

Дніпропетровський національний університет

# **Економіка: проблеми теорії та практики**

Збірник наукових праць

**Випуск 256**

**Том X**

ДНУ  
Дніпропетровськ  
2009

УДК 336  
ББК 65.01  
Е 45

Друкується відповідно до постанови Вченої Ради  
Дніпропетровського національного університету

**Головний редактор:**

д-р екон. наук, проф. *Анатолій Антонович Покотілов*

**Редакційна колегія:**

д-р фіз.-мат. наук *С. О. Смірнов*, д-р екон. наук *В. А. Ткаченко*,  
д-р техн. наук *О. М. Марюта*, д-р екон. наук *Л. В. Попкова*,  
д-р екон. наук *О. В. Ковальов*, д-р екон. наук *Я. Г. Берсуцький*,  
д-р техн. наук *Ю. Д. Морозов*, д-р екон. наук *Г. О. Крамаренко*,  
д-р екон. наук *О. С. Галушко*, д-р техн. наук *Р. Б. Тяп*, д-р екон. наук *В. В. Дорофієнко*,  
д-р екон. наук *О. Й. Шевцова*, д-р наук з державного управління *М. Х. Корецький*

**Рецензенти:**

д-р екон. наук, проф. Дніпропетровського національного університету: *І. Л. Сазонець*;  
д-р екон. наук, проф. Дніпропетровської державної медичної академії: *А. В. Батура*

**Е 45 Економіка:** проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. —

Випуск 256: В 10 т. — Т.Х. — Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. — 272 с.

ISBN 978-966-8736-05-6

У збірнику аналізуються актуальні проблеми економіки.  
Для студентів, аспірантів та викладачів вузів.

УДК 336  
ББК 65.01

ISBN 978-966-8736-05-6

© Колектив авторів, 2009



<b>Пугачов В.М.</b> РИНОК ЗЕРНА В УМОВАХ КРИЗИ .....	2355
<b>Макаренко П.М.</b> РЕПУТАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВА АПК: СТРУКТУРА ТА СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ .....	2361
<b>Бардадим М.В.</b> ТОВАРНІСТЬ І РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА В УКРАЇНІ .....	2369
<b>Бондаренко С.П.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РЕАЛІЗАЦІЄЮ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА .....	2379
<b>Томілін О.О., Мирошниченко А. О.</b> НЕТРАДИЦІЙНІ ФОРМИ І СИСТЕМИ ОПЛАТИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ .....	2385
<b>Смець О.О., Ольховська О.В.</b> ПРОГРАМУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ПРОВОГО ТИПУ .....	2392
<b>Горохова О.И.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТЕГОРИИ «КРИЗИС» .....	2397
<b>Чеченева Э.Р., Усова А.В.</b> ГЛОБАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ ФИРМ: КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО В МЕЖДУНАРОДНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ .....	2403
<b>Паночишин Ю.М., Лисюк О.М., Паночишина І.Є.</b> ОЦІНКА КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ-ПОЗИ- ЧАЛЬНИКІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ .....	2412
<b>Стефанів О.Б.</b> ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЯЄЦЬ .....	2423
<b>Прохорова В.В., Безугла Ю.Є.</b> ФІНАНСОВА РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ ЯК СКЛАДОВА ФІНАНСОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ .....	2428
<b>Дроботя Я.А.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ .....	2433



к.т.н. Паночишин Ю.М., к.е.н. Лисюк О.М., Паночишина І.Є.  
Вінницький інститут економіки, м. Вінниця

## ОЦІНКА КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ- ПОЗИЧАЛЬНИКІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

*Розглянуто підхід до оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників на основі нечіткої логіки, який дає можливість формалізувати експертні знання, поєднати кількісні й якісні показники, виконати "навчання" нечіткої моделі на основі реальних даних, що в підсумку підвищує адекватність оцінки кредитоспроможності*

**Ключові слова:** комерційний банк, підприємство-позичальник, кредитоспроможність, оцінка, нечітка логіка

### І. Вступ

Кредитування є однією з найприбутковіших, але водночас і однією з найбільш ризикованих операцій, тому комерційні банки мають проводити виважену кредитну політику та уважно ставитися до формування власного кредитного портфеля. Особливо гостро це питання постало зараз, коли в умовах світової фінансової кризи у комерційних банків виникли певні труднощі із залученням кредитних ресурсів і водночас значно зросли ризики неповернення кредитів. Один з основних підходів до зменшення кредитних ризиків полягає у ретельному відборі потенційних позичальників шляхом аналізу їхньої кредитоспроможності. Адекватна її оцінка дає можливість не тільки приймати правильні рішення щодо умов конкретних кредитних угод, але й підвищує ефективність кредитної діяльності комерційного банку та його фінансову стійкість в цілому, тому наукові дослідження, спрямовані на розробку нових та вдосконалення існуючих підходів, методів, моделей, методик оцінки кредитоспроможності позичальників, є безумовно необхідними та актуальними.

Проблема оцінки кредитоспроможності позичальників комерційних банків не є новою – її досліджували такі вітчизняні науковці як Єпіфанов А.О. [9], Дзюблюк О.В. [5], Сусіденко В.Т. [12], Вітлінський В.В. [3], Галасюк В.В. і В.В. [4], Чайковський Я.І. [13] та багато інших. Ними визначено поняття кредитоспроможності, проаналізовано відомі підходи до оцінки кредитоспроможності, обґрунтовано вибір кількісних і якісних показників, за якими можна оцінити кредитоспроможність, та визначено оптимальні значення для більшості з них, запропоновано власні оригінальні методики оцінки кредитоспроможності різних категорій позичальників тощо.

Що стосується практики, то вітчизняні комерційні банки оцінюють кредитоспроможність позичальників, керуючись Положенням Національного банку України "Про порядок формування та використання резерву для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків" [10]. Цим документом голо-



Банк вимагає, щоб під час аналізу кредитоспроможності комерційні банки обов'язково враховували ряд показників, які характеризують фінансовий стан потенційного позичальника (для деяких з цих показників наведено розрахункові формули та вказано оптимальні значення). Разом з тим НБУ дозволяє комерційним банкам використовувати додаткові показники кількісної оцінки фінансового стану, а також якісні показники, які, на їхню думку, прямо чи опосередковано характеризують кредитоспроможність позичальників. Аналізуючи кредитоспроможність конкретного підприємства-позичальника, спеціалісти кредитного відділу банку призначають кожному показнику (шляхом зіставлення його фактичного значення з деякими критеріальними рівнями) певну оцінку (бал) і на основі цих оцінок розраховують (як правило, у вигляді простої або зваженої суми балів за всі показники) значення деякого узагальненого (інтегрального) показника. Зіставляючи отримане значення з прийнятою шкалою, визначають рейтинг (клас) позичальника, відповідно до якого банк і організовує з ним кредитні відносини. Наразі більшість комерційних банків України використовують саме таку (бально-рейтингову) модель оцінки кредитоспроможності позичальників.

### II. Постановка завдання

Не дивлячись на очевидний прогрес як в науковій, так і в практичній площині, проблему оцінки кредитоспроможності позичальників комерційними банками не можна вважати вирішеною остаточно. Так, зокрема, бально-рейтингова модель оцінки кредитоспроможності, якій віддають перевагу комерційні банки, має такі недоліки (виділено лише ті з них, які є актуальними для подальшого дослідження):

використання системи балів для оцінки показників кредитоспроможності має швидше вимушений характер, аніж об'єктивно необхідний, що пов'язано з неможливістю поєднання в рамках однієї моделі якісних і кількісних показників, а лінійний вигляд моделі об'єктивно є занадто простим для того, щоб адекватно відобразити усю складність взаємозв'язків між показниками;

у процесі аналізу конкретних показників кредитоспроможності, експерти-аналітики кредитних відділів комерційних банків, як правило, оперують поняттями лінгвістичної природи (наприклад, "поганий фінансовий стан", "висока рентабельність", "низька ефективність менеджменту" тощо), однак при розрахунку інтегрального показника кредитоспроможності вони змушені оцінювати кількісно (за допомогою прийнятої системи балів), що призводить до певного потворення кінцевих результатів;

значення вагових коефіцієнтів, які виражають значимість показників в інтегральному показнику кредитоспроможності, обираються із значною мірою суб'єктивізму (відсутня науково обґрунтована методика їх призначення), і при подальшому використанні моделі на практиці, як правило, не переглядаються відсутня або не використовується методика оцінки адекватності моделі і подальшого її "навчання" на основі реальних даних).



Подоланню означених недоліків і присвячується наукове дослідження, кінцевою метою якого є підвищення адекватності оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників.

### III. Результати

Для досягнення поставленої мети пропонуємо розробити принципово новий підхід до оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, в основу якого покласти математичний апарат теорії нечітких множин і нечіткої логіки [6, 7, 8, 11 та ін.]. Подібний вибір зроблено, виходячи з таких міркувань: інструментарій нечіткої логіки дає можливість формалізувати міжпараметричні зв'язки практично будь-якої складності, при цьому параметри можуть мати як кількісний, так і якісний тип; для опису зв'язків між параметрами використовується природна мова, якою оперують експерти-аналітики; моделі на основі нечіткої логіки мають високу "здатність до навчання".

Загальна методика моделювання на основі нечіткої логіки передбачає поетапне вирішення таких задач [11]: виділення основних параметрів, які характеризують досліджувану систему, і формалізація взаємозв'язків між ними в узагальненому вигляді; визначення і формалізація лінгвістичних оцінок параметрів; побудова нечіткої бази знань про взаємозв'язки між параметрами; виведення нечітких логічних рівнянь на основі лінгвістичних оцінок і нечіткої бази знань та розробка алгоритму нечіткого логічного висновку.

Приступаючи до вирішення першої задачі, одразу зазначимо, що сьогодні, на жаль, не існує цілісної системи факторів кредитоспроможності, однак більшість дослідників сходяться на тому, що визначальними для адекватної оцінки кредитоспроможності є показники фінансового стану підприємства-позичальника. Повністю погоджуючись з такою думкою, вважаємо однак доцільним включити в систему факторів кредитоспроможності показники, що в якісному вигляді характеризують ділову успішність підприємства-позичальника. З урахуванням сказаного модель оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників запишемо в такому узагальненому вигляді:

$$Z = f_z(Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6), \quad (1)$$

де  $Z$  – інтегральний показник кредитоспроможності,  $Y1$  – платоспроможність,  $Y2$  – фінансова стійкість,  $Y3$  – ділова активність,  $Y4$  – рентабельність,  $Y5$  – показник грошового потоку,  $Y6$  – ділова успішність.

У свою чергу, платоспроможність може бути визначена на основі коефіцієнтів миттєвої ( $x1$ ), поточної ( $x2$ ) та загальної ( $x3$ ) ліквідностей; фінансова стійкість може бути подана як функція коефіцієнтів фінансової незалежності ( $x4$ ), маневреності власних коштів ( $x5$ ) і забезпеченості власними оборотними коштами ( $x6$ ); для оцінки ділової активності можна скористатися показниками оборотності оборотних коштів ( $x7$ ), дебіторської ( $x8$ ) і кредиторської ( $x9$ ) заборгованостей; рентабельність оцінюють, аналізуючи рентабельність продажу ( $x10$ ), активів ( $x11$ ), власного ( $x12$ ) та залученого ( $x13$ ) капіталів. Формально



це можна подати так:

$$Y1 = f_{Y1}(x1, x2, x3), \tag{2}$$

$$Y2 = f_{Y2}(x4, x5, x6), \tag{3}$$

$$Y3 = f_{Y3}(x7, x8, x9), \tag{4}$$

$$Y4 = f_{Y4}(x10, x11, x12, x13). \tag{5}$$

Щоб не переобтяжувати статтю матеріалом, який не є визначальним для нашого дослідження, не будемо наводити формули для розрахунку всіх вище названих показників – їх можна знайти у відповідній літературі [1, 2, 5 та ін.].

Ділову успішність  $Y6$  будемо оцінювати на підставі таких якісних характеристик підприємства-позичальника як кредитна історія ( $x14$ ), ринкова позиція ( $x15$ ), ефективність менеджменту ( $x16$ ) та якість наданої кредитному експерту інформації ( $x17$ ):

$$Y6 = f_{Y6}(x14, x15, x16, x17) \tag{6}$$

Зауважимо, що кількість, склад і групування показників, використовуваних для оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, можуть бути й іншими, але така систематизація не є основним завданням нашого дослідження.

Ієрархічні взаємозв'язки між вхідними параметрами, групами вхідних параметрів та вихідним інтегральним показником математичної моделі (1)-(6) подамо у вигляді дерева логічного висновку (рис. 1). Такою графічною інтерпретацією зручно користуватися на етапі побудови нечіткої бази знань у випадку, якщо система параметрів моделі має ієрархічну структуру.

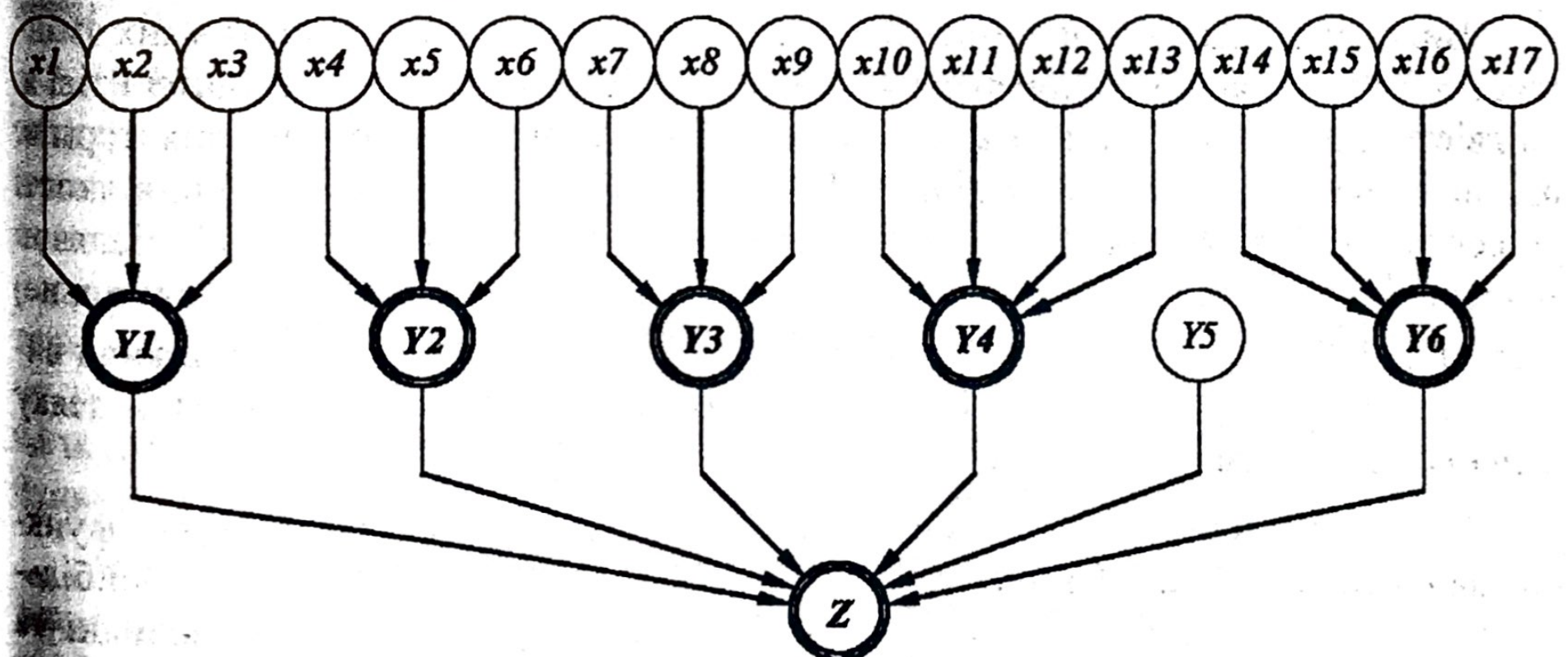


Рис. 1. Дерево логічного висновку щодо оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників

Наступна задача згідно вище описаної методики полягає у визначенні та формалізації лінгвістичних оцінок виділених параметрів (у літературі з нечіткої



логіки вона відома під назвою фазифікації змінних). Розв'язання цієї задачі базується на понятті лінгвістичної змінної – наведемо її визначення згідно [6].

Лінгвістичною називають змінну, яка приймає значення з множини слів або словосполучень деякої природної чи штучної мови. Ці значення прийнято називати лінгвістичними термами (оцінками), а їх повний перелік – термножиною. Так, наприклад, якщо ефективність менеджменту розглядати як лінгвістичну змінну, то вона може бути оцінена такими термами як “висока”, “достатня”, “низька” тощо. Загалом назви і кількість термів визначаються змістовною інтерпретацією конкретної лінгвістичної змінної і, як правило, є різними для різних лінгвістичних змінних, однак максимальна кількість термів лінгвістичної змінної, як вказано в [11], повинна складати  $7 \pm 2$  (це пов'язано з тим, що в оперативній пам'яті людини одночасно може утримуватися не більше  $7 \pm 2$  понять). Приймавши це до уваги, з метою уніфікації подальших викладок підходу сформуємо таку єдину для всіх вхідних і проміжних змінних моделі (1)-(6) систему термів: “низький” (“Н”), “нижче середнього” (“НС”), “середній” (“С”), “вище середнього” (“вС”), “високий” (“В”). При цьому множину термів вхідних змінних позначимо як  $B = \{b_1, \dots, b_5\}$ , а проміжних – як  $C = \{c_1, \dots, c_5\}$ .

Для формалізації термів лінгвістичних змінних використовують поняття нечіткої множини. Згідно [11] нечіткою множиною  $A$  називають сукупність пар  $\{(u, \mu^A(u)) | u \in U\}$ , де  $U$  – універсальна множина, а  $\mu^A(u)$  – функція належності, яка характеризує ступінь належності елемента  $u$  нечіткій множині  $A$ . Функція належності  $\mu^A(u)$  може приймати значення від нуля до одиниці: чим більше її значення, тим більшою мірою елемент  $u$  належить нечіткій множині  $A$ .

Виходячи з наведеного означення, для всіх термів усіх лінгвістичних змінних потрібно визначити універсальні множини. Очевидно, що для однієї і тієї ж лінгвістичної змінної універсальна множина буде однаковою для всіх термів, що використовуються для її оцінки. При цьому для кількісних змінних в якості універсальної множини  $U$  термів можна прийняти весь можливий діапазон значень  $[u, \bar{u}]$  відповідного параметра, де  $u$  ( $\bar{u}$ ) – мінімальне (максимальне) значення. Що стосується якісних параметрів, які не мають кількісної шкали вимірювання, то для них в якості універсальної множини можна прийняти деяку штучну шкалу, наприклад, 100-бальну.

Крім визначення універсальних множин, слід вибрати також форму функцій належності, якими формалізуються терми лінгвістичних змінних. Найбільшого поширення у практичних задачах отримали трикутні, трапецієвидні та дзвоноподібні (гаусові) функції належності. У нашому випадку доцільно використати дзвоноподібні функції належності (рис. 2) вигляду [11]

$$\mu^T(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u - p_T}{r_T}\right)^2}, \quad (7)$$



де  $T$  – терм із множини  $\{“H”, “HC”, “C”, “вC”, “B”\}$ ;  $p_T$  – координата максимуму функції  $\mu^T(u)$ ;  $r_T$  – коефіцієнт стискання-розтягу функції  $\mu^T(u)$ .

Вибір дзвоноподібних функцій належності для формалізації термів лінгвістичних змінних математичної моделі (1)-(6) обумовлений їхньою високою “зда-тністю до оптимізації”, яка виконується під час “навчання” нечіткої моделі на основі реальних даних.

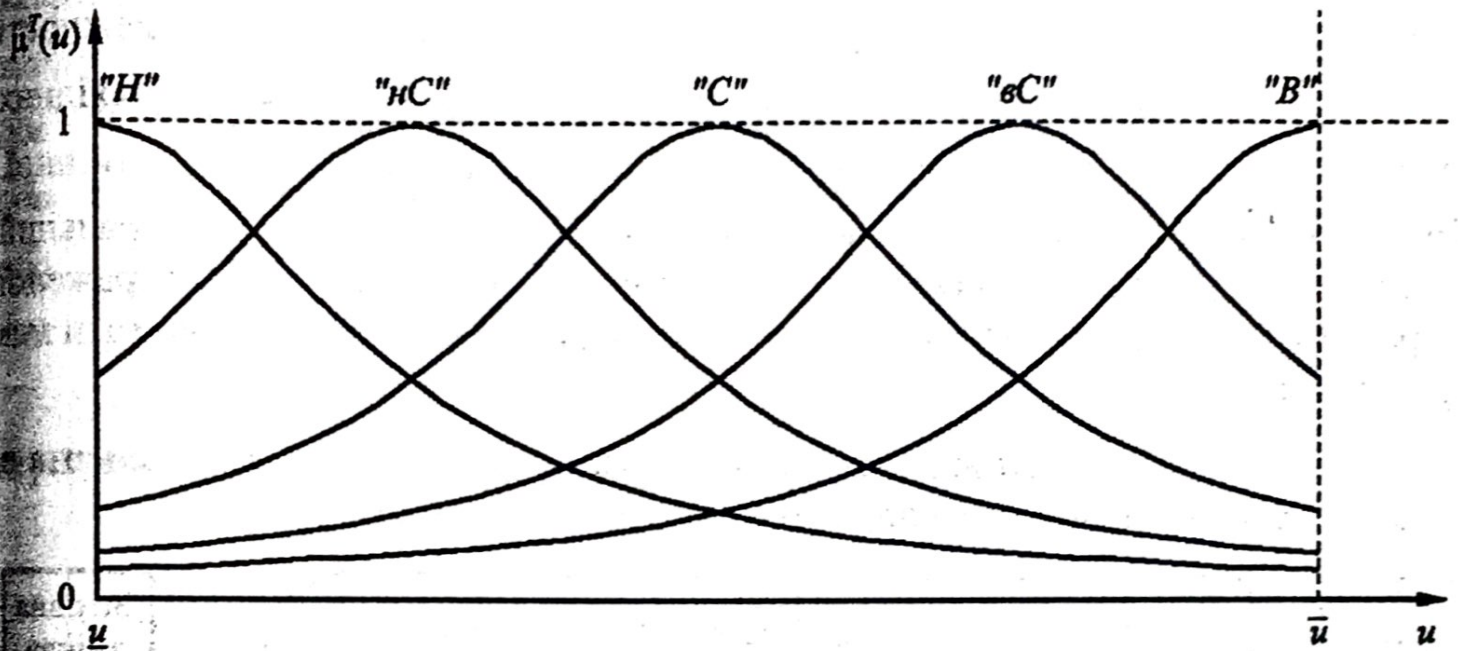


Рис. 2. Лінгвістична змінна із дзвоноподібними функціями належності

Інтегральний показник кредитоспроможності  $Z$  моделі (1)-(6) будемо розглядати як лінгвістичну змінну, яка визначається множиною дискретних значень вигляду  $\{“A”, “B”, “B”, “Г”, “Д”\}$  (позначимо її як  $D = \{d_1, \dots, d_5\}$ ). Перераховані значення відповідають класам підприємств-позичальників.

Найважливішим етапом нечіткого моделювання є побудова нечіткої бази знань, яка відображає досвід експерта-аналітика та його розуміння причинно-наслідкових зв'язків між вхідними і вихідними параметрами досліджуваної системи. Нечітка база знань представляє собою сукупність правил виду “якщо [вхідні параметри], то [вихідний параметр]”. Ці правила можна розглядати як точки у просторі “вхідні параметри – вихідний параметр”, по яких у подальшому за допомогою апарату нечіткого логічного висновку будується багатовимір-на поверхня, що дає можливість отримувати значення вихідного параметра для будь-яких комбінацій значень вхідних параметрів [11].

При значній кількості вхідних параметрів задача побудови нечіткої бази знань значно ускладнюється (це знову ж таки пояснюється тим, в оперативній пам'яті людини одночасно може зберігатися не більше  $7 \pm 2$  понять). У такому разі рекомендується проводити групування вхідних параметрів, будувати дере-во логічного висновку (подібно до того, як це зроблено в нашому випадку) і на його основі формалізувати систему вкладених одна в одну нечітких баз знань, у якій вихідний параметр однієї бази є вхідним для іншої [11].

Не будемо переобтяжувати статтю детальним описом усіх нечітких баз



знань, які використовуються в системі нечіткого логічного висновку щодо оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, а покажемо лише, як формалізується нечітка база знань, що реалізує залежність (1).

Бази знань, які моделюють співвідношення (2)-(6), формалізуються аналогічно.

Припустимо, на основі експертної інформації нам вдалося сформулювати  $k_1 + k_2 + \dots + k_s$  правил, які пов'язують вхідні та вихідні параметри залежності (1), де  $k_j$  – кількість комбінацій термів  $c_i^{jp}$  ( $i = \overline{1,6}, j = \overline{1,5}, p = \overline{1,k_j}$ ) вхідних лінгвістичних змінних, яким відповідає терм  $d_j$  вихідної лінгвістичної змінної. Тоді експертну інформацію про вплив параметрів  $Y_1, \dots, Y_6$  на інтегральний показник кредитоспроможності  $Z$  можна подати у вигляді таблиці, зображеної на рис. 3 (у літературі з нечіткої логіки подібну таблицю прийнято називати матрицею знань).

Ваги правил  $w^p$ , які виражають суб'єктивну міру впевненості експерта в адекватності відповідних правил, прийнемо рівними одиниці.

Номер комбінації термів вхідних змінних	Вхідні змінні						Вага правила	Вихідна змінна Z
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6		
11	"B"	"B"	"вC"	"B"	"B"	"вC"	1	"A"
12	"вC"	"вC"	"B"	"B"	"B"	"вC"	1	
...	...	...	...	...	...	...	...	
1k <sub>1</sub>	"вC"	"вC"	"вC"	"B"	"B"	"C"	1	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
j1	$c_1^{j1}$	$c_2^{j1}$	$c_3^{j1}$	$c_4^{j1}$	$c_5^{j1}$	$c_6^{j1}$	$w^{j1}$	$d_j$
j2	$c_1^{j2}$	$c_2^{j2}$	$c_3^{j2}$	$c_4^{j2}$	$c_5^{j2}$	$c_6^{j2}$	$w^{j2}$	
...	...	...	...	...	...	...	...	
jk <sub>j</sub>	$c_1^{jk_j}$	$c_2^{jk_j}$	$c_3^{jk_j}$	$c_4^{jk_j}$	$c_5^{jk_j}$	$c_6^{jk_j}$	$w^{jk_j}$	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	"нC"	"нC"	"нC"	"H"	"H"	"C"	1	"D"
52	"нC"	"нC"	"H"	"H"	"H"	"нC"	1	
...	...	...	...	...	...	...	...	
5k <sub>5</sub>	"H"	"H"	"нC"	"H"	"H"	"нC"	1	

Рис. 3. Узагальнений вигляд матриці знань щодо оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників

На основі введеної матриці знань систему нечітких логічних висловлювань "якщо [вхідні параметри], то [вихідний параметр]" бази знань, яка реалізує співвідношення (1), можна подати так:



якщо  $(Y1 = "B") \wedge (Y2 = "B") \wedge (Y3 = "вC") \wedge (Y4 = "B") \wedge (Y5 = "B") \wedge (Y6 = "вC")$   
 або  $(Y1 = "вC") \wedge (Y2 = "вC") \wedge (Y3 = "B") \wedge (Y4 = "B") \wedge (Y5 = "B") \wedge (Y6 = "вC")$   
 або ...  
 або  $(Y1 = "вC") \wedge (Y2 = "вC") \wedge (Y3 = "вC") \wedge (Y4 = "B") \wedge (Y5 = "B") \wedge (Y6 = "C")$ ,  
 то  $Z = "A"$ ;

якщо ..., то ...; (8)

якщо  $(Y1 = "нC") \wedge (Y2 = "нC") \wedge (Y3 = "нC") \wedge (Y4 = "H") \wedge (Y5 = "H") \wedge (Y6 = "C")$   
 або  $(Y1 = "нC") \wedge (Y2 = "нC") \wedge (Y3 = "H") \wedge (Y4 = "H") \wedge (Y5 = "H") \wedge (Y6 = "нC")$   
 або ...  
 або  $(Y1 = "H") \wedge (Y2 = "H") \wedge (Y3 = "нC") \wedge (Y4 = "H") \wedge (Y5 = "H") \wedge (Y6 = "нC")$ ,  
 то  $Z = "Д"$ .

Використовуючи знаки операцій  $\cap$  (і) та  $\cup$  (або), нечітку базу знань (8) перепишемо так:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=1}^6 (Y_i = c_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Z = d_j, \quad j = \overline{1,5}. \quad (9)$$

Нечіткі бази знань, які моделюють співвідношення (2)-(6), як вже зазначалося, формалізуються подібним чином, тому не будемо розглядати їх детально, а одразу запишемо в компактному вигляді (з урахуванням введених позначень):

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=1}^3 (x_i = b_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Y1 = c_j, \quad j = \overline{1,5}, \quad (10)$$

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=4}^6 (x_i = b_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Y2 = c_j, \quad j = \overline{1,5}, \quad (11)$$

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=7}^9 (x_i = b_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Y3 = c_j, \quad j = \overline{1,5}, \quad (12)$$

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=10}^{13} (x_i = b_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Y4 = c_j, \quad j = \overline{1,5}, \quad (13)$$

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ \bigcap_{i=14}^{17} (x_i = b_i^{jp}) \right] \text{ з вагою } w^{jp} \rightarrow Y6 = c_j, \quad j = \overline{1,5}. \quad (14)$$

Останній етап нечіткого моделювання полягає у виведенні нечітких логічних рівнянь, які даватимуть можливість обчислювати значення вихідного параметра при фіксованих значеннях вхідних параметрів. Такі рівняння отримують на основі нечітких логічних висловлювань шляхом заміни термів лінгвістичних змінних відповідними функціями належності, а операцій і ( $\cap$ ) та або ( $\cup$ ) – операціями знаходження мінімуму ( $\wedge$ ) та максимуму ( $\vee$ ) відповідно.



Так, наприклад, система нечітких логічних рівнянь, яка відповідає системі нечітких логічних висловлювань (8), матиме такий вигляд:

$$\begin{aligned} \mu^{A''}(Y1, \dots, Y6) &= 1 \cdot [\mu^{B''}(Y1) \wedge \mu^{B''}(Y2) \wedge \mu^{C''}(Y3) \wedge \mu^{B''}(Y4) \wedge \mu^{B''}(Y5) \wedge \mu^{C''}(Y6)] \\ &\vee 1 \cdot [\mu^{C''}(Y1) \wedge \mu^{C''}(Y2) \wedge \mu^{B''}(Y3) \wedge \mu^{B''}(Y4) \wedge \mu^{B''}(Y5) \wedge \mu^{C''}(Y6)] \\ &\vee \dots \\ &\vee 1 \cdot [\mu^{C''}(Y1) \wedge \mu^{C''}(Y2) \wedge \mu^{C''}(Y3) \wedge \mu^{B''}(Y4) \wedge \mu^{B''}(Y5) \wedge \mu^{C''}(Y6)] \\ \dots; \\ \mu^{D''}(Y1, \dots, Y6) &= 1 \cdot [\mu^{H''}(Y1) \wedge \mu^{H''}(Y2) \wedge \mu^{H''}(Y3) \wedge \mu^{H''}(Y4) \wedge \mu^{H''}(Y5) \wedge \mu^{C''}(Y6)] \\ &\vee 1 \cdot [\mu^{H''}(Y1) \wedge \mu^{H''}(Y2) \wedge \mu^{H''}(Y3) \wedge \mu^{H''}(Y4) \wedge \mu^{H''}(Y5) \wedge \mu^{H''}(Y6)] \\ &\vee \dots \\ &\vee 1 \cdot [\mu^{H''}(Y1) \wedge \mu^{H''}(Y2) \wedge \mu^{H''}(Y3) \wedge \mu^{H''}(Y4) \wedge \mu^{H''}(Y5) \wedge \mu^{H''}(Y6)] \end{aligned} \quad (15)$$

Коротко систему нечітких логічних рівнянь (15) можна записати так:

$$\mu^{d_j}(Y1, \dots, Y6) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=1}^6 \mu^{c_i^{jp}}(Yi) \right], \quad j = \overline{1, 5}. \quad (16)$$

Нечіткі логічні рівняння на основі баз знань (10)-(14) виводимо аналогічно:

$$\mu^{c_j}(x1, \dots, x3) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=1}^3 \mu^{b_i^{jp}}(xi) \right], \quad j = \overline{1, 5}, \quad (17)$$

$$\mu^{c_j}(x4, \dots, x6) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=4}^6 \mu^{b_i^{jp}}(xi) \right], \quad j = \overline{1, 5}, \quad (18)$$

$$\mu^{c_j}(x7, \dots, x9) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=7}^9 \mu^{b_i^{jp}}(xi) \right], \quad j = \overline{1, 5}, \quad (19)$$

$$\mu^{c_j}(x10, \dots, x13) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=10}^{13} \mu^{b_i^{jp}}(xi) \right], \quad j = \overline{1, 5}, \quad (20)$$

$$\mu^{c_j}(x14, \dots, x17) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left[ w^{jp} \cdot \bigwedge_{i=14}^{17} \mu^{b_i^{jp}}(xi) \right], \quad j = \overline{1, 5}. \quad (21)$$

Одержана система нечітких логічних рівнянь (16)-(21) дає можливість отримувати висновок про кредитоспроможність (клас) підприємства-позичальника, використовуючи такий алгоритм:

1) на основі інформації, представленої підприємством-позичальником, та експертних оцінок спеціаліста кредитного відділу банку визначаються значення параметрів  $x1, \dots, x17, Y5$ ;

2) за допомогою формули (7) обчислюються значення функцій належності  $\mu^{b_j}(x1), \dots, \mu^{b_j}(x17), \mu^{c_j}(Y5)$  ( $j = \overline{1, 5}$ );



3) на основі рівнянь (17)-(21) обчислюються значення функцій належності  $\mu^j(x1, \dots, x3)$ ,  $\mu^j(x4, \dots, x6)$ ,  $\mu^j(x7, \dots, x9)$ ,  $\mu^j(x10, \dots, x13)$ ,  $\mu^j(x14, \dots, x17)$  ( $j = \overline{1, 5}$ );

4) на основі рівнянь (16) обчислюються значення функцій належності  $\mu^j(Y1, \dots, Y6)$  ( $j = \overline{1, 5}$ );

5) в якості класу підприємства-позичальника обирається лінгвістична оцінка  $d_j$  ( $j = \overline{1, 5}$ ), функція належності  $\mu^j(Y1, \dots, Y6)$  якої максимальна.

Завершуючи викладення нечіткого підходу до оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, зазначимо, що якість нечіткого логічного висновку (точність класифікації) можна суттєво підвищити, виконавши "навчання" нечіткої моделі. Обов'язковою умовою для цього є наявність навчальної вибірки – сукупності пар "[значення параметрів кредитоспроможності] – [клас підприємства-позичальника]".

Таку вибірку можна отримати від кредитних експертів на підставі результатів аналізу ними кредитоспроможності підприємств-позичальників, віднесених у підсумку до різних класів.

У формалізованому вигляді задача "навчання" нечіткої моделі формулюється як задача нелінійної оптимізації, в якій керованими змінними є параметри функцій належності лінгвістичних змінних і ваги правил нечітких баз знань, а критерієм оптимізації – мінімум розходжень між модельними і "навчальними" результатами класифікації [11].

#### IV. Висновки

Результатом проведеного наукового дослідження є новий підхід до оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, що базується на математичному апараті теорії нечітких множин і нечіткої логіки.

На відміну від традиційних підходів він забезпечує адекватну формалізацію експертних знань про зв'язок фінансового стану і ділової успішності підприємств-позичальників з їх кредитоспроможністю; дає можливість поєднати показники, що мають кількісну шкалу вимірювання, з параметрами якісного типу, для оцінки яких використовуються лінгвістичні висловлювання; дає можливість підвищити точність класифікації підприємств-позичальників за прийнятими рейтингами шляхом "навчання" нечіткої моделі на основі реальних даних.

Зазначені особливості у своїй сукупності підвищують адекватність оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників. Недоліком запропонованого підходу є його відносна громіздкість, тому він більше підходить для побудови інформаційних систем підтримки прийняття рішень щодо оцінки кредитоспроможності підприємств-позичальників, аніж для створення методик ручного табличного розрахунку.



## Література

1. Банківські операції: Підручник / А.М. Мороз, М.І. Савлук, М.Ф. Пуховкіна та ін.; за ред. А.М. Мороза. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2008. – 608 с.
2. Банківські операції: Підручник / За ред. В.І. Міщенко, Н.Г. Слав'янської. – К.: Знання, 2006. – 727 с.
3. Вітлінський В.В., Пернарівський О.В., Баранова А.В. Оцінка кредитоспроможності позичальника та ризику банку // Фінанси України. – 1999. – №12. – С. 91-102.
4. Галасюк В.В., Галасюк В.В. Оцінка кредитоспроможності позичальників: що оцінюємо? // Вісник НБУ. – 2001. – №5. – С. 54-55.
5. Дзюблюк О.В. Організація грошово-кредитних відносин суспільства в умовах ринкового реформування економіки. – К.: Поліграфкнига, 2000. – 512 с.
6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
7. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
8. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
9. Оцінка кредитоспроможності та інвестиційної привабливості суб'єктів господарювання: Монографія / А.О. Єпіфанов, Н.А. Дехтяр, Т.М. Мельник, І.О. Школьник та ін.; за ред. А.О. Єпіфанова. – Суми: УАБС НБУ, 2007. – 286 с.
10. Положення Національного банку України “Про порядок формування та використання резерву для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків”, затверджене Постановою Правління НБУ від 6 липня 2000 р. за №279 // Законодавчі і нормативні акти з банківської діяльності. – 2000. – №9. – С. 54-73.
11. Ротштейн О.П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 1999. – 320 с.
12. Сусіденко В.Т. Стратегія управління кредитною діяльністю комерційних банків: Навч. посіб. – К.: КДТЕУ, 1998. – 348 с.
13. Чайковський Я.І. Удосконалення методики комплексної оцінки кредитоспроможності позичальників // Вісник НБУ. – 2003. – №11. – С. 30-34.



# **Економіка: проблеми теорії та практики**

Збірник наукових праць

Випуск 256

У 10 томах

Том X

*Українською, російською і англійською мовами*

Видається з квітня 1996 р., виходить раз на місяць  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації КВ  
№ 3354 від 10 липня 1998 р.

Відповідальний редактор *С. В. Єкімов*  
Комп'ютерна верстка *В.Б. Гордашевський*

---

Здано до друку 05.10.2009. Підписано до друку 07.10.2009.

Формат 60·84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Спосіб друку – ризограф.

Ум. друк. арк. 16,45. Тираж 300 прим.

Видавництво “Наука і освіта”

Свідоцтво про внесення до Держреєстру ДК № 919 від 21.05.2002 р.  
м. Дніпропетровськ, вул. Бердянська, 61<sup>б</sup>  
тел. (056) 370-13-13, (0562) 35-78-19, 34-29-61