

Економічні науки

УДК 65.012

**Губарев Олександр Олегович**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту і адміністрування  
Харківська державна академія культури*

**Губарев Александр Олегович**

*кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры менеджмента и администрирования  
Харьковская государственная академия культуры*

**Gubarev Oleksandr**

*PhD in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Management and Administration  
Kharkiv State Academy of Culture*

**ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ  
ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ  
ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ  
USE OF THE FUZZY LOGIC APPARATUS FOR ASSESSING THE  
FINANCIAL SECURITY OF THE ENTERPRISE**

*Анотація.* У статті розглядається задача оцінки фінансової безпеки підприємства, для розв'язання якої пропонується скористатися математичним апаратом нечіткої логіки.

*Ключові слова:* нечітка логіка, математична модель, оцінка, фінансова безпека, підприємство.

*Аннотация.* В статье рассматривается задача оценки финансовой безопасности предприятия, для решения которой предлагается

*использовать математическим аппаратом нечеткой логики.*

**Ключевые слова:** *нечеткая логика, математическая модель, оценка, финансовая безопасность, предприятие.*

**Summary.** *The article considers the task of assessing the financial security of the enterprise, for the solution of which it is proposed to use the mathematical apparatus of fuzzy logic.*

**Key words:** *fuzzy logic, mathematical model, estimation, financial security, enterprise.*

**Постановка проблеми.** Сучасне економічне середовище змушує менеджерів вітчизняних підприємств приймати управлінські рішення в умовах невизначеності, в яких їх господарська діяльність перебуває під загрозою впливу різного роду деструктивних чинників, що несуть собою зменшення фінансової стійкості, втрату платоспроможності та, навіть, призводять до банкрутства. Саме фінансова безпека поєднує в собі відносини з управління фінансовими ресурсами та оптимізації їх використання, а також фінансові інструменти, що забезпечують стабільну й ефективну діяльність підприємства.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблематиці у сфері фінансової безпеки суб'єктів підприємництва приділяють увагу зарубіжні і вітчизняні вчені такі як О.І. Барановський, І.А. Бланк, О.Д. Василик, К.С. Горячева, А.О. Єпіфанов, М.М. Єрмошенко, Г.П. Іванова, С.М. Ілляшенко, В.Г. Крижанівська, В.В. Ковальов, Е.М. Коротков, Л.О. Лігоненко, Т.М. Мельник та багато інших.

**Метою статті** є аналіз підходів та узагальнення методичного інструментарію дослідження і оцінки рівня фінансової безпеки підприємства та виявлення особливостей його практичного застосування.

**Виклад основного матеріалу.** Фінансова безпека підприємства – це

такий його фінансовий стан, який характеризується, збалансованістю і якістю сукупності фінансових інструментів, технологій і послуг, що використовуються підприємством; стійкістю до внутрішніх і зовнішніх загроз; здатністю фінансової системи підприємства забезпечувати реалізацію його фінансових інтересів, місії і завдань достатніми обсягами фінансових ресурсів; забезпечувати ефективний і сталий розвиток цієї фінансової системи. Умовами забезпечення фінансової безпеки підприємства є: високий ступінь гармонізації й узгодження фінансових інтересів підприємства з інтересами оточуючого середовища та інтересами його персоналу; наявність на підприємстві стійкої до загроз фінансової системи, яка спроможна забезпечувати реалізацію: фінансових інтересів, місії і завдань; збалансованість і комплексність фінансових інструментів і технологій, які використовуються на підприємстві; постійний і динамічний розвиток фінансової системи підприємства [1].

У ході вивчення та аналізу літературних джерел було визначено, що усі запропоновані методики визначення рівня фінансової безпеки підприємства можна розділити на три великі групи:

- ті, що пропонують оцінювати рівень фінансової безпеки як складової економічної безпеки підприємства;
- ті, що пропонують оцінювати рівень фінансової безпеки на основі визначення загального стану фінансової діяльності підприємства;
- ті, що пропонують визначати інтегральний показник фінансової безпеки підприємства [2].

Більшість науковців поділяють думку про необхідність використання в оцінці фінансової безпеки комплексного підходу, а тому вони пропонують технології інтегрального оцінювання фінансової безпеки підприємства [3-5].

Індикатори фінансової безпеки - це показники рівня його фінансової безпеки, що дають змогу виявити «більові» точки в його діяльності,

визначити основні напрями і найбільш дієві способи підвищення ефективності його роботи [6].

Відповідно до умов комплексного підходу до оцінювання фінансової безпеки підприємства побудуємо економіко-математичну модель з використанням апарата нечіткої логіки на основі показників фінансової звітності ТОВ «Виробнича компанія «Оріон» за 2015-2017 рр. Це забезпечує високий рівень адекватності формалізації експертних знань про вплив показників фінансово-економічної діяльності підприємства на його фінансову безпеку. Ще однією перевагою моделі є «гнучкість» її структури, що дає можливість вводити в неї додаткові параметри чи вилучати наявні, розширювати діапазони варіації параметрів, змінювати взаємозв'язки між параметрами без зміни структури самої моделі [7; 8].

Запропонований підхід до аналізу фінансової безпеки підприємства з використанням апарату нечіткої логіки складається з наступних етапів.

Етап 1 (відбір показників). Формування набору окремих показників, які є найважливішими для оцінювання фінансової безпеки підприємства. Щоб уникнути дублювання показників з погляду їх значущості для аналізу, відібрані показники повинні оцінювати різні сторони фінансової діяльності підприємства.

Фінансова безпека підприємства ( $Y$ ) може бути оцінена на основі значень узагальнених груп показників (факторів) [9]:

$$Y = f_Y(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (1)$$

де  $x_i$  - відповідна  $i$ -та група показників.

У свою чергу, комплексне значення кожної з вказаних груп показників розраховане за наступними коефіцієнтами:

$$x_i = f_i(x_{i1}, \dots, x_{ij}), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M} \quad (2)$$

де  $N$  - кількість узагальнених груп ( $N = 4$ );  $M$  - кількість показників у групі.

В табл. 1. наведено групи показників (факторів) фінансової безпеки

ТОВ «Виробнича компанія «Оріон» за 2015-2017 рр.

Таблиця 1

**Групи показників (факторів) фінансової безпеки ТОВ «Виробнича компанія «Оріон» за 2015-2017 рр.**

Групи факторів	Позначення	Показники	Роки		
			2015 р.	2016 р.	2017 р.
Фінансова стійкість (X1)	X 1	Показник фінансового ризику	0,26	0,23	0,16
	X 12	Коефіцієнт фінансової незалежності	0,79	0,81	0,86
	X 13	Коефіцієнт фінансової стабільності	3,78	4,94	6,07
	X 14	Коефіцієнт позичкового капіталу	0,26	0,23	0,16
Ліквідність та платоспроможність (X2)	X 21	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,02	0,24	0,10
	X 22	Коефіцієнт поточної ліквідності	3,55	3,59	4,43
	X 23	Коефіцієнт швидкої ліквідності	2,32	2,41	2,61
	X 24	Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	2,51	2,98	3,83
Ділова активність (X3)	X 31	Коефіцієнт оборотності активів	1,72	1,95	1,90
	X 32	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	1,30	1,47	1,42
	X 33	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	2,18	2,41	2,22
Ефективність управління (X4)	X 41	Коефіцієнт рентабельності активів	0,10	0,10	0,13
	X 42	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	0,13	0,13	0,15
	X 43	Показник розвитку підприємства	0,06	0,05	0,07

Так, фінансова стійкість (X1) оцінена за наступними показниками: показник фінансового левериджу (ризик) X11, коефіцієнт фінансової незалежності (автономії, власного капіталу) X12, коефіцієнт фінансової стабільності X13, коефіцієнт позичкового капіталу X14:

$$x_1 = f_1(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}) \quad (3)$$

Ліквідність та платоспроможність (X2) оцінена за наступними

показниками: коефіцієнт абсолютної ліквідності X21, коефіцієнт поточної (загальної) ліквідності (покриття) X22, коефіцієнт швидкої (проміжної) ліквідності X23, співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості X24:

$$x_2 = f_2(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}) \quad (4)$$

Ділова активність (X3) оцінена за наступними показниками: коефіцієнт оборотності активів X31, коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості X32, коефіцієнт оборотності власного капіталу X33:

$$x_3 = f_3(x_{31}, x_{32}, x_{33}) \quad (5)$$

Ефективність управління (X4) оцінена за наступними показниками: коефіцієнт рентабельності активів X41, коефіцієнт рентабельності власного капіталу X42, показник розвитку підприємства X43:

$$x_4 = f_4(x_{41}, x_{42}, x_{43}) \quad (6)$$

У результаті ми отримали модель, що є по суті, нейронечіткою мережею. Так, нейронна мережа є багатошаровим персептроном з одним внутрішнім шаром, а її вхідні, проміжні та вихідні параметри незалежно від своєї природи розглядаються як лінгвістичні змінні, що задані на своїх універсальних множинах і оцінюються за допомогою нечітких термів [9].

Етап 2 (значимість). Отже, поставимо у відповідність кожному показнику  $X_i$  рівень його значимості  $r_i$  для аналізу. Щоб оцінити цей рівень, необхідно розташувати всі показники в порядку убудування значимості таким чином, щоб виконувалося правило:

$$r_1 \geq r_2 \geq r_n \quad (7)$$

Якщо система показників проранжована в порядку убудування їхньої важливості, то значимість  $i$ -того показника можна визначити за правилом Фішберна:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, i = \overline{1, N} \quad (8)$$

де  $r_i$  - значення розрахованого рангу  $i$ -того показника;

$N$  - загальна кількість груп показників, для яких розраховуються ранги;

$i$  - порядковий номер показника (в порядку їх значимості).

Правило Фішберна відображає той факт, що про рівень значимості показників не відомо нічого, крім їх значимості відносно один одного. Тоді оцінка (3) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження, тобто, дозволяє ОПР прийняти найкращі оціночні рішення в найгіршій інформаційній ситуації.

$$\sum_{i=1}^4 r_i = 1 \quad (9)$$

де  $r_i$  - ваги факторів фінансової безпеки підприємства,  $i = 1, 4$ . При цьому будемо вважати, що всі показники в групах є рівнозначними між собою, тобто вагові коефіцієнти для них будуть однаковими:

$$r_{ij} = 1/M \quad i = \overline{1, N} \quad j = \overline{1, M} \quad (10)$$

Тобто, маємо наступні ваги для груп показників:

$$r_1 = \frac{2}{5}, \quad r_2 = \frac{3}{10}, \quad r_3 = \frac{1}{5}, \quad r_4 = \frac{1}{10} \quad (11)$$

Розрахунки вагових коефіцієнтів груп приведені в таблиці 2.

Етап 3 (лінгвістичні змінні). Для якісного оцінювання усіх рівнів економічних параметрів визначимо лінгвістичну змінну «Рівень показника», множина значень якої буде представлена наступними підмножинами (термами): ДН - «дуже низький» рівень; Н - «низький» рівень; С - «середній» рівень; В - «високий» рівень; ДВ - «дуже високий» рівень [9].

Таблиця 2

## Розрахунок вагових коефіцієнтів

Групи факторів	Позначення	Показники	Вага групи	Вага показника
Фінансова стійкість (X1)	X 11	Показник фінансового ризику	2/5	0,25
	X 12	Коефіцієнт фінансової незалежності		0,25
	X 13	Коефіцієнт фінансової стабільності		0,25
	X 14	Коефіцієнт позичкового капіталу		0,25
Ліквідність та платоспроможність (X2)	X 21	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	3/10	0,25
	X 22	Коефіцієнт поточної ліквідності		0,25
	X 23	Коефіцієнт швидкої ліквідності		0,25
	X 24	Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості		0,25
Ділова активність (X3)	X 31	Коефіцієнт оборотності активів	1/5	0,33
	X 32	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості		0,33
	X 33	Коефіцієнт оборотності власного капіталу		0,33
Ефективність управління (X4)	X 41	Коефіцієнт рентабельності активів	1/10	0,33
	X 42	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу		0,33
	X 43	Показник розвитку підприємства		0,33

За всіма групами показників отримуємо згортання цих показників у межах відповідних груп за підрівнями:

$$A_a^l = \sum_{i=1}^n x_i^r \times r_i \quad (12)$$

де  $A_a \in \{ \text{«Фінансова стійкість»}, \text{«Ліквідність та платоспроможність»}, \text{«Ділова активність»}, \text{«Ефективність управління»} \}$ ;

$l$  - нечіткий рівень відповідної групи показників,  $l \in \{ \text{«ДН»}; \text{«Н»}, \text{«Ср»}; \text{«В»}; \text{«ДВ»} \}$ ;

$n$  - кількість показників відповідної групи;

$x_i^r$  - відповідні показники даної групи;

$r_i$  - ваги показників відповідної групи.

Відповідні розрахунки наведені в таблиці 3.



Таблиця 3

## Згортання показників у межах відповідних груп за підрівнями

Групи факторів	Позначення	Показники	$x_i^r$	$A_a$	$\Sigma$
Фінансова стійкість (X1)	X 11	Показник фінансового ризику	0,32	0,16	0,963
	X 12	Коефіцієнт фінансової незалежності	0,83	0,23	
	X 13	Коефіцієнт фінансової стабільності	4,11	0,44	
	X 14	Коефіцієнт позичкового капіталу	0,21	0,13	
Ліквідність та платоспроможність (X2)	X 21	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,11	0,13	1,154
	X 22	Коефіцієнт поточної ліквідності	3,80	0,37	
	X 23	Коефіцієнт швидкої ліквідності	2,41	0,33	
	X 24	Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	2,41	0,33	
Ділова активність (X3)	X 31	Коефіцієнт оборотності активів	1,74	0,37	1,123
	X 32	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	1,80	0,37	
	X 33	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	2,11	0,38	
Ефективність управління (X4)	X 41	Коефіцієнт рентабельності активів	0,10	0,26	0,781
	X 42	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	0,13	0,27	
	X 43	Показник розвитку підприємства	0,06	0,25	

Етап 4 (оцінювання значень кінцевої лінгвістичної змінної).

Для оцінки комплексного показника рівня фінансової безпеки підприємства було формалізовано вигляд інтегрального показника, тобто описані ті рівні, за якими проводилася комплексна оцінка рейтингу підприємства.

Грунтуючись на типи фінансової стійкості виділимо нечіткі підмножини для інтегральної оцінки фінансової безпеки підприємства:

1) фінансова небезпека (FunS) - підприємство характеризується як таке, що має дуже низьку фінансову стійкість, воно знаходиться на межі банкрутства, за якого запаси і витрати більші суми власних оборотних коштів, кредитів під товарно-матеріальні цінності;

2) хитлива фінансова безпека (LFS) - ситуація, за якої відбувається порушення платоспроможності, але зберігається можливість відтворення рівноваги платіжних засобів і платіжних зобов'язань за рахунок залучення тимчасово вільних джерел засобів в оборот підприємства;

3) нормальна фінансова безпека (NFS) - гарантується платоспроможність підприємства;

4) висока фінансова безпека (HFS) - підприємство характеризується високою фінансовою стабільністю, має високий запас конкурентоспроможності;

5) абсолютна фінансова безпека (AFS) - фінансовий стан підприємства стабільний, такий, що швидко розвивається, характеризується досить високим рівнем платоспроможності у порівнянні з іншими підприємствами.

Класифікацію інтегрального показника фінансової безпеки підприємства за виділеними нечіткими рівнями наведено в таблиці 4.

Для розрахунку комплексного показника фінансової безпеки підприємства необхідно виконати розрахунок ваг для кожного з нечітких підрівнів інтегральної оцінки. За вагу приймемо середини інтервалів кожної з підмножин.

Таблиця 4

**Класифікація інтегрального показника фінансової безпеки підприємства**

Значення інтегрального показника	Підмножини для інтегральної оцінки фінансової безпеки				
	FunS	LFS	NFS	HFS	AFS
0-0,15	1				
0,15-0,25	(0,25-value)*10	(value-0,15)*10			
0,25-0,35		1			
0,35-0,45		(0,45-value)*10	(value-0,35)*10		
0,45-0,55			1		
0,55-0,65			(0,65-value)*10	(value-0,55)*10	
0,65-0,75				1	
0,75-0,85				(0,85-value)*10	(value-0,75)*10
0,85-1,0					1

Створимо таблицю, що відображає ваги нечітких підрівнів для комплексного показника оцінки фінансової безпеки підприємства (табл.5).

Таблиця 5

**Ваги нечітких підрівнів для комплексного показника фінансової безпеки підприємства**

Ваги вузлових точок класифікатора	ДВ	Н	С	В	ДВ
	w1	w2	w3	w4	w5

Зробимо відповідні розрахунки і занесемо їх до табл.6.

Інтегральну оцінку для *i*-ї групи показників фінансової безпеки підприємства можемо розрахувати наступним чином:

$$I_i^{\text{int}} = \sum_{i,l=1}^5 w^j A^l \quad (13)$$

Таблиця 6

**Розрахунок ваг нечітких підрівнів для комплексного показника  
фінансової безпеки ТОВ «Виробнича компанія «Оріон»**

Позначення	Показники	А	Ваги вузлових точок класифікатора				
			w				
			ДВ	Н	С	В	ДВ
X 11	Показник фінансового ризику	0,16	0,42	0,08			
X 12	Коефіцієнт фінансової незалежності	0,23	0,18	0,80			
X 13	Коефіцієнт фінансової стабільності	0,44		0,10	0,90		
X 14	Коефіцієнт позичкового капіталу	0,13	1,00				
X 21	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,13	1,00				
X 22	Коефіцієнт поточної ліквідності	0,37		0,77	0,23		
X 23	Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,33		1,00			
X 24	Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	0,33		1,00			
X 31	Коефіцієнт оборотності активів	0,37		0,81	0,19		
X 32	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	0,37		0,79	0,21		
X 33	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	0,38		0,67	0,33		
X 41	Коефіцієнт рентабельності активів	0,26		1,00			
X 42	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	0,27		1,00			
X 43	Показник розвитку підприємства	0,25		0,01	0,99		

Відповідні розрахунки наведено в табл.7.

Інтегральну оцінку фінансової безпеки підприємства розрахуємо за наступною формулою:

$$I = \sum_{i=1}^3 I_i^{\text{int}} \times r_i \quad (14)$$

Отже, для підприємства ТОВ «Виробнича компанія «Оріон» розраховане значення інтегральної оцінки фінансової безпеки підприємства дорівнюватиме:

$$I = 0,880 \times 0,4 + 1,154 \times 0,3 + 1,123 \times 0,2 + 0,781 \times 0,1 = 1,009 \quad (15)$$

Таблиця 7

**Інтегральна оцінка для і-ї групи показників фінансової безпеки ТОВ  
«Виробнича компанія «Оріон»**

Групи факторів	Позначення	$w^j A^l$					$\Sigma$	$I_i^{\text{int}}$
		FunS	LFS	NFS	HFS	AFS		
Фінансова стійкість (X1)	X11	0,066	0,013				0,079	0,880
	X 12	0,042	0,185				0,228	
	X 13		0,045	0,396			0,441	
	X 14	0,133					0,133	
Ліквідність та платоспроможність (X2)	X 21	0,129					0,129	1,154
	X 22		0,287	0,087			0,373	
	X 23		0,326				0,326	
	X 24		0,325				0,325	
Ділова активність (X3)	X 31		0,300	0,069			0,369	1,123
	X 32		0,292	0,079			0,371	
	X 33		0,256	0,128			0,383	
Ефективність управління (X4)	X 41		0,263				0,263	0,781
	X 42		0,269				0,269	
	X 43		0,002	0,248			0,249	

Значення інтегральної оцінки означає, що підприємство абсолютно фінансово безпечне, фінансовий стан підприємства стабільний, такий, що швидко розвивається, характеризується досить високим рівнем платоспроможності. Також слід відмітити те, що має дуже високий рівень фінансової стійкості, ліквідності та платоспроможності, ділової активності та високий рівень ефективності управління.

**Висновки.** В результаті проведеного наукового дослідження узагальнено математичну модель оцінки фінансової безпеки підприємства, в основу якої покладено математичний апарат теорії нечіткої логіки. Суттєвою перевагою даної моделі є те, що зв'язок між вхідними і вихідним параметрами описується за допомогою відомих фінансових показників. Розглянута модель характеризується гнучкістю та адаптивністю до мінливих ринкових умов. Запропонований метод надає можливість настроювання моделі на конкретні умови і специфіку роботи підприємства. Використання даної моделі на основі нечітко-множинного

підходу сприятиме отриманню обґрунтованих даних про сучасний стан фінансової безпеки підприємства та відповідних рекомендацій щодо формування стратегій управління ним.

### **Література**

1. Картузов Є. П. Визначення фінансової безпеки підприємства: поняття, зміст, значення і функціональні аспекти / Є.П. Картузов // Актуальні проблеми економіки. - 2012. - № 8. - С. 172-181.
2. Матвійчук Л. О. Методи визначення рівня фінансової безпеки підприємства / Л. О. Матвійчук // Вісник ЖДТУ. Серія: Економічні науки. - 2010. - №4(54). - С. 330-332.
3. Портнова Г. О. Фінансова безпека підприємства : сучасні погляди щодо сутності та оцінки [Електронний ресурс] / Г. О. Портнова, В. М. Антоненко. - 2012. - Режим доступу: <http://ea.donntu.org:8080/handle/123456789/25447>
4. Бадаева О. Н. Оценка финансовой безопасности малых и средних предприятий [Електронний ресурс] / О. Н. Бадаева, Е. В. Цупко // Российское предпринимательство. - 2013. - № 14(236). - С. 71-83. - Режим доступу : <http://www.creativeconomy.ru/articles/29187/>
5. Бланк И. А. Управление финансовой безопасностью предприятия [Електронний ресурс] / И. А. Бланк. - К. : Ника-Центр : Эльга, 2004. - 784 с. - Режим доступу : <http://www.ozon.ru/context/detail/id/4285883/>
6. Кожанова Є. П. Економічний аналіз : [навч. посібн. для самостійного вивчення дисципліни] / Є. П. Кожанова, І. П. Отенко. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2003. – 208 с.
7. Бочарников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В.П. Бочарников - Санкт-Петербург: Наука, РАН, 2001. - 28 с.
8. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-

економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки [монографія] / А.В. Матвійчук - К.: Центр навчальної літератури, 2005. - 206 с.

9. Ротштейн О.П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі / О.П. Ротштейн – Вінниця: Універсум-Вінниця, 1999. – 320 с.