

# ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН У ПРОЦЕСІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОНОМІЧНОГО ОБ'ЄКТА

КОМАЗОВ П. В.

кандидат економічних наук

## Запоріжжя

Ідентифікація економічного об'єкта в процесі оцінки його вартості є складним процесом, що вимагає аналізу великої кількості інформації про об'єкт оцінки. У зв'язку з тим, що найчастіше складно одержати необхідний обсяг інформації, ці завдання аналізу можна віднести до завдань оцінки й вибору рішень в умовах невизначеності, коли нестача інформації компенсується знаннями експертів або лінгвістичними даними.

Для вирішення завдань прийняття рішень в умовах невизначеності, коли особі, що приймає рішення, доводиться оперувати неточною, неповною, некілкісною інформацією, доцільно використовувати методи теорії нечітких множин.

Метою даної статті є дослідження використання методів нечітких множин у процесі ідентифікації економічного об'єкта, які дають можливість врахування різного виду невизначеностей. Розглянемо процес роботи деякого економічного об'єкта. У найбільш загальному вигляді його діяльність на ринку можна представити у вигляді структури взаємодії, наведеної на *рис. 1*.

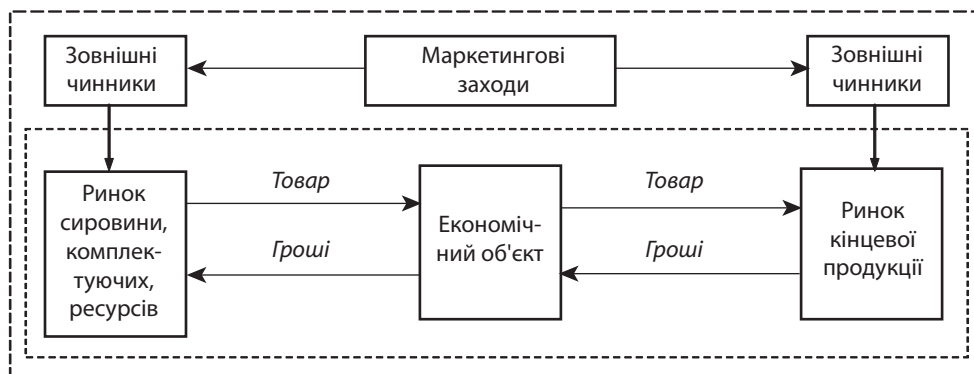


Рис. 1. Загальна схема діяльності економічного об'єкта на ринку

В умовах ринку очевидним є необхідність вирішення завдань управління підприємством на основі аналізу, насамперед попиту, пропозиції, цін на продукцію й інших ринкових показників, які визначають можливі (прогнозовані) обсяги продажів товарів і послуг. Останні дають можливість визначити ефективність і ризику пропонувананих проектів, операцій, схем, стратегій для підприємства й забезпечити прийняття найкращих бізнес-рішень. Однак розробка ефективних маркетингових стратегій залежить від якості розв'язання ряду аналітичних завдань: аналізу ринку, аналізу й прогнозу продажів; прогнозу ефективності й ризиків; планування маркетингу; пошуку ефективних схем і стратегій.

Необхідність розв'язання зазначених завдань не залежить від розміру економічного об'єкта й масштабів його діяльності. Ці завдання властиві й приватному підприємцю і великій корпорації, у вирішенні їх може брати участь як одна людина, так і ціла група підрозділів - фінансів, збуту, постачання, маркетингу, реклами, логістики, виробництва, тощо. Вирішення поставлених завдань починається з аналізу ринку. Ключовим при цьому є аналіз механізмів формування цін на ринку, що проявляється в першу чергу через взаємодію попиту та пропозиції на товар, тобто через складні прояви, що визначаються доходом споживачів, їхніми перевагами й споживчими очікуваннями, станом ресурсної бази й технологій виробництва й інших факторів, що призводять, в остаточному підсумку, до істотної невизначеності не статистичної природи. Невизначеність ринку викликає невизначеність обсягів продажів і, відповідно, потенційного доходу. При цьому важливу роль грає як власна цінова й товарна політика компанії, так і дії конкурентів, що привносить новий рівень невизначеності, при розв'язанні аналітичних завдань.

Таким чином, умови, що визначають динаміку ринку, змінюються й залежать від суб'єктивного поведіння учасників ринку, що не дає можливість говорити про статистичну природу невизначеності бізнес-процесів. Вирішення зазначених завдань класичними методами

найчастіше складно, тому необхідно використовувати підходи й інструменти для аналізу й управління економічним об'єктом, які дають можливість врахувати різного виду невизначеності.

Технології на основі теорії нечітких множин дають можливість адекватно формалізувати вихідні дані для аналітичних завдань у реальних умовах невизначеності й перейти до обробки як числових, так і лінгвістичних даних, з урахуванням спектра модальних відтінків (можливо, імовірно, вірогідно, тощо) [6]. Під ідентифікацією об'єкта оцінки будемо надалі розуміти комплексне дослідження його стану, що дає можливість отримати повноцінне розуміння оцінюваного об'єкта не тільки на мо-

мент проведення оцінки його ринкової вартості, але й у ретроспективному й прогнозованому періодах.

Розглянемо можливості застосування теорії нечітких множин до деяких етапів вирішення завдань ідентифікації об'єктів оцінки.

#### Діагностика фінансового стану підприємства.

У фінансовому аналізі існує ряд показників, що характеризують окремі сторони поточного фінансового становища підприємства: показники ліквідності, рентабельності, стабільності, оборотності капіталу, прибутковості тощо. По ряду показників відомі нормативи, що характеризують їхнє значення як позитивні або негативні. Але іноді показники, оцінювані при аналізі, однозначно нормувати неможливо. Це пов'язано зі специфікою галузей економіки, з поточними особливостями діючих підприємств, зі станом економічного середовища, у якому вони працюють. З іншого боку, у процесі оцінки для особи, що приймає рішення важливо знати ступінь прийнятності отриманих показників, - чи гарні вони, і в якому ступені, а також бажано оцінити отримані результати одним показником. В аналізі добре відомі Z-показники, сполучені з імовірністю передбачуваного банкрутства:

$$Z = \sum_i A_i X_i, \quad (1)$$

де  $X_i$  – функції показників бухгалтерської звітності;  
 $A_i$  – ваги, отримувані на основі дискримінантного аналізу вибірки підприємств, частина з яких збанкрутувала.

Також встановлюються граничні нормативи  $Z_1$  і  $Z_2$ : при  $Z < Z_1$  імовірність банкрутства підприємства висока, коли  $Z > Z_2$  – імовірність банкрутства низка,  $Z_1 < Z < Z_2$  – стан підприємства невизначений. Цей метод, розроблений Е. Альтманом, отримав широке визнання й продовжує широко використовуватися в аналізі. Зіставлення даних, отриманих для ряду країн, показує, що ваги й граничний інтервал  $[Z_1, Z_2]$  сильно відрізняються не тільки від країни до країни, але й від року до року в рамках однієї країни.

Розглянемо метод комплексної оцінки фінансового стану підприємства, що дає можливість одночасно оцінити ступінь ризику його банкрутства [3].

У процесі досконального й глибокого дослідження економічного об'єкта виявляються нові джерела невизначеності. Декомпозиція вихідної, звичайно приблизної, моделі аналізу сполучена зі зростаючими дефіцитами кількісних і якісних вихідних даних. Ряд параметрів виявляється недоступним для точного виміру, і в його оцінці з'являється суб'єктивний компонент, що виражається нечіткими оцінками: «високий», «низький», «найбільш краший», «досить очікуваний», «швидше за все», «малоймовірно», «не занадто» і т. д. Таким чином, необхідно використовувати лінгвістичні змінні для яких потрібно побудувати функції приналежності фактору нечіткій множині. Функції приналежності параметрів нечітким множинам мають ті ж переваги в аналізі, що й неklasичні типи ймовірностей, і вони також є кількісною мірою наявної інформаційної невизначеності відносно аналізованих параметрів, значення яких описується в лінгвістично-нечіткій формі.

Схема побудови комплексного фінансового показника на підставі теорії нечітких множин [3]:

1. Повна множина станів  $A$  підприємства розбивається на п'ять (у загальному випадку пересічних) нечітких підмножин такого вигляду:  $A_1$  – стани «граничного неблагополуччя (фактичного банкрутства)»;  $A_2$  – стани «неблагополуччя»;  $A_3$  – стани «середньої якості»;  $A_4$  – стани «відносного благополуччя»;  $A_5$  – стани «граничного благополуччя».

Тобто терми-множини лінгвістичної змінної «Стан підприємства» складається з п'яти компонентів. Кожному з підмножин  $A_1 \dots A_5$  відповідають свої функції приналежності  $m_1(V\&M) \dots m_5(V\&M)$ , де  $V\&M$  – комплексний показник фінансового стану підприємства, причому, чим вище  $V\&M$ , тим «благополучніше» стан підприємства.

2. Здійснюється вибір базової системи показників  $X_i$  і проводиться нечітка класифікація їхніх значень. Нехай  $D(X_i)$  – область визначення параметра  $X_i$ , незліченна множина точок осі дійсних чисел. Визначимо лінгвістичну змінну «Рівень показника  $X_i$ » із введенням п'яти нечітких підмножин множини  $D(X_i)$ :  $B_1$  – «дуже низький рівень показника  $X_i$ »;  $B_2$  – «низький рівень показника  $X_i$ »;  $B_3$  – «середній рівень показника  $X_i$ »;  $B_4$  – «високий рівень показника  $X_i$ »;  $B_5$  – «дуже високий рівень показника  $X_i$ ». Задача опису підмножин  $\{B\}$  – це задача формування відповідних функцій приналежності.

3. Побудова функцій приналежності  $\{m\}$  нечітких підмножин  $\{A\}$ . Аналізуючи досвід різних кваліфікацій лінгвістичної змінної «Стан», задаємося набором функцій приналежності  $\{m\}$ . Ці функції сформовані таким чином, що шукані комплексні показники фінансового стану підприємства  $V\&M$  по побудові приймають значення від нуля до одиниці.

4. Оцінка значимостей показників для комплексної оцінки. Кожному  $i$ -му показнику у відношенні кожного  $k$ -го рівня станів економічного об'єкта можна зіставити оцінку  $p_{ik}$  значимості даного показника для розпізнавання даного рівня стану економічного об'єкта. Побудова системи ваг  $p_{ik}$  повинна проводитися по кожному економічному об'єкту строго індивідуально.

Систему оцінок значимостей  $p_{ik}$  доцільно нормувати у такий спосіб:

$$\sum_{i=1}^N p_{ik} = 1, k = 1, \dots, 5. \quad (2)$$

Якщо система переваг одних показників іншим відсутня, то показники є рівнозначними, і  $p_{ik} = 1/N$ .

5. Побудова показника  $V\&M$ . Комплексний показник  $V\&M$  будується як двовимірний згортка по сукупності показників  $X_i$  з вагами  $p_i$  і по сукупності їхніх якісних станів.

6. Розпізнавання поточного стану підприємства. Правила для розпізнавання стану підприємства представлені в табл. 1. Відповідно до результату розпізнавання оцінюється ступінь ризику банкрутства підприємства.

Представлена методика комплексної оцінки фінансового стану економічного об'єкта буде адекватною не тільки реаліям об'єкта дослідження, але й специфічним особливостям суб'єкта, а також формально обкресленим

границям наявної інформаційної невизначеності. Коректність моделі забезпечується шляхом здійснення згортки порівнянних компонентів приналежності показників до тих або інших нечітких класів. Представлений підхід є універсальним і може бути застосований для завдань, у яких фінансові показники утворюють ієрархію з ускладненням умов класифікації станів економічного об'єкта.

«Рівень фактора». Доцільно, щоб такі функції приналежності мали трапецієдальний вид [2, 6]. Верхній основі трапеції відповідає стовідсоткова впевненість експерта в приналежності рівня фактору обраній нечіткій підмножині. Проекція ребер на область визначення носія дає два інтервали непевності. Усі інші інтервали в області визначення носія формують об'єднаний інтервал невиро-

Таблиця 1

Правила розпізнавання фінансового стану підприємства

Інтервал значень показника V&M	Класифікація рівня параметра	Функція приналежності (ступінь впевненості)
$0 < V\&M < 0,15$	«граничне неблагополуччя»	1
$0,15 < V\&M < 0,25$	«граничне неблагополуччя»	$m_1 = 10(0,25 - V\&M)$
	«неблагополуччя»	$1 - m_1 = m_2$
$0,25 < V\&M < 0,35$	«неблагополуччя»	1
	«неблагополуччя»	$m_2 = 10(0,45 - V\&M)$
$0,35 < V\&M < 0,45$	«неблагополуччя»	$1 - m_2 = m_3$
	«середньої якості»	1
$0,45 < V\&M < 0,55$	«середньої якості»	$m_3 = 10(0,65 - V\&M)$
	«середньої якості»	$1 - m_3 = m_4$
$0,55 < V\&M < 0,65$	«середньої якості»	1
	«відносне благополуччя»	$m_4 = 10(0,85 - V\&M)$
$0,65 < V\&M < 0,75$	«відносне благополуччя»	$1 - m_4 = m_5$
	«відносне благополуччя»	1
$0,75 < V\&M < 0,85$	«відносне благополуччя»	$m_5 = 10(0,85 - V\&M)$
	«граничне благополуччя»	$1 - m_5 = m_6$
$0,85 < V\&M < 1,0$	«граничне благополуччя»	1

**SWOT-аналіз.** Для оцінки сильних і слабких сторін економічного об'єкта можна використовувати як кількісні, так і якісні шкали. Розглянемо метод оцінки сильних і слабких сторін економічного об'єкта відповідно до [4]. Уведемо дворівневу шкалу, що містить ряд базових факторів, які, у свою чергу, характеризуються наборами своїх складових факторів. Базовими факторами, що характеризують силу/слабкість економічного об'єкта, можна обрати такі: Техніка, Якість, Витрати, Продажі, Ціни, Сервіс, Логістика. Складовими факторами, наприклад, по фактору «Продажі», є: доступ до сформованих каналів продажів, регіональна присутність, доступ до ключових споживачів, реклама, кваліфікація персоналу тощо.

Введемо лінгвістичну змінну «Рівень фактора» з підмножинами «Дуже низький рівень», «Низький рівень», «Середній рівень», «Високий рівень», «Дуже високий рівень» і введемо носій  $x$  – відрізок осі  $[0,1]$  (01-носій), на якому визначимо набір функцій приналежності по всіх виділених підмножинах лінгвістичної змінної

гідності – експерт стовідсотково впевнений, що ці рівні не належать даній нечіткій підмножині.

Якщо визначити по кожному складовому фактору його рівень кількісно від 0 до 1, то рівень базового фактора може бути визначений як кількісно, так і якісно згідно матричного принципу, суть якого полягає в наступному [4]. Нехай по рядках матриці відкладені складові фактори, а по стовпцях – їхні рівні, виражені відповідним набором функцій приналежності (табл. 2).

Тоді інтегральний показник сили/слабкості бізнесу по базовому  $i$ -му фактору визначається як подвійна згортка:

$$SW = \sum_{(i)} SW_i = \sum_{(i)} \sum_{(j)} p_{ij} \sum_{k=1}^5 \alpha_k \mu_{ijk}(x_j), \quad (3)$$

де  $x_j$  – кількісне значення  $j$ -го складового фактора;  
 $p_{ij}$  – вага  $j$ -го складового фактора в оцінці сили/слабкості бізнесу по базовому  $i$ -му фактору;

Таблиця 2

Матриця для розрахунку інтегрального показника

Фактори, (j)	Ваги, (p <sub>ij</sub> )	Функції приналежності для рівнів складових факторів				
		дуже низький (μ <sub>1</sub> )	низький (μ <sub>2</sub> )	середній (μ <sub>3</sub> )	високий (μ <sub>4</sub> )	дуже високий (μ <sub>5</sub> )
1		μ <sub>11</sub>	μ <sub>12</sub>	μ <sub>13</sub>	μ <sub>14</sub>	μ <sub>15</sub>
2		μ <sub>21</sub>	μ <sub>22</sub>	μ <sub>23</sub>	μ <sub>24</sub>	μ <sub>25</sub>
...	...	...	...	...	...	...
Ваги рівнів, (α <sub>k</sub> )		α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	α <sub>4</sub>	α <sub>5</sub>

$\mu_{ijk}$  – значення  $k$ -ої функції приналежності при визначенні рівня  $j$ -го складового фактора (усього функцій п'ять, по числу підмножин);

$\alpha_k = 0, 1$  – набір ваг станів в інтегральній згортці – вузлові точки, рівномірно нанесені на 01-носії.

Причому виконується  $\sum_{k=1}^5 \mu_{ijk}(x) = 1$  для будь-яких значень носія  $x$ , і система ваг показників повинна в сумі давати одиницю:  $\sum_j p_{ij} = 1$ . Виконується умова  $0 \leq SW_i \leq 1$ , і тому отримане значення можна розпізнати за загальними правилами, визначеним для 01-носія.

Аналогічним образом можна здійснити матричну згортку при переході від часткових показників сили/слабкості бізнесу по базових факторах до інтегрального показника сили/слабкості бізнесу, для чого потрібно тільки визначити ваги базових факторів в інтегральній оцінці [5].

### ВИСНОВКИ

Таким чином, проведено дослідження можливості застосування методів теорії нечітких множин у процесі ідентифікації економічного об'єкта, які дають змогу адекватно формалізувати вихідні дані для аналітичних завдань у реальних умовах невизначеності та обробляти як числові, так і лінгвістичні дані, з урахуванням спектра модальних відтінків. Наведено застосування теорії нечітких множин для діагностики фінансового стану

підприємства та SWOT-аналізу, на основі яких є можливість побудови інтегрального показника сили бізнесу. ■

### ЛІТЕРАТУРА

1. **Козаков П. В.** Нечеткое прогнозирование в системе управления экономическим объектом / П. В. Козаков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – № 8(150). Частина 1. – Луганськ, 2010. – С. 118 – 121.
2. **Козаков П. В.** Моделювання вартості підприємства в ринкових умовах / П. В. Козаков // Управління розвитком: збірник наукових статей / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції [«Сучасні засоби та технології розроблення інформаційних систем»]. – Х.: ХНЕУ, 2008. – № 14. – С. 107 – 108.
3. **Недосекин А. О.** Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cfin.ru/press/afa/2000-2/08.shtml>
4. **Недосекин А. О.** Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций / А. О. Недосекин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://sedok.narod.ru/sc\\_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
5. **Недосекин А. О.** Стратегическое планирование с использованием нечетко-множественных описаний / А. О. Недосекин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.auditfin.com/fin/2003/2/fin\\_2003\\_02\\_rus\\_06\\_02\\_Nedosekin/fin\\_2003\\_02\\_rus\\_06\\_02\\_Nedosekin.asp](http://www.auditfin.com/fin/2003/2/fin_2003_02_rus_06_02_Nedosekin/fin_2003_02_rus_06_02_Nedosekin.asp)
6. **Рутковская Д.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; [пер. с польск. И. Д. Рудинского]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

УДК 330.322.2

## МОДЕЛЬ КРИЗИСНОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИКИ (ПРИМЕР УКРАИНЫ)

**МАЛЮТИН А. К.**

кандидат экономических наук

### Сумы

Инвестиционная политика государства, как часть экономической политики, направлена на установление структуры и масштабов инвестиций, определения направлений их использования, занимает одно из центральных мест в сфере экономической и финансовой деятельности, проводимой государством и предприятиями. Вопросы инвестиционной политики – это вопросы национальной безопасности, от их правильного решения зависит во многом успешное развитие страны.

В условиях ограниченного объема инвестиций важно решить задачу их оптимального перераспределения между различными отраслями народного хозяйства. Этим вопросом посвящены многочисленные работы А. Булатова, А. Водянова, А. Вольского, А. Исаева [1, 2, 3, 4].

Однако в поле зрения авторов не попали работы, в которых бы оптимизировалось перераспределение инвестиций с точки зрения экономической угрозы государства. Целью данной работы является предложение метода поэтапного решения задачи, который, на наш

взгляд, может быть применен для решения достаточно широкого класса оптимизационных задач.

Рассмотрим модель какого-нибудь субъекта хозяйственной деятельности (страны, региона) с  $n$  отраслями народного хозяйства, которые обозначим через  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Обозначим соответствующие объемы ВВП, получаемые этими отраслями, через  $V_1, V_2, \dots, V_n$ ,  $V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$ . Соответствующие объемы инвестиций в эти отрасли обозначим через  $I_1, I_2, \dots, I_n$ ,  $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$  – совокупный объем инвестиций, через  $I_1^f, I_2^f, \dots, I_n^f$  обозначим объемы иностранных инвестиций,

$I_f = I_1^f + I_2^f + \dots + I_n^f$  – совокупный объем иностранных инвестиций,  $I_1^{pf}, I_2^{pf}, \dots, I_n^{pf}$  – объемы иностранных инвестиций за предыдущий год. Стоимость основных фондов обозначим соответственно через  $S_1, S_2, \dots, S_n$ ,  $d_j$  – означает степень износа основных фондов,  $j = 1, 2, \dots, n$ . Обозначим также через  $X_{1j} = \frac{I_j}{S_j}$ ,

$X_{2j} = \frac{I_j}{V_j}$ ,  $X_{3j} = \frac{I_j^f - I_j^{pf}}{V_j}$ ,  $X_{4j} = \frac{I_j^f}{I_j}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  показатели экономической угрозы.