

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Актуальною проблемою для сучасного підприємства є визначення рівня економічної безпеки, що можна розглядати як міру узгодження інтересів підприємства з інтересами суб'єктів зовнішнього середовища. При цьому взаємодію із суб'єктами зовнішнього середовища, у результаті якого підприємство отримує прибуток, зазвичай визначають як головний інтерес підприємства. Тоді логічно припустити, що критерієм економічної безпеки підприємства є одержаний у результаті взаємодії із суб'єктами зовнішнього середовища прибуток, яким підприємство може вже розпоряджатися на свій розсуд. За відсутності прибутку або, більш того, збитках, не можна говорити про дотримання інтересів підприємства і, отже, про те, що підприємство перебуває в економічній безпеці. У цьому випадку перед підприємством реально стоїть загроза банкрутства [1-4].

Метою даного дослідження є оцінка рівня економічної безпеки підприємства через визначення ступеня ризику його банкрутства.

Вважається, що можна істотно підсилити підхід до аналізу ризику банкрутства, поєднуючи облік кількісних (фінансових) і якісних (індикаторних) показників в аналізі, причому розглядаючи їх не тільки у статичній, але й у динамічній, використовуючи нечіткий підхід.

Теорія нечітких множин знайшла досить широке застосування в техніці і в економіці. Однак у практичній діяльності вітчизняних промислових підприємств ці методи використовуються вкрай рідко.

Розглянемо зміст методу нечіткої логіки в контексті аналізу ризику банкрутства промислового підприємства.

Згідно з роботою [4] на першому етапі вводимо базові множини й підмножини станів, описані природною мовою:

а) повну множину станів  $E$  підприємства розбиваємо на п'ять підмножин виду:

$E_1$  – підмножина станів „Граничного неблагополуччя”;

$E_2$  – підмножина станів „Неблагополуччя”;

$E_3$  – підмножина станів „Середньої якості”;

$E_4$  – підмножина станів „Відносного благополуччя”;

$E_5$  – підмножина станів „Граничного благополуччя”;

б) повна множина ступенів ризику банкрутства  $G$  відповідно до множини  $E$  розбивається на п'ять підмножин ( $G \in [0; 1]$ ):

$G_1$  – підмножина „Критичний ступінь ризику банкрутства”;

$G_2$  – підмножина „Високий ступінь ризику банкрутства”;

$G_3$  – підмножина „Середній ступінь ризику банкрутства”;

$G_4$  – підмножина „Низький ступінь ризику банкрутства”;

$G_5$  – підмножина „Незначний ризик банкрутства”;

в) для певного фінансового або управлінського показника  $X_i$  повна множина його значень  $B_i$  розбивається на п'ять підмножин:

$B_{i1}$  – підмножина „Дуже низький рівень показника  $X_i$ ”;

$B_{i2}$  – підмножина „Низький рівень показника  $X_i$ ”;

$B_{i3}$  – підмножина „Середній рівень показника  $X_i$ ”;

$B_{i4}$  – підмножина „Високий рівень

показника  $X_i$ ”;

$B_{15}$  – підмножина „Дуже високий рівень показника  $X_i$ ”.

Введемо припущення:

зростання показника  $X_i$  призводить до зниження ступеня ризику банкрутства. Якщо для даного показника спостерігається протилежна тенденція, то в аналізі його варто замінити протилежним;

виконується додаткова умова відповідності множин  $B$ ,  $E$  і  $G$ : якщо всі показники під час аналізу мають, відповідно до класифікації, рівень підмножини  $B_{ij}$ , то стан підприємства кваліфікується як  $E_j$ , а ступінь ризику банкрутства – як  $G_j$ .

На другому етапі будемо набір показників  $X = \{X_{ij}\}$  загальною кількістю  $N$ , які, на нашу думку, здійснюють найістотніший вплив на оцінку ризику банкрутства підприємства й оцінюють різні за природою сфери ділового і фінансового життя підприємства.

1)  $X_1$  – коефіцієнт автономії (відношення власного капіталу до валюти балансу);

2)  $X_2$  – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів);

3)  $X_3$  – коефіцієнт проміжної ліквідності (відношення суми коштів і дебіторської заборгованості до короткострокових пасивів);

4)  $X_4$  – коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми коштів до короткострокових пасивів);

5)  $X_5$  – оборотність усіх активів у річному розрахунку (відношення виторгу від реалізації до середньої за період вартості активів);

6)  $X_6$  – рентабельність усього капіталу (відношення чистого прибутку до середньої за період вартості активів).

Фінансовий стан підприємства характеризується такими фінансовими показниками, наведеними в табл. 1.

Таблиця 1

Рівні показників за період 2000-2005 рр.

Шифр показника $X_i$	Показник $X_i$	2000	2001	2002	2003	2004	2005
$X_1$	Коефіцієнт автономії	0,8544	0,8150	0,8918	0,8410	0,8758	0,9128
$X_2$	Коефіцієнт забезпеченості	0,6145	0,5702	0,7539	0,7008	0,7978	0,8856
$X_3$	Коефіцієнт проміжної ліквідності	1,4810	1,1184	1,8227	1,4389	1,5042	1,5122
$X_4$	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,6041	0,3642	0,8602	0,7845	0,9320	0,9981
$X_5$	Оборотність усіх активів	0,5528	0,8305	0,6788	0,6207	0,6415	0,6738
$X_6$	Рентабельність капіталу	0,0428	0,1761	0,1283	0,0803	0,1070	0,1178

Зіставимо кожному показнику  $X_i$  рівень його значущості для аналізу –  $r_i$ : усі показники мають рівну значущість, тоді  $r_i = 1/N$  ( $r_i = 1/6$ ).

Нечіткі описи у структурі методу аналізу ризику з'являються у зв'язку з невпевненістю експерта, що виникає при класифікації. Наприклад, експерт не може чітко розмежувати поняття «високого» та «критичного» ступеня ризику банкрутства, або коли треба провести межу між середнім і низьким рівнем значення параметра. У цьому зв'язку застосування нечітких описів обумовлює таке [4]:

1) експерт будує лінгвістичну змінну зі своєю терм-множиною значень, щоб конструктивно описати лінгвістичну змінну, експерт вибирає відповідну їй кількісну ознаку, що набуває значення від нуля до одиниці;

2) експерт кожному значенню лінгвістичної змінної зіставляє функцію належності рівня фінансового показника певній нечіткій підмножині. У нашому випадку доцільно використати трапезоїдні нечіткі числа і відповідну функцію належності. У межах даного дослідження лінгвістичні змінні сформулюємо як „Величина параметра” для

класифікації значень фінансових показників та „Ступінь ризику банкрутства” для класифікації рівнів ризику банкрутства промислового підприємства.

Класифікуємо поточне значення  $g$  показника ступеня ризику  $G$  як критерій поділу на підмножини (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень $g$	Класифікація рівня параметра	Ступінь оціночної впевненості (функція належності)
$0 \leq g \leq 0,15$	$G_5$	$I$
$0,15 < g < 0,25$	$G_5$	$\mu_5 = 10(0,25 - g)$
	$G_4$	$I - \mu_5 = \mu_4$
$0,25 \leq g \leq 0,35$	$G_4$	$I$
$0,35 < g < 0,45$	$G_4$	$\mu_4 = 10(0,45 - g)$
	$G_3$	$I - \mu_4 = \mu_3$
$0,45 \leq g \leq 0,55$	$G_3$	$I$
$0,55 < g < 0,65$	$G_3$	$\mu_3 = 10(0,65 - g)$
	$G_2$	$I - \mu_3 = \mu_2$
$0,65 \leq g \leq 0,75$	$G_2$	$I$
$0,75 < g < 0,85$	$G_2$	$\mu_2 = 10(0,85 - g)$
	$G_1$	$I - \mu_2 = \mu_1$
$0,85 \leq g \leq 1,0$	$G_1$	$I$

Відповідно до цього здійснюється класифікація поточних значень  $x$  показників  $X_i$  як критерію поділу повної множини значень показників на підмножини виду  $B_{ij}$

(табл. 3). Будуються відповідні графіки функцій належності за кожним показником (наприклад, для коефіцієнта автономії, рис. 1).

Таблиця 3

Класифікація рівнів показників

Шифр показника $X_i$	Трапецієподібні числа для значень лінгвістичної змінної "Величина параметра"				
	Дуже низький	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
$X_1$	(0,0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.25,0.3)	(0.25,0.3,0.45,0.5)	(0.45,0.5,0.6,0.7)	(0.6,0.7,1,1)
$X_2$	(-1,-1,-0.005,0)	(-0.005,0,0.09,0.11)	(0.09,0.11,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.45,0.5)	(0.45,0.5,1,1)
$X_3$	(0,0,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.9,1)	(0.9,1,1.3,1.5)	(1.3,1.5, $\infty$ , $\infty$ )
$X_4$	(0,0,0.02,0.03)	(0.02,0.03,0.08,0.1)	(0.08,0.1,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.5,0.6)	(0.5,0.6, $\infty$ , $\infty$ )
$X_5$	(0,0,0.12,0.14)	(0.12,0.14,0.18,0.2)	(0.18,0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5,0.8)	(0.5,0.8, $\infty$ , $\infty$ )
$X_6$	( $-\infty$ , $-\infty$ ,0,0)	(0,0,0.006,0.01)	(0.006,0.01,0.06,0.1)	(0.06,0.1,0.225,0.4)	(0.225,0.4, $\infty$ , $\infty$ )

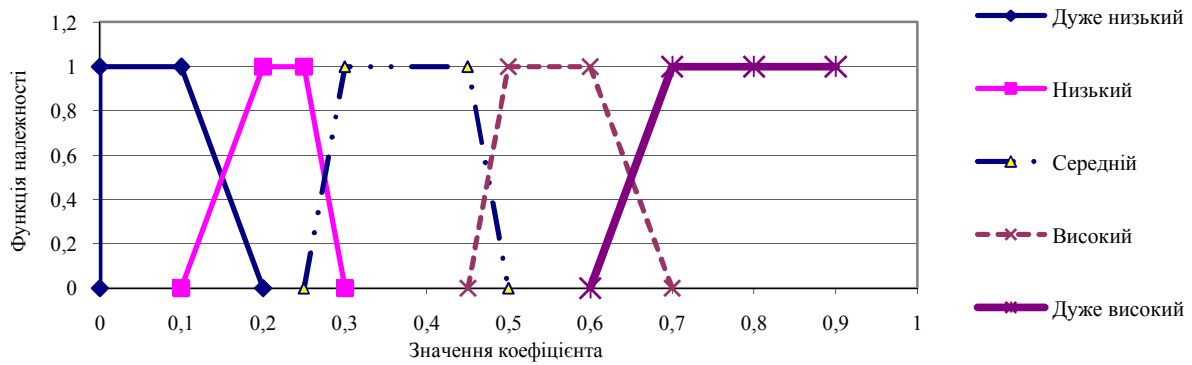


Рис. 1. Якісний вигляд функції належності коефіцієнта автономії

За графіками функцій належності всіх коефіцієнтів проводиться оцінка поточних значень відповідних показників щорічно:  $\lambda_{ij}=1$ , якщо  $b_{i(j-1)} < x_i < b_{ij}$ , і  $\lambda_{ij}=0$ , коли значення

не потрапляє до обраного діапазону класифікації (табл. 4).

На останньому етапі проводиться оцінка ступеня ризику банкрутства  $g$  (рис. 2).

Таблиця 4

Оцінка поточних значень показників у 2000-2005 рр.

Показник $X_i$	Значення $\{\lambda\}$ у період 2000/2001/2002/2003/2004/2005				
	$B_{i,1}$	$B_{i,2}$	$B_{i,3}$	$B_{i,4}$	$B_{i,5}$
$X_1$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/1/1/1/1/1
$X_2$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/1/1/1/1/1
$X_3$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	1/1/0/1/1/1
$X_4$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	1/1/0/1/1/1
$X_5$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/1/1/0	0/1/1/0/0/1
$X_6$	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/1/1/1/1/1	0/0/0/0/0/0

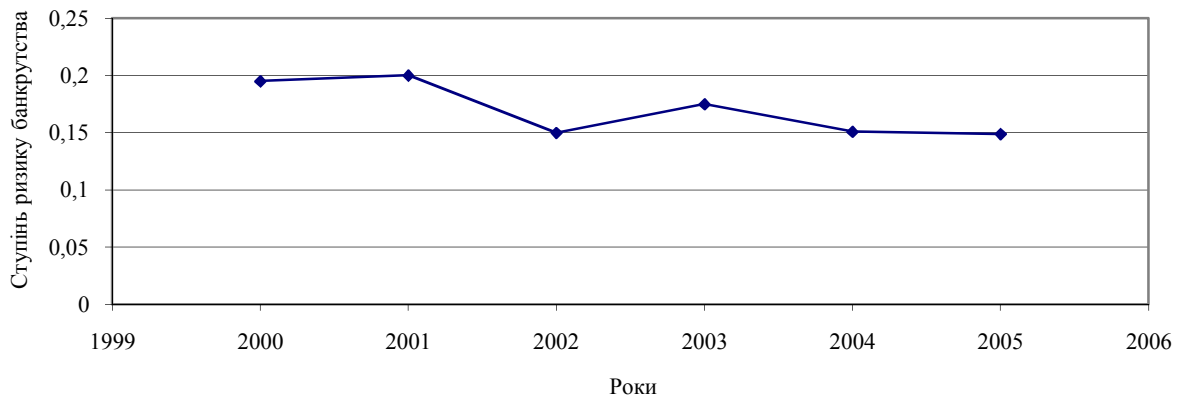


Рис. 2. Динаміка ступеня ризику банкрутства

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i l_{ij}, \quad (1)$$

де  $g_j = 0,9 - 0,2(j - 1)$ .

Загальна тенденція динаміки ступеня ризику від'ємна, а отже, рівень економічної

безпеки зростає: підприємство спроможне підтримувати стабільність і протистояти зовнішнім та внутрішнім загрозам.

Далі здійснюють лінгвістичне розпізнавання ступеня ризику за допомогою табл. 2 (табл. 5).

Таблиця 5

Оцінка ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень $g$	Класифікація рівня параметра	Ступінь оціночної впевненості (функція належності)		Період
$0,15 < g < 0,25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0,25 - g)$	0,53	2000
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$	0,47	
$0,15 < g < 0,25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0,25 - g)$	0,5	2001
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$	0,5	
	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0,25 - g)$	0,7	2003
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$	0,3	
$0 \leq g \leq 0,15$	$G_5$	–	1	2002
	$G_5$	–	1	2004
	$G_5$	–	1	2005

Таким чином, із повною впевненістю можна сказати, що ризик банкрутства на кінець розглянутого періоду незначний, а отриманий результат дає змогу говорити про високий рівень економічної безпеки. При цьому низький ступінь ризику є наслідком якісного управління підприємством, що практично відтворюється у фінансовому еквіваленті та підтверджує необхідність використання наведеної методики нечіткого якісно-кількісного аналізу фінансового стану промислового підприємства як індикатора загрози його банкрутства.

#### Література

1. Никешин С.Н. Внешняя среда экономических систем / С.Н. Никешин. – СПб.: Два-три, 1994. – 466 с.

2. Економіка й організація виробництва: підручник / за ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: Знання, 2007. – 677 с. – (Сер. "Вища освіта ХХІ століття.")

3. Аверкин А.Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, Н.З. Батыршин, А.Ф. Блишун. – М.: Наука, 1986. – 312 с.

4. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин. – Режим доступа: <http://www.nedosek.ru>.