

УДК 681.23

Б.О. Дем'янчук, Ю.Г. Душкін, В.М. Оленєв

Науковий центр бойового застосування Сухопутних військ, Одеса

## МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗІСТАВЛЕННЯ ЕКСПРЕС-ОЦІНОК БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Запропонована модель для порівнювання бойових потенціалів ЗРК щодо знищення різних ЗПН за інтегральним показником їх якості шляхом моделі багатofакторного порівняння, з метою урахування результатів під час розподілу цілей за допомогою ПБУ.

**Ключові слова:** бойовий потенціал, суттєві параметри зенітних ракетних комплексів, порівняння зразків озброєння та військової техніки протиповітряної оборони Сухопутних військ, багатокритеріальні задачі.

### Вступ

Задача зіставлення (за ефективністю) засобів ППО СВ, що характеризуються множиною показників якості, відноситься до класу погано визначених, тому що зв'язана із зіставленням за показниками, які не піддаються точному обчисленню, залежать від множини випадкових і невизначених факторів антагоністичного і природного характеру. Саме тому, наприклад, зенітні ракетні комплекси (ЗРК) звичайно ранжують за ефективністю лише суб'єктивно.

Модель для кількісної експрес-оцінки можливостей засобу ППО СВ за сукупністю його суттєвих показників якості є інструментом багатofакторного порівнювання бойових потенціалів зразків, з метою урахування останніх під час оптимізації цілерозподілу за допомогою ПБУ.

Деякий узагальнений показник бойових можливостей кожного зразку ЗРК ППО, очевидно, можливо характеризувати декількома показниками якості, наприклад:

- полігонною ймовірністю ураження цілі ракетою;
- дальністю дії зенітного ракетного комплексу;
- ймовірним радіусом ураження цілі бойовою частиною ракети;
- максимальним темпом стрільби зенітного ракетного комплексу.

Це означає, що під час зіставлення неможливо обминати проблему визначення деякого інтегрального (узагальненого) показника якості ЗРК, а, отже, неможливо уникнути прийомів зведення багатокритеріальній задачі порівняння цих засобів до однокритеріальній.

Відомі різні публікації, прийоми та моделі, що дають можливість приймати узгоджене рішення під час порівняння деяких об'єктів, або бойових одиниць, за множиною показників їх якості, тобто методи рішення багатокритеріальних задач [1 – 3].

Недоліком цих методів є занадто велика складність їх практичного оперативного застосування

або велика суб'єктивність процесу одержання інтегральної оцінки за умов ранжирування показників за допомогою групи експертів.

**Метою статті** є розробка більш простій моделі монотонного графічного перетворення сукупності суттєвих параметрів, що характеризують ЗРК ППО СВ. При цьому потрібна модель, що дає оперативну експрес-оцінку засобу для порівняння його з іншими.

Це ранжування ЗРК необхідно під час планування і підготовки бойових дій групи різнотипних засобів ППО СВ, для підвищення ефективності цілерозподілу в умовах масованого нальоту ЗПН різних типів, що призначені для придушення протиповітряної оборони.

### Основна частина

Здійснення кількісної інтегральної оцінки бойового потенціалу ЗРК містить відповідний перелік етапів.

1. Формують сукупність показників бойового потенціалу ЗРК ППО СВ та його позначення у виді:
  - полігонна ймовірність ураження  $j$ -ї цілі ракетою ЗРК  $i$ -го типу –  $p^{(ij)}$ ;
  - дальність ураження комплексом  $i$ -го типа засобу повітряного нападу  $j$ -го типу  $d^{(ij)}$ ;
  - ймовірний радіус ураження цілі бойовою частиною ракети  $s^{(ij)}$ ;
  - максимальний темп стрільби зенітного ракетного комплексу  $T^{(ij)}$ .

2. Модифікують показники. У випадку, якщо частина цієї сукупності показників характеризують (так звану) «негативну» якість, тоді, для зручності рішення задачі визначення потенціалів ЗРК-ів, доцільно звести всі показники к одному «знаку якості», шляхом подальшого використання величин показників, що обернені величинам цих показників цієї сукупності. Зрозуміло, що показники, які виявляються таким чином модифікованими, повинні отримати інші назви, згідно відповідній суті позначення показників.

У даному випадку маємо показник темп стрільби –  $f = (T)^{-1}$  відповідає вимогам: чим більше значення показника, тим ліпше, а саме:  $p$ ;  $d$ ;  $c$ ;  $f$ .

3. Нормування показників бойового потенціалу здійснюється величиною, яка дорівнює модулю радіуса-вектора ( $p$ ) кількісного значення конкретного показника ЗРК  $i$ -го типу та відповідного конкретного показника іншого, тобто ЗРК  $(i+1)$ -го типу. Цей модуль дорівнює

$$p = \sqrt{(p_i^2 + p_{(i+1)}^2)}. \quad (1)$$

Таке нормування спрощує процес зіставлення засобів. Результати модифікування и нормування 1-го, ..., 4-го показників бойового потенціалу кожного ЗРК  $i$ -го типу ( $i = 1, \dots, k$ ) та ЗРК  $(i+1)$ -го ( $i = 1, \dots, k-1$ ) типу уявляються, отже, у виді

$$\begin{aligned} \tilde{O}_1^{(i)} &= \frac{\delta_{(i)}}{\sqrt{[\delta_{(i)}]^2 + [\delta_{(i+1)}]^2}}; \\ \tilde{O}_4^{(i)} &= \frac{f_{(i)}}{\sqrt{[f_{(i)}]^2 + [f_{(i+1)}]^2}}. \end{aligned} \quad (2)$$

4. Ранжирування параметрів. Параметри  $\tilde{O}_1^{(i)} \dots X_4^{(i)}$  ( $i = 1, \dots, k$ ) узгоджено ранжуються, наприклад, за допомогою експертів розставляють в кожній групі показників якості підрозділу за важністю, і після обробки результатів отримують послідовність ранжированих показників бойового потенціалу ЗРК  $i$ -го та  $(i+1)$ -го у виді

$$\begin{aligned} X^i &= \{X_1^{(i)}, \dots, X_4^{(i)}\}, \dots; \\ X^{i+1} &= \{X_1^{(i+1)}, \dots, X_4^{(i+1)}\} \end{aligned} \quad (3)$$

Зважають, що важність конкретного показника тим вище, чим менше його номер.

5. Нанесення величин показників на стороні відповідних квадратів. Групі із чотирьох параметрів (2) ставиться у відповідність квадрат (рис. 1), по сторонам якого нанесені шкали відповідних ранжированих параметрів від мінімального значення (наприклад, нуля) до максимального (одиниці). На горизонтальних сторонах квадрату наносяться шкали справа наліво, на вертикальних – знизу вверх.

На кожній шкалі (стороні квадрату) відкладаються значення відповідних показників ЗРК-ів  $i$ -го ( $i = 1, \dots, k$ ) та  $(i+1)$ -го ( $i = 1, \dots, k-1$ ) типів. При цьому значення найбільш важливих показників із групи відкладаються на лівій і верхній сторонах квадрату.

6. Попарне об'єднання параметрів і одержання комплексної оцінки кожної із двох груп (3) параметрів. Значення показників, що узяті на протилежних сторонах квадрату, з'єднуються прямими лініями. Із точки перетину ліній опускаються перпендикуляри

на діагональ квадрату, що проведена із його правого нижнього кута у лівий верхній. Діагональ розбивається на сто рівних відрізків. Точка перетину перпендикуляра з діагоналлю дає інтегральну оцінку показника бойового потенціалу ЗРК у виді  $Y^{(i)}$  та  $Y^{(i+1)}$ . Такий підхід дозволяє одержати значення оцінки бойового потенціалу ЗРК кожного типу у відсотках. При цьому відрахування численних значень здійснюється на діагоналі квадрату від правого нижнього кута, який приймається за початок відрахування, до перетину перпендикуляра із діагоналлю (рис. 1).

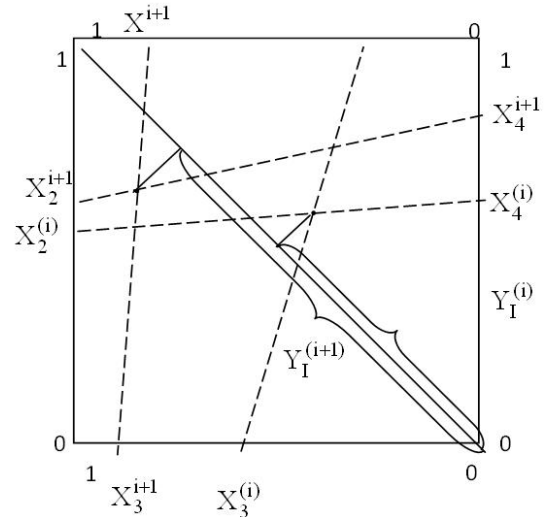


Рис. 1. Графік для обчислення інтегральних показників бойового потенціалу кожного із двох ЗРК-ів, які порівнюються за допомогою 4-х суттєвих часткових показників кожного

7. На даному етапі побудова графіка для обчислення інтегрального показника бойового потенціалу здійснюється для одержання численного значення деякого умовного (*априорного*) інтегрального показника якості ЗРК кожного із типів, які зіставляються за бойовими потенціалами на даному етапі без урахування протидії засобом повітряного нападу конкретного типу. Кращим є той ЗРК, для якого інтегральний показник  $E_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) є більш високим, тобто той, що має більш високий рівень *априорного бойового потенціалу*.

8. Далі необхідно здійснити побудову, що описана вище, для умов застосування кожного із зенітних ракетних комплексів проти кожної із цілей  $j$ -го типу,  $j = 1, \dots, s$ . Кращим є той ЗРК, для якого показник ефективності  $Y_{ij}$ , ( $i = 1, \dots, k$ ), ( $J = 1, \dots, s$ ) за даними експертного попиту досвідних спеціалістів є більш високим, тобто той, що має більш високу ефективність протидії конкретному повітряному

8. Далі необхідно здійснити побудову, що описана вище, для умов застосування кожного із зенітних ракетних комплексів проти кожної із цілей  $j$ -го типу,  $j = 1, \dots, s$ . Кращим є той ЗРК, для якого показник ефективності  $Y_{ij}$ , ( $i = 1, \dots, k$ ), ( $J = 1, \dots, s$ ) за да-

ними експертного попиту досвідних спеціалістів є більш високим, тобто той, що має більш високу ефективність протидії конкретному повітряному противнику. Критерій для визначення місця кожного ЗРК має вигляд

$$E_{ij}^* = \max_{i(i+1)} \{Y_{ij}, Y_{(i+1)j}\}, \quad (4)$$

$$(i = 1, \dots, k-1); (j = 1, \dots, s).$$

Таким чином, критерій попарного зіставлення (4) багаторазово застосовується, а число застосувань критерію дорівнює числу поєднань із  $ks$  по 2, тобто  $C_{ks}^2$ .

Результатом попарного зіставлення засобів ППО за критерієм (4) є матриця, що має кількість  $k$  – рядків, яка відповідає кількості типів ЗРК, та – кількість стовпчиків, яка відповідає кількості  $s$  типів засобів повітряного нападу, які звичайно призначаються для придушення ППО СВ. Елементи матриці монотонно зменшуються за правилом: зверху – вниз у стовбцях і з ліворуч – на праворуч у рядках.

$$E^* = \begin{pmatrix} E_{11}^* & E_{12}^* & \dots & E_{1s}^* \\ E_{21}^* & E_{22}^* & \dots & E_{2s}^* \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{k1}^* & E_{k2}^* & \dots & E_{ks}^* \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Практичне застосування матриці (5) графічного обчислення результуючих величин інтегральних бойових потенціалів усіх засобів ППО СВ під час протидії сукупності типових ЗПН, що очікуються, які, таким чином, стають об'єктивно ранжируемими за бойовим потенціалом, все це забезпечує підвищення ефективності реалізації за допомогою ПБУ процесу вогневої дуельної протидії угруповання ППО СВ масованому нальоту ЗПН противника, що спрямований, перш за все, на подавлення сил і засобів ППО СВ.

## ВИСНОВКИ

1. Багатофакторна модель, що запропонована, забезпечує однозначне рішення задачі зі множиною критеріїв і дозволяє одержати об'єктивну оцінку інтегральної характеристики у вигляді бойового потенціалу кожного засобу ППО СВ.

2. Впровадження моделей кількісного ранжирування зенітних ракетних комплексів за їх бойовими можливостями у конкретних умовах дозволяє, при наявності спеціальної підпрограми персональної ЕОМ на ПБУ, здійснювати рішення цієї задачі протягом бою неодноразово, за мірою зміни протягом бою окремих параметрів кожного із засобів ППО СВ.

## Список літератури

1. Озерной В.М. Принципы построения и использования многокритериальных моделей задач принятия решений / В.М. Озерной // Сборник трудов Института проблем управления. – 1974. – Вып. 5. – С. 3-15.
2. Озерной В.М. Методология решения многокритериальных задач / В.М. Озерной, М.Г. Гафт // Многокритериальные задачи принятия решений. – М.: Машиностроение, 1978. – С. 14-17.
3. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях / М.Г. Гафт // Знание. Серия «Математика, кибернетика». – 1979. – № 7. – 67 с.

Надійшла до редколегії 21.12.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. В.В. Скачков, Науковий центр бойового застосування Сухопутних військ Військової академії, Одеса.

## МОДЕЛЬ ДЛЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНОК БОЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗЦОВ ВВТ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

Б.А. Демьянчук, Ю.Г. Душкин, В.М. Оленев

*Предложена модель для сравнения боевых потенциалов ЗРК относительно уничтожения разных СВН за интегральным показателем их качества путем модели многофакторного сравнения, с целью учета результатов во время распределения целей с помощью пункта боевого управления.*

**Ключевые слова:** Боевой потенциал, основные боевые параметры зенитных ракетных комплексов, сравнения образцов вооружения и военной техники противовоздушной обороны Сухопутных войск, многокритериальные задачи.

## A MODEL FOR RAPID COMPARISON OF ESTIMATIONS OF COMBAT POTENTIALITIES OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT OF ARMY AIR DEFENSE

B.O. Dem'yanchuk, Yu.G. Dushkin, V.M. Olenev

*A model of comparison of combat potentials of air defense missile systems regarding to the destruction of different means of air attack based on the integral indication of their quality by means of multi-factual comparison model with the aim of accountance of results of target distribution through utilization of combat control centers is presented.*

**Keywords:** combat potentials and main combat parameters of air defense missile systems, comparison of types of weapons and military equipment of Army air defense, multi-criterial missions.