

# ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ЛЕГАЛІЗАЦІЇ КРИМІНАЛЬНИХ ДОХОДІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ФІНАНСОВИХ ОПЕРАЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

*Кобушко Ігор Михайлович,  
д.е.н., професор,  
Гриценко Костянтин Григорович  
к.т.н., доцент,  
Гриценко Августа Костянтинівна,  
студентка,  
Сумський державний університет, м. Суми*

Банки є ключовими суб'єктами первинного фінансового моніторингу в Україні, тому інтелектуалізація процесів фінансового моніторингу в банківському секторі являється пріоритетним напрямом наукових досліджень. При здійсненні банком фінансового моніторингу використовуються визначені банком індикатори підозрілості фінансових операцій, що переважно мають якісний характер (2020). Потужним інструментарієм прийняття рішень на основі такої інформації є апарат нечіткої логіки, який ґрунтується на обробці лінгвістичної інформації та часто застосовується при дослідженні соціально-економічних систем (Малярець & Койбічук, 2014). Припустимо існування в банку таких індикаторів підозрілості фінансових операцій з рахунком клієнта, як: 1) на рахунок надходять великі кошти (наприклад, більше 100 тис. грн); 2) кошти після надходження швидко знімаються з рахунку.

При побудові експертної системи оцінювання ризику легалізації кримінальних доходів при здійсненні фінансових операцій з рахунком клієнта банку, нами було використано алгоритм нечіткого логічного виведення Мамдані (Hooda & Raich, 2017). Терми лінгвістичних змінних  $x$  формалізовано з використанням нечітких множин у такому вигляді:

$$T = \{(x, \mu_T(x) \mid x \in X, \mu_T(x) \in [0, 1])\}, \quad (1)$$

де  $\mu_T(x)$  – функція належності нечіткої множини  $T$ .

Опис лінгвістичних змінних наведений у табл.1. Загальноживаними функціями при аналізі фінансових ризиків є трикутні та трапецієподібні функції, тому значення лінгвістичних змінних  $x_1$  і  $x_2$  було формалізовано із використанням наведених на рис.1 і рис. 2 нечітких множин (термів) із трикутною функцією належності, а значення лінгвістичної змінної  $y$  – із використанням наведених на рис. 3 нечітких множин (термів) із трапецієподібною функцією належності.

Таблиця 1 – Лінгвістичні змінні

Найменування змінної	Позначення змінної	Терм-множина, $T$	Універсальна множина
“Сума отриманих на рахунок коштів”	$x_1$	Мала, $a_1$	[0, +∞), тис. грн
		Середня, $a_2$	
		Велика, $a_3$	
“Рівень відповідності отриманих і знятих з рахунку коштів”	$x_2$	Низький, $b_1$	[0, 100], %
		Середній, $b_2$	
		Високий, $b_3$	
“Рівень ризику легалізації кримінальних доходів”	$y$	Дуже низький, $c_1$	[0, 1]
		Низький, $c_2$	
		Середній, $c_3$	
		Високий, $c_4$	
		Дуже високий, $c_5$	

*Джерело: створено авторами*

Для розрахунку  $x_2$  була використана проміжна змінна  $x_3 \in [0, 100]$  – показник залишку коштів на рахунку клієнта, яка дорівнює різниці між  $x_1$  і  $x_4$  у відсотках:

$$x_3 = \left| \frac{x_1 - x_4}{x_1} \right| \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $x_4$  – сума знятих з рахунку коштів на протязі часового вікна.

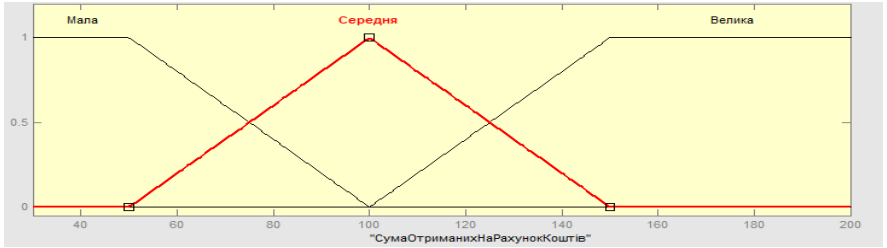


Рисунок 1 – Функції належності вхідної лінгвістичної змінної  $x_1$  “Сума отриманих на рахунок коштів”

*Джерело: створено авторами*



Рисунок 2 – Функції належності вхідної лінгвістичної змінної  $x_2$  “Рівень відповідності отриманих і знятих з рахунку коштів”

*Джерело: створено авторами*



Рисунок 3 – Функції належності вихідної лінгвістичної змінної  $y$  “Рівень ризику легалізації кримінальних доходів”

*Джерело: створено авторами*

Будемо вважати зв'язок між змінними  $x_2$  і  $x_3$  лінійним. Врахуємо розмір часового вікна зняття коштів з рахунку за допомогою коефіцієнта  $t$ . Якщо

зняття коштів відбулось на протязі однієї доби після їх надходження, то  $t = 1$ , на протязі двох днів:  $t = 2$ , трьох днів:  $t = 3$ . Для розрахунку  $x_2$  використаємо таку формулу:

$$x_2 = \begin{cases} \text{якщо } x_3 \leq 25, \text{ то } x_2 = \left(1 - \frac{x_3}{25}\right) \cdot 100 \cdot 0,9^{t-1} \\ \text{якщо } x_3 > 25, \text{ то } x_2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Коригуюча складова  $0,9^{t-1}$  враховує розмір часового вікна зняття коштів з рахунку. В результаті  $x_2$  зменшується в залежності від розміру часового вікна, яке описується коефіцієнтом  $t$ . Наприклад, якщо зняття коштів з рахунку відбулось не в день їх надходження, а на протязі двох днів ( $t = 2$ ), то  $x_2$  буде зменшено на 10%, а якщо на протязі трьох днів ( $t = 3$ ) – на 19%.

Правила логічного виведення  $r_i$  алгоритма Мамдані було сконструйовано у вигляді «IF-THEN rule»:

- $r_1$ : IF ( $x_1$  is  $a_1$ ) and ( $x_2$  is  $b_1$ ) THEN ( $y$  is  $c_1$ ).
- $r_2$ : IF ( $x_1$  is  $a_1$ ) and ( $x_2$  is  $b_2$ ) THEN ( $y$  is  $c_2$ ).
- $r_3$ : IF ( $x_1$  is  $a_1$ ) and ( $x_2$  is  $b_3$ ) THEN ( $y$  is  $c_3$ ).
- $r_4$ : IF ( $x_1$  is  $a_2$ ) and ( $x_2$  is  $b_1$ ) THEN ( $y$  is  $c_2$ ).
- $r_5$ : IF ( $x_1$  is  $a_2$ ) and ( $x_2$  is  $b_2$ ) THEN ( $y$  is  $c_3$ ). (4)
- $r_6$ : IF ( $x_1$  is  $a_2$ ) and ( $x_2$  is  $b_3$ ) THEN ( $y$  is  $c_4$ ).
- $r_7$ : IF ( $x_1$  is  $a_3$ ) and ( $x_2$  is  $b_1$ ) THEN ( $y$  is  $c_3$ ).
- $r_8$ : IF ( $x_1$  is  $a_3$ ) and ( $x_2$  is  $b_2$ ) THEN ( $y$  is  $c_4$ ).
- $r_9$ : IF ( $x_1$  is  $a_3$ ) and ( $x_2$  is  $b_3$ ) THEN ( $y$  is  $c_5$ ).

Ілюстрація роботи розробленої нечіткої експертної системи оцінювання ризику легалізації кримінальних доходів представлена на рис. 4.

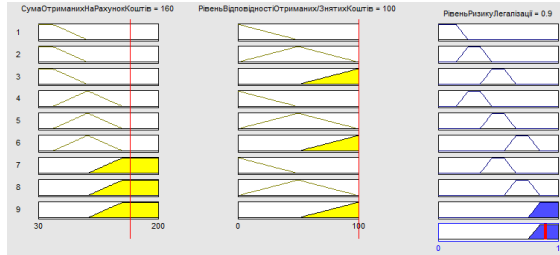


Рисунок 4 – Ілюстрація роботи нечіткої експертної системи з використанням пакету Fuzzy Logic Toolbox програмного середовища Matlab

*Джерело: створено авторами.*

Якщо сума отриманих на рахунок коштів  $x_1 = 160$  тис. грн. (“Велика”) і рівень відповідності отриманих і знятих з рахунку коштів  $x_2 = 100\%$  (“Високий”), а зняття коштів відбулось на протязі однієї доби ( $t = 1$ ), згідно правил логічного виведення (4) рівень ризику легалізації  $y = 0,9$  (“Дуже високий”). Розглянутий підхід до побудови нечіткої експертної системи оцінювання ризику легалізації є універсальним і може бути використаний при вирішенні різних практичних задач фінансового моніторингу.

### Список використаних джерел

1. Про затвердження Положення про здійснення банками фінансового моніторингу: Постанова Правління Національного банку України від 19.05.2020 № 65. Відновлено з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0065500-20#n1391>
2. Малярець Л.М., Койбічук В.В. (2014). Розроблення узагальнюючого показника конкурентоспроможності банків на підґрунті нечітких множин. *Вісник соціально-економічних досліджень*, випуск 1 (52), 110-117.
3. Hooda, D., Raich, V. (2017). *Fuzzy Logic Models and Fuzzy Control: An Introduction*. Oxford: Alpha Science International Ltd.