

Л. М. Петренко, асистент кафедри інформатики,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

НЕЧІТКО-МНОЖИННА МОДЕЛЬ В УПРАВЛІННІ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

АНОТАЦІЯ. Стаття присвячена актуальній проблемі — розгляду та можливостям практичного застосування нечітко-множинного підходу до моделювання процесів управління фінансовою безпекою підприємства. Методичні підходи на основі теорії нечіткої логіки до побудови інтегрального показника фінансової безпеки підприємства, дають змогу з достатньою повнотою проводити всебічне дослідження стану фінансової безпеки суб'єкта господарювання, враховувати вплив різноманітних чинників та загроз.

ANNOTATION. The fuzzy logic model in the financial security management of enterprise. The article is devoted to the vital question — management by the financial security of enterprise, that is very actual problem for all enterprises today. In the work proposed the fuzzy logic model for analysis the of financial security level, that bases on financial exponents of enterprise. The main moments in the article are concentrated on the forming integral exponent by the financial security of enterprise.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. фінансова безпека підприємства, управління, інтегральний показник, нечітко-множинний підхід, модель, лінгвістична змінна.

Адекватні математичні моделі для управління фінансовою безпекою вимагають всебічного врахування факторів невизначеності, пов'язаних з особливостями функціонування підприємств у сучасних ринкових умовах :

— цільових умов (наявність якісно визначених цілей прийняття рішень, психологічні аспекти прийняття людиною запропонованих рішень);

— модельованих об'єктів та предметних областей (конфліктна природа, наявність лінгвістичної, експертної інформації, що описує об'єкт, обмеження на ресурси);

— вихідної та поточної інформації про процеси, що відбуваються (протиріччя, неточність, нечіткість, неоднозначність).

Вплив даних факторів ускладнює отримання необхідних правильних та обґрунтованих рішень. Це обумовлює практичну важ-

лівість обробки нечітких даних та необхідність використання нечітко-множинного підходу.

Аналіз існуючих методів в управлінні фінансовою безпекою підприємства привів автора до висновків про необхідність розробки нового підходу до моделювання з використанням апарату нечіткої логіки, що надає можливість формувати модель не лише з урахуванням специфіки країни, періоду часу, галузі, але й із властивістю налагодження її на кількісні і якісні показники конкретного суб'єкта господарювання.

Необхідність використання математичних підходів до моделювання та обробки нечітких даних на основі експертних оцінок, нечітких множин, логічного підходу були обґрунтовані в працях дослідників Заде [1], Дюбуа [2], Ягера [3], Алієва [4], Герасимова [5], Ротштейна [6], Бочарнікова [7], Матвійчука А. В. [8] та ін. Використання нечіткого підходу дозволяє вирішувати широке коло задач управління. При цьому надає можливість з єдиних позицій описати як кількісно, так і якісно, інформацію про об'єкти, враховувати нечіткість даних, мультиплікативний вплив факторів невизначеності, вплив ризиків та суб'єктивних рішень, підвищуючи адекватність отримуваних рішень.

Розробимо підхід до аналізу фінансової безпеки підприємства з використанням апарату нечіткої логіки, який 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):

$$Y = f_Y(X_1, X_2, X_3, X_4), \quad (1)$$

X_i — відповідна i -та група показників.

У свою чергу, комплексне значення кожної з вказаних груп показників може бути розраховане за наступними коефіцієнтами (табл. 1).

Таблиця 1

**ГРУПИ ПОКАЗНИКІВ (ФАКТОРІВ)
ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА**

Групи факторів	Показники	Позначення
1	2	3
Фінансова стійкість (X_1)	Показник фінансового леввериджу (ризик)	X_{11}
	Коефіцієнт фінансової незалежності (автономії, власного капіталу)	X_{12}
	Коефіцієнт фінансової стабільності	X_{13}
	Коефіцієнт позичкового капіталу	X_{14}
Ліквідність та платоспроможність (X_2)	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	X_{21}
	Коефіцієнт поточної (загальної) ліквідності (покриття)	X_{22}
	Коефіцієнт швидкої (проміжної) ліквідності	X_{23}
	Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	X_{24}
Ділова активність (X_3)	Коефіцієнт оборотності активів	X_{31}
	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	X_{32}
	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	X_{33}
Ефективність управління (X_4)	Коефіцієнт рентабельності активів	X_{41}
	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	X_{42}
	Показник розвитку підприємства	X_{43}

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

де N — кількість узагальнених груп ($N = 4$);

M — кількість показників у групі.

Так, *фінансова стійкість* (X_1) може бути оцінена за наступними показниками: показник фінансового леввериджу (ризик) X_{11} , коефіцієнт фінансової незалежності (автономії, власного капіталу) X_{12} , коефіцієнт фінансової стабільності X_{13} , коефіцієнт позичкового капіталу X_{14} :

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}). \quad (3)$$

Ліквідність та платоспроможність (X_2) може бути оцінена за наступними показниками: коефіцієнт абсолютної ліквідності X_{21} , коефіцієнт поточної (загальної) ліквідності (покриття) X_{22} , коефіцієнт швидкої (проміжної) ліквідності X_{23} , співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості X_{24} :

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}). \quad (4)$$

Ділова активність (X_3) може бути оцінена за наступними показниками: коефіцієнт оборотності активів X_{31} , коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості X_{32} , коефіцієнт оборотності власного капіталу X_{33} :

$$X_3 = f_3(X_{31}, X_{32}, X_{33}). \quad (5)$$

Ефективність управління (X_4) може бути оцінена за наступними показниками: коефіцієнт рентабельності активів X_{41} , коефіцієнт рентабельності власного капіталу X_{42} , показник розвитку підприємства X_{43} :

$$X_4 = f_4(X_{41}, X_{42}, X_{43}). \quad (6)$$

Представлений набір показників з є одним з можливих варіантів і може формуватися експертом індивідуально для кожного окремого підприємства з урахуванням його специфіки.

Ієрархічність при формуванні бази знань і побудові математичної моделі можна забезпечити, якщо при побудові нечіткої моделі скористатися методом нейронних мереж. Структура математичної моделі аналізу фінансової безпеки підприємства, що відповідає співвідношенням (1)—(6), показана на рис. 1 у вигляді дерева логічного висновку.

У результаті ми отримали модель, що є по суті, нейронечіткою мережею. Так, нейронна мережа є багат шаровим перцептроном 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.

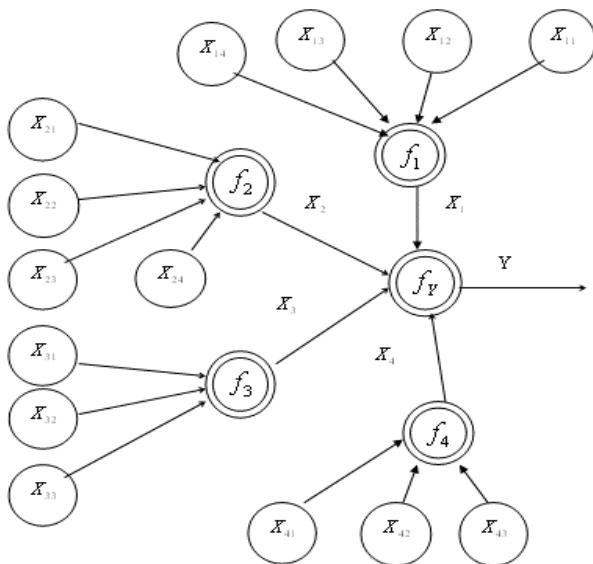


Рис. 1. Структурна схема математичної моделі аналізу фінансової безпеки підприємства

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 убавання значимості таким чином, щоб виконувалося правило:

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

Якщо система показників проранжована в порядку убавання їхньої важливості, то значимість i -того показника можна визначити за правилом Фішберна [9]:

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

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 (2.3) 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, $i = \overline{1,4}$.

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 табл. 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.

Таким чином отримаємо нечіткі числа виду трапецій (рис. 2). При цьому чіткий рівень показника є верхньою основою трапеції, перехідний (з одного рівня на інший) — нижньою.

Нечіткі описання в структурі моделі виникають у зв'язку з невпевненістю експерта, яка виникає в ході класифікації рівня факторів. У такому разі використання нечітких множин полягає в наступному:

- зафіксуємо деякий показник (фактор);
- на обраному носії фактору будемо лінгвістичну змінну «Рівень показника» зі своєю множиною значень.

Таблиця 2

РОЗРАХУНОК ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ ГРУП ПОКАЗНИКІВ

Група	Вага групи	Показник	Вага показника
Фінансова стійкість	2/5	Показник фінансового лівериджу	0,25
		Коефіцієнт фінансової незалежності (автономії, власного капіталу)	0,25
		Коефіцієнт фінансової стабільності	0,25
		Коефіцієнт позичкового капіталу	0,25
		Коефіцієнт абсолютної ліквідності (платоспроможність)	0,25
Ліквідність та платоспроможність	3/10	Коефіцієнт поточної (загальної) ліквідності (покриття)	0,25
		Коефіцієнт швидкої (промійної) ліквідності	0,25
		Співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	0,25
Ділова активність	1/5	Коефіцієнт оборотності активів	0,33
		Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	0,33
		Коефіцієнт оборотності власного капіталу	0,33
Ефективність управління	1/10	Коефіцієнт рентабельності активів	0,33
		Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	0,33
		Показник розвитку підприємства	0,33

Етап 4 (побудова функцій належності). Для кожного значення лінгвістичної змінної будемо функцію належності. Найбільш поширеними в даному випадку є трапецієподібні функції належності (рис. 2). Верхня основа трапеції буде відповідати повній впевненості експерта в класифікації фактора, а нижня — жодні зі значень на інтервалі (0,1) не попадають у вибрану нечітку множину.

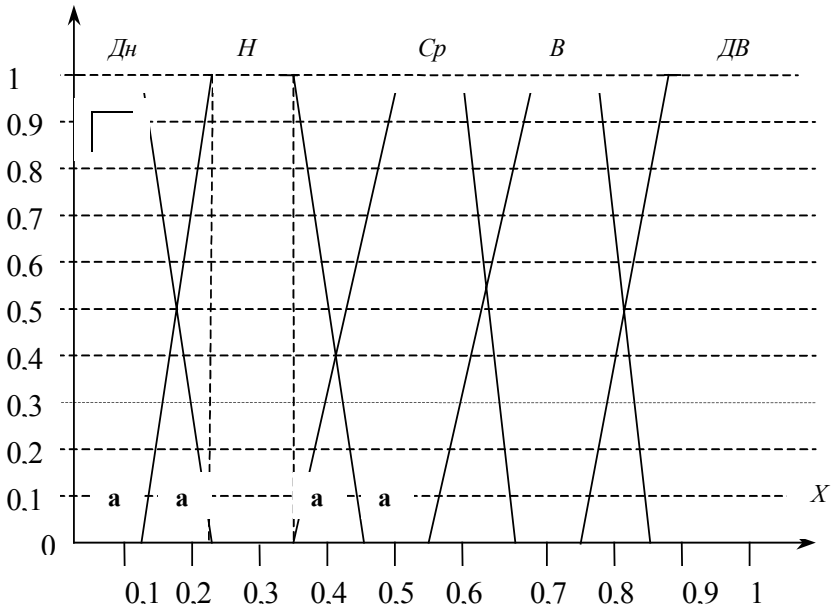


Рис. 2. Трапецієподібний вид показника

Після оцінювання діапазонів значень функцій належності для кожного з показників розраховуємо їх значення, тобто ранги — значення функцій належності показників нечітким рівням змінної «Рівень показника». При цьому всі показники матимуть нечітке представлення виду:

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4), \tag{12}$$

де a_1, a_4 — відповідно абсциси нижньої основи трапеції відповідного рівня;

a_2, a_3 — відповідно абсциси верхньої основи трапеції відповідного рівня.

Тобто, якщо значення показника лежить між абсцисами верхнього ребра трапеції ($a_2 \leq X_n \leq a_3$), значення λ буде дорівнювати 1, в іншому випадку значення функції належності λ розраховуються за формулою ординати бічного ребра трапеції для обох підмножин вербальної (лінгвістичної) змінної «Рівень показника»: наведемо аналітичну форму запису трапецієподібної функції належності нечіткого терму В вхідної змінної X, що показано на рис. 2:

$$\mu^B(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_2}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x < a_2 \\ 1, & a_2 \leq x < a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases}, \quad (13)$$

де $\mu^l(X)$ — функція належності вихідної змінної X до нечіткого терму l_i , $l_i \in \{ДВ, В, Ср, Н, ДН\}$.

Для кожного підприємства за всіма групами показників отримаємо згоргання цих показників у межах відповідних груп за підрівнями відповідно:

$$A_a^l = \sum_{i=1}^n x_i^r \times r_i, \quad (14)$$

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^l — відповідні показники даної групи;

r_i — ваги показників відповідної групи.

Етап 4 (оцінювання значень кінцевої лінгвістичної змінної).

Продемонструємо, яким чином використовується отриманий класифікатор при побудові нечітко-множинної моделі фінансової безпеки підприємства.

Для оцінки комплексного показника рівня фінансової безпеки підприємства необхідно формалізувати вигляд інтегрального по-

казника, тобто описати ті рівні, за якими буде проводитися комплексна оцінка рейтингу підприємства. Грунтуючись на типи фінансової стійкості, крізь призму яких науковці [10—12] розглядають питання фінансової безпеки підприємства для інтегральної оцінки її рівня виділимо нечіткі підмножини:

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. Середня фінансова стабільність.

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 табл. 3.

Таблиця 3

**КЛАСИФІКАЦІЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА
ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ПІДМНОЖИНАМИ**

Значення інтегрального показника	Розподіл інтегрального показника рівня фінансової безпеки підприємства				
	FunS	LFS	NFS	HFS	AFS
0—0,15	1				
0,15—0,25	$(0,25 - \text{value}) \cdot 10$	$(\text{value} - 0,15) \cdot 10$			
0,25—0,35		1			
0,35—0,45		$(0,45 - \text{value}) \cdot 10$	$(\text{value} - 0,35) \cdot 10$		

Значення інтегрального показника			Розподіл інтегрального показника рівня фінансової безпеки підприємства		
0,45—0,55			1		
0,55—0,65			$(0,65 - \text{value}) \cdot 10$	$(\text{value} - 0,55) \cdot 10$	
0,65—0,75				1	
0,75—0,85			$(0,85 - \text{value}) \cdot 10$	$(\text{value} - 0,75) \cdot 10$	
0,85—1,0					1

Таким чином, ми формалізували інтегральний показник фінансової безпеки підприємства як нечітке число трапецієподібної форми виду (12).

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. Створимо таблицю, що відображає ваги нечітких підрівнів для комплексного показника оцінки фінансової безпеки підприємства (табл. 4).

Таблиця 4

**ВАГИ НЕЧІТКИХ ПІДРІВНІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА
ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА**

Ваги вузлових точок класифікатора	ДН	Н	Ср	В	ДВ
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5

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

$$I_i^{\text{int}} = \sum_{l=1}^5 w^l A^l. \quad (15)$$

Інтегральну оцінку фінансової безпеки підприємства розрахуємо за наступною формулою:

$$I = \sum_{i=1}^3 I_i^{\text{int}} r_i. \quad (16)$$

Наприклад, для підприємства «Гніденцівський газопереробний завод «ВАТ УКРНАФТА» у відповідності з (15) комплексні показники за групами можемо розрахувати наступним чином (табл. 5).

$$\text{Фінансова стійкість} = 0,925 * 1 = 0,925. \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{Ліквідність та платоспроможність} = \\ = 0,9667 * 0,075 + 0,508 * 0,3 + 0,2 * 0,7 + \\ + 0,05 * 0,925 = 0,411. \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{Ділова активність} = 0,33 * 0,075 + 0,67 * 0,925 = 0,641. \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \text{Ефективність управління} = 0,33 * 0,3 + \\ + 0,53 * 0,5 + 0,133 * 0,7 = 0,46. \end{aligned} \quad (20)$$

Для підприємства «Гніденцівський газопереробний завод «ВАТ УКРНАФТА» розраховане значення інтегральної оцінки фінансової безпеки підприємства дорівнюватиме:

$$\begin{aligned} I = 0,925 * 0,4 + 0,411 * 0,3 + 0,641 * 0,2 + \\ + 0,460 * 0,1 = 0,667. \end{aligned} \quad (21)$$

Значення інтегральної оцінки означає, що підприємство має дуже високий рівень фінансової стійкості, середній рівень ліквідності та платоспроможності та середній рівень ділової активності та майже середній рівень ефективності управління.

Отже, розроблена модель характеризується гнучкістю та адаптивністю до мінливих ринкових умов. Запропонований метод надає можливість настроювання моделі на конкретні умови і специфіку роботи аналізованого підприємства, особливості економіки регіону, що вигідно відрізняє наш підхід від розроблених раніше аналогічних підходів. Крім того, застосування даної нечіткої моделі дозволяє здійснювати ранжування суб'єктів господарювання за значеннями їхнього інтегрального показника до того чи іншого стану фінансової безпеки.

Використання розробленої моделі на основі нечітко-множинного підходу сприятиме отриманню обґрунтованих даних про сучасний стан фінансової безпеки економічних систем та відповідних рекомендацій щодо формування стратегій управління ними.

Література

1. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 167 с.
2. *Дюбуа Д., Прад А.* Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: Пер. с фр. — М.: Радио и связь, 1990. — 228 с.
3. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ. / Под ред. Р. Р. Ягера. — М.: Радио и связь, 1990. — 288 с.
4. *Алиев Р. А., Церковный А. Э., Мамедова Г. А.* Управление производством при нечеткой исходной информации. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 240 с.
5. *Герасимов Б. М., Тарасов В. А., Токарев И. В.* Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. — К.: Наукова думка, 1993. — 184 с.
6. *Ротштейн А. П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница: Універсам-Вінниця, 1999. — 320 с.
7. *Бочарников В. П.* Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. — Санкт-Петербург: Наука, РАН, 2001. — 28 с.
8. *Матвійчук А. В.* Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія. — К.: Центр навчальної літератури, 2005. — 206 с.
9. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений. — М.: Наука, 1978. — 352 с.
10. *Ковальов Д. І. Плетникова.* Кількісна оцінка рівня економічної безпеки підприємства // Економіка України. — 2001. — № 4. — С. 35—39.
11. *Шеремет А. Д., Сайфулин Р. С.* Финансы предприятий. — М.: ИНФРА-М, 1997. — 343 с.
12. *Ляшенко О. М., Сумцов В. Г.* Основы финансового менеджмента: теория і практика. — Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2008. — 460 с.

Статтю подано до редакції 02.06.10 р.

УДК 31:004

С. С. Вацаев, канд. екон. наук, доцент кафедри статистики, ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

В. І. Яроцький, Управління ПФУ в м. Конотопі Сумської області

СИСТЕМА ПЕРСОНІФІКОВАНОГО ОБЛІКУ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА РЕФОРМУВАННЯ ПЕНСІЙНОЇ СИСТЕМИ

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто проблеми інформаційного забезпечення персоналізованого обліку зайнятого населення, як основу пенсійної реформи в Україні. Класифіковано інформаційне забезпечення персоналі-