

## Посилання на статтю

Гладка О.М. Математичне моделювання ціннісно-орієнтованих процесів розробки та прийняття стратегічних віхових рішень / О.М. Гладка // Управління проектами та Розвиток виробництва: Зб.наук.пр. - Луганськ: вид-во СЛУ ім. В.Дала, 2010. - № 1 (33). - С. 81-88. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/33/10gomsvr.pdf>

УДК 005.8:005.53

О.М. Гладка

### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦІННІСНО-ОРІЄНТОВАНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ ВІХОВИХ РІШЕНЬ

Побудовано модель прийняття стратегічного рішення у вісі проекту із застосуванням теорії нечітких множин. Рис. 7, дж. 10.

Ключові слова: стратегічне рішення в проекті девелопменту нерухомості, цінність продукту проекту, оцінка цінності продукту проекту, зацікавлені сторони проекту девелопменту нерухомості, модель прийняття стратегічного рішення, нечіткі множини, поріг поділу.

Е.Н. Гладкая

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕННОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ И ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ВЕХОВЫХ РЕШЕНИЙ

Построена модель принятия стратегического решения в вехе проекта с использованием теории нечетких множеств.

E.N. Gladkaya

### MATHEMATICAL SIMULATING OF VALUE-ORIENTED PROCESSES FOR SHAPING AND MAKING STRATEGIC MILESTONE DECISIONS

Model of making the project strategic milestone decision using fuzzy sets theory.

**Постанова проблеми в загальному вигляді та аналіз останніх шляхів її вирішення.** Для прийняття стратегічних рішень в роботі [1] було побудовано узагальнену модель оцінювання цінності проміжної конфігурації продукту проекту для зацікавленої сторони.

Сьогодні умови розробки і ухвалення рішень, що приймаються власниками, об'єктивно ускладнюються необхідністю перегляду постійно зростаючих обсягів інформації в обмежений час в умовах невизначеності обстановки. Вихідна інформація, що використовується при цьому, характеризується неточністю, неповнотою і суперечністю, що ускладнює ухвалення рішень.

У той же час, рішення, що приймаються в процесі реалізації проектів девелопменту нерухомості, мають бути обґрунтованими і забезпечувати максимальну задоволеність власника та інших зацікавлених сторін проекту.

Одним із можливих шляхів підвищення оперативності і якості рішень, що приймаються, є автоматизація процесу вироблення і ухвалення рішень на основі методів і засобів штучного інтелекту у складі відповідних експертних систем і систем підтримки ухвалення рішень. Побудова моделей автоматизації процесу ухвалення рішень для завдань управління на основі експертної інформації, що мають нечіткий опис, у складі систем підтримки ухвалення рішення виявилось можливим завдяки введенню понять нечітких множин і лінгвістичної змінної. У даних моделях результати ухвалення проектних рішень можуть наближатися за якістю до рішень, прийнятих людиною, а за швидкістю їх здобуття істотно перевищувати час реакції людини (особливо в складних ситуаціях) [2-7].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В сучасних наукових працях доведено, що управління проектами слід розглядати як прийняття управлінських рішень із застосуванням ціннісно-орієнтованого підходу [8, с.42]. Проекти девелопменту з цих позицій ще не розглядалися. Відсутність практичних інструментів управління проектами девелопменту нерухомості робить цю проблему досить актуальною.

В роботах по управлінню проектами девелопменту нерухомості [9, 10] розглядаються лише питання розуміння місця, ролі та інтересів зацікавлених сторін девелоперських проектів з метою забезпечення узгодженості їх дій для успішної реалізації проекту. Питання визначення цінності продукту проекту для зацікавлених сторін в певний момент часу не розглядаються.

**Метою статті** є розробка математичної моделі прийняття стратегічного рішення у вісі проекту.

**Основна частина дослідження.** В основу моделі прийняття стратегічного рішення у вісі проекту пропонується покласти теорію нечітких множин [2-7]. Математична теорія нечітких множин дозволяє описувати нечіткі поняття й знання, оперувати цими знаннями та робити нечіткі висновки. Нечітка логіка, на якій ґрунтується нечітке управління, ближче по духу до людського мислення та природних умов, ніж традиційні логічні системи. Наявність математичних засобів відображення нечіткості вихідної інформації дозволяє побудувати модель, адекватну реальності.

Сучасне динамічне оточення проектів девелопменту нерухомості не дає змоги чітко визначити критерії, за якими зацікавлені сторони мають приймати рішення. В наслідок чого більшість рішень приймаються інтуїтивно.

В таких умовах потрібно мати інструменти, які б дозволили проводити розрахунки і приймати рішення в умовах невизначеності, неточної та/або неповної інформації про відношення тієї чи іншої зацікавленої сторони до цінності продукту проекту.

Але рішення, що пропонуються теорією нечітких множин, самі несуть відтиск нечіткості і вони розглядаються як рекомендації для осіб, що приймають рішення. Тим не менше, збільшення інформованості цих осіб впливає на достовірність та вірність рішень, що ними приймаються.

В проектах девелопменту нерухомості кожна зацікавлена сторона має свою уяву про цінність продукту проекту в його проміжній конфігурації в певній стратегічній вісі. І для побудови кількісної уяви про гармонізовану цінність продукту проекту для усіх зацікавлених сторін необхідно з'ясувати їх особисті думки стосовно цінності продукту. Але така оцінка буде відбуватися в умовах нечіткості: інформація по своїй природі неповна, а особиста думка (відношення) зацікавленої сторони до продукту проекту нечітка.

Для того щоб побудувати модель оцінки цінності зацікавлених сторін було проведено аналіз існуючих математичних моделей із застосуванням теорії нечітких множин [2, 3, 6]. Найбільш прийнятною, на нашу думку, є модель

розподілу на торговельні зони, яка була запропонована І. Леунг [6, с. 339-349] при дослідженні розподілу торговельних зон в нечітких умовах, коли є неповнота інформації та неточність стосовно рішення споживача про поїздку. Переваги даної моделі для задачі оцінки цінності продукту проекту зацікавленими сторонами проекту девелопменту нерухомості полягає в тому, що можна буде розрахувати мінімальний інтегральний поріг значущості оцінки. Цей поріг буде враховувати як особистісну оцінку кожної зацікавленої сторони відносно цінності продукту проекту в його поточній конфігурації на момент прийняття рішення (у певній стратегічній вісі), так і оцінку наявності та значущості цього показника для кожної альтернативи.

В моделі прийняті наступні припущення:

- існує (розробляється) деякий проект девелопменту нерухомості;
- існує обмежена кількість ( $n$ ) зацікавлених сторін проекту;
- в кожній стратегічній вісі проекту існує обмежена кількість ( $k$ ) альтернативних варіантів розвитку проекту;
- альтернативи характеризуються обмеженою кількістю ознак ( $m$ );
- одна альтернатива краща за іншу, якщо її ознаки (цінність) більше задовольняють зацікавлену сторону.

Нехай:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множина зацікавлених сторін проекту;

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$  – множина альтернативних варіантів розвитку проекту;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$  – множина ознак (критеріїв), які характеризують альтернативу.

Задамо нечітке відношення  $R$ , таке що  $R: X \times Y \rightarrow [0,1]$  для всіх  $x \in X$  та  $y \in Y$ , яке визначає ступінь значимості ознаки у згідно оцінці певною зацікавленою стороною  $x$  при визначенні нею переваги цінності однієї з альтернатив.

Відношення  $R$  представимо у матричному вигляді:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & \dots & y_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mu_R(x_1, y_1) & \mu_R(x_1, y_2) & \dots & \mu_R(x_1, y_m) \\ \mu_R(x_2, y_1) & \mu_R(x_2, y_2) & \dots & \mu_R(x_2, y_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_R(x_n, y_1) & \mu_R(x_n, y_2) & \dots & \mu_R(x_n, y_m) \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (1)$$

Нехай  $S$  – нечітке відношення, таке що  $S: Y \times Z \rightarrow [0,1]$  є функцією приналежності  $\mu_S(y, z)$ . Для усіх  $y \in Y$  та  $z \in Z$ . Функція  $\mu_S(y, z)$  визначає ступінь приналежності або сумісності альтернативи  $z$  з певною ознакою  $y$ . У матричній формі відношення  $S$  має вигляд:

$$\begin{matrix} z_1 & z_2 & \dots & z_k \end{matrix}$$

$$S = \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \mu_s(y_1, z_1) & \mu_s(y_1, z_2) & \dots & \mu_s(y_1, z_k) \\ \mu_s(y_2, z_1) & \mu_s(y_2, z_2) & \dots & \mu_s(y_2, z_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_s(y_m, z_1) & \mu_s(y_m, z_2) & \dots & \mu_s(y_m, z_k) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Побудуємо матрицю T:

$$T = \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} \begin{matrix} z_1 & z_2 & \dots & z_k \\ \begin{bmatrix} \mu_{R \circ S}(x_1, z_1) & \mu_{R \circ S}(x_1, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_1, z_k) \\ \mu_{R \circ S}(x_2, z_1) & \mu_{R \circ S}(x_2, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_2, z_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{R \circ S}(x_n, z_1) & \mu_{R \circ S}(x_n, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_n, z_k) \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (3)$$

Елементи даної матриці визначаються функцією приналежності  $\mu_{R \circ S}(x, z)$ , яку можна задати як композицію двох нечітких відношень:

$$\mu_{R \circ S}(x, z) = \bigcup_y (\mu_R(x, y) \wedge \mu_S(x, y)), \quad (4)$$

для усіх  $x \in X$ ,  $y \in Y$ ,  $z \in Z$ .

Для визначення множини зацікавлених сторін, які віддали перевагу тій чи іншій альтернативі, було використано поняття порогу поділу  $l$ . Його можливо визначити як максимальне значення з перетинів функцій приналежності  $\mu_{R \circ S}(x, z)$ , тобто обравши альтернативу, якій зацікавлені сторони надають найбільшу перевагу. Такий вибір робиться на основі матриці  $W$ , яка будується на основі перетинів функцій  $\mu_{R \circ S}(x, z)$ :

$$W = \begin{bmatrix} \mu_{R \circ S}(x_1, z_1) \wedge \mu_{R \circ S}(x_1, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_1, z_{k-1}) \wedge \mu_{R \circ S}(x_1, z_k) \\ \mu_{R \circ S}(x_2, z_1) \wedge \mu_{R \circ S}(x_2, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_2, z_{k-1}) \wedge \mu_{R \circ S}(x_2, z_k) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{R \circ S}(x_n, z_1) \wedge \mu_{R \circ S}(x_n, z_2) & \dots & \mu_{R \circ S}(x_n, z_{k-1}) \wedge \mu_{R \circ S}(x_n, z_k) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Після визначення  $l$  по кожній альтернативі формується множина зацікавлених сторін, які надали їй перевагу за умови, що:

$$l < \min_{ij} \max_x \min [\mu_{R \circ S}(x, z_i), \mu_{R \circ S}(x, z_j)]. \quad (6)$$

Тобто, кожна з альтернатив буде мати перелік зацікавлених сторін, які вважають, що з урахуванням наявності порогу поділу  $l$  ця альтернатива може бути обрана в якості подальшого напряму розвитку проекту девелопменту нерухомості.

Після визначення порогу  $l$ , зони переваг альтернатив  $A_i$ ,  $i=1, \dots, k$ , описується множиною:

$$A_i = \{x | \mu_{RoS}(x) \geq \min_{ij} \max_x \min [\mu_{RoS}(x, z_i), \mu_{RoS}(x, z_j)]\}, \quad (7)$$

для усіх  $x \in A_i$ .

Точність оцінок, отриманих за допомогою цієї математичної моделі, визначається точністю визначення оцінок у матриці бінарних відношень та рівнем компетентності зацікавлених сторін.

Розглянемо приклад. Нехай реалізується проект створення багатофункціонального комплексу у м. Дніпропетровськ. Необхідно прийняти рішення у вісі «Земля – Правоустановлюючі документи». Альтернативні варіанти розвитку проекту, що розглядаються у даній вісі:  $z_1$  – розробка концепції проекту,  $z_2$  – продаж юридичної особи, на яку оформлено земельну ділянку.

Необхідно визначити, яка з альтернатив має більшу перевагу для зацікавлених сторін. Для цього спочатку необхідно визначити важливість (значимість) характеристики (ознак) альтернатив для зацікавлених сторін.

Припустимо, що у вісі визначено 5 зацікавлених сторін  $\{x_i\}, i \in \overline{1,5}$ . Візьмемо чотири ознаки:  $y_1$  – період окупності проекту;  $y_2$  – вартість проекту;  $y_3$  – конкурентоспроможність;  $y_4$  – значимість для міста.

Оцінку цінності альтернативи за вищезазначеними параметрами зацікавлені сторони можуть виконати або використовуючи лінгвістичні змінні (приклад), або бальну шкалу (табл. 1).

Таблиця 1

**Шкала оцінювання альтернатив**

Значення лінгвістичних змінних	Бальне значення
Дуже важливо	1
Важливо	0,9
Достатньо важливо	0,8
Не дуже важливо	0,7
Вище середньої важливості	0,6
Середньої важливості	0,5
Нижче середньої важливості	0,4
Незначна важливості	0,3
Низька важливість	0,2
Дуже низька важливість	0,1
Не має значення	0

Результати опитування зацікавлених сторін відносно важливості для них кожної ознаки альтернативи наведено в табл. 2. На перетині строки  $x_i$  та стовбцю  $y_j$  представлені суб'єктивні оцінки важливості  $j$ -ї ознаки для  $i$ -ї зацікавленої сторони 9 для оцінювання було використано лінгвістичні змінні). Як видно з табл. 2 розкид оцінок досить великий.

Таблиця 2

**Результати опитування зацікавлених сторін**

R =		$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$
-----	--	-------	-------	-------	-------

	$x_1$	Дуже важливо	Середньої важливості	Середньої важливості	Низька важливість
	$x_2$	Нижче середньої важливості	Середньої важливості	Достатньо важливо	Достатньо важливо
	$x_3$	Не має значення	Низька важливість	Середньої важливості	Нижче середньої важливості
	$x_4$	Середньої важливості	Достатньо важливо	Дуже важливо	Важливо
	$x_5$	Вище середньої важливості	Дуже важливо	Достатньо важливо	Середньої важливості

При всій грубості оцінки (зацікавлена сторона далеко не завжди може точно сформулювати власні переваги) дані, приведені в табл. 2 можуть в явному або опосередкованому через функцію (4) вигляді бути засобом зменшення невизначеності.

Система підтримки прийняття рішень переводить лінгвістичні змінні у цифрові значення. В пам'яті системи з'являється співвідношення (8), що визначає бінарне відношення  $R(x, y)$  або значення функції приналежності  $\mu_R(x, y)$ .

$$R = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0,5 & 0,5 & 0,2 \\ 0,4 & 0,5 & 0,8 & 0,8 \\ 0 & 0,2 & 0,5 & 0,4 \\ 0,5 & 0,8 & 1 & 0,9 \\ 0,6 & 1 & 0,8 & 0,5 \end{bmatrix} \end{matrix} . \quad (8)$$

Для визначення функції приналежності  $\mu_S(y, z)$ , тобто оцінки того наскільки ознаки відповідають представленим альтернативам, зацікавлені сторони дають свою особистісну оцінку аналогічно як у попередньому випадку (див. табл. 2), яка також далі переводиться в цифровий вигляд (9):

$$S = \begin{matrix} & z_1 & z_2 \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,9 & 0,1 \\ 0,5 & 0,9 \\ 0,4 & 0,8 \\ 0,8 & 0,1 \end{bmatrix} \end{matrix} . \quad (9)$$

Застосовуючи формулу (4), знаходимо значення функції приналежності  $\mu_{R \circ S}(x, z)$  (10).

$$z_1 \quad z_2$$

$$T = \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,9 & 0,5 \\ 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,5 \\ 0,8 & 0,8 \\ 0,6 & 0,9 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Елементи кожної строки співвідношення (10) характеризують альтернативу  $z_i$  значенням функції приналежності переваги зацікавленої сторони  $x_j$  альтернативі  $z_i$ .

Далі визначаємо поріг  $l$ , який в нашому випадку дорівнює 0,8, та визначаємо зони переваг альтернатив  $A_i$  по формулі (7):

$$A_1 = \{x_1, x_2, x_4\},$$

$$A_2 = \{x_2, x_4, x_5\}.$$

Тобто, зацікавленість до альтернатив поділилася таким чином, що зацікавлені сторони  $x_1, x_2$  вважають за кращу альтернативу  $z_1$ ; зацікавлені сторони  $x_2, x_5$   $z_2$ ; а зацікавлена сторона  $x_4$  вважає обидві альтернативи прийнятними.

Слід зазначити, що отримані результати ще не є рішенням, а є тільки «інформацією для роздумів» та подальших обчислень.

#### **Висновки по роботі та напрямки подальших досліджень**

1. Запропоновано в основу моделі прийняття стратегічного рішення у вісі проекту покласти теорію нечітких множин.

2. Проведено аналіз існуючих математичних моделей із застосуванням теорії нечітких множин для того щоб побудувати модель оцінки цінності продукту проекту для зацікавлених сторін.

3. Визначено, що найбільш прийнятною є модель розподілу на торговельні зони. Переваги даної моделі для задачі оцінки цінності продукту проекту зацікавленими сторонами проекту девелопменту нерухомості полягає в тому, що можна буде розрахувати мінімальний інтегральний поріг значущості оцінки. Цей поріг буде враховувати як особистісну оцінку кожної зацікавленої сторони відносно цінності продукту проекту в його поточній конфігурації на момент прийняття рішення (у певній стратегічній вісі), так і експертну оцінку наявності та значущості цього показника для кожної альтернативи.

4. Побудовано модель оцінки цінності продукту проекту зацікавленою стороною у вісі проекту.

5. Зазначено, що точність оцінок, отриманих за допомогою цієї математичної моделі, визначається точністю визначення експертних оцінок у матриці бінарних відношень та рівнем компетентності експертів.

В подальших дослідженнях необхідно буде:

– розробити метод виявлення найбільш зацікавленої сторони в певній вісі проекту девелопменту нерухомості;

– побудувати лінгвістичні моделі цінності продукту проекту для зацікавленої сторони.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Рач В.А. Ціннісно-орієнтовані стратегічні виховні рішення в проектах девелопменту нерухомості / В.А. Рач, Е.Н. Гладкая // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 3(31). – С. 161-168.
2. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости / уч. пособ. / А.П. Рыжов. – М.: Диалог-МГУ, 2003. – 81 с.
3. Трахтенгерц Э.А. Методы компьютерной поддержки формирования целей и стратегий в нефтегазовой промышленности / Э.А. Трахтенгерц, Ю.П. Степин. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 344 с.
4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств : пер. с франц. / А. Кофман. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : пер. с англ. / Л. Заде. – М.: Изд-во «Мир», 1976. – 167 с.
6. Нечёткие множества и теория возможностей. Последние достижения : пер. с англ. / под ред. Р.Р. Ягера – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
7. Круглов В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети : учеб. пособ. / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Изд-во Физ.-мат. лит-ры, 2001. –224 с. – ISBN 5-94052-027-8.
8. Рач В.А. Управління проектами: практичні інструменти реалізації стратегії: Навчальний посібник / В.А. Рач, О.В. Россошанська, О.М. Медведєва / Під заг. ред. Рача В.А. – К.: «К.І.С.», 2010. – 276 с.
9. Мазур И. И. Девелопмент недвижимости: справочник профессионала: уч. пособ. / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро и др. – М.: Омега-Л, 2009. – 1035 с.
10. Управление недвижимостью: уч. пособ. / под общ. ред. С.Н. Максимова. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. – 432 с.

Стаття надійшла до редакції 23.02.2010 р.