alpha_j}{extr} F(\alpha_j, \beta_r, \gamma_k) \right\}, \quad (9)$$

за умови наявних і вимушених обмежень керованих і некерованих факторів, а також параметрів системи

$$\begin{aligned} \alpha_{jmin} &\leq \alpha_j \leq \alpha_{jmax}, \\ \beta_{rmin} &\leq \beta_r \leq \beta_{rmax}, \\ \alpha_j, \beta_r &\geq 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Враховання всіх факторів під час обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття є найважливішою передумовою забезпечення потрібної якості функціонування системи. І якщо врахування керованих факторів впливу на спроможності – α_j , а також врахування параметрів задачі, значення яких є сталими величинами у досліджуваному періоді функціонування системи – γ_k може ускладнитися лише зростаючим об'ємом математичних розрахунків, то врахування некерованих факторів впливу на систему β_r , які визначаються комплексом зовнішніх умов, передбачає необхідність вирішення ряду проблемних питань, пов'язаних з невизначеністю вихідних умов.

Обговорення

Невизначеність вихідних умов середовища, в якому відбувається функціонування системи

зенітного ракетного прикриття визначається, у першу чергу, непередбачуваністю дій повітряного противника. Це стає наслідком неможливості отримання конкретних характеристик щодо середовища і станів системи. Розроблені методи для вирішення подібних задач ще невідомі. Тому, подальші дослідження і, зокрема, обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття, як складної системи військового призначення, навіть після чіткої формалізації завдання щодо обґрунтування, зіштовхнеться з низкою проблемних питань щодо усунення невизначеності вихідних умов функціонування системи в операціях.

Висновки

Таким чином, завдання обґрунтування спроможностей системи зенітного ракетного прикриття можна відобразити у вигляді формалізованої задачі з оптимізації процесу функціонування системи, що полягає у пошуку і розробленні методичних підходів для надання математичного вигляду і визначення цільових функцій спроможностей системи, побудові математичних моделей функціонування системи зенітного ракетного прикриття, тобто, вирішенні прямої задачі дослідження операцій, а потім, у пошуку таких варіантів (альтернатив) із комбінацій керованих факторів, які будуть відповідати екстремальним значенням цільових функцій спроможностей, тобто, вирішенні зворотної задачі дослідження операцій. Зусилля наступних пошуків варто зосередити на деталізації умов і факторів, які впливають на процес функціонування системи зенітного ракетного прикриття в операціях об'єднаних сил, на завдання, які покладаються на систему в різних видах операцій у відповідності до існуючих доктрин із застосування сил оборони і досвіду війни.

Список використаних джерел

1. Основи воєнно-технічних досліджень. Теорія та приклади: монографія в 4 т. Т.4. Методологія дослідження складних систем військового призначення. / С. В. Лапицький та ін. Київ: Видавничий дім Дмитра Бураго, 2013. 480 с.
2. Торопчин А. Я., Кириченко І. О., Єрмошин М. О., Дробаха Г. А., Доліна М. П. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності. Харків: ХВУ, 2006. 348 с.
3. Єрмошин М. О. Основні показники для оцінки ефективності функціонування системи протиповітряної оборони. Збірник наукових праць ХНУПС. Харків, 2008. № 2 (17). С. 14–16.
4. Методологические основы системного решения актуальных задач войск противовоздушной обороны Сухопутных войск: Учебное пособие. – Киев: Изд. ВА ПВО СВ, 1987.
5. Збройна боротьба у повітрі та космосі: підручник / М. О. Єрмошин, С. П. Ярош, Є. І. Ряполов та ін.; за заг. Ред. М. О. Єрмошина. – Х.: ХНУПС, 2019. – 492 с.
6. Сорокин В.П. Моделирование систем вооружения и боевых действий войск противовоздушной обороны Сухопутных войск: Учебное пособие. Киев: изд. ВА ПВО

СВ. 1991.

7. Малюга В. Г., Нерубацький В. О., Власов А. В. Оцінка бойових можливостей міжвидових угруповань військ. Збірник наукових праць ХНУПС. Харків, 2009. № 3 (19), С. 55-57.

8. Порядок організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони : затв. наказом Міністра оборони України від 22.12.2020 р. № 484.

9. Биченков В.В., Павліковський А.К., Левчук О.В., Бутенко М.П. Методика визначення сценаріїв розвитку держави на довгострокову перспективу. Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ. Київ, 2021. №2(72). С. 16-24.

10. Defense Governance and Management: Improving the Defense Management Capabilities of Foreign Defense Institutions A Guide to Capability-Based Planning (CBP) / Aaron C. Taliaferro, Lina M. Gonzalez, Mark Tillman, Pritha Ghosh, Paul Clarke, Wade Hinkle. Final report from XX.02.2019. Institute for Defense Analyses 4850 Mark Center Drive Alexandria, VA 22311-1882. URL: https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/d/de/defense-governance-and-management_improving-the-defense-management-capabilities-of-foreign (дата зверн.: 03.10.2022).

11. AJP-3.3 Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. NATO/OTAN Edition B Version 1. April 2016.

12. FM 3-01 U.S. Army Air and Missile Defense Operations. Headquarters Department of the Army

Washington, D.C., 22 December 2020.

13. Глоба О. В., Левченко М. А. Уточнення понятійного апарату дослідження ефективності і спроможностей системи зенітного ракетного прикриття. Повітряна міць України. 2022. № 2 (2). С. 17–23. ([https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-2\(3\)-17-23](https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-2(3)-17-23)).

14. Загорка О. М., Мосов С. П., Сбітнев А. І., Стужук П. І. Елементи дослідження складних систем військового призначення : навч. посіб. для докторантів, ад'юнктів, здобувачів. Київ : НАОУ, 2005. 124 с.

15. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях : підручник. / За заг. ред. Бутка М. П. [М. П. Бутко, І. М. Бутко, М. Ю. Дітковська та ін.]. Київ, 2014. 360 с.

16. Барабаш Ю. Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (Методологія військово-наукових досліджень) : навч. посібн. Київ : НАОУ, 1999. 39 с.

17. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: "Советское радио", 1972. 552с.

18. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. Суми : Сумський державний університет, 2017. 212 с

19. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О. І. Лисенко, І. В. Алексєєва, Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 196 с.

20. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Підручник / Ю. П. Зайченко. 7-ме вид., переробл. та допов. Київ : Видавничий дім «Слово», 2006. 816 с.

FORMALIZATION OF THE TASK OF SUBSTANTIATING THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE COVER SYSTEM'S CAPABILITIES

Oleksandr Hloba

<https://orcid.org/0000-0002-1423-8365>

Mykhailo Levchenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0003-1872-2960>

Vasyl Melnychenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-0598-9765>

Pavlo Drannyk (Candidate of Military Sciences, Senior Researcher)

<https://orcid.org/0000-0002-6073-2962>

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

To date, rarely attention has been paid to the study of the anti-aircraft missile cover system capabilities, so it is almost impossible to find options for posing similar tasks in scientific sources, even in general terms. Clarification of the conceptual apparatus regarding the anti-aircraft missile cover system, the anti-aircraft missile cover system's capabilities, and the substantiation of the anti-aircraft missile cover system's capabilities became the first step towards the formulation of the capability research task. In the article, taking into account known examples of setting tasks for the study operations, complex systems optimization, a variant of setting the task of researching the anti-aircraft missile cover system's capabilities is proposed. At the same time, it is pointed out the difference between the concepts of potential capabilities, capabilities to destroy the enemy and capabilities for enemy destroying tasks performing. Attention is focused on the performing tasks capabilities to destroy the enemy, on the factors that affect such capabilities. Complications that may arise when solving such a task are discussed.

Keywords: air defense, anti-aircraft missile cover system, anti-aircraft missile and artillery cover system, capabilities, cover objects, operation, grouping of troops.

References

1. Osnovy voienno-tekhnichnykh doslidzhen. Teoriia ta pryklady : monohrafiia v 4 t. T.4. Metodolohiia doslidzhennia skladnykh system viiskovoho pryznachennia. / S.V. Lapytskyi ta in. Kyiv : Vydavnychi dim Dmytra Buraho, 2013. 480 s.
2. Toropchyn A. Ya., Kyrychenko I. O., Yermoshyn M. O., Drobakha H. A., Dolina M. P. Syntez adaptyvnykh struktur systemy zenitnoho raketno-artyleriskoho prykryttia ob'ektiv i viisk ta otsinka yii efektyvnosti. Kharkiv : KhVU, 2006. 348 s.
3. Yermoshyn M. O. Osnovni pokaznyky dlia otsinky efektyvnosti funktsionuvannia systemy protypovitrianoi oborony. Zbirnyk naukovykh prats KhNUPS. Kharkiv, 2008. № 2 (17). S. 14–16.
4. Metodolohycheskye osnovy systemnoho reshenia aktualnykh zadach voisk protyvovozdushnoi oborony Sukhoputnykh voisk : Uchebnoe posobie. – Kyev : Yzd. VA PVO SV, 1987.
5. Zbroina borotba u povitri ta kosmosi : pidruchnyk / M.O.Iermoshyn, S.P.Iarosh, Ye.I.Riapolov ta in.; za zah. Red. M.O.Iermoshyna. – Kh. : KhNUPS, 2019. – 492 s.
6. Sorokyn V.P. Modelyrovanye system vooruzheniya y boevykh deistviy voisk protyvovozdushnoi oborony Sukhoputnykh voisk : Uchebnoe posobie. Kyev : yzd. VA PVO SV. 1991.
7. Maluha V. H., Nerubatskyi V. O., Vlasov A. V. Otsinka boiovykh mozhlyvostei mizhvydovykh uhrupovan viisk. Zbirnyk naukovykh prats KhNUPS. Kharkiv, 2009. № 3 (19). S. 55–57.
8. Poriadok orhanizatsii ta zdiisnennia oboronnoho planuvannia v Ministerstvi oborony Ukrainy, Zbroinykh Sylakh Ukrainy ta inshykh skladovykh syl oborony : zatv. nakazom Ministra oborony Ukrainy vid 22.12.2020 r. № 484.
9. Bychenkov V.V., Pavlikovskyi A.K., Levchuk O.V., Butenko M.P. Metodyka vyznachennia stsenariiiv rozvytku derzhavy na dovhostrokovu perspektyvu. Zbirnyk naukovykh prats TsVSD NUOU. Kyiv, 2021. №2(72). S. 16-24.
10. Defense Governance and Management: Improving the Defense Management Capabilities of Foreign Defense Institutions A Guide to Capability-Based Planning (CBP) / Aaron C. Taliaferro, Lina M. Gonzalez, Mark Tillman, Pritha Ghosh, Paul Clarke, Wade Hinkle. Final report from XX.02.2019. Institute for Defense Analyses 4850 Mark Center Drive Alexandria, VA 22311-1882. URL: <https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/d/de/defense-governance-and-management-improving-the-defense-management-capabilities-of-foreign>.
11. AJP-3.3 Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. NATO/OTAN Edition B Version 1. April 2016.
12. FM 3-01 U.S. Army Air and Missile Defense Operations. Headquarters Department of the Army Washington, D.C., 22 December 2020.
13. Hloba O. V., Levchenko M. A. Utochnennia poniatinnoho aparatu doslidzhennia efektyvnosti i spromozhnosti systemy zenitnoho raketnoho prykryttia. Povitriana mits Ukrainy. 2022. № 2 (2). S. 17–23. ([https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-2\(3\)-17-23](https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-2(3)-17-23)).
14. Zahorka O. M., Mosov S. P., Sbitniev A. I., Stuzhuk P. I. Elementy doslidzhennia skladnykh system viiskovoho pryznachennia : navch. posib. dlia doktorantiv, adiunktiv, zdobuvachiv. Kyiv : NAOU, 2005. 124 s.
15. Systemnyi pidkhid i modeliuvannia v naukovykh doslidzhenniakh : pidruchnyk. / Za zah. red. Butka M. P. [M. P. Butko, I. M. Butko, M. Yu. Ditkovska ta in.]. Kyiv, 2014. 360 s.
16. Barabash Yu. L. Osnovy teorii otsiniuvannia efektyvnosti skladnykh system (Metodolohiia viiskovo-naukovykh doslidzhen) : navch. posibn. Kyiv : NAOU, 1999. 39 s.
17. Venttsel E.S. Yssledovanye operatsyi. M.:“Sovetskoe radyo”, 1972. 552s.
18. Matematychni metody doslidzhennia operatsii : pidruchnyk / Ye. A. Lavrov, L. P. Perkhun, V. V. Shendryk ta in. Sumy : Sumskyi derzhavnyi universytet, 2017. 212 s
19. Doslidzhennia operatsii. Konspekt lektsii / Uklad.: O. I. Lysenko, I. V. Alieksieieva, Kyiv : NTUU “KPI”, 2016. 196 s.
20. Zaichenko Yu. P. Doslidzhennia operatsii. Pidruchnyk / Yu. P. Zaichenko. 7-me vyd., pererobl. ta dopov. Kyiv : Vydavnychi dim “Slovo”, 2006. 816 s.