

# Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління

УДК 355.45

О.М. Загорка<sup>1</sup>, В.В. Коваль<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет оборони України, Київ

<sup>2</sup> Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

## УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТУ СКЛАДУ СИЛ ТА ЗАСОБІВ МАСКУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ

*Запропоновано удосконалений спосіб дозволяє проводити оцінювання показників ефективності маскування, що мають різну важливість для різних варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів.*

**Ключові слова:** показник ефективності, маскування військових об'єктів.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** Вирішення задачі формування раціонального складу сил і засобів маскування військових об'єктів потребує обов'язкового оцінювання відповідних показників ефективності (якості) маскування військових об'єктів. Такі показники доцільно визначати відповідно до визначених завдань [1]. Для оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів можуть бути застосовані різноманітні методи, моделі та методики. В результаті оцінювання формується сукупність різних за фізичним змістом показників, які мають різну важливість та розмірність для різних варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів. В таких умовах, виникає нагальна потреба у розробці відповідного способу оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів, що і обумовлює *актуальність даної статті*.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день в сучасній теорії дослідження складних систем військового призначення [2 – 4] для оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів угруповання військ широко використовуються спосіб оцінювання, який базується на використанні таксономічного методу. Під час використання вказаного методу показники ефективності (якості), як правило, мають однакову вагу, або їх важливість визначається із використанням матриці відстаней [2, 3].

В свою чергу, практика виконання заходів маскування військових об'єктів в сучасних операціях

(бойових діях) переконливо свідчить, що основні завдання маскування, а саме введення противника в оману та приховування діяльності військових об'єктів в залежності від дій противника мають різний вплив на кінцевий результат маскування. Це обумовлює потребу визначення пріоритетності показників ефективності (якості) маскування з використанням методів, які дозволяють отримати вагові значення (коефіцієнтів важливості) показників чутливі до характеристик, які впливають на переваги заходів маскування та, в кінцевому, важливості їх характеристик. Тому *метою статті* є розроблення удосконаленого способу оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів.

### Виклад основних положень

Удосконалений спосіб оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів ґрунтується на використанні методу аналізу ієрархій для вирішення задачі визначення важливості показників ефективності (якості) маскування військових об'єктів та методу таксономії для визначення узагальненого показника ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів.

Удосконалений спосіб оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів методу передбачає виконання таких етапів:

*перший* – формування  $n$  можливих варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів,  $i = \overline{1, n}$ ;

*другий* – визначення  $m$  показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів,  $j = \overline{1, n}$ ;

*третій* – визначення важливості показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів,  $\lambda_j$

*четвертий* – визначення значень показників для кожного  $n$ -го варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів,  $x_{ij}$ ,  $i = \overline{1, p}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ;

*п'ятий* – формування вихідної матриці значень показників ефективності можливих варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $p \times m$  для застосування таксономічного методу;

*шостий* – визначення узагальненого показника ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $E_i$  з використанням таксономічного методу;

*сьомий* – формування сукупності узагальнених показників ефективності варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів.

На *першому* етапі формуються можливі варіанти складу сил та засобів маскування військових об'єктів. Варіанти складу сил та засобів маскування військових об'єктів, як правило, формуються з використанням евристичних методів або методу планування експерименту.

На *другому етапі* з використанням підходів, наведених у [5] здійснюється формування групи експертів. До складу групи експертів залучаються найбільш підготовлені фахівці структурних підрозділів органів військового управління, науково-дослідних установ (військових навчальних закладів), які мають практичний досвід організації та проведення маскування військових об'єктів. Кількісний склад групи експертів визначається з урахуванням забезпечення ймовірності істинності колективного експертного судження на рівні не нижче 0,8. Вважається [6], що для отримання такого значення ймовірності оптимальною має бути група експертів у складі 10 осіб. Робота групи експертів організується з використанням відомих методичних підходів [5]. За результатами роботи експерти визначають (уточнюють) сукупність показників для оцінювання ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів.

На *третьому етапі* групою експертів визначається важливість показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів –  $\eta_j$ .

Для вирішення даної задачі використовується *метод аналіз ієрархій*.

Доцільність використання даного методу обумовлено таким [6]:

метод являє собою систематичну процедуру для ієрархічного представлення елементів, які визначають сутність будь-якої проблеми;

метод передбачає декомпозицію проблеми (її ієрархічне зображення) на простіші складові частини та у подальшому обробку послідовності суджень експертів попарним порівнянням;

використання методу забезпечує отримання детального уявлення про взаємодію характеристик, які впливають на переваги (рейтинги) альтернатив, формування рейтингів альтернатив та визначення у підсумку важливості характеристик;

процедури розрахунків переваг (рейтингів) альтернатив під час використання методу достатньо прості, що відрізняє даний метод від інших методів прийняття рішень.

результати, що отримані з використанням методу можуть бути більш реалістичними, ніж результати, отримані іншими методами. Це обумовлено тим, що у задачах порівняння альтернатив часто доводиться спиратися на досвід та інтуїцію відповідних фахівців, ніж на об'єктивні дані (такі дані, як правило, часто відсутні).

При цьому, обов'язково потрібно враховувати, що у випадку, коли у реальній ситуації існують суттєві нелінійні взаємодії між компонентами задачі, адитивний принцип розрахунку рейтингу альтернатив може призвести до помилок. Тому, метод аналізу ієрархій дає тільки спосіб рейтингування альтернатив, але не містить прийоми для інтерпретації рейтингів [6].

Ієрархічне зображення задачі визначення важливості показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів під час застосування методу аналізу ієрархій є достатньо трудомістким процесом. Під час використання методу аналізу ієрархій не рекомендовано порівнювати більше  $7 \pm 2$  елементів [6].

У разі потреби порівняння більшої кількості елементів, вони групуються у класи, приблизно по сім елементів у кожному.

Ступінь важливості показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів розраховується відносно одиниці, тобто сума коефіцієнтів важливості дорівнює одиниці.

У загальному випадку метод аналізу ієрархій містить такі етапи [2, 3]: визначення мети задачі, яка повинна розв'язуватися; ієрархічне зображення задачі, починаючи з вершини (мети), через проміжні ієрархії до найнижчого рівня (який звичайно є переліком альтернатив); побудову необхідної кількості матриць попарних порівнянь – по одній матриці для кожного елемента, який прилягає зверху до відповідного рівня ієрархії; формування з матриць попарних порівнянь локальних пріоритетів, які характеризують вплив множини елементів на елемент, який прилягає зверху до відповідного рівня ієрархії; перевірку узгодженості суджень експертів; перевірку узгодженості усієї ієрархії.

Кількість рівнів ієрархічного зображення задачі визначається можливістю її декомпозиції на складові частини (елементи) та метою дослідження.

У нашому випадку метою задачі є визначення коефіцієнтів важливості показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскувannya військових об'єктів.

Принцип ієрархічного зображення такої задачі наведено на рис. 1. Елементи кожного рівня ієрархії починаючи з другого порівнюють попарно, урахо-

вуючи їх вплив (вагу) на загальну для них характеристику попереднього оцінювання. При цьому, підсистеми маскувannya (управління силами та засобами маскувannya, розвідки та попередження про дії технічних засобів повітряної розвідки, дезінформування противника, демонстраційних заходів, заходів імітації, протидії розвідці противника, охорони державної таємниці, зниження помітності військ, матеріально-технічного забезпечення), визначаються певною сукупністю показників, наведеною в табл. 1.

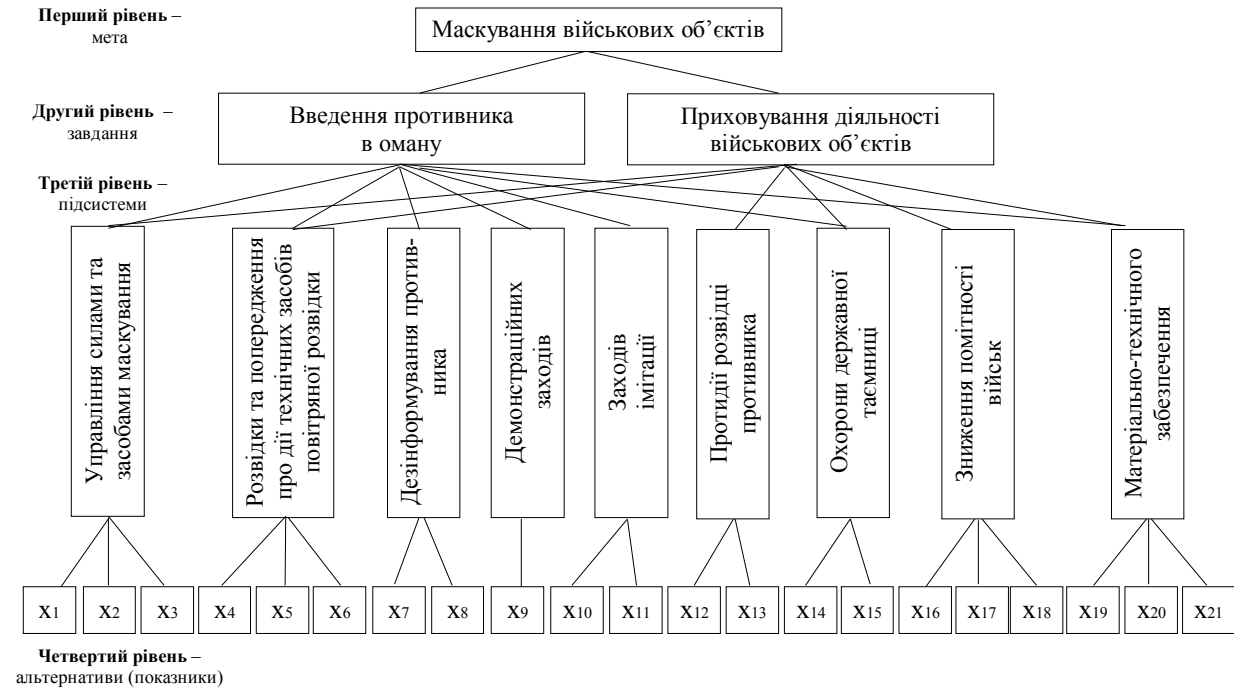


Рис. 1. Ієрархічне зображення задачі визначення коефіцієнтів важливості показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскувannya військових об'єктів

Таблиця 1

Сукупність показників для оцінювання ефективності (якості) маскувannya військових об'єктів

Найменування підсистеми	Показники ефективності функціонування підсистеми	Індекс показника
Управління силами та засобами маскувannya	Імовірність своєчасного виконання завдань маскувannya військових об'єктів в операції (бойових діях), $P_{св}$	X <sub>1</sub>
	Продуктивність роботи органів військового управління з питань маскувannya військових об'єктів, $q_{ову}$	X <sub>2</sub>
	Ступінь відповідності рішень, які приймає орган військового управління з питань маскувannya військових об'єктів, діям противника та можливостям своїх військ (сил), $k_{відп}$	X <sub>3</sub>
Розвідки та попередження про дії технічних засобів повітряної розвідки противника	Імовірність виявлення технічних засобів розвідки противника, $P_v$	X <sub>4</sub>
	Ступінь достовірності визначення ймовірного характеру дій технічних засобів розвідки противника, $k_{дост}$	X <sub>5</sub>
	Імовірність своєчасного доведення сигналів бойового управління до підрозділів маскувannya, $P_{дов}$	X <sub>6</sub>
Дезінформування противника	Ступінь впровадження хибної інформації передачею по постійно діючими або спеціально створеними каналами зв'язку, $k_{дез}$	X <sub>7</sub>
	Зміна співвідношення сил і засобів противника по напрямках дій своїх військ (сил) в операції (бойових діях), $k_{спів}$	X <sub>8</sub>
Демонстраційних заходів	Імовірність своєчасної реакції противника на проведення демонстративних польотів, перевезень військ, вантажів і макетів техніки залізничним і іншими видами транспорту, $P_{реак}$	X <sub>9</sub>
Заходів імітації	Ступінь правдоподібності хибних об'єктів, створених за певним варіантом імітації, $k_{правд}$	X <sub>10</sub>

	Відносне (абсолютне) збільшення часу ведення розвідки противником для виявлення військових об'єктів, $k_{розв}$	$x_{11}$
Протидії розвідці противника	Математичне сподівання числа знищених сил та засобів розвідки противника, $M_{зн}$	$x_{12}$
	Ступінь радіоелектронного подавлення технічних засобів і каналів передачі розвідувальної інформації противника, $k_{РЕБ}$	$x_{13}$
Охорони державної таємниці	Ступінь реалізації потенційних можливостей військ (сил) щодо захисту технічних засобів передачі і обробки інформації на військових об'єктах, $k_{ЗБІ}$	$x_{14}$
	Імовірність виявлення каналів витоку інформації та їх припинення, $P_{прип}$	$x_{15}$
Зниження помітності військ	Імовірність готовності сил та засобів зниження помітності військових об'єктів до виконання завдань за призначенням, $P_{гот}$	$x_{16}$
	Математичне сподівання кількості виявлених військових об'єктів технічними засобами розвідки, $M_{зн}$	$x_{17}$
	Ступінь збереження бойового потенціалу своїх військ (сил), $k_{зб}$	$x_{18}$
Матеріально-технічного забезпечення	Ступінь втрат сил та засобів маскування в операції (бойових діях), $k_{втр}$	$x_{19}$
	Витрати на формування варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів, $C_{форм}$	$x_{20}$
	Витрати на виконання завдань маскування військових об'єктів в операції (бойових діях), $C_{вик}$	$x_{21}$

Обчислювальна процедура методу аналіз ієрархій достатньо повно викладена у ряді робіт [2, 3]. Тому немає потреби наводити строгі методичні значення коефіцієнтів важливості показників, що характеризують можливі варіанти дій авіації під час завоювання переваги у повітрі в операції (бойових діях).

Для заповнення матриць парних порівнянь експертами використовується шкала, яка запропонована в [6]. Для кожної матриці парних порівнянь за рядками визначаються відповідні вектори і обчислюються компоненти цих векторів, як геометричні середні. Далі компоненти векторів нормалізуються до одиниці. Таким чином, для кожної матриці парних порівнянь одержуються оцінки векторів пріоритетів (визначаються локальні пріоритети).

Узгодженість локальних пріоритетів перевіряється за методикою, яка наведена в [6].

За результатами етапу визначається важливість показників ефективності (якості) маскування військових об'єктів.

На *четвертому етапі* проводиться кількісне (якісне) оцінювання показників ефективності,  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ , для кожного  $n$ -го варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів з використання існуючих моделей та методик [7-12]. За результатами для кожного показника ефективності (якості) маскування військових об'єктів визначається чисельне значення показника  $x_{ij}$ , який має інтервал від 0 до 1.

На  *$n$ 'ятому етапі* формується вихідна матриця  $n \times m$  значень показників ефективності можливих варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $x_{ij}$ .

На *шостому етапі* визначається узагальнений показник ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $E_i$  з використанням таксономічного методу [4]

Використання таксономічного методу здійснюється в такій послідовності:

1. Приведення значень показників ефективності можливих варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $x_{ij}$  до стандартизованого вигляду з урахуванням їх важливості за формулою:

$$r_{ij} = \eta_j \left( \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \right), \quad (1)$$

де  $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$  – середнє арифметичне значення  $j$ -го показника ефективності (якості) маскування військового об'єкта;  $\sigma_j = \sqrt{\sum_i (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 / n}$  – середнє квадратичне відхилення  $j$ -го показника ефективності (якості) маскування військового об'єкта;  $r_{ij}$  – стандартизоване значення  $j$ -го показника ефективності (якості) маскування військового об'єкта для  $i$ -го варіанту складу сил та засобів маскування.

2. Формування матриці значень стандартизованих показників.

3. Поділ показників на стимулятори і дестимулятори. До стимуляторів відносяться показники, збільшення яких спричиняє зростання кінцевого ефекту функціонування системи маскування. До таких відносяться показники  $x_{11} - x_{18}$  (рис. 1). До показників дестимуляторів, тобто показників зростання яких спричиняє зниження кінцевого ефекту функціонування системи маскування відносяться показники  $x_{19} - x_{21}$  (рис. 1).

4. Побудова еталонного варіанту складу сил та засобів маскування, якому відповідає точка  $g_0$  в багатовимірному просторі з координатами (значеннями стандартизованих показників):

$$r_{01}, r_{02}, \dots, r_{0j}, \dots, r_{0m}, \quad (2)$$

де  $r_{0j} = \max_i r_{ij}$ , коли  $j \in S$ ;  $r_{0j} = \min_i r_{ij}$ , коли  $j \in D$ ;

$S, D$  – множини стимуляторів і дестимуляторів відповідно;  $r_{ij}$  – стандартизоване значення  $j$ -го показника.

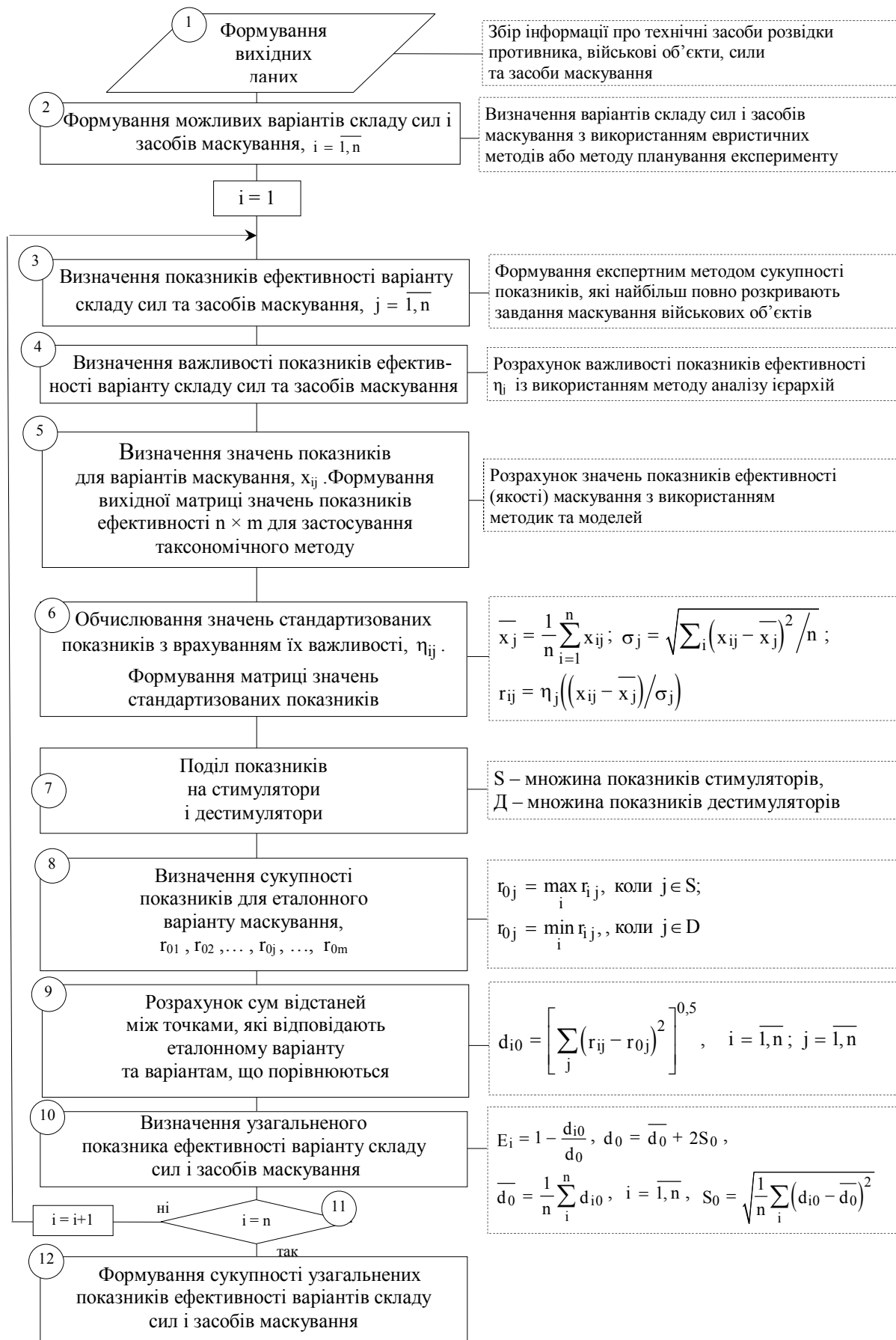


Рис. 2. Структурна схема удосконаленого способу оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів

5. Розрахунок сум відстаней між точками гої, які відповідають еталонному варіанту складу сил та засобів маскування та точками, які відповідають варіантам складу сил та засобів маскування, що порівнюються за формулою [4]:

$$d_{i0} = \left[ \sum_j (r_{ij} - r_{0j})^2 \right]^{0,5}, \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; \quad (3)$$

6. Визначення узагальненого показника ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів  $E_i$  за формулою [4]:

$$E_i = 1 - d_{i0}/d_0, \quad i = \overline{1, n} \quad (4)$$

$$\text{де } d_0 = \overline{d_0} + 2S_0; \quad \overline{d_0} = \frac{1}{n} \sum_i d_{i0}, \quad S_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (d_{i0} - \overline{d_0})^2}.$$

7. Формування сукупності узагальнених показників ефективності варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів. Після проведення розрахунку узагальненого показника ефективності проводиться розміщення варіантів в порядку їх убування. Чим ближче значення  $E_i$  до одиниці, тим вищий пріоритет варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів. В результаті отримуємо сукупність узагальнених показників, які визначені з урахуванням стандартизованих значень ефективності (якості) маскування військових об'єктів.

Структурна схема удосконаленого способу оцінювання показників ефективності варіанту складу сил та засобів маскування військових об'єктів наведено на рис. 2.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, удосконалений спосіб дозволяє проводити оцінювання показників ефективності (якості) маскування, які мають різну важливість та розмірність для різних варіантів складу сил та засобів маскування військових об'єктів. Подальшим напрямком досліджень за даною проблематикою є удосконалення існуючих методик та моделей, які можуть бути використанні для оцінювання ефек-

тивності (якості) маскування системи маскування військових об'єктів.

### Список літератури

1. Кириченко С.О. Вибір показників ефективності застосування угруповань військ (сил) у збройному конфлікті / С.О. Кириченко // Збірник наукових праць Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України. – К., 2006. – № 1 (35). – С. 5 – 15.
2. 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.
3. Елементи дослідження складених систем військового призначення / О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.І. Сбітнев та ін. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.
4. Плютта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / В. Плютта. Пер. с польск. В.В. Иванова. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.
5. Бешелев С.Д. Экспертные оценки / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Наука, 1973. – 160 с.
6. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
7. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле / Ю.В. Зуев. – М.: Воениздат, 1970. – 256 с.
8. Методичний поради́к з оперативного маскування у Збройних Силах України. – К.: МО України, 1998. – 232 с.
9. Методика оцінки ефективності воєнної розвідки в операції і бою. Навч. посібник. – К.: АЗСУ, 1998. – 126 с.
10. Застосування аерозольних утворень для захисту військових об'єктів від ударів літаків тактичної авіації. Методичний посібник / М.М. Петрушенка, О.М. Загорка, Г.В. Певцов, В.В. Коваль, Г.А. Кучук. Під ред. М. М. Петрушенка. – Вінниця – Харків: ХУПС, 2012. – 127 с.
11. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Харків, ХВУ, 2004. – 410 с.
12. Оперативное искусство ВВС. Учебник. – К.: КВВАИУ, 1986. – 408 с.

Надійшла до редколегії 8.09.2015

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

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫЙ СПОСОБ ОЦЕНИВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТА СОСТАВА СИЛ И СРЕДСТВ МАСКИРОВКИ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Н. Загорка, В.В. Коваль

Предложен усовершенствованный способ позволяет проводить оценивание показателей эффективности маскировки, которые имеют разную важность для разных вариантов состава сил и средств маскировки военных объектов.

**Ключевые слова:** показатель эффективности, маскировка военных объектов.

### IMPROVED METHOD OF EVALUATION OF EFFICIENCY INDEXES OF FORCES AND FACILITIES COMPOSITION VARIANT OF MILITARY OBJECTIVES DISGUISE

O.M. Zagorka, V.V. Koval

The improved method is offered allows to conduct the evaluation of disguises efficiency indexes which have different importance for the different variants of composition for forces and facilities of military objectives disguise.

**Keywords:** efficiency index, military objectives disguise.