

Іван Юрійович Свида (д-р військ. наук, с. н. с.)<sup>1</sup>

Михайло Михайлович Потьомкін (д-р. техн. наук, с. н. с.)<sup>1</sup>

Руслан Борисович Хомчак<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Головна інспекція Міністерства оборони України, Київ, Україна

## МЕТОД ТРИКРИТЕРІАЛЬНОГО РАНЖУВАННЯ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПОРІВНЯННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Наведено опис методу VIKOR, призначеного для ранжування альтернатив, та результати його аналізу. Показано, що відомому методу VIKOR притаманні недоліки, пов'язані з необхідністю використання додаткового балансувального коефіцієнта, а також з невизначеністю інтерпретації отримуваних результатів. Зазначено, що усунення цих недоліків пов'язане з необхідністю суттєвого переопрацювання методу VIKOR. Однак розвиток його основної ідеї щодо порівняння альтернатив за двома критеріями відносно найкращої точки шляхом додаткового порівняння альтернатив відносно найгіршої точки дозволяє запропонувати новий метод – метод трикритеріального ранжування, який забезпечить підвищення обґрунтованості результатів за рахунок підвищення повноти порівняння альтернатив. Для цього нового методу наведені відповідні залежності, а також надано поетапний опис проведення розрахунків. Можливість практичного застосування запропонованого методу трикритеріального ранжування продемонстрована на двох розрахункових прикладах, для яких у літературних джерелах наводяться результати, отримані за відомими багатокритеріальними методами. Порівняння результатів розрахунків за відомими та новим методами свідчить, що використання запропонованого методу в комбінації з іншими методами дозволяє підвищити обґрунтованість розроблених рекомендацій або визначити перспективні альтернативи, які залишились поза увагою інших методів. Ці результати дозволяють зробити висновок, що використання розробленого методу трикритеріального ранжування може бути достатньо перспективним під час багатокритеріальної оптимізації складних об'єктів.

**Ключові слова:** багатокритеріальне прийняття рішень; метод трикритеріального ранжування; метод VIKOR; ранжування альтернатив.

### Вступ

#### Постановка проблеми у загальному вигляді.

На теперішній час в ході проведення досліджень у воєнній сфері широко використовуються методи обґрунтування рішень, які ґрунтуються на багатокритеріальному порівнянні альтернатив. Такі методи застосовуються при дослідженні проблемних питань як в галузі будівництва Збройних Сил, так і воєнного мистецтва [1; 2].

Тому розвиток методичного апарату, зокрема, розроблення методів, які можуть бути використані для обґрунтування багатокритеріальних рішень, є, на наш погляд, актуальним напрямком досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним з методів, який досить широко використовується для багатокритеріального аналізу альтернатив, є метод VIKOR [3], який передбачає розв'язання багатокритеріальної задачі оптимізації у такій постановці.

Нехай є множина альтернативних варіантів деякої системи, кожний з яких характеризується множиною показників, за якими оцінюється ефективність її функціонування. Окрім того, є множина вагових коефіцієнтів, елементи якої характеризують важливість кожного з показників, а також для

кожного показника визначений критерій його оптимізації (максимізація або мінімізація).

За такими даними необхідно побудувати пріоритетний ряд наявних альтернативних варіантів відповідно до ступеня їх відносної переваги.

Вихідні дані для методу VIKOR задаються вектором вагових коефіцієнтів показників  $[w_j]$  ( $j = 1, \dots, R$ ) та матрицею їх значень

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

де  $N$  – кількість варіантів системи;  $R$  – кількість показників.

На першому етапі для кожного показника за даними, наведеними в матриці  $[E_{ij}]$ , визначають його найкраще  $e_j^+$  та найгірше  $e_j^-$  значення.

На другому етапі для кожної  $i$ -ї альтернативи розраховують значення показника  $S_i$ , який характеризує її наближеність до найкращої точки, за формулою:

$$S_i = \sum_{j=1}^R \left| \frac{w_j(e_j^+ - E_{ij})}{e_j^+ - e_j^-} \right|, \quad i = 1, \dots, N. \quad (1)$$

На третьому етапі для кожної  $i$ -ї альтернативи розраховують значення показника  $R_i$ , який характеризує її максимальну віддаленість від

найкращої точки за показником з найбільшою віддаленістю, за формулою:

$$R_i = \max_j \left[ \frac{w_j(e_j^+ - E_{ij})}{e_j^+ - e_j^-} \right], \quad i = 1, \dots, N. \quad (2)$$

На четвертому етапі визначають граничні значення показників, які характеризують віддаленість, за формулами:

$$R^+ = \max_j [R_j], \quad R^- = \min_j [R_j],$$

$$S^+ = \max_j [S_j], \quad S^- = \min_j [S_j].$$

На п'ятому етапі для кожної  $i$ -ї альтернативи розраховують значення узагальненого показника переваги  $Q_i$  за формулою:

$$Q_i = v \frac{S_i - S^-}{S^+ - S^-} - (1 - v) \frac{R_i - R^-}{R^+ - R^-}, \quad i = 1, \dots, N,$$

де  $v$  – коефіцієнт збалансованості з інтервалу  $[0, 1]$ , який ураховує для  $i$ -ї альтернативи внесок у значення показника  $Q_i$  її наближеність до найкращої точки та віддаленість від найкращої точки за показником, що має найбільше віддалення.

Розрахунок значень  $Q_i$  здійснюють для декількох значень коефіцієнта  $v$ . Значення  $v$  з інтервалу  $[0, 1]$  призводять до різного внеску в значення узагальненого показника складових формули для його розрахунку.

На шостому етапі альтернативи впорядковують за збільшенням узагальненого показника  $Q_i$ . При цьому вважається, що кращі альтернативи характеризуються меншим значенням показника  $Q_i$ .

Аналіз наведеного опису методу VIKOR свідчить, що врахування ефекту компенсації під час порівняння альтернатив в ньому забезпечується шляхом введення до розгляду додаткового показника  $R_i$ , який характеризує кожну альтернативу її віддаленістю від найкращої точки за найгіршим показником з урахуванням його важливості.

Поєднання адитивної згортки  $S_i$  з додатковим показником  $R_i$  дозволяє виділяти альтернативи, які, не дивлячись на їх загальну привабливість, мають суттєві вади за окремими показниками.

Таким чином, можна зробити висновок, що використання методу VIKOR під час визначення найкращих альтернатив надає можливість більш повно оцінити їх переваги та недоліки, що і стало причиною його достатньо широкого використання під час обґрунтування раціональних рішень та оптимізації складних систем, зокрема, під час відбору кандидатів для підвищення кваліфікації [3], для підвищення ефективності виробничих процесів [4], під час проектування мереж моніторингу якості води [5], для оцінювання банківських установ [6], у медицині під час оцінювання факторів ризику [7] тощо.

Однак аналіз наведених розрахункових залежностей та умов свідчить, що цей метод містить і деякі недоліки, які можуть бути передумовою обмеженості його практичного

використання.

У першу чергу це стосується відсутності наочності в змістовному трактуванні узагальненого показника переваги  $Q_i$ . Якщо з формульних залежностей для розрахунку  $S_i$  та  $R_i$  одразу видно, що ці часткові показники характеризують відстань альтернативи до найкращої точки, то перспектива прозорості пояснення сутності формули для розрахунку  $Q_i$  виглядає дуже проблематичною.

Окрім того, проблемним питанням є обґрунтування значення балансувального коефіцієнта  $v$ , адже воно суттєво впливає на отримувані результати.

Усунення цих недоліків потребує суттєвого переопрацювання методу VIKOR, однак розвиваючи його базову ідею щодо використання під час аналізу двох показників ( $S_i$  та  $R_i$ ), які характеризують наближеність альтернатив до найкращої точки, вбачається за доцільне ввести до розгляду третій показник – відстань для кожної альтернативи від найгіршої точки. Залишаючись в межах ідеології методу VIKOR, який фактично базується на адитивних показниках, за такий третій показник можна обрати адитивну згортку показників, які характеризують кожну альтернативу. В результаті двокритеріальний метод перетвориться на трикритеріальний.

Введення до розгляду додаткового (третього) показника усуває необхідність використання балансувального коефіцієнта  $v$ , адже зрозуміло, що найкраща альтернатива повинна характеризуватись мінімальними значеннями  $S_i$  та  $R_i$ , а також максимальним значенням адитивної згортки. Зрозуміло, що визначення таких значень не потребує використання балансувального коефіцієнта.

**Мета статті.** На основі викладеного було поставлене таке завдання досліджень: розробити новий метод трикритеріального ранжування альтернатив та перевірити можливість його практичного використання на тестових прикладах.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Для забезпечення системності у викладенні запропонованого методу додатково розглянемо розрахункові залежності (1) та (2).

Їх аналіз свідчить, що знаменник виду  $(e_j^+ - e_j^-)$  забезпечує нормування вихідних значень показників  $E_{ij}$  у такий спосіб, який забезпечує їх змінюваність у інтервалі  $[0; 1]$ . Окрім того, множник  $w_j$  забезпечує масштабування нормованих значень показників для урахування під час розрахунків їх важливості. Для спрощення розрахунків операції нормування та масштабування доцільно виконати один раз до початку основних розрахунків.

З урахуванням викладених міркувань, метод трикритеріального ранжування альтернатив буде складатися з такої послідовності дій.

На першому етапі здійснюють підготовку

вихідних даних, тобто визначають значення показників  $E_{ij}$ , які характеризують кожну альтернативу, а також значення коефіцієнтів важливості  $w_j$ .

На другому етапі здійснюють нормування вихідних значень показників за формулами:

для показників, які потребують максимізації, за формулою:

$$e_{ij} = \frac{E_{ij} - \min_{i=1}^N(E_{ij})}{\max_{i=1}^N(E_{ij}) - \min_{i=1}^N(E_{ij})}, \quad i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, R;$$

для показників, які потребують мінімізації, за формулою:

$$e_{ij} = \frac{\max_{i=1}^N(E_{ij}) - E_{ij}}{\max_{i=1}^N(E_{ij}) - \min_{i=1}^N(E_{ij})}, \quad i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, R.$$

Після нормалізації усі показники потребуватимуть максимізації.

На третьому етапі для врахування важливості показників нормалізовані дані масштабують за формулою:

$$r_{ij} = w_j e_{ij}, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, R.$$

На четвертому етапі для кожного показника за масштабованими даними, визначають його найкраще  $e_j^+$  значення.

На п'ятому етапі для кожної  $i$ -ї альтернативи розраховують значення показника  $S_i$ , який характеризує її наближеність до найкращої точки, за формулою:

$$S_i = \sum_{j=1}^R |(e_j^+ - r_{ij})|, \quad i = 1, \dots, N.$$

На шостому етапі для кожної  $i$ -ї альтернативи розраховують значення показника  $R_i$ , який характеризує її максимальну віддаленість від найкращої точки за показником з найбільшою віддаленістю, за формулою:

$$R_i = \max_j [(e_j^+ - r_{ij})], \quad i = 1, \dots, N.$$

На сьомому етапі для кожної альтернативи визначають значення адитивної згортки

$$A_i = \sum_{j=1}^R r_{ij}, \quad i = 1, \dots, N.$$

На восьмому етапі для кожної альтернативи розраховують узагальнений показник переваги

$$Q_i = \frac{S_i + R_i}{A_i}, \quad i = 1, \dots, N.$$

Виходячи з того, що найкраща альтернатива повинна бути максимально наближена до найкращої точки та максимально віддалена від найгіршої, тобто мати найменші значення  $S_i$  і  $R_i$  та найбільше значення  $A_i$ , на заключному (дев'ятому) етапі впорядковують альтернативи за збільшенням  $Q_i$ . При цьому найкращою буде перша альтернатива в отриманому пріоритетному ряду.

Для оцінювання можливості практичного використання розробленого методу розглянемо декілька прикладів.

Першим розглянемо приклад з [2], який

передбачає вибір раціонального варіанту деякої системи за шістьма показниками  $E_1$ – $E_6$  (табл. 1) за однакової їх важливості, при цьому показники  $E_1$ – $E_3$  потребують максимізації, а решта – мінімізації. Необхідно зазначити, що, відповідно до [2], варіант № 3 є найкращим за методом таксономії, а варіант № 5 – за адитивною згортокою.

Таблиця 1

Значення показників, за якими оцінюються варіанти системи

№, i	Вихідні значення показників					
	$E_{i1}$	$E_{i2}$	$E_{i3}$	$E_{i4}$	$E_{i5}$	$E_{i6}$
1	0,85	0,90	0,72	0,09	0,22	0,10
2	0,74	0,94	0,83	0,06	0,18	0,25
3	0,82	0,84	0,90	0,11	0,12	0,14
4	0,78	0,81	0,69	0,13	0,26	0,16
5	0,93	0,74	0,86	0,04	0,10	0,08
6	0,74	0,87	0,83	0,09	0,14	0,23
7	0,67	0,90	0,79	0,06	0,24	0,12
8	0,85	0,84	1,00	0,13	0,28	0,14
9	0,67	0,81	0,90	0,11	0,29	0,27
10	0,78	0,90	0,97	0,18	0,06	0,18

Розраховані для цих даних значення показників  $S_i$ ,  $R_i$ ,  $A_i$  та  $Q_i$  наведені в табл. 2, з якої видно, що найкращою є альтернатива № 5, а альтернатива № 3 знаходиться на другому місці.

Таблиця 2

Результати розрахунків показників, які характеризують альтернативи

№, i	Значення показників				Ранг
	$A_i$	$S_i$	$R_i$	$Q_i$	
1	0,5951	0,4049	0,1479	0,9288	3
2	0,5308	0,4692	0,1476	1,1622	6
3	0,6145	0,3855	0,0829	0,7623	2
4	0,3086	0,6914	0,1667	2,7805	9
5	0,7317	0,2683	0,1667	0,5944	1
6	0,4959	0,5041	0,1295	1,2778	7
7	0,5067	0,4933	0,1667	1,3025	8
8	0,5553	0,4447	0,1532	1,0767	5
9	0,2545	0,7455	0,1667	3,5840	10
10	0,5993	0,4007	0,1667	0,9467	4

Таким чином, використання запропонованого методу дозволило обгрунтовано усунути суперечливість, отриману в результаті використання відомих методів.

Другим розглянемо приклад з [8], який стосується вибору варіанта деякої системи за трьома показниками ( $E_1$ – $E_3$ ), причому всі вони підлягають мінімізації. Важливість показників становить  $w_1 = 3$ ,  $w_2 = 2$ ,  $w_3 = 1$ . У [8] показано, що найкращим варіантом за методом ELECTRE I є альтернатива № 2. Вихідні дані та результати розрахунків для цього прикладу за запропонованим методом наведені в табл. 3.

Аналіз даних, наведених у табл. 3, свідчить, що беззаперечним лідером є альтернатива № 4, яка характеризується максимальним віддаленням від найгіршої точки ( $A_i$ ) та найменшою віддаленістю від найкращої точки ( $S_i$  та  $R_i$ ). Альтернативи № 2 та № 3 є за узагальненим показником досить близькими. Однак альтернатива № 2 є кращою за показниками  $A_i$  та  $S_i$ , а

альтернатива № 3 – за  $R_i$ . Тобто результати, отримані за методом ELECTRE I та запропонованим методом, є суперечливими.

Таблиця 3

**Вихідні дані та результати розрахунків для другого прикладу**

№, i	Вихідні дані			Значення показників				Ранг
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$A_i$	$S_i$	$R_i$	$Q_i$	
1	3	2	0	0,17	0,83	0,50	8,0	4
2	2	0	0,33	0,61	0,39	0,33	1,2	3
3	1	1	0,67	0,56	0,44	0,17	1,1	2
4	0	0,67	1	0,72	0,28	0,17	0,6	1

Тому на розгляд особі, що приймає рішення, доцільно подати всі три альтернативи.

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

Таким чином, можна зробити висновок, що розроблений метод трикритеріального ранжування

альтернатив дозволяє усунути основні недоліки методу VIKOR. Окрім того, він забезпечує підвищення обґрунтованості отримуваних результатів ранжування внаслідок зростання повноти порівняння альтернатив за рахунок їх оцінювання за трьома критеріями.

На конкретних прикладах показано, що використання запропонованого методу в комбінації з іншими методами багатокритеріального прийняття рішень дозволяє підвищити обґрунтованість розроблених рекомендацій або визначити перспективні альтернативи, які залишились поза увагою інших методів.

Подальший розвиток проведених досліджень вбачається в програмній реалізації запропонованого методу та перевірці ефективності його практичного використання на достатньому обсязі тестових даних.

**Література**

1. Романченко, І. С. Використання таксономічних методів при проведенні досліджень у військовій справі / І. С. Романченко, О. М. Загорка // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2007. – № 3 (41). – С. 5–16.  
 2. Загорка, О. М. Елементи дослідження складних систем військового призначення / О. М. Загорка, С. П. Мосов, А. І. Сбитнев, П. І. Стужук. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.  
 3. El-Santawy, M. F. A VIKOR method for solving personnel training selection problem / M. F. El-Santawy // International Journal Of Computing Science. – 2012. – Vol. 1. – № 2, February. – P. 9–12.  
 4. Kumar, R. Optimization of process parameters during CNC turning by using ANP & VIKOR Method / R. Kumar, R. Kumar, G. Soni, S. Chabra // International Journal of Engineering Research &

Technology. 2013. – Vol. 2. – Iss. 12, December. – P. 3478–3480.  
 5. Chang, C.-L. Using the VIKOR method to evaluate the design of a water quality monitoring network in a watershed / C.-L. Chang, Y.-T. Lin // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2014. – № 11. – P. 303–310.  
 6. Rezaei, F. Performance evaluation of banking industry in Iran by VIKOR method / F. Rezaei, H. Gheibdoost // International Journal of Management and Humanity Sciences. – 2014. – Vol. 3 (7). – P. 2653–2662.  
 7. Bondor, C.-I. VIKOR method for diabetic nephropathy risk factors analysis / C.-I. Bondor, I. M. Kacso, A. Lenghel, D. Istrate, A. Mureşan // Applied Medical Informatics. – 2013. – Vol. 32. – № 1. – P. 43–52.  
 8. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений / О. И. Ларичев. – М.: Логос, 2000. – 296 с.

**МЕТОД ТРЕХКРИТЕРИАЛЬНОГО РАНЖИРОВАНИЯ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ**

*Иван Юрьевич Свида (д-р воен. наук, с. н. с.)<sup>1</sup>*  
*Михаил Михайлович Потемкин (д-р техн. наук, с. н. с.)<sup>1</sup>*  
*Руслан Борисович Хомчак<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Центральный научно-исследовательский институт ВС Украины, Киев, Украина*  
<sup>2</sup>*Главная инспекция Министерства обороны Украины, Киев, Украина*

Приведен алгоритм метода VIKOR, предназначенного для ранжирования альтернатив, и результаты его анализа. Показано, что известному методу VIKOR присущи недостатки, связанные с необходимостью использования дополнительного балансирующего коэффициента, а также с неопределенностью интерпретации получаемых результатов. Отмечено, что устранение этих недостатков связано с необходимостью существенной переработки метода VIKOR. Однако развитие его основной идеи о сравнении альтернатив по двум критериям относительно наилучшей точки путем дополнительного сравнения альтернатив относительно наихудшей точки позволяет предложить новый метод – метод трехкритериального ранжирования, который обеспечит повышение обоснованности результатов за счет повышения полноты сравнения альтернатив. Для этого нового метода приведены соответствующие зависимости, а также дан поэтапное описание расчетов. Возможность практического использования предложенного метода трехкритериального ранжирования показана на двух расчетных примерах, для которых в литературных источниках приводятся результаты, полученные с использованием известных многокритериальных методов. Сравнение результатов расчетов, полученных с использованием известных и нового методов, свидетельствует о том, что использование предложенного метода в комбинации с другими методами позволяет повысить обоснованность разрабатываемых рекомендаций или найти перспективные альтернативы, которые не были выявлены другими методами. Эти результаты позволяют сделать вывод, что использование разработанного метода трехкритериального ранжирования может быть достаточно перспективным для многокритериальной

оптимизации сложных объектов.

**Ключевые слова:** многокритериальное принятие решений, метод трехкритериального ранжирования; метод VIKOR; ранжирование альтернатив

## METHOD OF THREE-CRITERIAL RANKING AND ITS USE FOR A MULTI-CRITERIAL COMPARISON OF ALTERNATIVES

*Ivan U. Svyda (Doctor of Military Sciences, Senior Research Fellow)<sup>1</sup>*  
*Mykhajlo M. Potjomkin (Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow)<sup>1</sup>*  
*Ruslan B. Khomchak<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Central Research Institute of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*General Inspection of the Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

VIKOR is well-known method that widely used for overall ranking of the alternatives. In this paper an overview of VIKOR method's algorithm is given. Its analysis is demonstrated that VIKOR method has a few problems such as: it is necessary to set a value for additional coefficient; uncertainty its result's interpretation. It is need a substantial processing to solve these problems within VIKOR method. However, the development of his basic idea of comparison alternatives on the two criteria relative to the best point by further comparison of the alternatives with respect to the worst point makes it possible to propose a new method – a three-criteria ranking method that will increase the validity of the results by increasing the completeness of comparison of the alternatives. For this new method, the corresponding dependencies are given, and also a step-by-step description of the calculations. The possibility of practical use of the proposed three-criteria ranking method is shown in two computational examples for which there are given the results obtained using known multicriteria methods in the literature. Comparison of the results of calculations obtained using known and new methods indicates that the use of the proposed method in combination with other methods gives a possibility to raise validity recommendations or to find perspective alternatives, which was not found by other methods. These results allow us to conclude that the use of the developed three-criteria ranking method can be quite promising for multicriteria optimization of complex objects.

**Keywords:** multi-criteria decision-making, three-criteria ranking method; the VIKOR method; ranking alternatives

### References

- 1. Romanchenko I.S.,** Zagorka O.M. (2007), Using taxonomy methods for military research [*Vykorystannja taksonomichnykh metodiv pry provedenni doslidzenj u vojennij spravi*], Col. of scient. pap. CRI of AF of Ukraine, № 3 (41), pp. 5–16.
- 2. Zagorka O.M.,** Mosov S.P., Sbitniev A.I., Stuzhuk P. I. (2005), Complex military systems research's componentry [*Elementy doslidzhennja skladnykh system vijsjkovogho pryznachennja*], NADU, Kyiv, 100 p.
- 3. El-Santawy M. F.** (February, 2012), A VIKOR method for solving personnel training selection problem, *Int. J. Of Computing Science*, Vol. 1, № 2, pp. 9–12.
- 4. Kumar R.,** Kumar R., Soni G., Chabra S. (December, 2013), Optimization of process parameters during CNC turning by using AHP & VIKOR Method, *International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 2, Iss. 12, pp. 3478–3480.
- 5. Chang C.-L.,** Lin Y.-T. (2014), Using the VIKOR method to evaluate the design of a water quality monitoring network in a watershed, *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, № 11, pp. 303–310.
- 7. Bondor C.-I.,** Kacso I. M., Lenghel A., Istrate D., Mureşan A. (2013) VIKOR method for diabetic nephropathy risk factors analysis, *Applied Medical Informatics*, Vol. 32, № 1, pp. 43–52.
- 6. Rezaei F.,** Gheibdoust H. (2014), Performance evaluation of banking industry in Iran by VIKOR method, *Int. J. of Management and Humanity Sciences*, Vol. 3 (7), pp. 2653–2662.
- 8. Larichev O.I.** (2000), Theory and methods for decision making [*Teoriya i metodyi prinyatiya resheniy*], Logos, Moscow, 296 p.