

# Можливі варіанти формалізованих критеріїв раціональності тактико-техніко-економічного обрису перспективного вертолітного парку армійської авіації

## Possible variants of formalised criteria for the rationality of the tactical, technical and economic outline of the prospective helicopter fleet of the army aviation

**Андрій Дмитрієв<sup>A</sup>**

к.тех.н., с.н.с., докторант, e-mail: syperdmtr@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8710-5598

**Олексій Леонтьєв<sup>A</sup>**

д.тех.н., професор, головний науковий співробітник, e-mail: alexey1008\_2009@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4003-7759

**Марина Науменко<sup>B</sup>**

д.тех.н., с.н.с., начальник відділу, e-mail: mv.naumenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1216-9263

**Andrii Dmytriiev<sup>A</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Senior Research, Doctoral Student, e-mail: syperdmtr@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8710-5598

**Oleksii Leontiev<sup>A</sup>**

Dr of Technical Sciences, Professor, Chief Scientist, e-mail: alexey1008\_2009@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4003-7759

**Maryna Naumenko<sup>B</sup>**

Dr of Technical Sciences, Senior Research, Department Head, e-mail: mv.naumenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1216-9263

<sup>A</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна

<sup>B</sup> Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, м. Черкаси, Україна

<sup>A</sup> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

<sup>B</sup> State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Cherkasy, Ukraine

Received: March 28, 2024 | Revised: April 17, 2024 | Accepted: April 30, 2024

DOI: 10.33445/sds.2024.14.2.3

**Мета роботи:** визначення критеріїв раціональності перспективного обрису вертолітного парку та обрання методичних підходів до їх формалізації для використання при вирішенні практичних завдань тактико-техніко-економічного обґрунтування шляхів розвитку системи ОВТ армійської авіації Сухопутних військ ЗСУ в ході довгострокового та середньострокового оборонного планування.

**Метод:** аналіз та синтез.

**Результати дослідження:** запропоновано формалізовані критерії раціональності тактико-техніко-економічного обґрунтування обрису перспективного вертолітного парку у двох можливих варіантах обрання стратегії розвитку системи ОВТ армійської авіації Сухопутних військ ЗСУ та рекомендації щодо обрання методів розв'язування відповідних математичних задач оптимізації.

**Теоретична цінність дослідження:** результати проведеного дослідження допоможуть системно та у кількісному виразі оцінити технічні, економічні та стратегічні аспекти розвитку вертолітного парку, забезпечуючи науково обґрунтований підхід до прийняття рішень щодо вибору типу, кількісно-якісного складу та раціонального використання ресурсів на закупівлю нових вертольотів у контексті потреб армійської авіації.

**Практична цінність дослідження:** результати дослідження можуть бути використані для розробки елементів науково-методичного апарату постановки та розв'язування математичних задач оптимізації на потреби розвитку методології оборонного планування на основі спроможностей.

**Цінність дослідження:** в даному дослідженні наведені результати обґрунтування вибору формалізованих критеріїв раціональності перспективного тактико-техніко-економічного обрису вертолітного парку армійської авіації.

**Тип статті:** теоретичний, практичний.

**Purpose:** determination of the criteria for the rationality of the perspective outline of the helicopter fleet and selection of methodological approaches to their formalisation for use in solving practical problems of tactical, technical and economic substantiation of the ways of development of the system of weapons and military equipment of the Army Aviation of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine in the course of long-term and medium-term defence planning.

**Method:** analysis and synthesis.

**Findings:** formalised criteria for the rationality of the tactical, technical and economic justification of the outline of the prospective helicopter fleet in two possible options for choosing a strategy for the development of the system of weapons and military equipment of the Army Aviation of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine and recommendations for choosing methods for solving the relevant mathematical optimisation problems are proposed.

**Theoretical implications:** the results of the study will help to systematically and quantitatively assess the technical, economic and strategic aspects of helicopter fleet development, providing a scientifically sound approach to decision-making on the choice of type, quantitative and qualitative composition and rational use of resources for the purchase of new helicopters in the context of the needs of army aviation.

**Practical implications:** the results of the study can be used to develop elements of the scientific and methodological apparatus for formulating and solving mathematical optimisation problems for the needs of developing a capability-based defence planning methodology.

**Value:** this study presents the results of justifying the choice of formalised criteria for the rationality of the prospective tactical, technical and economic outline of the helicopter fleet of the army aviation.

**Paper type:** theoretical, practical.

**Ключові слова:** армійська авіація, бойовий потенціал, вертолітний парк, життєвий цикл, критерії раціональності, спроможності, розвиток, тактико-техніко-економічний обрис, формалізація.

**Key words:** army aviation, combat potential, helicopter fleet, life cycle, rationality criteria, capabilities, development, tactical, technical and economic outline, formalisation.

## **Вступ**

На цей час основу системи озброєння та військової техніки (ОВТ) армійської авіації (АА) Сухопутних військ ЗС України становлять вертольоти Mi-2, Mi-24, Mi-8/17 та їх модифікації, які були виготовлені в 70–80-х роках минулого сторіччя, та які вже є морально й фізично застарілими зразками вертолітної техніки військового призначення. Більш того, певна частина наявних військових вертольотів під час ведення бойових дій з відсічі агресії з боку РФ отримали значних бойових пошкоджень, а деяка частка вертолітного парку втрачена без можливості відновлення.

Тому актуальною для практики прикладною проблемою є оновлення парку вертольотів АА Сухопутних військ ЗС України на основі переозброєння військ в довгостроковій перспективі сучасними та перспективними бойовими вертольотами [1]. Успішне вирішення названої прикладної проблеми безпосередньо залежить від наявності розвинутого науково-методичного апарату тактико-техніко-економічного обґрунтування (ТТЕО) перспективного обриса вертолітного парку АА, основою якого повинне бути визначення ґрунтовних критеріїв раціональності тактико-техніко-економічних показників системи ОВТ цього роду військ.

## **Теоретичні основи дослідження**

Починаючи з 2017 року в Міністерстві оборони України та в Збройних Силах України впроваджується практика оборонного планування на основі спроможностей. Разом з цим набуває розвитку та удосконалюється методологія такого оборонного планування [2–5]. У відповідності до основних положень названої методології оборонне планування на основі спроможності – це процес розвитку військ (сил) та підтримання необхідних їм спроможностей у межах наявних (виділених) ресурсів. Формування перспективного складу сил оборони передбачає розроблення варіантів їх складу та вибір раціонального варіанту на основі критерію “результат – вартість – час”. Ефективність виконання визначених завдань та вартість досягнення необхідних спроможностей не пізніше чим у визначений час є критерієм вибору раціонального варіанту перспективного складу Збройних Сил. Під час вибору раціонального варіанту складу Збройних Сил на основі критерію “результат-вартість-час” та мінімізації ризиків за сценаріями найбільш результативним вважається варіант, який забезпечує необхідний рівень виконання максимальної кількості завдань за визначеними сценаріями [3–5]. Проблемним питанням при синтезі перспективного складу в такому підході є доведення вибору саме найкращого варіанту з усіх існуючих, оскільки здійснюється розгляд суттєво обмеженої кількості заздалегідь генерованих альтернатив.

Огляд останніх публікацій [2–6], присвячених розвитку методології оборонного планування розвитку спроможностей сил оборони взагалі, та зокрема, розвитку систем ОВТ видів (родів) Збройних Сил, дозволяє визначити основні види критеріїв типу “результативність – вартість – час”, які пропонується використовувати при синтезуванні раціонального перспективного обриса об’єкту планування, а також різні варіанти їх формалізації для отримання кількісних значень показників (параметрів), на яких такі критерії ґрунтуються.

Наприклад, в ряді робіт [2–6] пропонується використання критеріїв, що зводять задачу синтезу до постановки та розв’язування математичних задач багатокритеріальної оптимізації, коли за змістом раціональним визначається варіант, при якому на заданий момент часу (горизонті планування) досягається набуття максимально можливих спроможностей військ у виконанні всієї сукупності бойових завдань в умовах, що прогнозуються, при використанні

обмежених ресурсів, яких виділяє держава на розвиток цих спроможностей. При цьому, передбачається, що синтез перспективного обрису здійснюється шляхом генерації обмеженої кількості альтернативних варіантів такого обрису з наступним порівняльним їх оцінюванням за заздалегідь обраним критерієм раціональності (встановленим правилом).

В останніх дослідженнях та публікаціях [1–8] за цим напрямком запропоновано використання різноманітних наукових підходів та методів, які включають в себе в основному аналіз та оцінку альтернативних типів зразків ОБТ. Наприклад, в деяких роботах використовують методи аналізу, що ґуртуються на отриманні кількісних або якісних порівняльних оцінок властивостей окремих типів зразків ОБТ даного виду. Тобто, порівняльний аналіз обмежується лише порівнянням властивостей типів ОБТ даного виду між собою, без врахування балансу між потрібними витратами ресурсів на закупівлю певної кількості нових виробів, рівнем підвищення спроможностей парку нової ОБТ по виконанню всієї сукупності покладених бойових завдань та необхідним рівнем цих спроможностей. При цьому проводять детальне вивчення тактико-технічних характеристик (ТТХ) альтернативних варіантів зразків ОБТ, їх економічних показників, зокрема, вартості (ціни) одного серійного виробу, вартості його виробництва, витрат на стадіях використання (експлуатування) та підтримки одного окремого виробу [2–4]. В якості методологічної бази використовують методи мультикритеріального аналізу рішень (МКАР), де різні критерії раціональності оцінюються за допомогою математичних моделей та алгоритмів. Наприклад, можуть бути використані методи аналізу ієрархій, аналізу мережових структур, методи порівняння альтернатив за різними критеріями [5]. Для досягнення більш об'єктивних та науково-обґрунтованих висновків приділяється багато уваги різним методичним підходам до формалізації критеріїв раціональності. Наприклад, можуть бути застосовані методи статистичного аналізу, економічного моделювання, оптимізації, аналізу експертних оцінок та інших підходів [5]. Слід зауважити, що у доступних джерелах інформації фактично відсутні данні про методичні підходи, які би враховували особливості такого специфічного виду ОБТ як бойові (ударні та транспортно-бойові) вертольоти АА.

Одним з ключових аспектів, виходячи з аналізу останніх наукових робіт за цим напрямом, вбачається також оцінка можливих ризиків, зокрема технічних, економічних, технологічних, геополітичних, тобто таких факторів, які можуть суттєво вплинути на раціональність вибору перспективного вертолітного парку для потреб АА ЗС України. При цьому, саме чіткий вибір самих критеріїв раціональності перспективного парку вертольотів АА, методів їх формалізації з використанням математичних моделей бойових властивостей (властивостей призначення) та економічних показників вертольотів АА повинні забезпечити обрання ефективного шляху розвитку спроможностей АА СВ ЗС України. Отже існуюча методологія ТТЕО перспективних зразків ОБТ, яка на цей час замкнута на огляд лише окремо взятого зразка ОБТ без удосконалення сукупності відповідних математичних моделей та методів непридатна для розв'язування задач синтезу раціонального перспективного обрису вертолітного парку АА.

### ***Постановка проблеми***

Важливим питанням при обґрунтуванні перспективного обрису вертолітного парку є змістовне визначення самого критерія раціональності такого обрису, який відображає стратегію розвитку системи ОБТ виду або роду військ, та яку необхідно буде реалізувати наприкінці заданого горизонту планування. Водночас, не менш важливим питанням є обрання методичних підходів до формалізації такого критерія раціональності перспективного обрису системи ОБТ АА (безумовно з точки зору відповідності обраної кінцевої мети її розвитку), які забезпечать формування раціональних значень тактико-техніко-економічних показників

вертолітного парку на основі постановки та розв'язування математичної задачі оптимізації. Саме це дозволить ґрунтовно обрати раціональний обрис майбутньої системи ОВТ АА та запобігти прийняттю помилкових рішень ще на етапі планування її розвитку, та забезпечить можливість успішної реалізації відповідного проекту. З оглядом на вищенаведене задача обґрунтування вибору критеріїв раціональності перспективного вертолітного парку АА уявляється актуальною та важливою для практики оборонного планування розвитку системи ОВТ цього роду військ Сухопутних військ Збройних Сил України.

У відповідності з вище викладеним, **метою** статті є визначення критеріїв раціональності перспективного обрису вертолітного парку та обрання методичних підходів до їх формалізації для використання при вирішенні практичних завдань ТТЕО шляхів розвитку системи ОВТ АА СВ ЗС України в ході довгострокового та середньострокового оборонного планування.

### **Методологія дослідження**

Визначення критерію раціональності обрису перспективного парку ОВТ, як конкретного кількісно-якісного його складу (типажу ОВТ та кількості серійних виробів кожного типу ОВТ у складі парку), безпосередньо пов'язане з обранням певної стратегії розвитку системи ОВТ будь-якого виду або роду військ, зокрема і системи ОВТ АА СВ ЗС України. Саме стратегія розвитку системи ОВТ буде визначати зміст критерію, як правила, по якому виноситься судження про раціональність [9].

При формуванні довгострокових програм розвитку вертольотної техніки для АА СВ ЗС України, через відсутність надійних результатів прогнозу динаміки оперативного середовища угруповань цього роду військ СВ, можна розглядати декілька можливих альтернативних варіантів визначення стратегій розвитку парку військових вертольотів.

Перший можливий варіант стратегії розвитку пов'язаний з підтриманням у часі на наявному рівні бойових (оперативних) спроможностей АА СВ ЗС України у вирішенні покладених завдань за призначенням за рахунок оновлення системи ОВТ на основі постачання у війська нових (модернізованих) ударних та десантно-транспортних (десантно-штурмових) вертольотів при мінімальному обсязі необхідних на закупівлю, експлуатацію та підтримку авіаційної техніки ресурсів. Тобто рівень бойових спроможностей бойового складу частин АА СВ має бути не меншим, ніж існуючий на час початку планування розвитку вертолітної техніки, а раціональність варіанту перспективного обрису системи ОВТ визначатиметься меншим значенням вартості життєвого циклу спроможностей.

При виборі першого можливого варіанту стратегії розвитку системи ОВТ АА СВ та при вимірюванні рівня бойових (оперативних) спроможностей цього роду військ у виконанні покладених завдань за допомогою відомого методу бойових потенціалів формалізований вигляд критерія раціональності обрису перспективного парку вертольотів буде мати наступний вигляд:

$$\begin{cases} P_{\text{уд}} \geq P_{\text{удзад}}; \\ P_{\text{дес}} \geq P_{\text{десзад}}; \\ S_{\text{жц парку}} \rightarrow \min; \\ T \leq T_{\text{зад}}, \end{cases} \quad (1)$$

де  $P_{\text{уд}}, P_{\text{дес}}$  – бойовий потенціал парку вертольотів АА СВ ЗС України у вирішенні ударних та десантних задач, відповідно, що може бути реалізованим у відповідних формах і способах (порядку виконання) бойового застосування;

- $P_{удзад}, P_{десзад}$  – задане значення бойового потенціалу у вирішенні ударних та десантних задач, відповідно, які мають у АА на початок періоду, на який здійснюється планування розвитку системи ОБТ;
- $S_{жц\ парку}$  – вартість життєвого циклу парку нової вертолітної техніки;
- $T_{зад}$  – термін завершення переозброєння частин АА СВ на нову (модернізовану) вертолітну техніку.

Другий можливий варіант стратегії розвитку парку вертольотів передбачає збільшення бойових (оперативних) спроможностей угруповання АА СВ ЗС України у визначені терміни глибини планування (до визначеного року) шляхом оновлення парку вертолітної техніки, при незмінній кількості бригад армійської авіації у незмінній штатній чисельності їх вертолітного парку при ефективному використанні обмежених виділених загальних ресурсів на закупівлю нових (модернізованих) вертольотів, їх експлуатування і підтримку. Тобто, під раціональним перспективним обрисом парку вертольотів передбачається той, при якому в межах обмеженого ресурсу досягається максимально можливе нарощення бойових (оперативних) спроможностей АА СВ у визначені строки.

У випадку обрання стратегією розвитку парку вертольотів АА СВ ЗС України другого варіанту, формалізований критерій раціональності перспективного парку буде мати вигляд:

$$\begin{cases} P_{уд} \rightarrow \max; \\ P_{дес} \rightarrow \max; \\ S_{жц\ парку} \leq S_{зад}; \\ T \leq T_{зад}; \\ N_{ЛА} = N_{ЛАшт|t=0}, \end{cases} \quad (2)$$

- де  $S_{зад}$  – загальний обмежений обсяг ресурсів, що виділено на закупівлю, експлуатування та підтримку парку вертольотів АА СВ ЗС України на всій глибині планування розвитку спроможностей;
- $N_{ЛАшт|t=0}$  – загальна кількість вертольотів у парку АА СВ ЗС України на початок реалізації програми розвитку вертолітного парку ( $t=0$ ).

## Результати

Кожен варіант наведених можливих стратегій розвитку парку вертольотів АА СВ передбачає існування альтернативних варіантів шляхів досягнення поставлених в ній цілей розвитку вертолітної техніки. Можливими альтернативними шляхами досягнення зазначених цілей розвитку можуть бути наступні:

- закупівля за імпортом зразків бойових та транспортно-бойових (десантно-штурмових) вертольотів іноземних розробників, що вже серійно виробляються та експортуються, на світовому ринку озброєнь (серед найпоширеніших замовлень на постачання за імпортом новітніх зразків бойових вертольотів на ринку озброєнь на цей час доцільно виділити наступні типи вертольотів АН-64D "Апач Лонгбоу", Bell АН-1Z Viper (виробництва США), ЕС 665 Tiger РАН-2 (виробництва європейського консорціуму Франції та Німеччини), Т129 АТАК (спільного виробництва Туреччини та Італії – глибока модернізація вертольоту А129 "Мангуста"); серед транспортно-бойових (десантно-штурмових) вертольотів доцільно розглянути також найпоширеніший до імпорту вертоліт типу Sikorsky UH-60 Black Hawk (експортні варіанти цього типу з позначкою S-70));

- виробництво за ліцензією зразків вертолітної техніки іноземної розробки на вітчизняному підприємстві УкрОборонПрому – ДП "Авіакон" десантно-штурмових вертольотів типу S-70, AW-101, AS-332 (Супер Пума) [10];

- розробка та серійне виробництво вітчизняних бойових (МСБ-34 та МСБ-44) та десантно-штурмових (МСБ-24) вертольотів силами авіаційної промисловості України;
- модернізація існуючого парку вертолітної техніки силами вітчизняної промисловості з подовженням їх експлуатування.

Тоді задача математична задача оптимізації для визначення раціонального обрису перспективного парку вертольотів АА СВ ЗС України при обранні першої стратегії розвитку системи ОВТ цього роду військ за критерієм (1) з використанням формалізованого описання його бойових (оперативних) спроможностей методом бойових потенціалів та описання вартості стадій життєвого циклу вертольотів за типовим її розподілом по основних стадіях [11, 12] буде мати наступний вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n k_{удj} x_j \geq P_{удзад}; \\ \sum_{j=1}^n k_{десj} x_j \geq P_{десзад}; \\ S_{жц\ парку} = \sum_{j=1}^n 2,86C_{1j} x_j \rightarrow \min; \\ T \leq T_{зад}, \end{cases} \quad (3)$$

- де  $k_{удj}, k_{десj}$  – коефіцієнти бойового потенціалу вертольоту  $j$ -го типу з  $n$  альтернативних типів (що перелічені у вищенаведених альтернативних шляхах вирішення проблеми оновлення парку вертольотів) у виконанні ударних та десантних задач, відповідно;
- $x_j$  – необхідна кількість вертольотів  $j$ -го типу в складі перспективного парку, значення якої відшуковується в математичній задачі оптимізації;
- $C_{1j}$  – вартість (ціна закупівлі) одного серійного виробу вертольоту  $j$ -го типу.

Математична задача оптимізації (3) являє собою задачу лінійного програмування, для якої на цей час відпрацьовані ефективні математичні методи та яка може бути розв'язана на ПЕОМ для випадку будь якої кількості альтернативних типів нових вертольотів за допомогою наявного спеціального програмного забезпечення, наприклад, [13-16].

У випадку обрання другого варіанту стратегії розвитку вертолітного парку АА СВ ЗС України на довгострокову перспективу, з використанням критерію (2), математична задача оптимізації перспективного парку вертольотів матиме вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n k_{удj} x_j \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^n k_{десj} x_j \rightarrow \max; \\ S_{жц\ парку} = \sum_{j=1}^n 2,86C_{1j} x_j \leq S_{зад}; \\ T \leq T_{зад}, \\ \sum_{j=1}^n x_j \leq N_{ЛШТ|t=0}. \end{cases} \quad (4)$$

Математична задача (4) являє собою задачу багатокритеріальної оптимізації та може бути зведеною до однокритеріальної шляхом застосування згортки перших двох виразів [17-20], наприклад, до адитивної вираженої згортки виду:

$$\alpha \sum_{j=1}^n k_{удj} x_j + \beta \sum_{j=1}^n k_{десj} x_j \rightarrow \max, \quad (5)$$

при  $\alpha + \beta = 1$ , де  $\alpha, \beta$  - вагові коефіцієнти важливості бойових (оперативних) спроможностей АА СВ ЗСУ у виконанні, відповідно, ударних та десантних завдань, значення яких визначає особа, що приймає рішення, в тому числі із застосуванням відомих експертних процедур.

В такому випадку, остаточний вигляд математичної задачі оптимізації для ТТЕО обрису перспективного вертолітного парку АА може бути представлено наступним чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha \sum_{j=1}^n k_{удj} x_j + \beta \sum_{j=1}^n k_{удj} x_j \rightarrow \max; \\ S_{жц \text{ парку}} = \sum_{j=1}^n 2,86 C_{1j} x_j \leq S_{зад}; \\ T \leq T_{зад}; \\ \sum_{j=1}^n x_j \leq N_{ЛАШТ|t=0}. \end{array} \right. \quad (6)$$

Результатами розв'язування математичних задач (3) та (6) оптимізації буде визначення раціональних (відносно відповідної стратегії розвитку) типуажу вертолітного парку АА, кількості в складі парку вертольотів кожного типу та обсягів ресурсів, що потрібні для вирішення задач оновлення системи ОВТ АА.

## **Висновки**

Таким чином, запропоновано формалізовані критерії раціональності ТТЕО обрису перспективного вертолітного парку у двох можливих варіантах обрання стратегії розвитку системи ОВТ АА СВ ЗС України та рекомендації щодо обрання методів розв'язування відповідних математичних задач оптимізації.

Такі підходи допоможуть системно та у кількісному виразі оцінити технічні, економічні та стратегічні аспекти розвитку вертолітного парку, забезпечуючи науково обґрунтований підхід до прийняття рішень щодо вибору типуажу, кількісно-якісного складу та оптимального використання ресурсів на закупівлю нових вертольотів у контексті потреб АА. Подальші дослідження авторів планується спрямувати на розробку елементів науково – методичного апарату постановки та розв'язування такого роду задач на потреби розвитку методології оборонного планування на основі спроможностей.

## **Фінансування**

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

## **Конкуруючі інтереси**

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

## **Список використаних джерел**

1. Про Стратегію воєнної безпеки України: Указ Президента України від 25.03.2021 р. № 121/2021. Retrieved from : <https://www.president.gov.ua/documents/1212021-37661>.
2. Руснак І., Петренко А., Яковенко А., Романюк І., В. Кохно. (2017). Оборонне планування на основі спроможностей: особливості та перспективи впровадження. *Наука і оборона*. № 2. с.3–10.
3. Оборонна реформа: системний підхід до оборонного менеджменту: монографія / А. Павліковський, В. Фролов, Ф. Саганюк та ін.; за заг. ред. А. Сиротенка. Київ: НУОУ, 2020. 274 с.
4. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. (2017). Retrieved from : [https://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson\\_CBP\\_120617.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf).
5. Оборонний огляд: український вимір 2014–2018: монографія / Ф. Саганюк, А. Павліковський, П. Щипанський та ін.; за заг. ред. І. Руснака. Київ: МО та ГШ ЗС України, НУОУ, 2019. 196 с.
6. Бойко Р., Леонтович С., Марко І., Бутенко М. (2020). Формування підходів до оборонного планування на основі спроможностей з урахуванням ресурсного забезпечення. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного*

університету оборони України імені Івана Черняховського. № 3(70). С. 62-69.  
<https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-3-70/62-69>.

7. Демидов Б. А., Коростелев О.П. (2016). *Методические основы системных исследований и решения проблем технического оснащения вооружённых сил государства*. Кн.1. 655 с.
8. Демидов Б. А., Коростелев О.П. (2016). *Методические основы системных исследований и решения проблем технического оснащения вооружённых сил государства*. Кн.2. 640 с.
9. Дроздов С., Леонтьев О., Науменко М. (2020). Формалізовані критерії раціональності програми розвитку системи озброєння тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України на довгостроковій перспективі (прогнозований) загрози. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. № 3 (65). С. 13-24.  
<https://doi.org/10.30748/zhups.2020.65.02>.
10. Вітчизняний бойовий вертоліт. (2021). Пропозиції ДП "Авіакон". Матеріали доповіді.
11. Сучасний метод бойових потенціалів в прикладних задачах планування розвитку та застосування тактичної авіації: монографія / за ред. Семона Б.Й., Леонтьєва О.Б. Київ: НАОУ. 2009. 336 с.
12. Леонтьев О., Науменко М. (2021). Методичний підхід до прогнозування витрат на оновлення та використання парку озброєння та військової техніки. *Військово-технічний збірник*. № 24. С.37-45. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.24.2021.37-45>.
13. Дроздов С., Леонтьев О., Науменко М. (2020). Методичний підхід до розв'язування математичної задачі синтезу раціональної програми розвитку системи озброєння тактичної авіації на основі критерію мінімізації фінансових витрат за умови досягнення необхідних бойових спроможностей. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. № 4 (41). С. 54-63. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.06>.
14. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. (1986). Курс методов оптимизации. 328 с.
15. Мину М. Математическое программирование. (1990). Теория и алгоритмы. 488 с.
16. Банди Б. Основы линейного программирования. (1989). 176 с.
17. Ногин В.Д. Принятие решений при многих критериях. (2007). 104 с.
18. Ногин В. (2014) Линейная свертка критериев в многокритериальной оптимизации. *Искусственный интеллект и принятие решений*. № 4. С. 73-82.
19. Овчаренко Ю. (2011). Формулювання математичної моделі багатокритеріального вибору військової техніки та результатів оцінки точності розв'язання задачі багатовекторної оптимізації. *Автомобільний транспорт*. № 29. С.71–75.
20. Леонтьев О., Науменко М. (2021). Методичний підхід до розв'язування математичної задачі синтезу раціональної програми розвитку системи озброєння тактичної авіації на основі критерію досягнення максимально можливого рівня бойових спроможностей за умови обмеженого ресурсного забезпечення. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. № 1 (42). С. 50-60. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.42.06>.

## References

1. On the Military Security Strategy of Ukraine: Decree of the President of Ukraine of 25.03.2021 № 121/2021. Retrieved from : <https://www.president.gov.ua/documents/1212021-37661>.
2. Rusnak I., Petrenko A., Yakovenko A., Romaniuk I., Kohno V. (2017). Capability-based defence planning: features and prospects for implementation. *Science and Defence*. № 2. PP.3-10.
3. Oboronna reforma systemnyi pidkhid do oboronnoho menedzhmentu [Defense reform: a systematic approach to defense management]: a monograph / A. Pavlikovskyi, V. Frolov, F. Sahaniuk etc.; edited by A. Syrotенka. Kyiv: National Defense University of Ukraine. 2020. 274 p.

4. Recommendations for capability-based defence planning in the Ministry of Defence of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine. (2017). Retrieved from : [https://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson\\_CBP\\_120617.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf).
5. Oboronnyi Ohliad Ukrainykyi Vymir 2014–2018 [Defense Review: Ukrainian Dimension 2014–2018]: monograph / F. Sahaniuk, A. Pavlikovskyi, P. Shchypanskyi etc; edited by I. Rusnak. Kyiv: National Defense University of Ukraine. 2019. 196 p.
6. Boyko R., Leontovych S., Marko I., Butenko M. (2020). Formation of Approaches to Defence Planning Based on Capabilities with Consideration of Resource Provision. *Collection of scientific papers of the Centre for Military Strategic Studies of the Ivan Cherniakhovskyi National Defence University of Ukraine*. № 3(70). PP. 62-69. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-3-70/62-69>.
7. Demidov B.A., Korostelev O.P. (2016). Methodological foundations of system research and solving problems of technical equipment of the armed forces of the state. Book 1. 655 p.
8. Demidov B.A., Korostelev O.P. (2016). Methodological foundations of system research and solving problems of technical equipment of the armed forces of the state. Book 2. 640 p.
9. Drozdov S., Leontiev O., Naumenko M. (2020). Formalised Criteria for the Rationality of the Development Programme for the Tactical Aviation Weapon System of the Air Force of Ukraine in the Long-Term (Projected) Threat. *Collection of scientific papers of Kharkiv National University of the Air Force*. № 3 (65). PP. 13-24. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.65.02>.
10. Domestic combat helicopter (2021). Proposals of the State Enterprise "Aviakon". Materials of the report.
11. Modern method of combat capabilities in applied tasks of planning the development and use of tactical aviation: monograph / edited by Semon B.Y., Leontiev O.B. Kyiv: NAOU. 2009. 336 p.
12. Leontiev O., Naumenko M. (2021). A methodological approach to forecasting the costs of renewal and use of the fleet of weapons and military equipment. *Military and technical collection*. № 24. PP.37-45. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.24.2021.37-45>.
13. Drozdov S., Leontiev O., Naumenko M. (2020). A methodical approach to solving the mathematical problem of synthesis of a rational programme for the development of tactical aviation weapons system based on the criterion of minimising financial costs while achieving the required combat capabilities. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. № 4 (41). PP. 54-63. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.06>.
14. Sukharev A.G., Timokhov A.V., Fedorov V.V. (1986). Course of methods of optimisation. 328 p.
15. Minu M. Mathematical programming. (1990). Theory and algorithms. 488 p.
16. Bundy B. Fundamentals of linear programming. (1989). 176 p.
17. Nogin V.D. Decision making under many criteria. (2007). 104 p.
18. Nogin, V. (2014) Linear convolution of criteria in multicriteria optimisation. *Artificial intelligence and decision making*. № 4. PP. 73-82.
19. Ovcharenko Y. (2011). Formulation of a mathematical model of multi-criteria selection of military equipment and results of estimation of accuracy of solving the problem of multi-vector optimisation. *Automobile transport*. № 29. PP.71-75.
20. Leontiev O., Naumenko M. (2021). Methodical approach to solving the mathematical problem of synthesis of a rational programme for the development of a tactical aviation weapons system based on the criterion of achieving the highest possible level of combat capabilities with limited resources. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. № 1 (42). PP. 50-60. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.42.06>.