

УДК 354.42

В.С. Комаров, О.М. Косошов, В.Ф. Курдюк

Військова частина А1906

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ОРГАНІВ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

На основі комплексного аналізу загальних та часткових показників ефективності функціонування органів військового управління запропоновано методичний підхід до обґрунтування на їх основі раціонального варіанту його складу. Методичний підхід базується на обчисленні кількісної характеристики ефективності функціонування органу військового управління відповідного рівня. Вибір прийнятної альтернативи здійснюється відповідно до процедур TOPSIS-методу. Наведено розрахункові залежності, правила порівняння альтернатив, а також приклад проведення розрахунків.

Ключові слова: орган військового управління, показники ефективності функціонування, багатокритеріальна оптимізація, метод TOPSIS.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз літератури. В умовах ведення гібридної війни Російської Федерації проти України виникають особливості функціонування органів військового управління (ОВУ), які не притаманні завданням мирного часу та традиційним формам і способам збройної боротьби, особливо на етапах підготовки та початку війни, коли реальні наміри і дії противника приховуються або проводяться демонстративно під виглядом інших заходів.

Особливості умов застосування воєнної сили у гібридній війні, високий динамізм змін обстановки вимагає від ОВУ відповідної адаптації, проведення необхідних системних заходів стосовно удосконалення функціоналу, взаємодії та структури для ефективного управління підпорядкованими силами і засобами в умовах збройної агресії.

Зазначене вище обумовлює актуальність наукових досліджень стосовно вирішення завдання обґрунтування раціонального складу та структури органів військового управління шляхом розробки та впровадження сучасних підходів для прийняття відповідних рішень.

Проведений аналіз [1; 2; 5–8] свідчить, саме за таких умов функціонування ОВУ застосування методів та алгоритмів багатокритеріального оцінювання дає змогу отримувати кращі результати на відміну від інших підходів. При цьому основним об'єктом дослідження є альтернативні варіанти структури органів військового управління.

Зменшення рівня невизначеності при обґрунтуванні раціональної структури органів військового управління досягається шляхом комплексного застосування процедур синтезу та аналізу, генерування одночасно кількох альтернативних варіантів комплексу, а також розробки механізмів їх коригування.

На теперішній час загальний підхід до обґрунтування структури ОВУ здійснюється з недотри-

манням базових принципів системного підходу: не виконується принцип багатоальтернативності прийняття управлінських рішень (відповідні органи обмежуються розробкою тільки одного варіанта комплексу), формування управлінських рішень не базується на результатах оцінювання та аналізу ефективності функціонування системи, в якій зазначений ОВУ є підсистемою нижчого рівня, в механізмі реалізації запропонованих рішень відсутні процедури їх корекції.

Питанням дослідження складних систем приділяється достатньо уваги [1–6], при цьому найбільш системно результати викладені у [7], де визначено, що специфічними особливостями завдання визначення раціонального складу складної системи військового призначення є:

неповнота й невизначеність вихідної інформації при функціонуванні системи в різних умовах обстановки;

багатокритеріальність завдання, що пов'язано з необхідністю врахування великої кількості часткових показників;

наявність кількісних і якісних показників, які необхідно враховувати;

неможливість застосування класичних методів оптимізації.

Враховуючи викладене, пошук шляхів визначення комплексу ОВУ є актуальним науковим і практичним завданням.

Метою статті є розроблення методичного підходу до визначення узагальнених критеріїв і показників функціонування ОВУ та обґрунтування на їх основі раціонального варіанту його складу.

Викладення основного матеріалу

Для визначення ефективності функціонування ОВУ доцільно застосувати підхід, який базується на основі загальної теорії систем.

Відповідно до цього, підгрунтям для визначення ефективності ОБУ може бути залежність системи від основних властивостей, що характеризують процес її функціонування, з врахуванням того, що згідно з теорією субоптимізації оптимальний стан кожної підсистеми у складі системи менш ефективний, ніж оптимальний стан системи в цілому.

Саме тому для визначення ефективності функціонування ОБУ першочерговим кроком має бути необхідність обґрунтування основних властивостей процесу функціонування ОБУ відповідної структури, які б розкривали її головні системні якості.

В основу визначення головних властивостей ОБУ пропонується покласти один з основних принципів побудови будь-якої системи – послідовність реалізації покладених на систему завдань [9].

Основні системні властивості можна визначити через вектор показників наявних властивостей ОБУ $M = \{A_1 \dots A_N\}$, де A_i – значення показника основної властивості системи; N – кількість основних показників системних властивостей.

Для визначення ефективності функціонування ОБУ доцільно застосувати підхід, який запропоновано в [9].

Показниками ефективності функціонування ОБУ, можуть бути:

відносна тривалість реагування ОБУ на раптово поставлені завдання ($T_{в.тр.}$) – відношення часу реагування ОБУ на момент постановки завдання до часу його виконання;

здатність структурних елементів ОБУ виконувати завдання за призначенням (Z_c) – показник, який характеризує здатність структурних елементів ОБУ виконувати завдання, що на них покладаються;

відповідність структури ОБУ покладеним функціям та завданням (V_c) – показник здатності структури виконувати покладені на неї функції та поставлені завдання.

Ефективність функціонування ОБУ ($W_{ОБУ}$) визначатиметься як відсоткове відношення реального і заданого значень узагальненого показника основних властивостей ОБУ:

$$W_{ОБУ} = \frac{M_{ОБУ_{реал}}}{M_{ОБУ_{зад}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $M_{ОБУ_{реал}}$ – реальне значення узагальненого показника основних властивостей ОБУ;

$M_{ОБУ_{зад}}$ – задане (критеріальне) значення узагальненого показника основних властивостей ОБУ.

Реальне значення вектора показників основних властивостей можна обчислити шляхом адитивної згортки за виразом:

$$M_{ОБУ_{реал}} = \sum_{i=1}^N k_i A_i, \quad (2)$$

де A_i – числове значення i -го показника, що відображає деяку властивість ОБУ;

k_i – коефіцієнт важливості A_i ;

N – кількість показників, що відображають властивості ОБУ.

Коефіцієнти важливості показників k_i визначаються у такий спосіб:

а) проводиться ранжування показників властивостей структури ОБУ у порядку зменшення їх значущості (правило Фішберна).

Відповідно до значущості показника властивостей у функціонуванні ОБУ йому експертним шляхом визначається ранг a_i ($i = 1, N$).

Для перевірки коректності визначення рангу показників використовується співвідношення

$$S_n = \frac{a_i + a_N}{2} \cdot N, \quad (3)$$

де a_i – вага i -го показника, що відображає певну властивість ОБУ;

N – загальна кількість показників.

Значення коефіцієнтів важливості показників основних властивостей структури ОБУ розраховані за підходом [9].

б) виходячи з рангу показників (табл. 1) визначається сума балів a_i , що належить кожному показнику. Кількість балів обчислюється за правилом Фішберна [8], відповідно до якого $k_1 > k_2 > k_i$, а k_i розраховується за виразом:

$$k_i = \frac{N - a_i + 1}{N(N - 1)}, \quad (4)$$

де k_i – максимальний бал для i -го показника;

a_i – ранг показника;

N – загальна кількість показників.

Якщо всі показники рівнозначні, то $k_i = \frac{1}{N}$.

Числові значення показників, що відображають властивості ОБУ, визначаються за формулою (2):

1. Значення показника відповідності структури ОБУ покладеним функціям та завданням $V_{c \text{ реал}}$ визначається експертним шляхом на підставі зіставлення завдань, покладених на ОБУ, з наявними у структурі елементарними структурно-логічними ланцюжками за допомогою трьох вербальних градацій цього показника:

висока – здатність структурних елементів ОБУ виконувати основні (пріоритетні) завдання становить 100% від загальної їх кількості, $V_{c \text{ реал}} = 1$;

середня – здатність структурних елементів ОБУ виконувати основні (пріоритетні) завдання становить не менше 75 від загальної їх кількості, $V_{c \text{ реал}} = 0,75$;

низька – здатність структурних елементів ОБУ виконувати основні (пріоритетні) завдання становить 50% від загальної їх кількості, $V_{c\text{ реал}}=0,5$.

2. Значення показника здатності структурних елементів ОБУ виконувати завдання за призначенням $Z_{c\text{ реал}}$ визначається за допомогою метода експертних оцінок, виходячи з оцінювання за частковими показниками, такими як укомплектованість співробітниками структурних елементів ОБУ та їх рівень підготовки [9].

Критерій здатності елементів ОБУ виконувати завдання за призначенням можна визначити так:

здатний (D₁) – ОБУ готовий виконувати усі завдання, що на нього покладені ($Z_c=0,8$);

обмежено здатний (D₂) – ОБУ готовий виконувати завдання, але за одним і більше частковим показником потребує їх покращення ($Z_c \geq 0,7$);

нездатний (D₃) – у разі невідповідності одного і більше показників здатності критерію D_2 ($Z_c < 0,7$).

3. Значення показника відносної тривалості реагування ОБУ на раптово поставлені завдання $T_{в.тр\text{ реал}}$ (відношення часу реагування ОБУ на поставлене завдання до порогового часу його виконання) визначається на основі PERT методу [8].

PERT метод визначає те, що тривалість кожної роботи (операції) має межі від оптимістичного (найкращого) до песимістичного (найгіршого). Тривалість роботи (операції) є випадковою величиною, яка підпадає під певний закон розподілу. Характеристиками закону розподілу є математичне очікування та дисперсія тривалості роботи (операції), стандартне (середньоквадратичне) відхилення терміну виконання усіх заходів.

Для визначення відносної тривалості реагування ОБУ на раптово поставлені завдання ($T_{в.тр}$) необхідно, виходячи з експертних оцінок, визначити такі вихідні дані:

оптимістична оцінка (t_0) – оцінка тривалості реагування ОБУ за сприятливих умов;

песимістична оцінка (t_n) – за несприятливих умов;

найбільш імовірна оцінка ($t_{нй}$) – за нормальних умов.

Тому математичне очікування відносної тривалості реагування ОБУ та дисперсія оцінки тривалості розраховуються за формулами:

$$M(T_{в.тр.реал}) = \frac{t_0 + 4t_{нй} + t_n}{6}; \quad (5)$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{t_n - t_0}{6} \right)^2. \quad (6)$$

Виходячи з цього, ефективність функціонування ОБУ визначається як адитивна згортка реальних значень усіх показників основних властивостей ОБУ за формулою (2).

Задане (критеріальне) значення узагальненого показника властивостей системи $W_{ОБУ\text{ зад}}$ визначається як лінійна згортка числових значень критеріїв часткових показників основних властивостей системи.

Для обґрунтування числового значення критерію **відповідності структури ОБУ** покладеним функціям та завданням пропонується цей процес розглядати з урахуванням головної мети функціонування ОБУ, яка буде досягнута шляхом виконання завдань за призначенням. Відповідно до принципу Парето можна стверджувати, що головна мета функціонування ОБУ буде досягнута.

З цього випливає, що мінімально доцільне значення структурної відповідності ОБУ покладеним функціям та завданням має дорівнювати здатності структури виконувати (реалізовувати) щонайменше пріоритетні завдання, тоді числове значення критерію структурної відповідності $V_{c\text{ зад}}=1$ (100% пріоритетних завдань).

Критерій здатності структурних елементів виконувати завдання за призначенням матиме числове значення $Z_{c\text{ зад}} \geq 0,7$ [9].

Стосовно обґрунтування заданого числового значення критерію відносної **тривалості реагування системи на раптово поставлені завдання**, найбільш прийнятним буде твердження, що час реагування ОБУ на раптово поставлені завдання не повинен перевищувати потрібного часу його виконання. При цьому, враховуючи, що загальна тривалість T_{Zbkp} виконання завдання має ймовірнісний характер, можна визначити ймовірність того, що процес виконання завдання вийде за межі запланованої тривалості T_0 [9]:

$$P(T_{Zbkp} > T_0) = 1 - \left[\Phi \left(\frac{T_0 - T_{Zbkp}}{\sigma_{Zb}} + 0,5 \right) \right], \quad (7)$$

де Φ – функція Лапласа;

σ_{Zb} – стандартне (середньоквадратичне) відхилення терміну виконання усіх заходів.

Отже, з урахуванням того, що час реагування ОБУ на раптово поставлене завдання не повинен перевищувати потрібного часу його виконання T_Z , $T_{Zbkp} \leq T_Z$ випередження тривалості реагування ОБУ визначається розв'язанням системи рівнянь:

$$\begin{cases} T_{b.mp} = 1 - \frac{T_{Zbkp}}{T_Z}; \\ \frac{T_{Zbkp}}{T_Z} \geq P(T_{Zbkp} > T_0); \\ T_Z = T_0. \end{cases} \quad (8)$$

Дослідження залежності ймовірності $P(T_{Zbkp} > T_0)$ від середньоквадратичного відхилення σ_{Zb} для різних термінів T_{Zbkp} показує, що усередне-

на ймовірність $P(T_{Z_{bkp}} > T_0) \approx 0,15$. Підставивши це значення у перше рівняння виразу (8), критеріальне значення відносної тривалості визначається як $T_{в.тр.зад} \geq 0,85$.

Структурна схема алгоритму визначення показників ефективності функціонування ОВУ наведена на рис. 1.

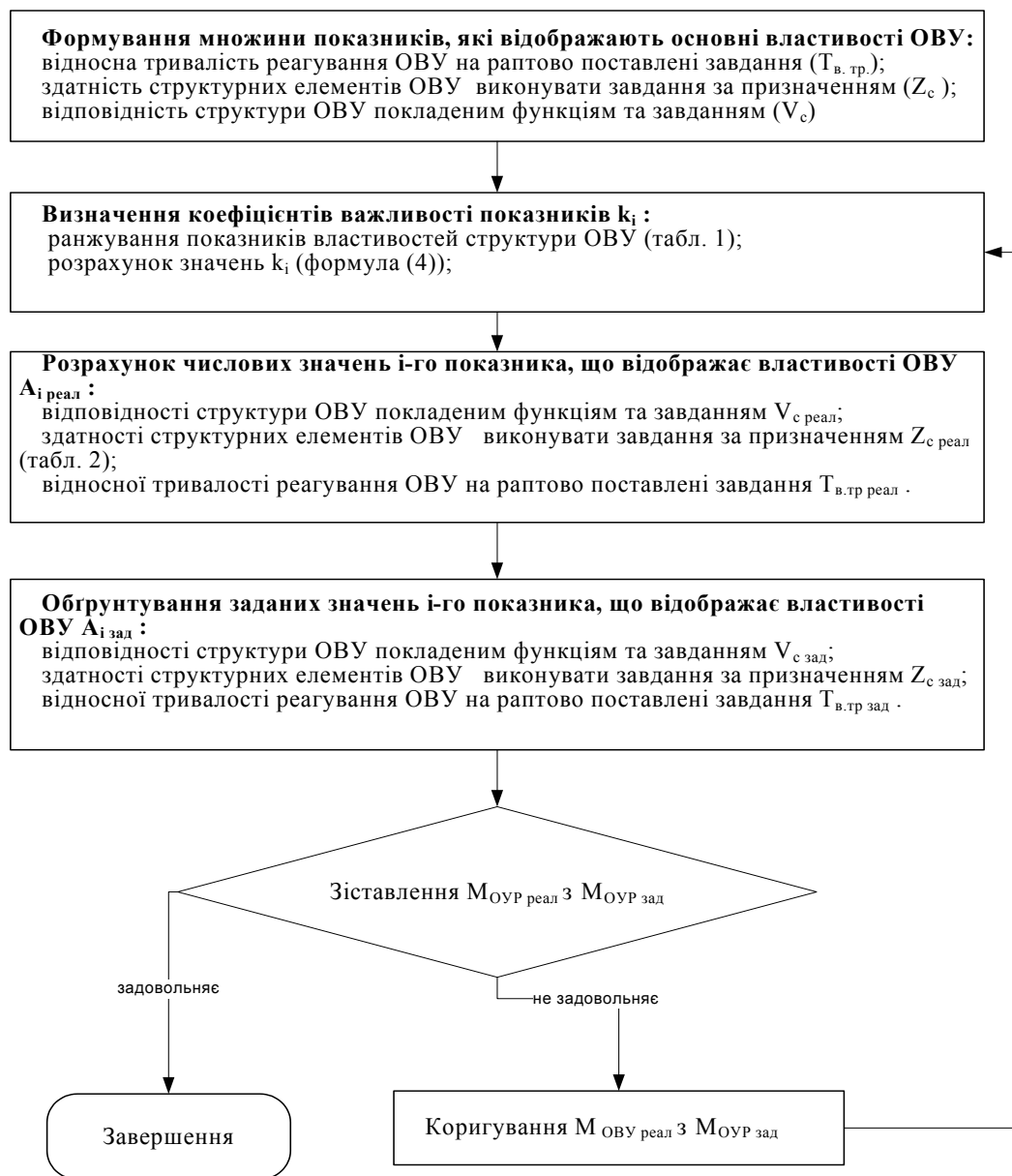


Рис. 1. Структурна схема алгоритму визначення показників ефективності функціонування ОВУ

Подальшим кроком обґрунтування раціональної структури ОВУ за зазначеними критеріями є вибір альтернативи такої структури.

Одним з методів, який досить широко використовується для багатокритеріального аналізу альтернатив, є метод TOPSIS [10], який передбачає розв'язання багатокритеріальної задачі оптимізації у такій постановці.

Нехай є множина з N альтернативних варіантів деякої системи, кожний з яких характеризується множиною з R показників, за якими оцінюється її функціонування. Окрім того, є множина вагових

коефіцієнтів w_j ($j=1, \dots, R$), елементи якої характеризують важливість кожного з показників, а також для кожного показника визначений критерій його оптимізації (на максимум або мінімум). За такими даними необхідно побудувати пріоритетний ряд наявних альтернативних варіантів відповідно до ступеня їх відносної переваги.

Метод TOPSIS орієнтований на оцінювання альтернативи відносно найкращої та найгіршої точок, для чого виконуються такі дії.

У першу чергу здійснюється нормалізація вихідних даних за формулою:

$$r_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sqrt{\sum_j E_{ij}^2}} \quad (9)$$

У разі необхідності врахування важливості показників w_j , нормалізовані дані масштабують:

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad (10)$$

Серед них для кожного j -го показника визначають найкращу V_j^+ та найгіршу V_j^- точки.

Відстані до найкращої (S_i) та найгіршої (R_i) точок розраховують за формулами:

$$S_i = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - V_j^+)^2}; \quad R_i = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - V_j^-)^2} \quad (11)$$

Узагальнений показник, який характеризує i -ту альтернативу, має вигляд

$$C_j^* = \frac{R_i}{S_i + R_i} \quad (12)$$

Найкращою вважається альтернатива, які відповідає найбільше значення показника, тобто пріоритетний ряд альтернатив необхідно будувати за його зменшенням.

Нехай є вихідна множина альтернатив, кожна з яких характеризується деякою множиною показників. Окрім того, є множина вагових коефіцієнтів, елементи якої характеризують важливість кожного з показників, а також для кожного показника визначений критерій його оптимізації (на максимум або мінімум).

За такими даними необхідно сформувати ядро альтернатив, перспективних для подальшого розгляду, причому альтернативи, які увійшли до ядра, порівняно з іншими повинні бути максимально віддаленими від найгіршої точки та У основу розроблюваного методу покладемо деякі розрахункові залежності методу TOPSIS, парне порівняння альтернатив та підходи до такого порівняння з [10].

Вихідні дані для методу TOPSIS-ядро задаються матрицею

$$[E_{ij}], \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, R, \quad (13)$$

де N – кількість варіантів системи, що підлягають порівнянню; R – кількість показників, за якими оцінюється функціонування системи, а також вектором вагових коефіцієнтів показників $[w_j]$ ($j=1, \dots, R$), при цьому повинна виконуватись умова

$$\sum_{j=1}^R w_j = 1 \quad (14)$$

На першому етапі методичного підходу визначаються показники ефективності функціонування ОБУ відповідно до алгоритму рис. 1, а також визначаються їх порогові показники.

На другому етапі методичного підходу нормалізуємо значення показників за такими формулами [10]: для показників, які потребують максимізації –

$$r_{ij} = 0,1 + 0,9 \frac{E_{ij} - \min_{i=1}^N (E_{ij})}{\max_{i=1}^N (E_{ij}) - \min_{i=1}^N (E_{ij})}; \quad (15)$$

для показників, які потребують мінімізації –

$$r_{ij} = 0,1 + 0,9 \frac{\max_{i=1}^N (E_{ij}) - E_{ij}}{\max_{i=1}^N (E_{ij}) - \min_{i=1}^N (E_{ij})} \quad (16)$$

Після нормалізації даних з матриці (13) за формулами (15) та (16) усі показники потребуватимуть максимізації. Таким чином, після завершення першого етапу всі показники будуть сумірними та вимірюватись через корисність (бажаність) для ОПР їх наявних значень та враховується важливість показників w_j шляхом масштабування нормалізованих даних за формулою (10).

На третьому етапі методичного підходу здійснюється операції вибору альтернативи відповідно до методу TOPSIS шляхом масштабування нормалізованих даних за формулою (10), визначення найкращої V_j^+ та найгіршої V_j^- точки, відстані до найкращої (S_i) та найгіршої (R_i) точок розраховують за формулами (11), а також парне порівняння альтернатив, використовуючи правила, наведені в [10].

Розглянемо приклад, який стосується вибору варіанта структури ОБУ, що оцінюється за трьома показниками, що розглянуті вище.

Вихідні дані для цього прикладу, а також характеристики альтернатив наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані та характеристики альтернатив прикладу вибору варіанта структури ОБУ

№, i	Вихідні дані			Характеристики	
	$E_1 \rightarrow$ min	$E_2 \rightarrow$ max	$E_3 \rightarrow$ max	S_i	R_i
1.	0,9	1,0	0,7	0,73	0,01
2.	0,85	0,8	0,8	0,60	0,51
3.	0,8	0,7	0,9	1,0	0,59
4.	0,7	0,6	1,0	0,72	0,88
V^+	0,1	1,0	1,0	–	–
V^-	1,0	0,1	0,1	–	–

Аналіз результатів розрахунків дозволяє дійти до висновку, що найбільш прийнятними варіантами структури є варіанти 2 та 4. Але за критерієм наближення до ідеального варіанту перевага має надаватися варіанту 4.

Висновки

Розроблений методичний підхід до обґрунтування раціонального складу органів військового управління дозволяє обґрунтувати раціональний склад та його структуру відповідного рівня на основі розрахунків кількісної характеристики показників ефективності його функціонування.

Представлено розрахункові залежності для обчислення зазначених показників. Вибір прийнятної

альтернативи здійснюється відповідно до процедур TOPSIS-методу.

Подальший розвиток проведених досліджень вбачається в програмній реалізації запропонованого методичного підходу та перевірці ефективності його практичного використання на достатньому обсязі тестових даних з метою вирішення практичних завдань реформування ОВУ.

Список літератури

1. Романченко І.С. Використання таксономічних методів при проведенні досліджень у воєнній справі [Текст] / І.С. Романченко, О.М. Загорка // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2007. – № 3 (41). – С. 5-16.

2. Елементи дослідження складних систем військового призначення [Текст] / О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.І. Сбитнев, П.І. Стужук. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.

3. Корнеев В.П. Методи оптимізації: учебн. [Текст] / В.П. Корнеев. – М.: Высш. шк., 2007. – 664 с.

4. Ahmadi H. Ranking the micro level critical factors of electronic medical records adoption using TOPSIS method [Text] / H. Ahmadi, M.S. Rad, M. Nilashi, O. Ibrahim, A. Almaee // Health Informatics – An International Journal. – 2013. – Vol. 2. – № 4, November. – P. 19-32.

5. Saelee S. Biomass type selection for boilers using TOPSIS multi-criteria model [Text] / S. Saelee, B. Pawewan, R. Tongpool, T. Witoon, J. Takada, K. Manusboonpurmpool // International Journal of Environmental Science and Development. – 2014, April. – Vol. 5, № 2. – P. 181-186.

6. Baležentis, A. Multimoora-FG: a multi-objective decision making method for linguistic reasoning with an application to personnel selection [Text] / A. Baležentis, T. Baležentis, W.K.M. Brauers // Informatica. – 2012. – Vol. 23, № 2. – P. 173-190.

7. Потьомкін М.М. Методика визначення раціонального складу складної системи військового призначення на основі модифікованого методу ELECTRE [Текст] / М.М. Потьомкін // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2008. – № 3 (45). – С. 62-68.

8. Косевцов В.О. До питання оцінювання ефективності функціонування системи забезпечення воєнної безпеки держави / В.О. Косевцов, В.М. Телелим, А.А. Лобанов // Наука і оборона. – 2010. – № 3. – С. 8-12.

9. Косогов О.М. Методичний підхід до розрахунку показників ефективності функціонування системи інформаційної безпеки Головного управління розвідки Міністерства оборони України / О.М. Косогов, А.О. Сірик, Д.В. Косаренко // Зб. наук. праць. – К.: – НДІ ГУР МО України, 015. – Вип. 41. – С. 51-60.

10. Романченко І.С. Метод TOPSIS-ядро та його використання для базатокритеріального порівняння альтернатив / І.С. Романченко, М.М. Потьомкін // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 1 (138). – С. 103-106.

Надійшла до редколегії 2.06.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Леонт'єв, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ОРГАНОВ ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

В.С. Комаров, А.Н. Косогов, В.Ф. Курдюк

На основе комплексного анализа общих и частных показателей эффективности функционирования органов управления военной разведкой предложен методический подход к обоснованию на их основе рационального варианта его состава. Методический подход базируется на вычислении количественной характеристики эффективности функционирования органа управления разведкой соответствующего уровня. Выбор приемлемой альтернативы осуществляется соответственно процедурам TOPSIS-метода. Приведены расчетные зависимости, правила сравнения альтернатив, а также пример проведения расчетов.

Ключевые слова: орган управления военной разведкой, показатели эффективности функционирования, многокритериальная оптимизация; метод TOPSIS.

METHODOICAL APPROACH TO JUSTIFICATION OF THE RATIONAL COMPOSITION BODIES OF MILITARY MANAGEMENT

V. Komarov, O. Kosogov, V. Kurdyuk

Based on comprehensive analysis of total and partial indicators of efficiency of military command methodical approach to the study on the basis of rational version of its composition. The methodological approach is based on calculating the quantitative characteristics of effective functioning of the military management of the appropriate level. Acceptable alternative is selected according to the procedures TOPSIS-method. An estimated dependency rules compare alternatives, and examples of calculations.

Keywords: body of military administration, operation performance, multicriteria optimization method TOPSIS.