

# Основні теоретичні аспекти визначення критеріїв воєнно-економічної ефективності в задачах обґрунтування вибору раціональних варіантів складних зразків озброєння та військової техніки

## The main theoretical aspects of determining the criteria of military and economic efficiency in the tasks of justifying the choice of rational options for complex types of weapons and military equipment

**Олег Семененко \* A**

\* **Corresponding author:** д.військ.н., професор, начальник відділу, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6477-3414

**Анатолій Ліпський B**

к.військ.н., доцент, доцент кафедри, e-mail: lipskiy1956@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2874-256X

**Алевтина Гетьман C**

науковий співробітник, e-mail: getman2017@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6397-7412

**Володимир Рєзнік B**

професор кафедри, e-mail: vreznik907@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1479-4852

**Олег Герасименко D**

викладач кафедри, e-mail: papa\_262@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1077-1402

**Руслан Тарасов D**

командир військової частини, e-mail: aosemenenko@ukr.net

**Oleh Semenenko \* A**

\* **Corresponding author:** Dr of Sciences, Professor, Head of Department, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6477-3414

**Anatolii Lipskyi B**

Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department, e-mail: lipskiy1956@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2874-256X

**Alevtyna Hetman C**

researcher, getman2017@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6397-7412

**Volodimir Reznik B**

Professor of the Department, e-mail: vreznik907@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1479-4852

**Oleh Herasymenko D**

teacher of training Department, e-mail: papa\_262@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1077-1402

**Ruslan Tarasov D**

the commander of the military unit, e-mail: aosemenenko@ukr.net

<sup>A</sup> Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

<sup>B</sup> Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

<sup>C</sup> Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ, Україна

<sup>D</sup> Кафедра військової підготовки Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна

<sup>A</sup> Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>B</sup> National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>C</sup> Military Institute of Telecommunications and Informatization named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine

<sup>D</sup> Department of Military Training of the National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**Received:** April 2, 2023 | **Revised:** April 11, 2023 | **Accepted:** April 30, 2023

**DOI:** 10.33445/sds.2023.13.2.15

**Мета роботи:** полягає у визначенні особливостей теоретичних аспектів визначення критеріїв воєнно-економічної ефективності в задачах обґрунтування вибору раціональних варіантів складних зразків озброєння та військової техніки (літак, танк, корабель, зенітно-ракетний комплекс, реактивна система залпового вогню тощо).

**Метод дослідження:** методи аналізу та синтезу, методи воєнно-економічної теорії, методи дослідження операцій, метод воєнно-економічного аналізу.

**Результати дослідження:** У статті наведені основні теоретичні погляди авторів щодо визначення воєнно-економічних критеріїв обґрунтування вибору раціональних складних зразків озброєння і військової техніки (літак, танк, корабель тощо) із наявних альтернативних пропозицій з метою їх подальшого серійного виробництва. Також у статті сформовані основні

**Purpose:** is to determine the peculiarities of the theoretical aspects of determining the criteria of military and economic efficiency in the tasks of justifying the choice of rational options for complex types of weapons and military equipment (aircraft, tank, ship, anti-aircraft missile complex, rocket salvo system, etc.).

**Method:** are methods of analysis and synthesis, methods of military-economic theory, methods of operations research, the method of military-economic analysis.

**Findings:** The article presents the main theoretical views of the authors regarding the definition of military-economic criteria for the justification of the choice of rational complex models of weapons and military equipment (aircraft, tank, ship, etc.) from the available alternative proposals for the purpose of their further serial production. Also, the article outlines the basic requirements for military-economic criteria, provides an

вимоги до воєнно-економічних критеріїв, наведено підхід до їх класифікації та розкриті особливості їх застосування. На основі теоретичних аспектів методу воєнно-економічного аналізу під час обґрунтування технічних рішень запропоновано порядок формування послідовності ієрархічної оптимізації за обраними критеріями із урахуванням особливостей їх застосування.

**Теоретична цінність дослідження:** визначені теоретичні особливості застосування воєнно-економічних критеріїв в області прийняття технічних рішень щодо вибору складних зразків озброєння і військової техніки; сформовані основні вимоги до воєнно-економічних критеріїв; наведено підхід до їх класифікації; розкрито особливості їх застосування.

**Тип статті:** теоретичний, описовий, практичний, методичний.

approach to their classification, and discloses the specifics of their application. On the basis of the theoretical aspects of the military-economic analysis method, during the justification of technical solutions, the order of formation of the sequence of hierarchical optimization according to the selected criteria, taking into account the peculiarities of their application, is proposed.

**Theoretical implications:** are: determined theoretical features of the application of military-economic criteria in the field of technical decision-making regarding the selection of complex samples of weapons and military equipment; basic requirements for military and economic criteria have been formed; an approach to their classification is provided; the features of their application are disclosed.

**Paper type:** theoretical, descriptive, practical, methodical.

**Ключові слова:** ефективність, озброєння, критерії, фактори.

**Key words:** effectiveness, weapons, criteria, factors.

## 1. Вступ

Актуальність дослідження питань визначення та вибору воєнно-економічних критеріїв розвитку та модернізації озброєння і військової техніки (ОВТ) полягає в тому, що розвиток воєнної сфери держави вимагає значних фінансових витрат та науково-технічних досягнень. Розвиток (модернізація) ОВТ потребує великої кількості ресурсів, які повинні бути розподілені ефективно та раціонально. Важливість правильного визначення воєнно-економічних критеріїв обґрунтування вибору раціональних варіантів зразків ОВТ полягає в тому, що правильний вибір може позитивно вплинути на економіку країни та забезпечити її національну безпеку. Наприклад, виробництво високотехнологічного озброєння може сприяти розвитку науково-технічного потенціалу країни, розвитку оборонно-промислового комплексу (ОПК), створенню нових робочих місць, нарощуванню кадрового потенціалу та розвитку національної економіки держави взагалі [1–8]. Крім того, війни та військові конфлікти, а також загрози національній безпеці не стоять на місці, тому необхідно постійно вдосконалювати військову техніку і озброєння з метою дотримання необхідного рівня обороноздатності країни, тобто вибір оптимальної стратегії воєнно-економічного розвитку є ключовим для успішної захисту національних інтересів країни. Також важливо враховувати глобальні тенденції у воєнній сфері, зокрема зміни в структурі та характері війн та військових конфліктів, щоб адаптувати воєнно-економічну стратегію країни до нових реалій.

Отже, дослідження питань визначення та вибору воєнно-економічних критеріїв розвитку озброєння і військової техніки є сьогодні актуальним завданням для України в контексті забезпечення достатнього рівня її національної безпеки та економічного розвитку держави в цілому. Дослідження в цій галузі може включати розробку ефективних методик та інструментів для вибору оптимальної стратегії воєнно-економічного розвитку, аналіз світового ринку військової техніки та озброєння, дослідження тенденцій у воєнній сфері, оцінку ризиків та визначення потенційних загроз для національної безпеки тощо [3–9]. Результати таких досліджень можуть бути корисними для урядових структур, наукових установ, промислових підприємств та інших зацікавлених сторін. Вони можуть використовуватися для розробки ефективної воєнно-економічної стратегії країни, забезпечення раціонального використання ресурсів, підвищення ефективності виробництва військової техніки та озброєння, а також для вдосконалення системи управління цією галуззю.

Тобто актуальність дослідження питань визначення та вибору воєнно-економічних критеріїв розвитку (модернізації) озброєння і військової техніки полягає в їх важливості для національної безпеки та економічного розвитку країни в цілому [1–11].

## 2. Теоретичні основи дослідження

Термін “критерій” у літературі зі спеціальних питань використовується частіше всього у двох трактуваннях. У першому трактуванні під критерієм розуміють ознаку або деяку систему умов, при задовільненні яких встановлюється наявність або відсутність будь-якого факту або явища. Таке трактування частіше за все зустрічається у математичній літературі та у деяких роботах з дослідження операцій [6–10, 14–20]. Так, наприклад, критерієм екстремуму у безперервної та диференційованої функції є рівність нулю перших похідних [6, 15].

У іншому трактуванні, що прийняте у значній кількості робіт із дослідження операції, критерій визначається як кількісна характеристика, яка визначає якість системи, її ефективність [9–20]. За цим критерієм (кількісна характеристика системи) може бути встановлено порядок переваги альтернативних варіантів. Під воєнно-економічним критерієм будемо розуміти один з показників воєнно-економічної ефективності (ВЕЕ) за фіксованих значень інших показників. Відомо, що правильний вибір критерію означає правильну постановку задачі, та навпаки, неправильний підхід в обиранні критерію, призводить, зазвичай, до помилкових висновків.

Виходячи з цього критерій воєнно-економічної ефективності повинен відповідати наступним вимогам:

- критерій повинен бути однозначною функцією тих аргументів, вибір яких складає задачу дослідження на усій множині їх визначення, при цьому величина критерію повинна бути критичною (чуттєвою) до змін цих аргументів;

- критерій повинен бути обчислюваним на усіх стадіях дослідження та допускати достатньо прозоре фізичне трактування, при цьому постановка задачі, що пов'язана із застосуванням обраного критерію, не повинна передбачати використання інформації, якої дослідник заздалегідь не має;

- постановка задачі, яка пов'язана із застосуванням обраного критерію, повинна забезпечувати повноту урахування усіх зовнішніх факторів та сталість отриманого рішення під час аналізу на більш високому рівні. Інакше кажучи, допускати ієрархічний порядок вирішення задачі воєнно-економічного аналізу;

- критерій повинен бути чуттєвим до динаміки витрат та, зокрема, допускати порівняння зразків ОВТ, які побудовані у різний час [5, 14–20].

## 3. Постановка проблеми

Наведемо приклади деяких воєнно-економічних критеріїв, які можуть бути використані для обґрунтування вибору складних зразків озброєння і військової техніки із числа декілька альтернативних варіантів різної комплектації:

*ціна*: Ціна є одним з головних критеріїв, які використовують для вибору зразків ОВТ. Військові бюджети обмежені, тому вибір зразків ОВТ з найнижчою ціною може зекономити велику суму фінансових ресурсів;

*ефективність*: Ефективність ОВТ – це міра її здатності виконувати свої завдання. Ефективність може бути виміряна різними способами, залежно від завдань, що вирішуються зразками ОВТ. Наприклад, ефективність бойової техніки може вимірюватися кількістю ворожих цілей, які вона знищує, кількістю збереження власних зразків тощо;

*надійність*: Надійність – це здатність техніки функціонувати без збоїв і відмов. Вона є критично важливою для ОВТ, оскільки несправні ОВТ можуть призвести до серйозних наслідків, включаючи втрату бойових позицій, втрату життів особового складу, матеріальних та інфраструктурних збитків тощо;

*продуктивність*: Продуктивність вимірюється кількістю роботи, яку техніка може виконувати за певний час. Вона може бути важливою для вибору техніки, яка повинна працювати відносно швидко та ефективно;

*сумісність*: Сумісність ОВТ відноситься до її здатності функціонувати в загальній системі з іншими зразками ОВТ як на полі бою, так і в тилу. Наприклад, вибір літаку, який може легко і швидко комунікувати з іншими системами, може бути важливим фактором вибору зразка ОВТ для подальшого їх серійного виробництва;

*життєвий цикл*: Життєвий цикл ОВТ включає в себе всі етапи від розробки до виводу техніки з експлуатації. Оскільки ОВТ часто працює в екстремальних умовах, таких як бойові дії, важливо враховувати весь життєвий цикл при виборі того чи іншого зразка ОВТ, що досягається процесами моделювання та випробувань;

*легкість експлуатації*: Легкість експлуатації техніки може бути важливою для забезпечення швидкої та ефективної підготовки військ до бойових дій;

*технічні характеристики*: Технічні характеристики, такі як швидкість, дальність, точність та інші фізичні параметри, можуть визначити, наскільки ефективно техніка буде працювати у різних умовах.

Наприклад, під час обґрунтування вибору складного зразка техніки (розуміється: літак, танк, корабель, зенітно-ракетні комплекси (ЗРК), реактивні системи залпового вогню (РСЗВ) тощо), можуть бути враховані наступні критерії: ефективність в бойових умовах, сумісність з іншими системами, надійність, технічні характеристики та життєвий цикл. Для порівняння, менш складних зразків ОВТ можуть мати більш прості критерії вибору, такі як ціна та легкість експлуатації.

У першу чергу, необхідно зрозуміти, що під час вибору складних зразків ОВТ необхідно брати до уваги ряд важливих критеріїв, які можна розбити на три групи: технічні, економічні та стратегічні.

Серед технічних критеріїв вибору техніки можна виділити наступні: міцність та зносостійкість, точність та ефективність, здатність до маневрування та забезпечення безпеки під час виконання бойових завдань, а також надійність та швидкість відновлення роботи після пошкоджень.

З економічних критеріїв можна виділити: вартість техніки, витрати на її обслуговування та ремонт, а також термін служби.

Нарешті, серед стратегічних критеріїв можна виділити: здатність до виконання різних завдань в різних воєнних ситуаціях, можливості зміни збройного конфлікту на користь власних сил, відповідність вимогам сучасної бойової тактики та можливості протидії потенційному ворогу.

Наприклад, якщо розглянути вибір між танками, літаками та кораблями.

Щодо танків, можна визначити наступні критерії: маневреність та здатність до дії в різних умовах, міцність та захист, точність та ефективність бойових дій. Щодо економічних критеріїв, важливими факторами будуть вартість танка та витрати на його експлуатацію і ремонт. А серед стратегічних критеріїв можна виділити можливості виконання завдань на різних теренах та в умовах різних воєнних конфліктів, можливості захисту від противника та здатність до зміни бойової ситуації на користь своїх сил.

Щодо літаків, то тут можна говорити про важливість таких технічних характеристик, як міцність та маневреність, швидкість та дальність польоту, точність та ефективність бойових дій. Економічними критеріями будуть вартість літака, витрати на його експлуатацію та ремонт, а також можливості використання різних типів палива. А серед стратегічних критеріїв можна виділити здатність до виконання різних завдань в умовах повітряної оборони та здатність до проникнення в глибину території противника.

Нарешті, щодо кораблів, то тут важливі технічні характеристики, такі як міцність та зносостійкість, швидкість та маневреність, точність та ефективність бойових дій. Економічними критеріями будуть вартість корабля, витрати на його обслуговування та ремонт, а також можливості використання різних типів палива. А серед стратегічних критеріїв можна виділити

здатність до виконання завдань в різних умовах, можливості зміни бойової ситуації на користь своїх сил, здатність до захисту та оборони від атак противника, а також здатність до співпраці з іншими кораблями та виконання різних місій.

У військовій галузі обрання раціонального складного зразка ОВТ є дуже складним завданням. Для вирішення цієї проблеми необхідно використовувати різноманітні військово-економічні критерії, які дозволяють обрати найбільш ефективні та оптимальні варіанти. При цьому необхідно враховувати не лише технічні, але й економічні та стратегічні фактори.

Таким чином, визначення та обґрунтування військово-економічних критеріїв є дуже важливою задачею у військовій галузі. Вони дозволяють обрати найбільш ефективні та оптимальні варіанти складних зразків ОВТ, які забезпечують успішне виконання завдань в різних ситуаціях їх бойового застосування.

Додатково серед основних вимог до військово-економічних критеріїв обґрунтування вибору раціональних зразків озброєння і військової техніки можна додати вимоги щодо:

- урахування потреб військових сил та військових операцій. Вибір раціонального зразка озброєння і військової техніки повинен відповідати потребам військових сил та визначатися на основі розуміння вимог різних військових операцій, які вони можуть здійснювати;

- урахування ефективності військового зразка у різних умовах. Під час обґрунтування вибору раціонального зразка озброєння і військової техніки повинна бути врахована ефективність цього зразка в різних кліматичних, географічних і бойових умовах;

- аналіз конкуренції на ринку озброєнь і техніки. При визначенні раціонального зразка озброєння і військової техніки повинна бути проведено аналіз конкуренції на ринку озброєнь і техніки, а також рівня технологічного розвитку інших країн;

- урахування вартості. При визначенні раціонального зразка озброєння і військової техніки повинна бути врахована вартість зразка і затрати на його розробку, виготовлення і утримання. Розуміння вартості допомагає забезпечити оптимальне використання військового бюджету і забезпечити найбільш ефективну військову стратегію.

#### 4. Результати

Критерієм військово-економічної ефективності може бути або показник рівня бойової ефективності, або її ресурсний (економічний) показник. Відповідно до цього задачі військово-економічного аналізу можуть вирішуватися у двох постановках:

Перша постановка – максимізація рівня ефективності  $E$  за фіксованого значення ресурсного (економічного) показника  $C$ , тобто

$$\left. \begin{aligned} E &= \max\{E_i\} \\ C &= \text{const} \end{aligned} \right\}; \quad (1)$$

Друга постановка – мінімізація ресурсного (економічного) показника  $C$  за фіксованого (заданого) рівня ефективності

$$\left. \begin{aligned} C &= \min\{C_i\} \\ E &= \text{const} \end{aligned} \right\}. \quad (2)$$

Очевидно, перевага однієї з постановок над іншою або їх рівноправність може бути встановлена на основі вимог, які сформульовані вище. Однією з цих вимог передбачалося забезпечення можливості проведення оптимізації за ієрархічним принципом, тобто щоб порядок переваги варіантів, який отримали на  $(i - 1)$ -му рівні оптимізації, був збережений на  $i$ -му рівні, оскільки у іншому випадку будь-яка оптимізація на усіх рівнях, крім вищого, не має сенсу.

Оптимізація будь-якого складного зразка ОВТ на  $(i - 1)$ -му рівні та просторі основних тактико-технічних елементів (ТТЕ) на основі ресурсного (економічного) показника, прийнятому за критерій воєнно-економічної ефективності, дозволяє знайти оптимальний варіант як функцію вектор-характеристики задачі (характеристик застосування (дії) зразка ОВТ за заданих умов), причому результати оптимізації зберігаються при оптимізації на більш високих рівнях. Тобто об'єктом оптимізації наступного,  $i$ -го рівня будуть вектор-характеристики задачі, при цьому оптимальним вектор-характеристикам задач відповідають оптимальні вектори основних тактико-технічних елементів складних зразків ОВТ або інших військових (бойових) систем (комплексів).

Розглянемо задачу оптимізації на рівні підсистеми, яку розуміють як комплекс озброєння або обладнання складного зразка ОВТ, технічні характеристики якого визначають одну або деяку сукупність тактико-технічних елементів зразка ОВТ. Прикладом таких підсистем є:

- енергетична установка (літака, танка, корабля, реактивної системи залпового вогню (РСЗВ), зенітно-ракетного комплексу (ЗРК) тощо), яка визначає потужність, швидкість, рівень шумності тривалість роботи, маневреність тощо;

- системи наведення озброєння, які визначають точність ураження об'єктів противника, дальність та точність виявлення;

- системи захисту (радіолокаційні та теплові, маскувальні тощо), що забезпечують підвищення захищеності зразка ОВТ та його живучості на полі бою тощо.

Під час оптимізації підсистем можуть бути розглянуті два варіанти:

*перший*: за показник ефективності приймається рівень бойової ефективності, за ресурсний (економічний) показник – витрати, які пов'язані із створення та підтриманням у бойовій готовності зразка ОВТ із використанням цієї підсистеми. Неважко зрозуміти, що показник бойової ефективності підсистеми повинен збігатися, тобто бути не менше показника бойової ефективності усього складного зразка ОВТ, оскільки бойова ефективність підсистеми окремо від зразка ОВТ не визначається. Оптимізація проводиться у просторі тактико-технічних елементів, які визначаються підсистемою, що розглядається для встановлення на складний зразок ОВТ за фіксованих інших ТТЕ. Ресурсний показник підсистеми характеризується не тільки безпосередніми витратами на цю підсистему, але й витратами, які пов'язані з її розміщенням на основному зразку ОВТ залежно від масо-габаритних характеристик;

*другий*: оптимізація проводиться у просторі технічних характеристик підсистеми, що утворюють вектор  $\vec{Y}$ . Як сувора умова, яка повинна дисциплінувати, приймається рівність вектору основних тактико-технічних елементів складного зразка ОВТ деякому заданому набору значень, які описуються вектором  $\vec{X}$ . Як критерій воєнно-економічної ефективності (цільової функції), аналогічно першому варіанту, приймається величина усіх витрат, які пов'язані із створенням, встановленням на основному зразку ОВТ, визначеного складу підсистеми, якими оптимізується основний зразок ОВТ  $C = C(\vec{Y})$ . Завданням оптимізації підсистеми є знаходження такого вектору технічних характеристик системи, який для заданого набору основних тактико-технічних елементів дає мінімум ресурсного показника  $C$ . Доцільно ще раз підкреслити, що мета оптимізації підсистеми у просторі її технічних характеристик – не знаходження абсолютного мінімуму ресурсного показника, а встановлення однозначної відповідності між вектором основних тактико-технічних елементів  $\vec{X}$  та оптимальними векторами технічних характеристик підсистем  $\vec{Y}$ :

$$\vec{Y}_{opt} = Y(\vec{X}),$$

де  $\vec{Y}$  – вектор технічних характеристик підсистем.

Таким чином, під час використання ресурсного показника як критерію військово-економічної ефективності (друга постановка) можна побудувати ієрархічну систему оптимізації з алгоритмом, який буде близьким до алгоритму динамічного програмування. Схема ієрархічної оптимізації проводиться стосовно до рівнів військово-економічного аналізу (табл. 1).

**Таблиця 1 – Рівні військово-економічного аналізу щодо обґрунтування вибору складних зразків ОВТ із урахуванням військово-економічних характеристик їх підсистем**

Рівень оптимізації	Об'єкт оптимізації	Критерій ВЕЕ (цільова функція)	Обмеження	Зв'язок із вищим рівнем
Підсистема	Технічні характеристики системи $\bar{Y}$	Вартість підсистеми $C(\bar{Y})$	ТТЕ, які пов'язані з підсистемою $\bar{X} = \bar{X}_3, D = D_3, \vartheta = \vartheta_3$	$\bar{Y}_{opt} = \bar{Y}(\bar{X}_3)$
літак, корабель, танк, ЗРК, РСЗВ тощо	Вектор основних ТТЕ складного зразка ОВТ $\bar{X}$	Ресурсний показник ВЕЕ зразка ОВТ $C = C(\bar{X})$	Бойова ефективність складного зразка ОВТ $E = E_3$	$\bar{X}_{opt} = \bar{X}(\bar{Z})$
Склад різномірних сил одного виду	Вектор-характеристика задач $\bar{Z}$	Ресурсний показник ВЕЕ різномірних сил $C = C(\bar{Z})$	Бойова ефективність різномірних сил $E_p = E_{p,3}$	$\bar{Z}_{opt} = \bar{Z}(\bar{\Phi})$
Збройні сили (склад різномірних сил різних видів)	Вектор-характеристика задач $\bar{\Phi}$	Ресурсний показник ВЕЕ усіх ЗС $C = C(\bar{\Phi})$	Бойова ефективність збройних сил $E_{3C} = E_3$	-

Таким чином послідовність (алгоритм) ієрархічної оптимізації можна представити наступним чином:

1. Для деякої області значень ТТЕ  $\bar{X}_k$  які визначаються кожною підсистемою, знаходяться її оптимальні технічні характеристики:

$$\bar{Y}_{opt} = \bar{Y}(\bar{X}_k).$$

2. Для деякої області значень вектор-характеристики задач щодо основного складного зразка ОВТ та інших його бойових систем (комплексів) необхідно визначити оптимальні вектори основних ТТЕ кожного такого складного зразка ОВТ  $\bar{X}_j$ :

$$\bar{X}_{j\ opt} = \bar{X}_j(\bar{Z}).$$

У результаті першого етапу оптимізації вектору  $\bar{X}$  необхідно поставити у однозначну відповідність оптимальні технічні характеристики кожної із підсистем складного зразка ОВТ.

3. Для деякої області вектору  $\bar{\Phi}$  щодо взаємодії між видами збройних сил знаходяться оптимальні вектор-характеристики задач:

$$\bar{Z}_{opt} = \bar{Z}(\bar{\Phi}).$$

При цьому має місце відповідність

$$\bar{Z}_{opt} \Rightarrow \bar{X}_{opt} \Rightarrow \bar{Y}_{opt}.$$

Далі здійснюється оптимізація вектору взаємодії та цілочисельний розподіл між видами збройних сил, який встановлює остаточну мету однозначної відповідності:

$$\bar{\Phi}_{opt} \Rightarrow \bar{Z}_{opt} \Rightarrow \bar{X}_{opt} \Rightarrow \bar{Y}_{opt}.$$

Крім того, обраний як критерій ресурсний показник воєнно-економічної ефективності задовольняє вимогам ієрархічного принципу оптимізації, на користь цього критерію говорять й інші міркування. Так, при обиранні варіанту складного зразка ОВТ, зазвичай, відсутня повна інформація щодо фінансових ресурсів, які будуть виділені на створення цього зразка за даним проектом, а також їх утримання у процесі експлуатації (служби). Більш того, кошти, які будуть виділені на створення та утримання зразка ОВТ за будь-яким проектом, практично виявляються залежними від його ефективності та вартості. Внаслідок цієї обставини вибір у якості критерію воєнно-економічної ефективності – показника рівня бойової ефективності суперечить вимогам до формування та вибору критеріїв, бо формування критерію не повинно передбачати використання інформації, якої не має у розпорядженні дослідника.

У разі вибору ресурсного показника як критерію воєнно-економічної ефективності визначається використання чисельності та складу військ (сил), який вирішує цю задачу. Дійсно під час фіксування рівня бойової ефективності, тоді критерієм бойової ефективності може бути тільки чисельність та склад військ (сил).

Досить часто застосовується графічна форма подання критеріїв воєнно-економічної ефективності. На рис. 1 на вісі ординат відкладено значення ефекту рішень  $A_1 - A_7$ , а на вісі абсцис – відповідні витрати  $C$ .

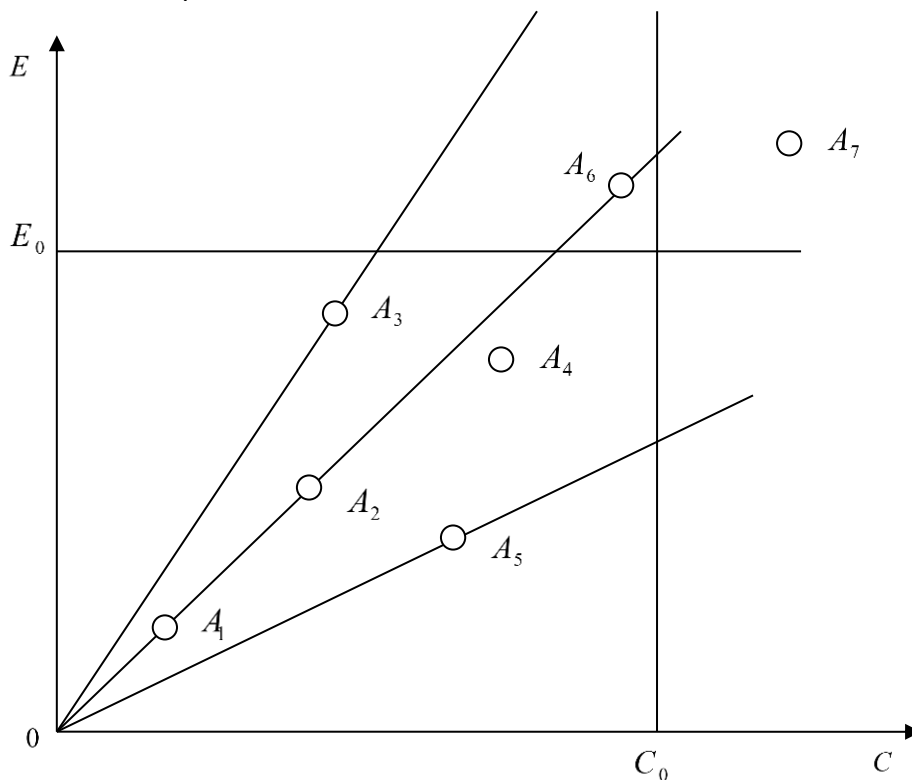


Рисунок 1 – Порівняння альтернативних рішень  $A_1 - A_7$  за критерієм "вартість  $C$  – бойова ефективність  $E$ "



Ефекти та витрати, що пов'язані із його досягненням при графічному зображенні критерію воєнно-економічної ефективності аналізується попарно для кожного рішення. При цьому визначається завдання вибору найбільш результативного із рішень, які мають однакову вартість, та найбільш дешевого із рішень, яке забезпечує отримання однакового корисного ефекту.

Так, наприклад, представлене на рис. 1 рішення  $A_3$  у порівнянні із рішенням  $A_2$  має більшу вартість, але забезпечує менший ефект і тому, у подальшому не розглядається. Також доцільно виключити із розгляду рішення  $A_4$  віддавши перевагу рішенню  $A_5$ . Після виключення рішень  $A_3$  та  $A_4$ , рішення що залишилися не можуть бути усунені за допомогою аналогічних міркувань (кожне з них, порівняно із тими, які знаходяться вище, мають не тільки більшу вартість, але й більший корисний ефект).

Якщо існують обмеження на величину ефекту  $E_0$  або величину витрат  $C_0$ , для вибору раціонального рішення доцільно використовувати основні варіанти критерію, що записані вище. В обидвох випадках у даному прикладі повинно бути обране рішення  $A_6$ , яке забезпечує максимальний ефект за умов припустимої величини витрат або мінімальних витратах при перебільшенні заданого нижнього рівня корисного ефекту.

За відсутністю обмежень можна використовувати відносний критерій (відношення результатів до витрат на їх отримання). За такого підходу перевагу слід віддати рішенню  $A_5$ , у чому можна впевнитися якщо провести прямі через початок координат та точки, які відповідають кожному рішенню. Пряма, що утворює найменший кут з віссю корисного ефекту (віссю абсцис), відповідає максимальному відношенню результатів до витрат на їх отримання.

Слід зазначити, що об'єктивно існує залежність корисного ефекту від величини витрат для кожного варіанту рішення, причому ця залежність не є лінійною. Практика показує, що при певній величині витрат настає ефект "насичення", коли ресурси, які додатково виділяються, не забезпечують помітного збільшення результативності системи.

У випадку двох альтернативних систем  $A$  та  $B$ , які мають різні закони зміни ефекту від витрат (рис. 2) перевага по відносному критерію повинна бути віддана системі  $B$ , оскільки остання (безвідносно до величини ефекту та витрат) може забезпечити більше значення обраного критерію (менший кут нахилу дотичної із початку координат до вісі корисного ефекту). Дійсно, якщо встановлено достатньо велику мінімально прийнятну величину корисного ефекту ( $E_0$ ) або значно припустимі витрати ( $C_0$ ), найкращою може бути система  $A$ .

Розглянемо випадок, коли обрана система  $A$  має пропозиції щодо її подальшого удосконалення за варіантів рішень  $A^I$ ,  $A^{II}$  та  $A^{III}$  (рис. 3). Очевидно, що варіант  $A^I$  домінує над варіантами  $A^{II}$  та  $A^{III}$  (для визначених рівнів додаткових вкладень, оскільки на великому віддаленні від точки 1 відповідні варіантам криві  $E = f(C)$  можуть перетнутися).

У цьому можна впевнитися, порівнюючи варіанти за відносними критеріями  $\left(\frac{\Delta E}{\Delta C}\right)$ , причому як результати так і витрати у цьому випадку доцільно розглядати додатковий корисний ефект системи та додаткові витрати (графічно це відповідає перенесенню початку координат у точку 1).

Варто відмітити, що питомі критерії, які є відношенням типу "вартість-ефективність" або "ефективність-вартість", мають певні недоліки. Деякі роботи за тематикою цього напрямку досліджень показують [12–14], що область застосовності питомих показників обмежена тим частковим випадком, коли і показник рівня бойової ефективності і ресурсний показник воєнно-економічної ефективності пропорційні чисельності та складу військ (сил), тобто:

$$E(N) = \varepsilon \cdot N \text{ та } C(N) = c \cdot N,$$

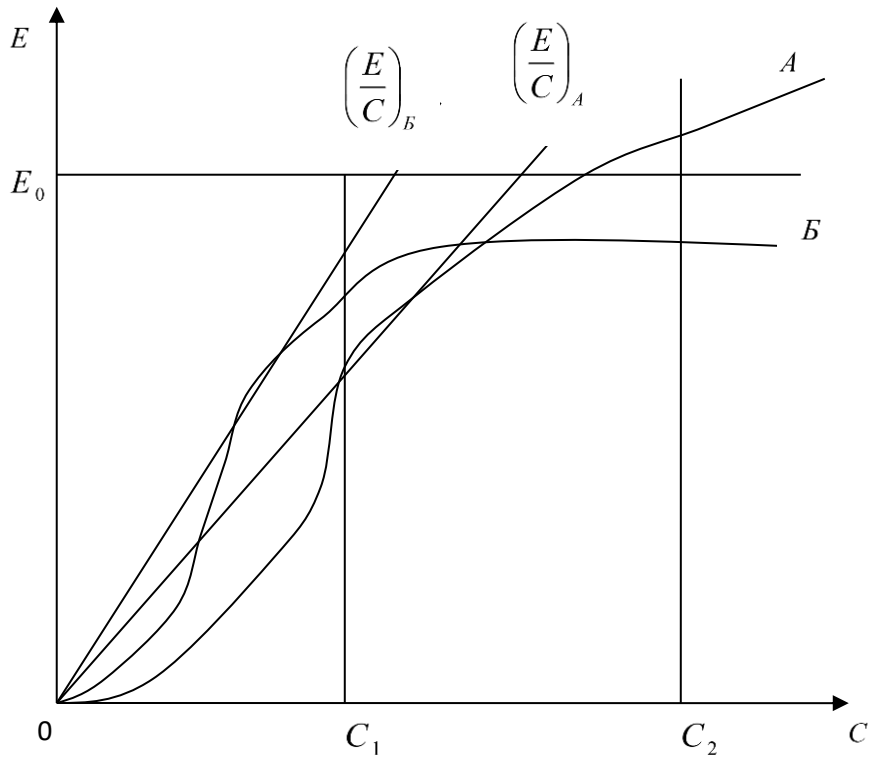


Рисунок 2 – Співставлення альтернативних рішень А та Б за критерієм “вартість – бойова ефективність” за різних функціональних залежностей зміни бойової ефективності системи від вартості

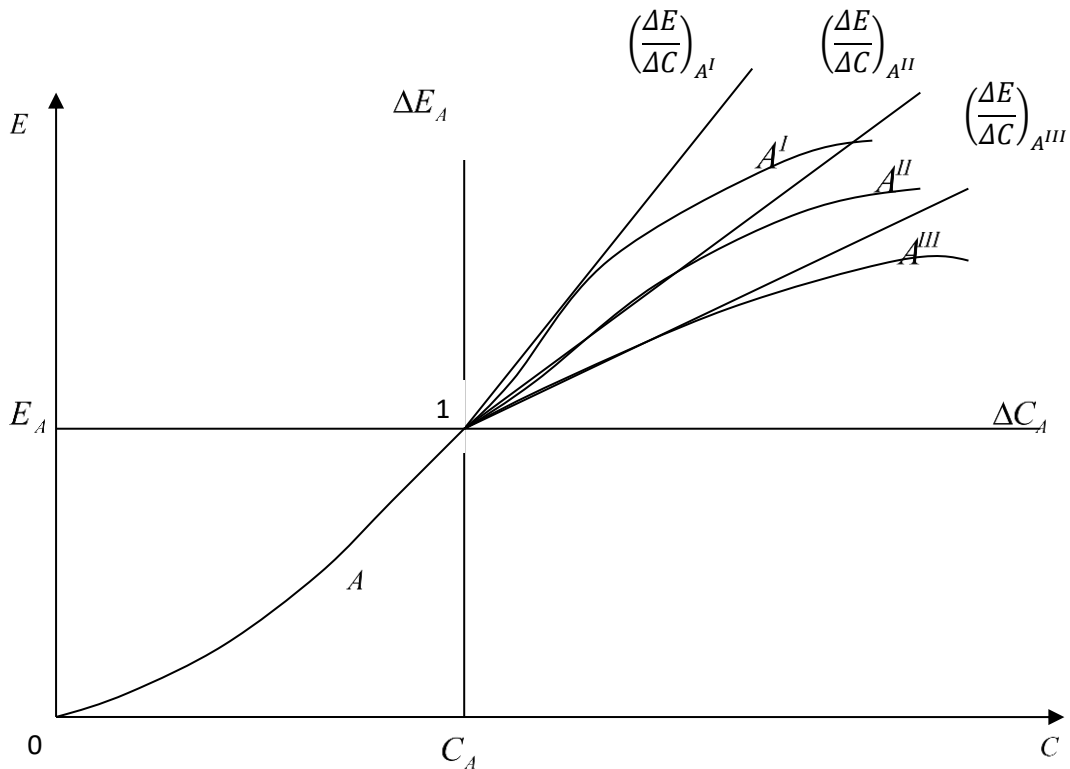


Рисунок 3 – Порівняння різних варіантів підвищення бойової ефективності рішення А

- де  $\varepsilon$  – бойова ефективність зразка ОВТ;  
 $E$  – бойова ефективність усієї визначеної згідно складу чисельності цих зразків ОВТ;  
 $c$  – ресурсний показник щодо вартості одного зразка ОВТ цього типу;  
 $C$  – ресурсний показник усієї чисельності зразків згідно визначеного складу військ (сил);  
 $N$  – кількість зразків одного типу у всьому складі військ (сил).

У цьому випадку використання питомого показника  $\frac{C}{E} = \frac{c}{\varepsilon}$  є більш вірним рішенням, тобто таке положення практично може бути під час аналізу дії сил, які незалежні одна від іншої, та за достатньо великої чисельності зразків ОВТ одного типу, тобто коли вплив динаміки освоєння на вартість середньо серійного зразка ОВТ незначний.

## 5. Висновки

У статті наведені основні теоретичні погляди авторів щодо визначення воєнно-економічних критеріїв обґрунтування вибору раціональних складних зразків озброєння і військової техніки (літак, танк, корабель тощо) із наявних альтернативних пропозицій з метою їх подальшого серійного виробництва. Також у статті сформувані основні вимоги до воєнно-економічних критеріїв, наведено підхід до їх класифікації та розкриті особливості їх застосування. На основі теоретичних аспектів методу воєнно-економічного аналізу під час обґрунтування технічних рішень запропоновано порядок формування послідовності ієрархічної оптимізації за обраними критеріями із урахуванням особливостей їх застосування.

Однією з особливостей сучасного дослідження питань вибору воєнно-економічних критеріїв є посилення уваги до використання новітніх технологій та інноваційних рішень у розробці та виробництві військової техніки. Зокрема, це стосується використання штучного інтелекту, розумних матеріалів, кібербезпеки та інших новітніх технологій. Також важливою особливістю є збільшення уваги до впливу екологічних факторів на ОВТ, зокрема, до зменшення викидів токсичних речовин та споживання енергії.

Подальші перспективи дослідження полягають у розробці нових методик та аналізу воєнно-економічних показників на основі статистичних даних та інформаційних технологій, використанні новітніх технологій для збільшення ефективності виробництва та зменшення витрат, а також врахуванні соціально-економічних факторів та потреб оборонної промисловості в розвитку техніки.

Крім того, важливим є розвиток міжнародної співпраці та створення міжнародних стандартів в галузі воєнної техніки, що сприятиме зменшенню конкуренції між країнами та підвищенню ефективності виробництва.

## 6. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

## 7. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

### Список використаних джерел

1. Про Стратегію національної безпеки України: Указ Президента України №392/2020 від 14 вересня 2020 року. URL: <https://www.president.gov.ua/document>

### References

1. On the National Security Strategy of Ukraine: Decree of the President of Ukraine No. 392/2020 of September 14, 2020. Available from :

- [s/3922020-350372](https://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2198-15).
2. Про затвердження Порядку організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони: Наказ Міністерства оборони України від 22.12.2020 №484. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2198-15>.
  3. Defense Economics by Todd Sandler. The Economics of Defence Policy: A New Perspective by Keith Hartley and Todd Sandler.
  4. Military Transformation and Modern Warfare: A Reference Handbook by Andrew F. Krepinevich and Barry D. Watts/
  5. The Oxford Handbook of the Economics of Peace and Conflict by Michelle R. Garfinkel and Stergios Skaperdas
  6. The Future of Land Warfare by Michael E. O'Hanlon.
  7. Семененко, О., Остапець, О., Романченко, О., Онофрійчук, П., Москаленко, І., & Добровольська, Л. (2021). Сучасні особливості становлення та розвитку системи управління оборонними ресурсами в Збройних Силах України. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, 11(2), 125-140. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.13>
  8. Петров В. І. та ін. Економічна сутність збройних сил держави: монографія. К.: Національна академія внутрішніх справ, 2019.
  9. Військова економіка і промисловість в умовах гібридної війни: колективна монографія. за заг. ред. В. М. Голубничого, І. Ю. Сиденка. К.: НІСД, 2018.
  10. Журавльова В. Ю., Леонтьев С. В., Світлична О. В. Методика підвищення ефективності функціонування комплексу господарсько-оборонних підприємств в умовах ринкової економіки: монографія. Одеса: Інститут соціальної та політичної психології <https://www.president.gov.ua/document/s/3922020-350372>.
  2. On approval of the Procedure for the organization and implementation of defense planning in the Ministry of Defense of Ukraine, the Armed Forces of Ukraine and other components of the defense forces: Order of the Ministry of Defense of Ukraine dated 22.12.2020 No. 484. Available from: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2198-15>.
  3. Defense Economics by Todd Sandler. The Economics of Defense Policy: A New Perspective by Keith Hartley and Todd Sandler.
  4. Military Transformation and Modern Warfare: A Reference Handbook by Andrew F. Krepinevich and Barry D. Watts.
  5. The Oxford Handbook of the Economics of Peace and Conflict by Michelle R. Garfinkel and Stergios Skaperdas.
  6. The Future of Land Warfare by Michael E. O'Hanlon.
  7. Semenenko O., Ostapets, O., Romanchenko, O., Onofriychuk, P., Moskalenko, I., & Dobrovolska, L. (2021). Modern features of formation and development of the resource management system in the Armed Forces of Ukraine. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, 11(2), 125-140. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.13>
  8. Petrov V. I. and others. The economic essence of the armed forces of the state: a monograph. Kyiv: National Academy of Internal Affairs, 2019.
  9. Military economy and industry in the conditions of hybrid war: a collective monograph. in general ed. V. M. Golubnychy, I. Yu. Sydenko. Kyiv: NISD, 2018.
  10. Zhuravlyova V. Yu., Leontiev S. V., Svitlichna O. V. Methodology for increasing the efficiency of the complex of economic and defense enterprises in the market economy: monograph. Odesa: Institute of Social and Political Psychology of the National Academy of Sciences of Ukraine,

- НАПН України, 2017.
11. Панасюк І. М., Петров В. І., Сафронов О. О. та ін. Економіка безпеки: навчальний посібник; за заг. ред. В. І. Петрова. К.: Видавець КМ Академія, 2018.
  12. Бондаренко Ю. Ю., Буряк О. В., Жук О. І. та ін. Військова економіка: підручник. за ред. Ю. Ю. Бондаренка. К.: НУБіП, 2015. 19.
  13. Семененко О. М. Методологічні основи військово-економічного супроводження програм розвитку Збройних Сил України: дис. докт. військ. наук: 20.01.05. Семененко Олег Михайлович. Київ: ЦНДІ ЗС України, 2018. 640 с.
  14. Семененко О.М., Бойко Р. В., Водчиць О.Г., Добровольський Ю. Б., Бердочник Д. В., Ярошенко А. В. Основні методологічні аспекти військово-економічного забезпечення обороноздатності держави: теорія та практика. Системи обробки інформації: щокварт. наук.-тех. журн. Харків: ХНУПС, 2017. №3(51). С. 165–175.
  15. Радвик Б. Военное планирование и анализ систем сокр. перевод с англ. В. Базарова, Л. Какунина, К. Трофимова под ред. А. М. Пархоменко. Москва: Воениздат, 1972. 477с.
  16. Жуков Г. П., Викулов С. Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. Москва: Воениздат, 1987. 440 с.
  17. Власевич Ю.Е., Сухогузов А.С., Зубков В. А и др. Основы военно-экономических знаний. Москва: Воениздат, 1989. 271 с.
  18. Баканов М. И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: учеб. пособ. Москва: Финансы и статистика, 1981. 262 с.
  19. Пожаров А. И., Гребенник В. В. Теория военной экономики: Теория новой парадигмы. Вооружение и экономика. Москва, 2009. № 3 (7). С. 84 – 86.
  20. Жуков Г. П., Викулов С. Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. Часть 3. Количественные методы обоснования военно-экономических решений: уч. пособ. 2017.
  11. Panasiuk I. M., Petrov V. I., Safronov O. O. and others. Economics of security: a study guide; in general ed. V. I. Petrova. Kyiv: KM Academy Publisher, 2018.
  12. Bondarenko Yu. Yu., Buryak O. V., Zhuk O. I. and others. Military economy: a textbook. under the editorship Yu. Yu. Bondarenko. Kyiv: NUBiP, 2015. 19.
  13. Semenenko O. M. Methodological bases of military and economic support of development programs of the Armed Forces of Ukraine: thesis. dr. troops Sciences: 20.01.05. Oleh Mykhailovych Semenenko. Kyiv: Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 2018. 640 p.
  14. Semenenko O.M., Boyko R.V., Vodchyts O.G., Dobrovolskyi Y.B., Berdochnyk D.V., Yaroshenko A.V. The main methodological aspects of the military-economic support of the state's defense capability: theory and practice. *Information processing systems: quarterly. science and technology journal Kharkiv*: KhNUPS, 2017. No. 3(51). pp. 165–175.
  15. Radvyk B. Military planning and analysis of systems. translation from English V. Bazarova, L. Kakunina, K. Trofymova, editors. A. M. Parkhomenko. Moscow: Voenizdat, 1972. 477p.
  16. Zhukov G. P., Vykulov S. F. Military economic analysis and research of operations. Moscow: Voenizdat, 1987. 440 p.
  17. Vlasevich Yu.E., Sukhoguzov A.S., Zubkov V.A. et al. Fundamentals of military economic knowledge. Moscow: Voenizdat, 1989. 271 p.
  18. Bakanov M.I., Sheremet A.D. Theory of economic analysis: textbook. help Moscow: Finance and Statistics, 1981. 262 p.
  19. Pozharov A.I., Grebennyk V.V. Theory of military economy: Theory of a new paradigm. Armament and economy. Moscow, 2009. No. 3 (7). P. 84–86.
  20. Zhukov G. P., Vykulov S. F. Military economic analysis and research of operations. Part 3. Quantitative methods of substantiation

- Москва: Кафедра экономики Вооружённых Сил МФИ, 1981. 252 с.
21. Романченко І. С., Семененко О. М., Трегубенко С. С., Онофрійчук П. В. *Методологічні основи воєнно-економічного забезпечення обороноздатності держави (теорія і практика оборонного та бюджетного планування)*. (2023). Монографія. Центральний науково-дослідний інститут України. Київ: 7БЦ. 2023. 440 с. ISBN 978-617-549-212-3.
22. *Методологічні аспекти організації оборонного менеджменту у Збройних Силах України (2023)*. Монографія: за ред. І. М. Ткач. Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 324 с. ISBN 978-617-7187-60-7.
- of military-economic decisions: Moscow: Department of Economics of the Armed Forces of the IFI, 1981. 252 p.
21. Romanchenko I. S., Semenenko O. M., Tregubenko S. S., Onofriyчук P. V. *Methodological foundations of military and economic support of the state's defense capability (theory and practice of defense and budget planning)*. (2023). Monograph. Central Research Institute of Ukraine. ISBN 978-617-549-212-3. Kyiv: 7BC. 2023. 440 p.
22. *Methodological aspects of defense management organization in the Armed Forces of Ukraine (2023)*. Monograph: under the editorship I. M. Tkach. Kyiv: National Defence University of Ukraine. 324 p. ISBN 978-617-7187-60-7.