

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ВІДДІЛЕНЬ БАНКУ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

### FORMALIZATION OF EVALUATION OF BANK BRANCHES ACTIVITY EFFICIENCY BASED ON FUZZY SETS THEORY

Банки є підприємницькими структурами, мета діяльності яких полягає у максимізації прибутку. У сучасних умовах функціонування банківської системи України саме ефективна діяльність банків є запорукою їхнього існування на ринку банківських послуг. Основним каналом отримання клієнтами банківських послуг є банківське відділення. Організація діяльності його персоналу щодо продажів банківських продуктів суттєво впливає на рівень досягнутих банком результатів загалом. Тому оцінювання ефективності діяльності відділень банку має особливо важливе значення для забезпечення його життєздатності. Адекватне оцінювання повинно враховувати нечіткість факторів впливу та ступінь впевненості аналітика. Інструментом такого оцінювання є нечітка модель, формалізована в цьому дослідженні на засадах теорії нечітких множин. Вона не потребує великої кількості даних для побудови та враховує невпевненість аналітика під час ідентифікації рівня фактору впливу. На цій основі можуть прийматися обґрунтовані управлінські рішення щодо коригування плану досягнення банком стратегічної мети.

**Ключові слова:** банківське відділення, продажі банківських продуктів, оцінювання ефективності, лінгвістична змінна, нечіткі множини, класифікатор рівня, матричний підхід, ступінь оцінної впевненості.

Банки являются предпринимательскими структурами, цель деятельности которых заключается в максимизации прибыли.

В современных условиях функционирования банковской системы Украины именно эффективная деятельность банков является залогом их существования на рынке банковских услуг. Основным каналом получения клиентами банковских услуг является банковское отделение. Организация деятельности его персонала в отношении продаж банковских продуктов существенно влияет на уровень достигнутых банком результатов в целом. Поэтому оценивание эффективности деятельности отделений банка имеет особое важное значение для обеспечения его жизнеспособности. Адекватное оценивание должно учитывать нечеткость факторов влияния и степень уверенности аналитика. Инструментом такой оценки является нечеткая модель, формализованная в этом исследовании на основе теории нечетких множеств. Она не требует большого количества данных для построения и учитывает неуверенность аналитика при классификации уровня фактора влияния. На этой основе могут приниматься обоснованные управленческие решения по корректировке плана достижения банком стратегической цели.

**Ключевые слова:** банковское отделение, продажи банковских продуктов, оценивание эффективности, лингвистическая переменная, нечеткие множества, классификатор уровня, матричный подход, степень оценочной уверенности.

Banks are business structures whose purpose is to maximize profits. In today's conditions of the

УДК 330.46

**Гриценко К.Г.**

к.т.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Сумський державний університет

**Посканна А.М.**

магістр Сумський державний університет

banking system of Ukraine functioning, the effective banking activity is the key to bank existence on the banking services market. The main channel for obtaining clients of banking services is the bank branch. The organization of its personnel activities in relation to sales of banking products significantly influences the level of results achieved by the bank as a whole. Therefore, the assessment of the efficiency of the bank branches activity is particularly important for ensuring viability of the bank. An adequate assessment should take into account the uncertainty of the factors of influence and the degree of confidence of the analyst. The instrument of such assessment is a fuzzy model. We have formalized it in this study on the basis of fuzzy sets theory. The theory of fuzzy sets is a promising direction of modeling financial and economic systems. It does not require a large amount of data to build models and takes into account the uncertainty of the analyst when identifying the level of the factor of influence. Within the framework of this study we have selected sizes of sales of banking products such as deposits, loans, pension payment cards, savings accounts, training operations and non-bank products (including insurance services and tickets) as factors of influence. We also have brought selected factors of influence to a comparable view and have established their significance weights on the basis of the Fishburn's method. We have used a linguistic variable for the fuzzy description of the input factors. Its possible values are fuzzy terms with trapezoidal membership function. When the distance from the interval of reliability of trapeze grows, the confidence of the analyst in the classification goes to zero. To identify the levels of factors and complex efficiency indicator, we have used the five-level 01-classifier. We have calculated the complex indicator of efficiency using matrix approach and the double convolution formula. On this basis, bank management can make reasonable management decisions to correct the plan for reaching the strategic goal of the bank.

**Key words:** bank branch, sales of banking products, efficiency evaluation, linguistic variable, fuzzy sets, level classifier, matrix approach, degree of evaluation confidence.

**Постановка проблеми.** Розвиток ринку банківських послуг України відбувається в умовах жорсткої конкурентної боротьби та характеризується нестабільним внутрішнім і зовнішнім середовищем. Це суттєво впливає на діяльність банків. Для виживання банкам необхідно підвищувати ефективність їхньої діяльності, постійно поліпшувати якість обслуговування клієнтів. Державні органи регулювання, нагляду та контролю за діяльністю банків, так само як і клієнти та керівництво банків, зацікавлені в адекватному оцінюванні ефектив-

ності діяльності банків, яке би враховувало нечіткість факторів впливу та ступінь впевненості аналітиків. Таке оцінювання може бути реалізоване на засадах теорії нечітких множин, яка є перспективним напрямом моделювання фінансово-економічних систем [13].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ефективність банківської діяльності визначається як соціально-економічна категорія, що визначає вплив способів організації діяльності учасників на рівень досягнутих ними результа-

тів, тобто відповідність отриманих результатів поставленим цілям [4, с. 58].

Дослідженням у сфері ефективності діяльності банків присвячена велика кількість праць як вітчизняних, так і закордонних науковців. Їхній аналіз свідчить, що вирішення проблеми багатофакторного моделювання, до якої належить і комплексне оцінювання ефективності діяльності відділень банку, є нетривіальним завданням. У роботі [5] визначено цілі ефективної діяльності банку та етапи формування стратегії забезпечення ефективності діяльності банку. Але невирішеними залишилися питання оцінювання ступеня досягнення цілей ефективної діяльності банку, зокрема певних внутрішніх нормативів банку. У роботі [6] наведена характеристика методів оцінювання ефективності діяльності банків, класифікація показників, що характеризують ефективність діяльності банків. Водночас не враховано сучасне подання банку як складної соціально-економічної системи, яка описується ознаками, що мають невизначеність. Невизначеність полягає в тому, що в певний момент часу аналітику не завжди вдається точно оцінити рівні вхідних показників.

Під час дослідження соціально-економічних систем із невизначеністю часто застосовують експертні методи оцінювання, що ґрунтуються на обробці лінгвістичної інформації, зокрема інструментарій нечітких множин [7]. Використання теорії нечітких множин має низку переваг порівняно з іншими методами оцінювання, а саме:

- враховує вплив суб'єктивного фактору на процес прийняття рішень, при цьому невпевненість аналітика під час класифікації рівня показника моделюється функцією приналежності, носієм якої є допустима множина значень показника;

- не потребує значної кількості даних для аналізу;

- дає максимально точну оцінку, яка враховує всі відтінки значень як окремих показників, так і підсумкового показника [8, с. 1040].

Можливість урахування експертної інформації надає запропонований О.О. Недосєкіним у роботі [9] матричний підхід, що базується на теорії нечітких множин. Його перевагою є можливість використання в оцінюванні як кількісних, так і якісних факторів впливу [10, с. 15]. На нашу думку, саме цей підхід є найбільш доречним для оцінювання ефективності діяльності відділень банку в умовах клієнтоорієнтованості. Він дає змогу врахувати нечіткість факторів впливу та ступінь впевненості аналітика.

Забезпечення ефективності діяльності банку потребує раціональної організації роботи персоналу, результати якої є основою для прийняття економічно обґрунтованих управлінських рішень. Однією з найбільш важливих складових забез-

печення ефективності діяльності банку є оцінювання ефективності праці банківського персоналу стосовно продажів банківських продуктів, науково-методичні засади якого нині не розроблені. Незважаючи на значну кількість досліджень у сфері застосування теорії нечітких множин для оцінювання різних аспектів банківської діяльності, наочного прикладу застосування цієї теорії для оцінювання ефективності діяльності банку в цих дослідженнях не було висвітлено.

**Постановка завдання.** Банківські відділення є основою банківської діяльності та каналом вибору клієнтами надавача банківських послуг. Метою цієї статті є розвиток науково-методичного інструментарію оцінювання ефективності діяльності банківських відділень стосовно продажів банківських продуктів на підґрунті нечітких множин, що дає змогу врахувати нечіткість факторів впливу та ступінь впевненості аналітика.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У цьому дослідженні було використано структурний підхід до оцінювання ефективності діяльності відділення банку, згідно з яким досягнуті значення показників, що характеризують ефективність діяльності, порівнюються з їхніми нормативними значеннями. Інформаційною базою дослідження є показники, отримані із внутрішньої звітності регіонального управління одного з банків України.

Формалізація оцінювання ефективності діяльності відділень банку складається з таких етапів:

*Етап 1.* Відбувається вибір показників, що характеризують ефективність діяльності відділень банку, та оцінюється можливість їх кількісного вираження. У межах цього дослідження вагомими показниками було обрано величини продажів таких банківських продуктів, як депозитні вклади, кредити, пенсійні платіжні карти, накопичувальні рахунки, навчальні операції та небанківські продукти (в тому числі послуги страхування та квитки). Обрані показники є вимірними. Вони приводяться до зіставного вигляду (табл. 1).

Показники  $D_i$ ,  $K_i$ ,  $P_i$ ,  $S_i$ ,  $N_{oi}$ ,  $N_{pi}$  розраховуються як добуток відповідного нормативу в розрахунку на одного спеціаліста та кількості спеціалістів  $i$ -го відділення банку.

*Етап 2.* Кожній вхідній змінній  $x_i$  ( $i = \overline{1,6}$ ) зіставляється рівень її значущості за схемою ваг Фішберна [9, с. 37]. Щоб визначити цей рівень, необхідно спочатку проранжувати вхідні змінні  $x_i$  у порядку зменшення їхньої значущості  $r_i$  так, щоб виконувалося правило:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_i \geq \dots \geq r_N, \quad (1)$$

де  $N$  – загальна кількість вхідних змінних.

Тоді значущість  $i$ -ої вхідної змінної визначається за правилом Фішберна:

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

Вхідні змінні моделі

Формула розрахунку	Показник для розрахунку (позначення)	Економічний зміст показника	Одиниця вимірювання
$x_1 = \frac{D}{D_i}$	$D$	Величина депозитних вкладів	млн. грн.
	$D_i$	Норматив $i$ -го відділення банку із залучення коштів на депозитні вклади	млн. грн.
$x_2 = \frac{K}{K_i}$	$K$	Кількість виданих кредитів	шт.
	$K_i$	Норматив $i$ -го відділення банку з видачі кредитів	шт.
$x_3 = \frac{P}{P_i}$	$P$	Кількість виданих пенсійних платіжних карток	шт.
	$P_i$	Норматив $i$ -го відділення банку з видачі пенсійних платіжних карток	шт.
$x_4 = \frac{S}{S_i}$	$S$	Кількість накопичувальних рахунків	шт.
	$S_i$	Норматив $i$ -го відділення банку з відкриття накопичувальних рахунків	шт.
$x_5 = \frac{N_o}{N_{oi}}$	$N_o$	Кількість навчальних операцій	шт.
	$N_{oi}$	Норматив $i$ -го відділення банку з виконання навчальних операцій	шт.
$x_6 = \frac{N_p}{N_{pi}}$	$N_p$	Кількість небанківських продуктів	шт.
	$N_{pi}$	Норматив $i$ -го відділення банку з продажу небанківських продуктів (у тому числі послуг страхування та квитків)	шт.

Схема ваг Фішберна використовується за умови, що про рівень значущості вхідних змінних невідомо нічого, крім відношень пріоритетності між ними, та дає змогу приймати найкращі управлінські рішення в найгіршій інформаційній ситуації. З метою спрощення було прийнято рівнозначність вхідних змінних:  $r_i = 1/N$ .

*Етап 3.* Збираються статистичні дані, визначаються граничні значення та проводиться класифікація значень факторів, що характеризують ефективність діяльності відділень банку.

У загальному разі на ефективність діяльності відділень банку впливають як кількісні, так і якісні вхідні змінні. Але експерт може бути невпевнений під час розпізнавання поточного рівня вхідних змінних. У результаті невпевненості експерта виникають нечіткі описи. Використання нечітких описів означає, що на кількісній шкалі вхідної змінної  $x \in X$  експерт будує лінгвістичну змінну  $\tilde{x} = \langle \text{Рівень вхідної змінної } x \rangle$ , можливі значення якої описуються набором лінгвістичних термів «дуже низький» (ДН), «низький» (Н), «середній» (С), «високий» (В), «дуже високий» (ДВ).

Нехай  $\tilde{x}$  визначається  $m$  лінгвістичними термами  $\tilde{x} = \{A_j | j = \overline{1, m}\}$ . Лінгвістична змінна  $\tilde{x} \in X$  є нечітким образом носія  $X$ . Кожен із лінгвістичних термів є нечіткою множиною  $A_j = \{x, \mu_{A_j}(x) | x \in X, 0 \leq \mu_{A_j}(x) \leq 1\}$ , де  $\mu_{A_j}(x)$  – функція приналежності кожного  $x \in X$  множині  $A_j$ . Нехай  $X \subseteq R^1$  – простір значень вхідних змінних, тоді, як показано в роботі [11, с. 116], нечітка множина  $A_j$  визначається на носії  $X$  у вигляді сукупності впорядкованих пар  $(x, \mu_{A_j}(x))$ :  $A_j = \{x, \mu_{A_j}(x) | x \in X, 0 \leq \mu_{A_j}(x) \leq 1\}$ .

Під час дослідження економічних агентів загальноновживаними є трапецієподібні функції приналежності (рис. 1).

Функції приналежності  $\mu_{A_j}(x)$ ,  $j = \overline{1, m}$ , однієї лінгвістичної змінної  $\tilde{x}$  визначаються в одному вимірному просторі  $X$ .

Трапецієподібні функції приналежності  $\mu_{A_j}(x)$  компактно описуються трапецієподібними нечіткими числами виду:

$$p(a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (3)$$

де  $a_1$  і  $a_4$  – абсциси нижньої межі,  $a_2$  і  $a_3$  – абсциси верхньої межі трапеції.

Під час побудови трапецієподібної функції приналежності  $\mu_{A_j}(x)$  використовується такий набір правил [11, с. 116]:

$$\mu_{A_j}(x) = \begin{cases} \max(0, (a_4 - x) / (a_4 - a_3)), & \text{при } x > a_3 \\ \max(0, (x - a_1) / (a_2 - a_1)), & \text{при } x < a_2 \\ 1, & \text{при } x \geq a_2 \text{ і } x \leq a_3 \end{cases}, \quad (4)$$

де  $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$ . Верхня межа трапеції  $\mu_{A_j}(x)$  відповідає абсолютній упевненості експерта в приналежності рівня вхідної змінної вибраній нечіткій підмножині. У міру віддалення від інтервалу достовірності (проекції верхньої межі трапеції на область визначення носія  $X$ ) впевненість аналітика в класифікації знижується до нуля, що виражають бічні ребра трапеції [9, с. 78].

Для кожної вхідної змінної  $x$  формуємо класифікатор як розподіл повної множини значень  $x$  на нечітку підмножину  $\tilde{x}$  із трапецієподібними функціями приналежності  $\mu_{A_j}(x)$ , формалізованими у вигляді трапецієподібних нечітких чисел виду (3). Такі класифікатори, розроблені на статистич-

них матеріалах інформаційної бази дослідження, подано у таблиці 2.

**Етап 4.** Проводиться розпізнавання експертом поточного рівня вхідних змінних, що характеризують ефективність діяльності відділення банку, як це показано в табл. 3.

**Етап 5.** Нехай лінгвістична змінна  $\tilde{v}$  = «Рівень комплексного показника ефективності діяльності відділення банку» визначається набором лінгвістичних термів  $V_1$  = «Дуже високий» (ДВ),  $V_2$  = «високий» (В),  $V_3$  = «середній» (С),  $V_4$  = «низький» (Н),  $V_5$  = «дуже низький» (ДН). Носієм  $\tilde{v}$  є відрі-

зок одиночної довжини, що називається 01-носієм. Будується класифікація поточного значення комплексного показника ефективності  $v$  як критерій розбиття цієї множини на підмножини (табл. 4).

Введемо набір так званих вузлів  $\{v_j\} = \{0,9; 0,7; 0,5; 0,3; 0,1\}$ ,  $j = \overline{1,5}$ , що рівномірно віддалені один від одного на 01-носієві та симетричні відносно вузла  $a_3 = 0,5$ . У цих вузлах значення відповідної функції приналежності  $\mu_{V_j}(v)$  дорівнює одиниці, а значення всіх інших функцій приналежності дорівнюють нулю. Тобто вузли є абсцисами максимумів відповідних функцій при-

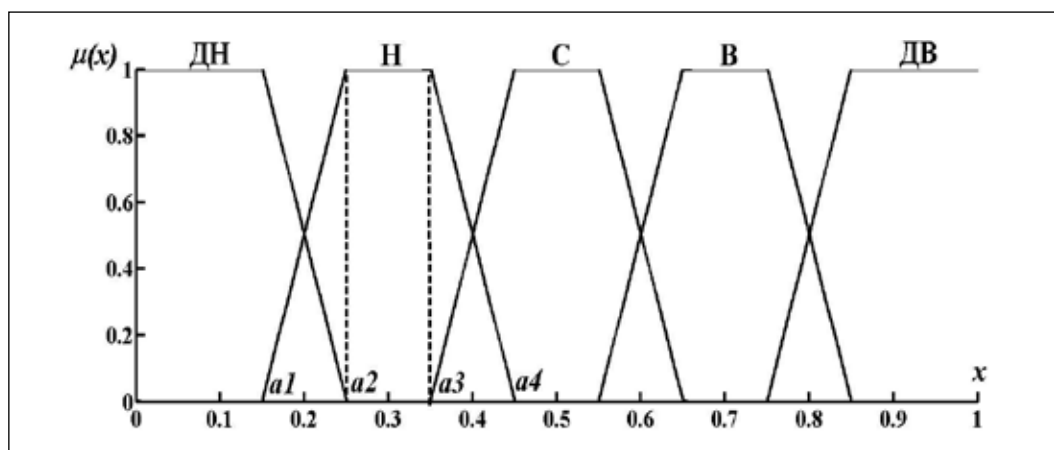


Рис. 1. Трапецієподібна функція приналежності

Таблиця 2

Класифікатори рівнів вхідних змінних

Вхідна змінна	Критерій розбивки по рівнях				
	Дуже низький $A_1$	Низький $A_2$	Середній $A_3$	Високий $A_4$	Дуже високий $A_5$
$x_1$	(0; 0,11; 0,99; 1,49)	(0,99; 1,49; 1,86; 2,36)	(1,86; 2,36; 2,74; 3,24)	(2,74; 3,24; 3,62; 4,12)	(3,62; 4,12; $\infty$ ; $\infty$ )
$x_2$	(0; 0,24; 0,84; 1,20)	(0,84; 1,20; 1,44; 1,84)	(1,44; 1,84; 2,05; 2,44)	(2,05; 2,45; 2,65; 3,05)	(2,65; 3,05; $\infty$ ; $\infty$ )
$x_3$	(0; 0,41; 1,15; 1,45)	(1,15; 1,45; 1,90; 2,19)	(1,89; 2,19; 2,65; 2,95)	(2,65; 2,95; 3,39; 3,69)	(3,39; 3,69; $\infty$ ; $\infty$ )
$x_4$	(0; 0,46; 1,57; 2,17)	(1,57; 2,17; 2,69; 3,29)	(2,69; 3,29; 3,80; 4,40)	(3,80; 4,40; 4,92; 5,52)	(4,92; 5,52; $\infty$ ; $\infty$ )
$x_5$	(0; 0,12; 0,64; 0,84)	(0,64; 0,84; 1,15; 1,35)	(1,15; 1,35; 1,66; 1,86)	(1,66; 1,86; 2,16; 2,36)	(2,16; 2,36; $\infty$ ; $\infty$ )
$x_6$	(0; 0,34; 0,90; 1,20)	(0,90; 1,20; 1,45; 1,75)	(1,45; 1,75; 2,01; 2,31)	(2,01; 2,31; 2,57; 2,87)	(2,57; 2,87; $\infty$ ; $\infty$ )

Таблиця 3

Рівні приналежностей носіїв нечітких підмножин

Вхідна змінна	Критерій розбивки за рівнями				
	Дуже низький $A_1$	Низький $A_2$	Середній $A_3$	Високий $A_4$	Дуже високий $A_5$
$x_1$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
...	...	...	...	...	...
$x_i$	$\lambda_{i1}$	...	$\lambda_{ij}$	...	$\lambda_{i5}$
...	...	...	...	...	...
$x_6$	$\lambda_{61}$	$\lambda_{62}$	$\lambda_{63}$	$\lambda_{64}$	$\lambda_{65}$

Таблиця 4

**Класифікація комплексного показника ефективності діяльності банківського відділення**

Інтервал значень $v$	Найменування підмножини
$0,8 < v \leq 1$	Дуже високий, $V_1$
$0,6 < v \leq 0,8$	Високий, $V_2$
$0,4 < v \leq 0,6$	Середній, $V_3$
$0,2 < v \leq 0,4$	Низький, $V_4$
$0 \leq v \leq 0,2$	Дуже низький, $V_5$

Таблиця 5

**Шкала визначення рівня комплексного показника ефективності діяльності відділення банку**

Інтервал значень $v$	Класифікація рівня комплексного показника ефективності	Ступінь оцінної впевненості експерта (функція приналежності)
$0 \leq v \leq 0,15$	Дуже низький, $V_5$	1
$0,15 < v < 0,25$	Дуже низький, $V_5$	$\mu_{V_5} = 10 \cdot (0,25 - v)$
	Низький, $V_4$	$1 - \mu_{V_5} = \mu_{V_4}$
$0,25 \leq v \leq 0,35$	Низький, $V_4$	1
$0,35 < v < 0,45$	Низький, $V_4$	$\mu_{V_4} = 10 \cdot (0,45 - v)$
	Середній, $V_3$	$1 - \mu_{V_4} = \mu_{V_3}$
$0,45 \leq v \leq 0,55$	Середній, $V_3$	1
$0,55 < v < 0,65$	Середній, $V_3$	$\mu_{V_3} = 10 \cdot (0,65 - v)$
	Високий, $V_2$	$1 - \mu_{V_3} = \mu_{V_2}$
$0,65 \leq v \leq 0,75$	Високий, $V_2$	1
$0,75 < v < 0,85$	Високий, $V_2$	$\mu_{V_2} = 10 \cdot (0,85 - v)$
	Дуже високий, $V_1$	$1 - \mu_{V_2} = \mu_{V_1}$
$0,85 \leq v \leq 1,0$	Дуже високий, $V_1$	1

належності  $\mu_{V_j}(v)$  на 01-носієві. Ступінь оцінної впевненості експерта в класифікації  $v$  спадає (зростає) лінійно з віддаленням від вузла (з наближенням до вузла відповідно), при цьому сума функцій приналежності  $\mu_{V_j}(v)$  у всіх точках носія дорівнює одиниці. Визначена на 01-носієві лінгвістична змінна  $\tilde{v}$  у сукупності з набором вузлів називається п'ятирівневим 01-класифікатором. Перевагою такого опису є його задоволення вимог «сірої» шкали Поспелова. Звісно, такому комплексу вимог задовольняють не тільки трапецієподібні нечіткі числа, але лінійний вид відповідної функції приналежності  $\mu_{V_j}(v)$  є найбільш раціональним [9, с. 16].

У роботі [12] показано, що якщо таблицю 3 визначити одним стовпцем рівнів значимості  $r_i$  вхідних змінних  $x_i$  у комплексному оцінюванні і одним рядком вузлів  $\{v_j\} = \{0,9; 0,7; 0,5; 0,3; 0,1\}$  п'ятирівневого 01-класифікатора, то отримане матричне подання є достатнім для комплексного оцінювання. На цій основі розраховується значення комплексного показника ефективності діяльності відділення банку з урахуванням пріоритетності його складників за формулою подвійного згортання [4]:

$$v = \sum_{j=1}^5 v_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij} = \sum_{j=1}^5 \left[ (0,9 - 0,2 \cdot (j-1)) \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij} \right], \quad (5)$$

де  $r_i$  – значущість вхідної змінної  $x_i$ , що визначається експертним шляхом за формулами (1)-(2);  $\lambda_{ij}$  – міра приналежності поточного значення вхідної змінної  $x_i$  до лінгвістичного терму  $A_j$ ,  $j = \overline{1,5}$ , що визначається за таблицею 3;  $N$  – кількість вхідних змінних;  $v_j$  – вузлові точки в п'ятирівневому 01-класифікаторі, що виступають як вагові коефіцієнти під час агрегування вхідних змінних на рівні їх якісних станів.

*Етап 6.* Виконується ідентифікація рівня комплексного показника ефективності  $v$  і визначається ступінь оцінної впевненості експерта, для чого кожному лінгвістичному терму  $V_j = \langle \text{«дуже високий»}, V_2 = \langle \text{«високий»}, V_3 = \langle \text{«середній»}, V_4 = \langle \text{«низький»}, V_5 = \langle \text{«дуже низький»} \rangle \rangle$  лінгвістичної змінної  $\tilde{v} = \langle \text{«Рівень комплексного показника ефективності діяльності відділення банку»} \rangle$  ставиться у відповідність функція приналежності  $\mu_{V_j}$ ,  $j = \overline{1,5}$  (табл. 5).

На останньому етапі визначаються найбільш і найменш ефективні відділення досліджуваного банку. Кожному отриманому рівню комплексного показника ефективності діяльності відділення банку поставлена у відповідність ступінь оцінної впевненості експерта. Результати розрахунків для відділень досліджуваного банку наведено в таблиці 6.

**Зіставлення отриманого рівня ефективності діяльності відділень банку  
зі ступенем оцінної впевненості**

Відділення банку	II півріччя 2018 року		
	Значення комплексного показника ефективності	Рівень комплексного показника ефективності	Ступінь оцінної впевненості
Білопільське	0,82	високий	0,3
		дуже високий	0,7
Буринське	0,81	високий	0,4
		дуже високий	0,6
Воскресенське	0,81	високий	0,4
		дуже високий	0,6
Глухівське	0,61	середній	0,4
		високий	0,6
Засумське	0,81	високий	0,4
		дуже високий	0,6
Іллінське	0,90	дуже високий	1
Київське	0,31	низький	1
Конотопське	0,54	середній	1
Краснопільське	0,90	дуже високий	1
Кролевецьке	0,90	дуже високий	1
Курське	0,57	середній	0,8
		високий	0,2
Лебединське	0,46	середній	1
Липоводолинське	0,90	дуже високий	1
Лушпинське	0,90	дуже високий	1
Міське	0,22	дуже низький	0,3
		низький	0,7
Недригайлівське	0,69	високий	1
Охтирське	0,49	середній	1
Покровське	0,90	дуже високий	1
Путивльське	0,90	дуже високий	1
Роменське	0,62	середній	0,3
		високий	0,7
Тростянецьке	0,87	дуже високий	1
Фрунзенське	0,83	високий	0,2
		дуже високий	0,8
Центральне	0,44	низький	0,1
		середній	0,9
Шосткинське	0,53	середній	1

**Висновки з проведеного дослідження.** Формалізація оцінювання ефективності діяльності відділень банку на основі теорії нечітких множин значно спрощує процес оцінювання та є необхідною умовою раціональної організації діяльності банку у сфері продажів банківських продуктів. Запропонований науково-методичний підхід дає змогу керівництву банку адекватно оцінювати ефективність діяльності відділень банку та приймати управлінські рішення щодо коригування тактичних і стратегічних планів функціонування банку.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Матвійчук А.В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: монографія. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 206 с.
2. Матвійчук А.В. Аналіз і управління економічним ризиком: навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 224 с.
3. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: монографія. Київ: КНЕУ, 2011. 439 с.
4. Толчин К.В. Об оценке эффективности деятельности банков. *Деньги и кредит*. 2007. № 9. С. 58–62.
5. Галайко Н.Р., Турко Р.Ф. Ефективність діяльності банківської установи: монографія. Львів: Вид-во ННВК «АТБ», 2012. 255 с.
6. Коваленко В.В., Берновська Г.А. Забезпечення ефективної діяльності банків України в умовах фінансової нестабільності. *Економіка і суспільство*. 2016. Випуск № 5. С. 357–361.
7. Малярець Л.М., Койбічук В.В. Розроблення узагальнюючого показника конкурентоспроможності банків на підґрунті нечітких множин. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2014. Випуск 1 (52). С. 110–117.

8. Фурсова В.А. Модель оценки риска ликвидности коммерческих банков Украины с использованием нечетких описаний. *Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць*. 2006. Випуск 215. С. 1039–1048.

9. Недосекин А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных: монография. Санкт-Петербург, 2004. 100 с.

10. Зайченко Ю.П., Рогоза С.В., Столбунов В.А. Сравнительный анализ методов оценки риска банкротства предприятий. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2009. № 3. С. 7–20.

11. Кравець П., Киркало Р. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2009. № 650: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. С. 115–123.

12. Олійник В.М. Фінансова стійкість страхових компаній: монографія. Суми: Університетська книга, 2015. 287 с.

5. Halaiko N.R., Turko R.F. (2012) *Efektivnist diialnosti bankivskoi ustanovy* [The effectiveness of the banking institution]. Lviv: Vyd-vo NNVK «ATB». (in Ukrainian)

6. Kovalenko V.V., Bernovska H.A. (2016) Zabezpechennia efektyvnoi diialnosti bankiv Ukrainy v umovakh finansovoi nestabilnosti [Ensuring effective activity of Ukrainian banks in conditions of financial instability]. *Ekonomika i suspilstvo*, vypusk no. 5, pp. 357–361.

7. Maliarets L.M., Koibichuk V.V. (2014) Rozroblennia uzahalniuiuchoho pokaznyka konkurentospromozhnosti bankiv na pidhrunti nechitkykh mnozhyn [Development of a generalizing indicator of bank competitiveness on the basis of fuzzy sets]. *Visnyk sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen*, vypusk no. 1 (52), pp. 110–117.

8. Fursova V.A. (2006) Model' otsenki riska likvidnosti kommerscheskikh bankov Ukrainy s ispol'zovaniem nechetkikh opisaniy [Model of risk assessment of liquidity of commercial banks of Ukraine using fuzzy descriptions]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky. Zbirnyk naukovykh prats*, vypusk no. 215, pp. 1039–1048.

9. Nedosekin A.O. (2004) *Otsenka riska biznesa na osnove nechetkikh dannykh* [Risk assessment of business based on fuzzy data]. Sankt-Peterburg. (in Russian)

10. Zaychenko Yu.P., Rogoza S.V., Stolbunov V.A. (2009) Sravnitel'nyy analiz metodov otsenki riska bankrotstva predpriyatiy [Comparative analysis of methods for assessing the risk of bankruptcy of enterprises]. *Sistemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnolohii*, no. 3, pp. 7–20.

11. Kravets P., Kyrkalo R. (2009) Systemy pryiniattia rishen z nechitkoiu lohikoiu [Decision making systems with fuzzy logic]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*, no. 650: *Kompiuterni nauky ta informatsiini tekhnolohii*, pp. 115–123.

12. Oliinyk V.M. (2015) *Finansova stiikist strakhovykh kompanii* [Financial stability of insurance companies]. Sumy: Universytetska knyha. (in Ukrainian)

#### REFERENCES:

1. Matviichuk A.V. (2005) *Analiz ta prohozuvannia rozvytku finansovo-ekonomichnykh system iz vykorystanniam teorii nechitkoi lohiky* [Analysis and forecasting of the development of financial and economic systems using the theory of fuzzy logic]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury. (in Ukrainian).

2. Matviichuk A.V. (2005) *Analiz i upravlinnia ekonomichnym ryzykom* [Economic risk analysis and management]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury. (in Ukrainian)

3. Matviichuk A.V. (2011) *Shtuchnyi intelekt v ekonomitsi: neironni merezhi, nechitka lohika* [Artificial intelligence in the economy: neural networks, fuzzy logic]. Kyiv: KNEU. (in Ukrainian).

4. Tolchin K.V. (2007) Ob otsenke effektivnosti deyatelnosti bankov [On the evaluation of the effectiveness of banks]. *Den'gi i kredit*, no. 9, pp. 58–62.

**Gritsenko Konstantin**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Senior Lecturer at Department of Economic Cybernetics  
Sumy State University**Poskanna Alina**Master  
Sumy State University**FORMALIZATION OF EVALUATION OF BANK BRANCHES  
ACTIVITY EFFICIENCY BASED ON FUZZY SETS THEORY**

**The purpose of the article.** Bank branch is the basis of banking activity and the channel of client's choice of the provider of banking services. The purpose of this article is the development of scientific and methodical tools for assessing the effectiveness of the activities of bank branches in relation to the sale of banking products based on fuzzy sets. Theory of fuzzy sets makes the possibility of taking into account the uncertainty of the factors of influence and the degree of confidence of the analyst.

**Methodology.** In this study, we have used a structural approach to evaluate the efficiency of the bank branch activity, according to which the achieved values of the indicators characterizing the efficiency of activities are compared with their normative values. We have taken into account the uncertainty of the factors of influence and the degree of confidence of the analyst on the basis of fuzzy sets theory. To aggregate the input factors, we used a matrix approach and double convolution formula.

**Results.** Solving the problem of multifactorial modeling, to which belongs a complex assessment of the efficiency of bank branches, is a non-trivial task. It is particularly important for ensuring viability of the bank. An adequate assessment should take into account the uncertainty of the factors of influence and the degree of confidence of the analyst. The instrument of such assessment is a fuzzy model. We have formalized it in this study on the basis of the theory of fuzzy sets. The theory of fuzzy sets is a promising direction of modeling financial and economic systems. It does not require a large amount of data to build models and takes into account the uncertainty of the analyst when identifying the level of the factor of influence. Within the framework of this study we have selected sizes of sales of banking products such as deposits, loans, pension payment cards, savings accounts, training operations and non-bank products (including insurance services and tickets) as factors of influence. We also have brought selected factors of influence to a comparable view and have established their significance weights on the basis of the Fishburn's method. We have used a linguistic variable for the fuzzy description of the input factors. Its possible values are fuzzy terms with trapezoidal membership function. When the distance from the interval of reliability of trapeze grows, the confidence of the analyst in the classification goes to zero. To identify the levels of factors and complex efficiency indicator, we have used the five-level 01-classifier. We have calculated the complex indicator of efficiency using matrix approach and the double convolution formula. On this basis, bank management can make reasonable management decisions to correct the plan for reaching the strategic goal of the bank.

**Practical implications.** Formalization based on the theory of fuzzy sets significantly simplifies the evaluation process of the efficiency of the bank branches. It is a prerequisite for rational organization of the bank activities in the field of sales of banking products. We have calculated the complex efficiency indicator of bank branches activities. On this basis, bank management can identify the best and worst bank branches.

**Value/originality.** In our work, we considered an issue of assessment of banking personnel efficiency in relation to the sale of banking products. This assessment is one of the most important components of ensuring the bank activities efficiency. Scientific and methodological principles of this assessment are currently not developed. We have developed a original fuzzy model to calculate the complex efficiency indicator of of bank branches activities.