УДК 330.115:681.3

Г. К. Ковальчук, аспірантка,
Національна металургійна академія України

МОДЕЛЬ РАНЖУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ МЕТОДОМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ЗГОРТКИ КРИТЕРІЇВ

АННОТАЦІЯ. Проаналізовано умови невизначеності ранжування економічних об'єктів при застосуванні метода геометричної згортки критеріїв та запропоновано модель, яка враховує та частково знижує невизначеності ранжування, що підвищує адекватність результатів моделювання.

ABSTRACTS. The terms of fuzziness of economic objects ranging were analyzed with using of geometrical convolution criteria method. A model which takes into account and partly reduces the fuzziness of ranging is offered.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Модель, критерій, ранжування, економічний об'єкт.

У ринковій економіці ранжування економічних об'єктів за множиною ознак (критеріїв) стає суттєвим джерелом інформування суб'єктів господарювання та пересічних споживачів щодо формування їх раціональної ринкової поведінки. Так, урахування різноманітних рейтингів (підприємств, комерційних банків, страхових компаній, цінних паперів, регіонів, брендів корпорацій, марок товарів та послуг тощо) стає невід'ємним фактором прийняття різноманітних економічних (комерційних, інвестиційних, страхових, управлінських, організаційних) рішень.

Одним із найрозповсюдженіших методів ранжування економічних об'єктів є метод цільового програмування, який було запропоновано американськими вченими А. Чарнсом і В. Купером у 1953 році для визначення оптимальних стратегій програмно-цільового управління [1]. Метод може застосовуватися, якщо мається інформація щодо «ідеального» об'єкту (стратегії, стану, альтернативи, рішення). Тоді у вигляді функції ранжування природно використати відстань між поточним z і «ідеальним» i об'єктами у вигляді метрики багатокритеріального простору [2]:

$$R_i(z)=\left(\sum_{k=1}^{n} w_k \left|f_k(z)-f_k(i)\right|^p\right)^{1/p} \quad \Rightarrow \quad \min, \tag{1}$$

де R_i — відстань поточної альтернативи z до «ідеальної» i;

$0\le f_k \le 1$ — k-й критерій у нормованому вигляді, $k=1,2,...,n$;

w_k — ваговий коефіцієнт значущості k-го критерію;

p — параметр простору критеріїв ($p = 1$ — лінійна метрика, $p = 2$ — евклідова метрика, $p = +\infty$ — метрика Чебишева).

Дослідженню та використанню в управлінні економікою методу цільового програмування (1) присвячено багато публікацій [3—10], у яких розглядаються проблеми: вибору виду метрики (параметра p), нормування критеріїв, визначення вагових коефіцієнтів значущості критеріїв та взагалі доцільності їх використання, ефективності звужування множини Парето-оптимальних об'єктів, адекватності та адаптації методу до вирішення конкретних задач ранжування економічних об'єктів в управлінській (стратегії, персонал), фінансовій (інвестування, страхування, кредитування) та маркетинговій (цільові сегменти, марки товарів, бренди корпорацій) сферах.

Відповідно до цього, у роботі аналізується одна із найбільш поширених модифікація методу цільового програмування, а саме метод геометричної згортки критеріїв [11], який дозволяє упорядкувати альтернативи за допомогою евклідової метрики тобто відстані до «ідеального» R_i (2) або «антиідеального» R_a (3) об'єкту:

$$R_i = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (f_k - 1)^2}, \tag{2}$$

$$R_a = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} f_k^2}, \tag{3}$$

де R_i — відстань поточної альтернативи $z\left(f_1, f_2, ..., f_n\right)$ до «ідеальної» $i\left(1,1,...,1\right)_n$;

R_a — відстань поточної альтернативи $z\left(f_1, f_2, ..., f_n\right)$ до «антиідеальної» $a\left(0,0,...,0\right)_n$;

$0 \le f_k \le 1$ — k-й критерій у нормованому вигляді, $k = 1,2,...,n.$

У загальному випадку правило ранжування для будь яких альтернатив y та z у нормованому просторі критеріїв $\left(f_1, f_2, ..., f_n\right)$ має вигляд (4):

$$\begin{aligned} &y \succ z, \quad if\left(R_i(y) < R_i(z)\right) \& \left(R_a(y) > R_a(z)\right) \text{ підпростір } A, \\ &y \prec z, \quad if\left(R_i(y) > R_i(z)\right) \& \left(R_a(y) < R_a(z)\right) \text{ підпростір } B. \end{aligned} \tag{4}$$

Сукупність підпросторів $A \cup B$ формує зону визначеності ранжування для будь якої альтернативи. В той же час, для кожної альтернативи z маються підпростори альтернатив, для яких виникає протиріччя між близькістю до «ідеалу» і віддаленістю від «антиідеалу», а саме: підпростір *C*, альтернативи якого одночасно ближчі альтернативи *z* як до «ідеалу», так і до «антиідеалу» (5) та підпростори $D \cup E$, альтернативи яких одночасно дальші альтернативи *z* як до «ідеалу», так і до «антиідеалу» (6):

$$y \succ\prec z, \quad if\ \left(R_i(y) < R_i(z)\right) \& \left(R_a(y) < R_a(z)\right) \text{ підпростір } C, \tag{5}$$

$$y \prec\succ z, \quad if\ \left(R_i(y) > R_i(z)\right) \& \left(R_a(y) > R_a(z)\right) \text{ підпростір } D \cup E. \tag{6}$$

Загальна площина *S* таких зон протиріччя $C \cup D \cup E$ дозволяє оцінити рівень невизначеності альтернативи *z* щодо її ранжування, тобто порівняння з іншими альтернативами, і для випадку двомірного простору критеріїв (f_1, f_2) визначається за формулами:

$$S(z) = 1 + 2S_c - \frac{\pi}{4}\left(R_a^2 - R_i^2\right), \quad if\ \left(R_a \le 1\right) \& \left(R_i \le 1\right),$$

$$S(z) = 1 + 2S_c - \frac{\pi R_i^2}{4} - R_a^2\left(\frac{\pi}{4} - \arg tg\sqrt{R_a^2 - 1}\right) - \sqrt{R_a^2 - 1}, \quad if\ R_a > 1, \tag{7}$$

$$S(z) = 1 + 2S_c - \frac{\pi R_a^2}{4} - R_i^2\left(\frac{\pi}{4} - \arg tg\sqrt{R_i^2 - 1}\right) - \sqrt{R_i^2 - 1}, \quad if\ R_i > 1,$$

де $S_c = \frac{2\sqrt{2}}{3}\left|f_1 - f_2\right|\left(R_a - R_i\right) - \sqrt{R_a^2 - \frac{(f_1 - f_2)^2}{2}} - \sqrt{R_i^2 - \frac{(f_1 - f_2)^2}{2}}$ — площа підпростору *C*.

Графічна інтерпретація зон невизначеності для умові $R_a < 1 \,\&\, R_i < 1$ представлено на рис. 1, для умові $R_a > 1$ — на рис. 2, для умови $R_i > 1$ — на рис. 3

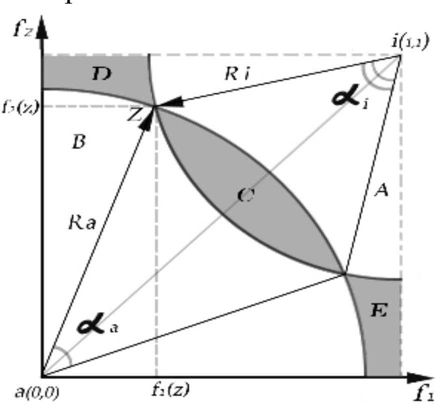

Рис. 1. Графік зон невизначеності при умові $R_a < 1 \,\&\, R_i < 1$

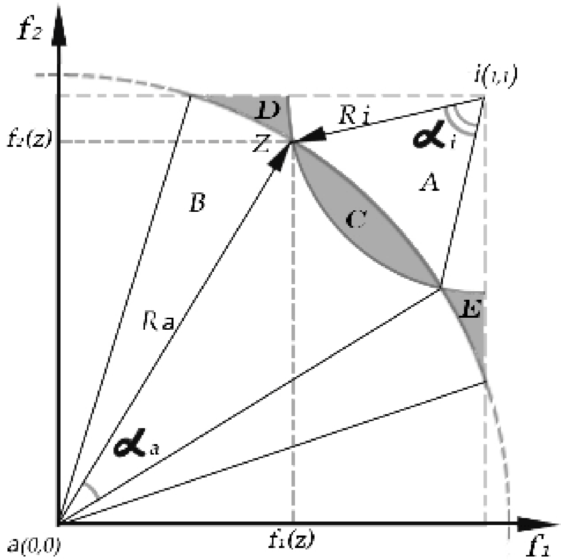

Рис. 2. Графік зон невизначеності при умові $R_a > 1$

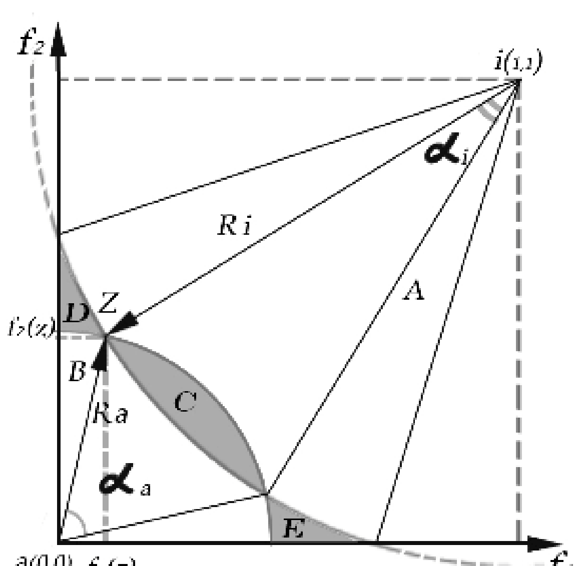

Рис. 3. Графік зон невизначеності при умові $R_i > 1$

Чисельний аналіз ранжування економічних об’єктів у просторі двох критеріїв (f_1,f_2) за принципами віддаленості від «антиідеалу» (0,0) R_a (ранги RR_a) та близькості до «ідеалу» (1,1) R_i (ранги RR_i), а також оцінки невизначеності альтернативи $S(z)$ (7), ранжування за рівнем невизначеності RS та ступень зниження невизначеності $ДІ=(1 - S)/S_p$ у порівнянні із Парето-оптимальністю S_p подано у табл. 1. Для прикладу, генерація 36 альтернативних об’єктів ранжування проводилася у нормованому просторі двох критеріїв із шагом їх зміни 0,2.

Таблиця 1

РЕЗУЛЬТАТИ РАНЖУВАННЯ

N	f_1	f_2	R_a	RR_a	R_i	RR_i	S	S_p	RS	$ДІ = (1 - S)/S_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1,414	1	0,000	1	0,000	0	1	—
2	1	0,8	1,281	2	0,200	2	0,012	0,2	2	4,94
3	1	0,6	1,166	3	0,400	4	0,056	0,4	4	2,36
4	1	0,4	1,077	5	0,600	7	0,145	0,6	7	1,43
5	1	0,2	1,020	6	0,800	10	0,298	0,8	11	0,88
6	1	0	1,000	7	1,000	14	0,534	1	12	0,47
7	0,8	1	1,281	2	0,200	2	0,012	0,2	2	4,94
8	0,8	0,8	1,131	4	0,283	3	0,026	0,32	3	3,04
9	0,8	0,6	1,000	7	0,447	5	0,070	0,44	5	2,11
10	0,8	0,4	0,894	8	0,632	8	0,143	0,56	6	1,53
11	0,8	0,2	0,825	10	0,825	11	0,198	0,68	10	1,18
12	0,8	0	0,800	11	1,020	15	0,298	0,8	11	0,88
13	0,6	1	1,166	3	0,400	4	0,056	0,4	4	2,36
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	0,6	0,8	1,000	7	0,447	5	0,070	0,44	5	2,11
15	0,6	0,6	0,849	9	0,566	6	0,183	0,48	8	1,70
16	0,6	0,4	0,721	12	0,721	9	0,194	0,52	9	1,55
17	0,6	0,2	0,632	13	0,894	13	0,143	0,56	6	1,53
18	0,6	0	0,600	14	1,077	16	0,145	0,6	7	1,43
19	0,4	1	1,077	5	0,600	7	0,145	0,6	7	1,43
20	0,4	0,8	0,894	8	0,632	8	0,143	0,56	6	1,53
21	0,4	0,6	0,721	12	0,721	9	0,194	0,52	9	1,55
22	0,4	0,4	0,566	15	0,849	12	0,183	0,48	8	1,70

Закінчення табл. 1

N	f_1	f_2	R_a	RR_a	R_i	RR_i	S	S_p	RS	ДІ = (1 – S)/S_p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	0,4	0,2	0,447	16	1,000	14	0,070	0,44	5	2,11
24	0,4	0	0,400	17	1,166	18	0,056	0,4	4	2,36
25	0,2	1	1,020	6	0,800	10	0,298	0,8	11	0,88
26	0,2	0,8	0,825	10	0,825	11	0,198	0,68	10	1,18
27	0,2	0,6	0,632	13	0,894	13	0,143	0,56	6	1,53
28	0,2	0,4	0,447	16	1,000	14	0,070	0,44	5	2,11
29	0,2	0,2	0,283	18	1,131	17	0,026	0,32	3	3,04
30	0,2	0	0,200	19	1,281	19	0,012	0,2	2	4,94
31	0	1	1,000	7	1,000	14	0,534	1	12	0,47
32	0	0,8	0,800	11	1,020	15	0,298	0,8	11	0,88
33	0	0,6	0,600	14	1,077	16	0,145	0,6	7	1,43
34	0	0,4	0,400	17	1,166	18	0,056	0,4	4	2,36
35	0	0,2	0,200	19	1,281	19	0,012	0,2	2	4,94
36	0	0	0,000	20	1,414	20	0,000	0	1	—

Аналіз результатів моделювання дозволяє зробити такі твердження:

— рівень невизначеності ранжування альтернатив методом геометричної згортки критеріїв $S(z)$ значно нижчий множини недомінованих альтернатів $S_P(z)$, яка визначається відповідно до оптимальності за Парето $S(z) << S_P(z) = f_1 + f_2 - 2f_1f_2$. Так, відповідно до чисельного експерименту (див. табл.1), зниження невизначеності *ДІ* змінюється у інтервалі від 0,47 до 4,94 разу;

— рівень невизначеності ранжування $S(z)$ змінюється в інтервалі $0 \le S(z) \approx< 0{,}53$, тобто може досягти достатньо високих значень, коли майже 53 % альтернатив неможливо надійно порівняти з поточною альтернативою *z* (5,6). Так, відповідно до чисельного експерименту (див. табл. 1), ранжування за принципами віддаленості від «антиідеалу» RR_a та близькості до «ідеалу» RR_i співпало ($RR_a = RR_i$) у 10 випадках із 36;

— рівень невизначеності ранжування $S(z)$ має тенденцію на значне зниження у підпросторах, які є близькими до «ідеалу» $(R_i \Rightarrow 0)$, або до «антиідеалу» $(R_a \Rightarrow 0)$, і навпаки — значно збільшується при різкому дисбалансі між критеріями $((f_1 \to 0) \& (f_2 \to 1) or (f_1 \to 1) \& (f_2 \to 0))$. Так, відповідно до чисельного експерименту (див. табл. 1), усі 10 співпадань рангів RR_a =

$= RR_i$, а також усі незначні неспівпадання $|RR_a - RR_i| < 2$ знаходяться у підпросторах, які є близькими до «ідеалу» $(R_i \Rightarrow 0)$ підпросторах, які є близькими до «ідеалу» $(R_i \Rightarrow 0)$, або до «антиідеалу» $(R_a \Rightarrow 0)$ підпросторах, які є близькими до «ідеалу» $(R_i \Rightarrow 0)$, або до «антиідеалу» $(R_a \Rightarrow 0)$ або до «антиідеалу» $(R_a \Rightarrow 0)$.

Для врахування і часткового подолання невизначеності ранжування альтернатив методом геометричної згортки критеріїв пропонується:

1. Зняття невизначеності щодо правила ранжування ще на етапі якісного аналізу проблеми ранжування економічних об'єктів, тобто відповідно до особливості проблемної економічної ситуації, яка вирішується, обґрунтувати вибір або правила «мінімуму відстані до ідеалу» (1) або правила «максимуму відстані до анти ідеалу» (2).

2. Перейти від моделі ранжування альтернатив до менш інформативної моделі класифікації альтернатив. Для цього пропонується доповнити два класи «близьких» до ідеальної та антиідеальної альтернатив, класами дисбалансового типу, тобто коли один критерій приймає високі значення, а інший навпаки — низькі.

3. При відборі репрезентативного статистичного матеріалу для формування еталонні множини об'єктів кожного класу та подальшого визначення вирішальних функцій та розподільчих положень у критеріальному просторі, враховувати як вагові коефіцієнти рівня їх невизначеності.

Література

1. *Charsnes A.* Management models and industrial applications of line programming / A. Charsnes, W. Cooper. — N.Y.: Wiley, 1961. — 362, [1] p.

2. *Дубов Ю. А.* Многокритериальные модели формирования выбора варианта систем / Дубов Ю. А. — М.: Наука, 1986. — 283 с.

3. *Штойер Р.* Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения / Штойер Р. — М.: Наука, 1982. — 296 с.

4. *Гермейер Ю. Б.* Введение в теорию исследования операцій / Гермейер Ю. Б. — М.: Наука, 1971. — 218 с.

5. *Подиновский В. В., Ногин В. Д.* Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. Подиновский, В. Ногин. — М.: Наука, 1982. — 256, [1] с.

6. *Хоменюк В. В.* Элементы теории многокритериальной оптимизации / Хоменюк В. В. — М.: Наука, 1983. — 261 с.

7. *Ларичев О. И.* Объективные модели и субъективные решения / Ларичев О. И. — М.: Наука, 1987. — 245 с.

8. *Ларичев О. И.* Теория и методы принятия решений / Ларичев О. И. — М.: Логос, 2000. — 300 с.

9. *Лотов А. В.* Введение в экономико-математическое моделирование / Лотов А. В. — М.: Наука, 1984. — 245 с.
10. Компьютер и поиск компромисса. Метод достижимых целей / [Лотов А. В., Бушенков В. А., Каменев Г. К. и др.] — М.: Наука, 1997. — 364 с.
11. *Ковальчук К. Ф.* Интеллектуальная поддержка принятия экономических решений / Ковальчук К.Ф.; [отв. ред. О. П. Суслов.] — Донецк: ИЭП НАНУ, 1996. — 224 с.

УДК 004.822 004.5

І. А. Козак, канд. екон. наук, доцент,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ВІДОБРАЖЕННЯ ОНТОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ У КОНЦЕПТУАЛЬНІ СХЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

АННОТАЦИЯ. В статье описаны правила отображения онтологических моделей (таксономий, композиций, свойств) в концептуальные схемы информационной системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. онтологии, онтологические модели, концептуальная схема, информационные системы.

АНОТАЦІЯ. В статті описано правила відображення онтологічних моделей (таксономій, композицій, властивостей) у концептуальні схеми інформаційної системи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. *Онтології, онтологічні моделі, концептуальна схема, інформаційні системи.*

SUMMARY. The rules of image of ontology models (the taxonomy, composition, characteristic) in conceptual schemes of the information systems are described in the article.

KEY WORDS. Ontologies, ontology models, conceptual scheme, information systems.

В роботі [1] нами сформульована концепція онтологічного моделювання інформаційних систем (ІС) як розвиток ідеї Guarino [2] про можливість проектування інформаційних систем на основі онтологій.

При цьому зазначено, що в основі концепції онтологічного проектування ІС мають лежати два типи моделей: онтологічна модель і концептуальна схема ІС.