

УДК 355.42

В.В. Коваль<sup>1</sup>, В.В. Ткачов<sup>2</sup>, О.М. Жарик<sup>1</sup><sup>1</sup> Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця<sup>2</sup> Національний університет оборони України, Київ

## МОЖЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті висвітлені можливі підходи до визначення раціонального варіанту складної системи військового призначення.

**Ключові слова:** система, ефективність, метод.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** Аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності переконливо свідчить, що основними тенденціями подальшого розвитку збройної боротьби є розширення просторових параметрів операцій і застосування більш ефективних засобів (зразків, систем) озброєння і військової техніки [1, 2]. За таких вимог значно підвищуються вимоги до визначення раціональних варіантів складних систем військового призначення (ССВП), які повинні забезпечити виконання всього спектру завдань у воєнному конфлікті з потрібною ефективністю за мінімальних ресурсних витрат, що і обумовлює актуальність даної статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день в теорії воєнного мистецтва достатньо повно відпрацьовані методичні підходи до визначення ефективності функціонування окремих складових частин складних систем військового призначення. В свою чергу, визначення раціонального варіанту ССВП можливе тільки за умови отримання таких значень ефективності складових частин системи, що забезпечують екстремум одночасно по всіх прийнятих критеріях оптимальності. При цьому, такі критерії суперечливі й оптимізація по кожному з них призводить до різних значень параметрів системи [3]. Тому, метою статті є розкриття можливих підходів до визначення раціонального варіанту ССВП.

### Основна частина

Для визначення раціонального варіанту ССВП необхідно розглянути множину можливих її варіантів  $A$ . При цьому, кожний варіант характеризується сукупністю властивостей  $a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_R$  ( $R$  – кількість властивостей). Тобто кожна властивість системи оцінюється окремим показником ефективності, а функціонування кожного варіанта системи характеризується сукупністю показників ефективності  $\vec{M} [M_1, M_2, \dots, M_j, \dots, M_R]$ ,  $j = 1, R$ , де  $R$  – кількість показників ефективності функціонування системи.

Тоді задача прийняття рішення щодо раціональної системи формально зводиться до пошуку відображення  $F$ , яке кожному вектору  $\vec{M}$  (кожної сукупності показників) ставить у відповідність дійсне число [4]:

$$E = F(\vec{M}) = F(M_1, M_2, \dots, M_j, \dots, M_R). \quad (1)$$

Узагальнений показник (оператор  $F$ ) присвоює кожному рішенню щодо вибору альтернативи відповідне значення ефективності  $E$ . Це дозволяє упорядкувати множину рішень за ступенем переваги.

Найбільш простий метод побудови узагальненого показника полягає у тому, що один з показників  $M_k$  приймається за узагальнений, а решта ураховується у вигляді обмежень [5]:

$$\begin{aligned} E &= M_k; M_j \geq M_j^0, j = 1, 2, \dots, l; \\ M_j &\leq M_j^0, j = l+1, l+2, \dots, R; j \neq k, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\vec{M}^0 = (M_1^0, M_2^0, \dots, M_R^0)$  – вектор, який визначає припустимі значення всіх показників.

Основним недоліком розглянутого підходу є залежність отриманого результату від вибору обмежень для допоміжних показників.

Одним зі способів формування штучної кількості міри є згортання сукупності показників, які характеризують варіант системи (альтернативи), до одного узагальненого показника. Для цього можуть використовуватися адитивні або мультиплікативні перетворення [5].

Недоліком адитивних і мультиплікативних перетворень є те, що існує необмежена можливість компенсації [6]. Тому узагальнені показники, які будуються на підставі згортання показників ефективності функціонування систем військового призначення, можливо використовувати тільки тоді, коли значення  $M_j$  змінюються у вузькому діапазоні.

Для скорочення множини вихідних варіантів ССВП, тобто виключення з неформального аналізу тих варіантів, що явно не задовольняють заданим вимогам ефективності можливо використовувати принцип оптимальності за Парето або безумовний

критерій переваг, який передбачає багатокритеріальну відсіч свідомо гірших альтернатив [7].

Потрібно зазначити, що евристика визначення множини Парето  $\{X\}$  дозволяє теоретично значно скоротити область пошуку ефективних рішень до відповідної межі області можливих рішень (рис. 1). При цьому, рішення множини  $\{X\}$ , кожне з котрих є точка, що має координатами відповідні значення показників  $(\alpha, \beta)$ , можуть бути рівноцінними чи по деякому значенню показника  $\alpha$  (усі точки вертикалі  $x_\alpha$ ) чи по деякому значенню показника  $\beta$  (усі точки горизонталі  $x_\beta$ ).

Оскільки для кожного рішення множини Парето компромісне значення одного з показників завдане як обмеження ("дисциплінуюча умова"), а компромісне значення другого показника стає ("умовно екстремальним"), то кожне рішення множини Парето є оптимальним для відповідної задачі з певними цільовою функцією та обмеженням.

Так, компромісними ділянками межі (відповідною множиною Парето) області припустимих рішень з координатами  $(\alpha, \beta)$  стають: "північно-східна" – для бажаних змін  $(\alpha \uparrow \beta \uparrow)$ ; "південно-західна" – для бажаних змін  $(\alpha \downarrow \beta \downarrow)$ ; "південно-східна" – для бажаних змін  $(\alpha \downarrow \beta \uparrow)$ ; "північно-західна" – для бажаних змін  $(\alpha \uparrow \beta \downarrow)$ .

Такі міркування розповсюджуються й на багатомірну задачу, коли множина Парето стає гіперповерхнею.

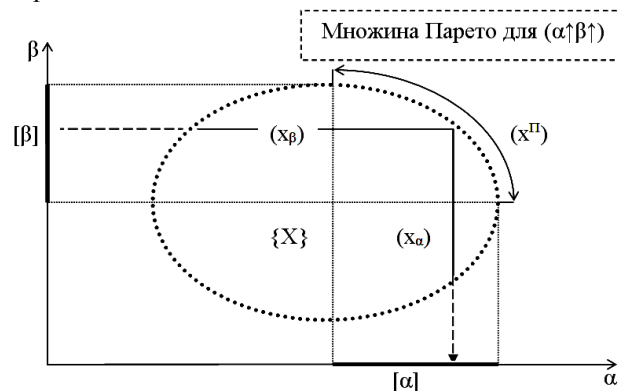


Рис. 1. Рішення множини Парето в області припустимих рішень  $\{X\}$  для компромісу при  $(\alpha \uparrow, \beta \uparrow)$  в діапазонах значень  $[\alpha], [\beta]$

Потрібно зазначити, що застосування принципу оптимальності за Парето передбачає зондування багатомірного простору параметрів  $L_{Пт}$  – послідовностями для формування точок у цьому просторі, які відповідають варіантам ССВП, що є достатньо складною процедурою. Крім того, застосування принципу оптимальності за Парето не дозволяє виділити єдиний раціональний варіант ССВП, але звужує множину їх можливих альтернатив.

Для вирішення цього проблемного питання достатньо ефективно можуть бути використані таксономічні методи [8]. Основним поняттям, що викори-

стовується у таксономічних методах, є так звана таксономічна відстань – відстань між точками багатомірного простору, яка обчислюється за правилами аналітичної геометрії [3].

Розмірність такого простору визначається кількістю показників, що у нашому випадку характеризують ефективність функціонування окремих складових ССВП. Кожному можливому варіанту ССВП відповідає визначена точка у багатомірному просторі. За допомогою таксономічної відстані визначається розташування певної точки щодо інших та її місце в усій сукупності точок. Це дозволяє впорядковувати, як показники, так і можливі варіанти ССВП, що порівнюються.

Сутність методу таксономії під час порівняння альтернатив полягає в тому, що всі показники поділяються на стимулятори і дестимулятори з урахуванням їх впливу на кінцевий продукт. Далі будується еталонний варіант ССВП (точка у багатомірному просторі) з максимальними значеннями показників – стимуляторів і мінімальними значеннями показників – дестимуляторів.

В подальшому визначається таксономічні відстані між точкою, яка відповідає еталонному варіанту ССВП, і точками, які відповідають решті можливих варіантів. Ці відстані нормуються і тим самим забезпечується ранжирування можливих способів завоювання переваги в повітрі в операції (бойових діях). Приклад чисельного рішення задачі визначення ступенів переваги альтернатив з використанням таксономічних методів докладно приведений в [3] та наведений на рис. 2.

Розмірність такого простору визначається кількістю показників, що у нашому випадку характеризують ефективність функціонування окремих складових ССВП. Кожному можливому варіанту ССВП відповідає визначена точка у багатомірному просторі. За допомогою таксономічної відстані визначається розташування певної точки щодо інших та її місце в усій сукупності точок. Це дозволяє впорядковувати, як показники, так і можливі варіанти ССВП, що порівнюються.

Сутність методу таксономії під час порівняння альтернатив полягає в тому, що всі показники поділяються на стимулятори і дестимулятори з урахуванням їх впливу на кінцевий продукт. Далі будується еталонний варіант ССВП (точка у багатомірному просторі) з максимальними значеннями показників – стимуляторів і мінімальними значеннями показників – дестимуляторів.

В подальшому визначається таксономічні відстані між точкою, яка відповідає еталонному варіанту ССВП, і точками, які відповідають решті можливих варіантів. Ці відстані нормуються і тим самим забезпечується ранжирування можливих способів завоювання переваги в повітрі в операції (бойових

діях). Приклад чисельного рішення задачі визначення ступенів переваги альтернатив з використанням таксономічних методів докладно приведений в [3] та наведений на рис. 2.

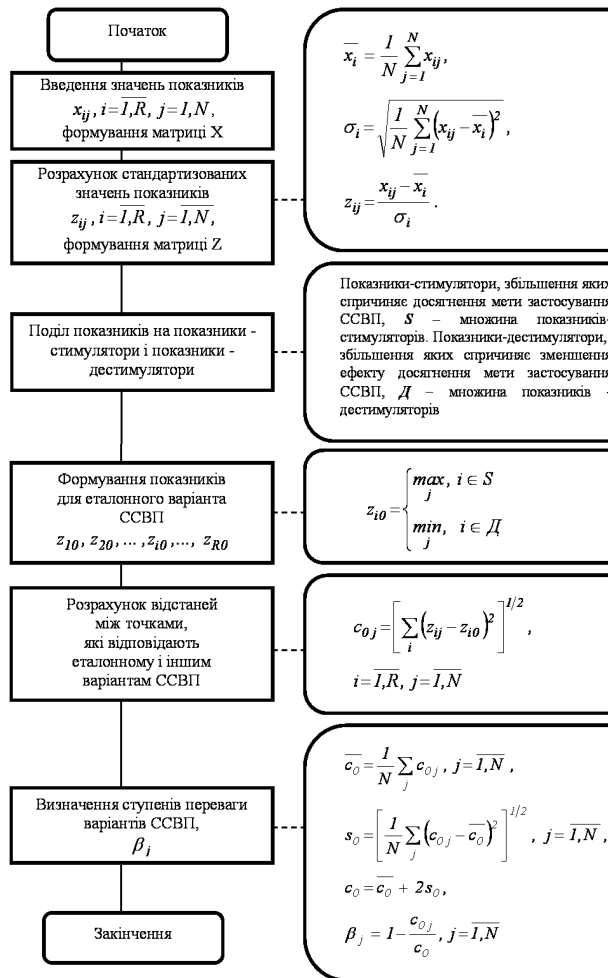


Рис. 2. Алгоритм порівняльного оцінювання варіантів ССВП за допомогою таксономічних методів

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, розглянуті у статті методичні підходи дозволяють визначати раціональний варіант

ССВП. При цьому, вибір того чи іншого методу повинен здійснюватися з урахуванням завдання дослідження і обсягу отриманих результатів оцінки ефективності функціонування ССВП, що досліджується. У той же час, при визначенні раціонального варіанту ССВП є корисним застосування різних методів прийняття рішення з подальшою перевіркою узгодженості отриманих результатів.

### Список літератури

1. Рибак М.І. *Воєнне мистецтво в локальних війнах 90-х років ХХ – початку ХХІ століть: навчальний посібник* / М.І. Рибак, Р.М. Факадей, С.П. Мосов та ін.; під ред. В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, 2004. – 176 с.
2. Толубко В.Б. *Основні закономірності сучасних локальних війн та збройних конфліктів: навчальний посібник* / В.Б. Толубко, Ю.І. Бут, В.О. Косецов. – К.: НАОУ, 2002. – 68 с.
3. Радецький В.Г. *Методологічні засади обґрунтування раціональних форм та способів застосування угруповань військ (сил): воєнно-теоретична праця* / В.Г. Радецький, І.С. Руснак, О.М. Загорка та ін.; За заг. ред. С.О. Кириченка – К.: НАОУ, 2007. – 288 с.
4. Жуков Г.П. *Военно-экономический анализ и исследование операций: учебник* / Г.П. Жуков, С.Ф. Викулов – М.: Воениздат, 1987. – 440 с.
5. Загорка О.М. *Елементи дослідження складених систем військового призначення* / О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.І. Сбітнев та ін. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.
6. Вентцель Е.С. *Исследование операций* / Е.С. Вентцель – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
7. Крижний А.В. *Воєнна наука як фундаментальна основа наукових досліджень і підготовки фахівців вищих навчальних закладів Збройних Сил України: підручник. Ч. 1. Методологія дослідження складених систем військового призначення* / А.В. Крижний, А.В. Кубинський, С.В. Лапцький та ін.; під ред. В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, 2002. – 559 с.
8. Плюта В. *Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа* / В. Плюта; пер. с польск. В.В. Иванова. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.

Надійшла до редколегії 5.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків.

### ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.В. Коваль, В.В. Ткачов, А.Н. Жарик

В статье освещены возможные подходы к определению рационального варианта сложной системы военного назначения.

**Ключевые слова:** система, эффективность, метод.

### POSSIBLE GOING NEAR DETERMINATION OF RATIONAL VARIANT DIFFICULT SYSTEM OF MILITARY-ORIENTED

V.V. Koval, V.V. Tkachov, O.M. Zharik

In the article the possible going is lighted up near determination of rational variant of the difficult system of military-oriented.

**Keywords:** system, efficiency, method.