

УДК 336.77: 004.8

Новоселецький О. М.,
кандидат економічних наук, доцент кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій
Національного університету "Острозька академія",

Якубець О. В.,
Національний університет "Острозька академія"

ОЦІНКА КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПОЗИЧАЛЬНИКА КАПІТАЛУ БАНКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО ПІДХОДУ

У статті сформульовані основні положення здійснення оцінки кредитоспроможності фізичної особи-позичальника банківської установи на основі застосування нечітко-множинного підходу, що дає можливість враховувати якісні та кількісні характеристики діяльності економічного суб'єкта при прийнятті рішення щодо задоволення його потреб.

Ключові слова: кредитоспроможність, ризик, фізична особа-позичальник, банківська установа, лінгвістичні змінні, функції належності.

В статье сформулированы основные положения осуществления оценки кредитоспособности физического лица-заемщика банковского учреждения на основе применения нечетко-множественного подхода, что дает возможность учитывать качественные и количественные характеристики деятельности экономического субъекта при принятии решения относительно удовлетворения его потребностей.

Ключевые слова: кредитоспособность, риск, физическое лицо-заемщик, банковское учреждение, лингвистические переменные, функции принадлежности.

The article set out the basic position of assessing the creditworthiness of the individual borrower's banking institution on the basis of fuzzy multiple-approach, that allows to take into account qualitative and quantitative characteristics of the economic entity taking a decision to satisfy the requirements.

Key words: creditworthiness, risk, an individual borrower, banks, linguistic variables, membership functions.

Постановка проблеми. У сучасних умовах ефективного функціонування економічних суб'єктів все частіше потребує залучення додаткових джерел фінансування, зокрема, кредитів. Найбільшу частку кредитів становлять кредити, надані банківськими установами. Однак через високий ризик неповернення коштів, банкам варто приймати обґрунтовані рішення стосовно надання кредитів та досить часто обмежувати свої кредитні відносини, що може негативно відобразитися на фінансовому стані банку та ускладнити функціонування потенційного позичальника. У підсумку такі взаємини можуть стати причиною стримування економічного розвитку держави в цілому.

Згідно з даними Національного банку України [5] станом на 1 березня 2013 р. сума кредитів, наданих фізичним особам, становила 20,79% у загальній структурі кредитно портфеля українських банків. Однак потрібно зазначити, що починаючи з 2009 р., сума кредитів, наданих домашнім господарствам, має тенденцію до скорочення, зокрема, у 2012 р. від'ємний темп приросту становив 6.8%. Частка простроченої кредитної заборгованості становила 9.28%. Таким чином, для мінімізації банківських ризиків необхідна об'єктивна оцінка кредитоспроможності позичальника капіталу банку. Істотно посилити ефективність оцінки можна поєднуючи кількісні та якісні характеристики кредитоспроможності позичальника шляхом застосування нечітко-множинного підходу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У більшості випадків вчені зосереджують увагу на оцінюванні кредитоспроможності підприємств, дослідженням цієї проблематики займалися такі вітчизняні науковці, як В. В. Галасюк, О. В. Дзюблюк, А. О. Єпіфанов, С. В. Васильчак, А. В. Гідулян, О. О. Терещенко та ін. Підходи до оцінювання кредитоспроможності базуються на використанні бально-рейтингових систем оцінки, моделей банкрутства, а також експертного оцінювання можливості надання кредиту. Серед наукових доробків у сфері оцінки кредитоспроможності фізичних осіб можна виділити працю Ю. М. Паночишиного, О. М. Козачко та І. Є. Паночишиної [3]. У статті було розглянуто нечітку модель оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників комерційних банків, що дає можливість формалізувати експертні знання, поєднати кількісні та якісні показники, а також має високу здатність до адаптації реальних даних.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є моделювання оцінки кредитоспроможності фізичної особи-позичальника капіталу банку з використанням нечітко-множинного підходу.

Виклад основного матеріалу. Центральну роль у кредитних відносинах відіграє поняття кредитоспроможності позичальника банківської установи. Об'єктивна інформація про кредитоспроможність є важливою для обох сторін кредитних відносин: з одного боку, вона дозволяє мінімізувати ризик неповернення коштів

через виникнення складного фінансового становища позичальника, а з іншого – є підґрунтям прийняття тактичних та стратегічних рішень фізичною особою. На законодавчому рівні поняття кредитоспроможності визначено у Постанові Правління Національного банку України “Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями”, де під кредитоспроможністю розуміють “наявність у боржника (контрагента банку) передумов для проведення кредитної операції і його спроможність повернути борг у повному обсязі та в обумовлені договором строки” [1].

Оцінку кредитоспроможності фізичної особи-позичальника банк проводить на основі кількісних та якісних показників. До кількісних показників належать:

- сукупний чистий дохід (місячний дохід клієнта за вирахуванням його витрат);
- порівняння планового платежу по кредиту з чистим доходом.

Для розрахунку кількісних показників банк ураховує доходи, факт отримання яких протягом дії договору підтверджується достовірними документами, виданими третьою особою [1].

Аналіз фінансового стану позичальника необхідно доповнювати перевіркою адекватності зазначених даних (шляхом порівняння із середнім показником по регіону), залученням даних кредитних бюро з інформацією про кредитну історію клієнта, при необхідності перевірки точності зазначених даних – надсиланням запитів для отримання відомостей до спеціалізованих державних служб (Пенсійного фонду, Державної автомобільної інспекції, Державного земельного кадастру, реєстраційних служб і т. д.).

До якісних показників оцінки кредитоспроможності фізичної особи належать:

- наявність забезпечення кредиту та рівень його ліквідності;
- загальний матеріальний стан клієнта (наявність у власності майна, за виключенням заставного, а також депозитних вкладень);
- соціальна стабільність клієнта (наявність постійної роботи, ділова репутація, сімейний стан, рівень освіти, термін проживання у певній місцевості);
- вік клієнта;
- кредитна історія (наявність та характер попередніх кредитних відносин).

Окресливши кількісні та якісні показники, необхідні для моделі оцінки кредитоспроможності, зосередимо увагу на основних аспектах її побудови.

Для побудови нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичної особи було використано алгоритм нечіткого логічного висновку Мамдані. Конструкція нечіткого контролера Мамдані передбачає, що початкові значення вхідних x_1, x_2, \dots, x_n та вихідної y змінних можуть бути як кількісні, так і якісні [2, с. 141], що ідеально підходить для нашого випадку. Причому для прийняття рішення згідно з цим підходом кількісні змінні також переводять у лінгвістичні терми і надалі оперують з ними як з якісними показниками.

Побудова нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичної особи-позичальника капіталу в банку проводилася з використанням комплексу алгоритмів Fuzzy Logic Toolbox програмного пакету MatLab у такі етапи:

Етап 1. Формування набору показників $X_i, i = \overline{1, N}$, які є найважливішими для оцінки. Користуючися поданою вище методикою поділу показників кредитоспроможності на кількісну та якісну групи, до множини вхідних показників входять: X_1 – фінансовий стан позичальника (сукупний чистий дохід позичальника за вирахуванням внесків на погашення кредиту і відсотків/комісій); X_2 – група ліквідності забезпечення кредиту за умови її наявності; X_3 – вік клієнта; X_4 – сімейний стан; X_5 – термін проживання у даній місцевості; X_6 – загальний матеріальний стан клієнта; X_7 – рівень освіти; X_8 – сфера зайнятості; X_9 – стаж роботи; X_{10} – кредитна історія.

Етап 2 (Лінгвістичні змінні та нечіткі підмножини). Множину станів кредитоспроможності розіб'ємо на 5 підмножин: E_5 – висока кредитоспроможність; E_4 – задовільна кредитоспроможність; E_3 – нестабільна кредитоспроможність; E_2 – незадовільна кредитоспроможність; E_1 – критична кредитоспроможність.

Відповідно до утвореної множини E повна множина ступенів ризику невиконання клієнтом зобов'язань за кредитом G розбивається на 5 підмножин: G_1 – нечітка підмножина “ризик невиконання зобов'язань незначний”; G_2 – нечітка підмножина “ризик невиконання зобов'язань низький”; G_3 – нечітка підмножина “ризик невиконання зобов'язань середній”; G_4 – нечітка підмножина “ризик невиконання зобов'язань високий”; G_5 – нечітка підмножина “ризик невиконання зобов'язань критичний”.

Опишемо терм-множини значень лінгвістичних змінних на основі правил побудови нечітких моделей та рекомендацій експертів у сфері банківського кредитування (табл. 1):

Етап 3 (Побудова функцій належності). Проведення розрахунків у теорії нечітких множин ґрунтується на застосуванні функцій належності. Функцією належності називається функція виду $\mu^A(u) : u \rightarrow [0; 1]$, яка дозволяє для довільного елемента u універсальної множини U розрахувати ступінь його належності до нечіткої

множини \tilde{A} [2, с. 95]. Нечіткою множиною на універсальній множині U називається сукупність пар $(\mu^A(u), u)$, де $\mu^A(u)$ – ступінь належності елемента $u \in U$ нечіткій множині \tilde{A} [2, с. 96].

Таблиця 1
Лінгвістичні змінні нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників капіталу в банку

Позначення	Назва	Універсальна множина	Лінгвістичні терми
x1	Фінансовий стан клієнта	1) сукупний чистий дохід (СЧД) >> внески на погашення кредиту і відсотків/комісій; 2) СЧД > внески на погашення; 3) СЧД ~ внески на погашення; 4) СЧД інколи < внески на погашення; 5) СЧД < внески на погашення	добрий (Д); задовільний (З); граничний (Г); нестабільний (Н); критичний (К)
x2	Група ліквідності забезпечення по кредиту	– (відсутнє забезпечення) 1, 2 3, 4 5	відсутні (Н); високоліквідні (В); середньоліквідні (С); повільноліквідні (П)
x3	Вік клієнта, років	[18; 65]	молодий (М); середній (С); літній (Л)
x4	Сімейний стан	1) не одружений/незаміжня, розлучений, вдова/вдівець, не має дітей, 3 і більше дітей; 2) одружений/заміжня, є діти (1-2)	задовільний (З); проблематичний (П)
x5	Термін проживання у цій місцевості, років	(0; 65]	малий (М); достатній (Д); постійний (П)
x6	Загальний матеріальний стан клієнта	не має права володіння майном; спільне право володіння майном; одноосібне право володіння майном	поганий (П); задовільний (З); добрий (Д)
x7	Рівень освіти	загальна середня; професійно-технічна, вища	низький (Н); задовільний (З)
x8	Сфера зайнятості	1) навчання, безробіття, пенсія; неофіційна робота, сезонна робота; 2) державна служба та інші сфери	неперспективна (Н); перспективна (П)
x9	Стаж роботи	(0; 50]	малий (М); середній (С); великий (В)
x10	Кредитна історія	1) відсутня, задовільне виконання кредитних зобов'язань; 2) незадовільне виконання кредитних зобов'язань	позитивна (П); незадовільна (Н)

У нашому випадку доцільним є застосування трикутних (1), що дозволяють визначити ступінь наближення показника до заданого числа, та гаусових (2) функцій належності, значення яких лише асимптотично наближуються до нуля.

$$\mu(u) = \begin{cases} 0, u < \underline{u}; \\ \frac{u - \underline{u}}{b - \underline{u}}, u < u < b; \\ \frac{\underline{u} - u}{\underline{u} - b}, \bar{b} < u < \bar{u}; \\ 0, u > \bar{u} \end{cases} \quad (1), \quad \mu(u) = \exp\left(-\frac{(a-u)^2}{2c^2}\right) \quad (2).$$

де c – середньоквадратичне відхилення, b – координата максимуму функції, \underline{u} – нижній рівень, \bar{u} – верхній рівень.

Графічне представлення трикутних та гаусових функцій належності подано на рис. 1 та рис. 2.

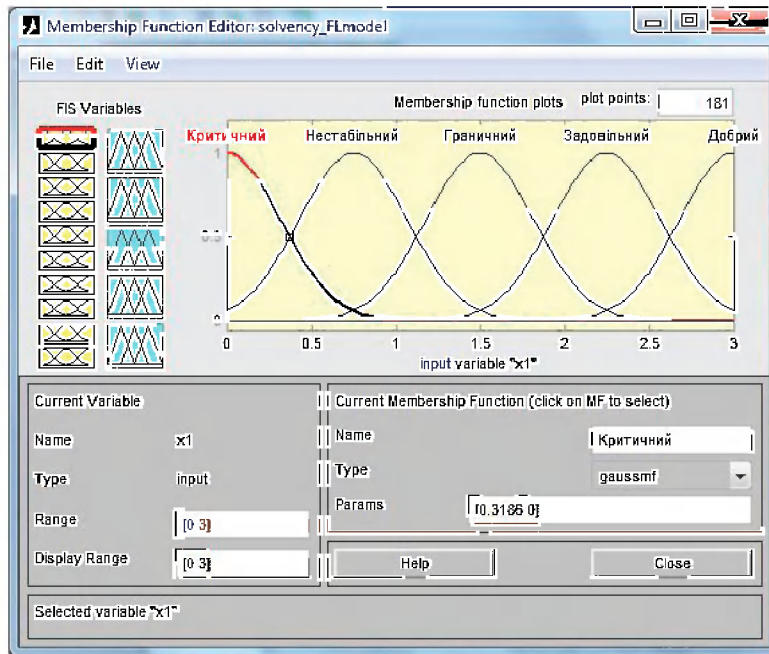


Рис. 1. Гаусова функція належності термів лінгвістичної змінної x_1 універсальній множині

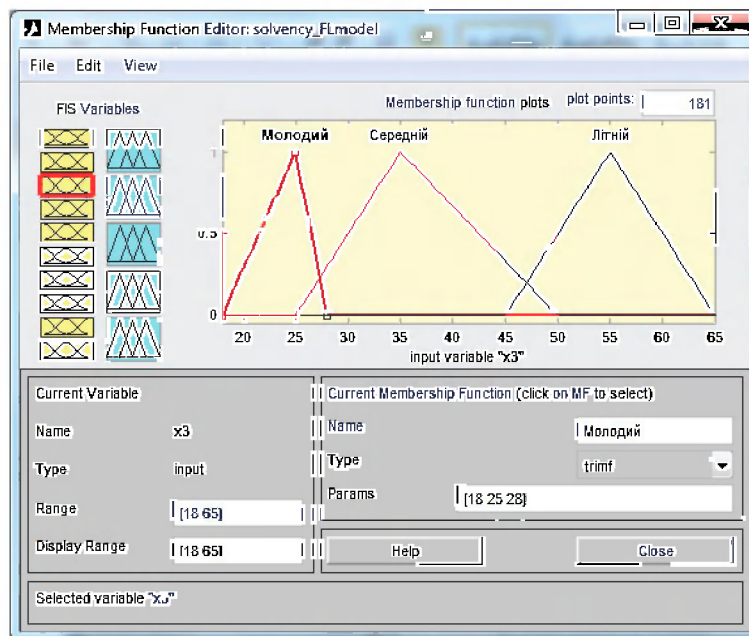


Рис. 2. Трикутна функція належності термів лінгвістичної змінної x_3 універсальній множині

Етап 4 (Формування набору правил). Для лінгвістичної оцінки змінних було сформовано такі терм-множини:

$A_i = \{v_i^1, v_i^2, \dots, v_i^{q_i}\}$ – терм-множина вхідної змінної x_i , $i = \overline{1, n}$;

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ – терм-множина результативного показника y , де v_i^q – q -ий лінгвістичний терм вхідної змінної x_i , $i = \overline{1, n}$, $q = \overline{1, q_i}$; q_i – кількість лінгвістичних термів у терм-множині A_i вхідної змінної x_i ; d_j – j -ий лінгвістичний терм змінної y , $j = \overline{1, m}$; m – кількість лінгвістичних значень результуючої змінної y .

Входи та виходи моделі пов'язуються за допомогою векторів:

$$V_k = \langle x_1, x_2, \dots, x_n, y \rangle, k = \overline{1, K} \quad (3)$$

де k_j – кількість правил у базі знань, що відповідає j -му лінгвістичному терму результуючої змінної y ; K – загальна кількість правил у базі знань

База знань сконструйована у вигляді таблиці відповідно до рекомендацій [2]. Кожен рядок таблиці – комбінація значень вхідних змінних, зархована до одного з можливих значень результуючого показника (табл. 2). Показник ваги кожного правила $w_{jp} = 1$, $j = \overline{1, m}$, $p = \overline{1, k}$.

Таблиця 2
База знань щодо оцінювання оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників
на основі незалежних змінних

Лінгвістичні значення показників											Результуюча змінна
№	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	Е
1	К	В	М	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е1
2	К	В	С	П	М	П	Н	П	М	Н	Е1
3	К	С	С	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е1
4	К	В	С	З	М	П	Н	П	С	Н	Е1
5	К	П	Л	П	Д	З	З	Н	В	П	Е1
6	К	В	С	П	Д	З	З	П	С	П	Е1
7	К	В	М	П	Д	З	З	П	В	П	Е1
8	К	С	М	П	П	З	З	П	В	П	Е1
9	К	В	Д	З	П	З	З	П	В	П	Е1
10	К	В	С	З	М	П	З	Н	М	Н	Е1
11	Н	В	С	П	М	З	З	Н	Н	Н	Е2
12	Н	Н	М	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е2
13	Н	С	С	П	Д	З	З	П	В	П	Е2
14	Н	П	М	З	П	З	З	П	В	П	Е2
15	Н	В	С	З	П	Д	З	П	В	П	Е2
16	Н	В	Л	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е2
17	Н	С	М	З	Д	П	З	Н	М	П	Е2
18	Н	В	С	З	Д	Д	З	П	С	Н	Е2
19	Н	В	М	П	Д	П	Н	Н	М	Н	Е2
20	Н	С	М	З	П	З	З	П	С	П	Е2
21	Г	С	М	З	Д	П	З	Н	М	П	Е3
22	Г	В	С	З	Д	П	З	Н	С	Н	Е3
23	Г	В	С	З	П	З	З	П	С	П	Е3
24	Г	В	С	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е3
25	Г	В	М	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е3

Лінгвістичні значення показників											Результуюча змінна
№	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	Е
26	Г	П	С	З	Д	З	З	П	С	П	Е3
27	Г	В	Л	З	Д	З	З	Н	В	П	Е3
28	Г	С	С	З	П	Д	З	Н	В	П	Е3
29	Г	П	Л	П	М	П	Н	Н	М	Н	Е3
30	Г	П	Л	П	М	П	Н	П	В	П	Е3
31	З	Н	С	З	Д	З	Н	П	В	П	Е4
32	З	Н	М	З	М	П	Н	Н	М	Н	Е4
33	З	В	С	З	Д	Д	Н	Н	З	П	Е4
34	З	В	С	З	Д	П	З	П	С	Н	Е4
35	З	С	Л	З	П	Д	З	Н	В	П	Е4
36	З	П	М	П	П	Д	З	П	В	Н	Е4
37	З	В	С	З	П	Д	З	П	С	П	Е4
38	З	П	С	З	Д	З	З	П	В	П	Е4

39	З	В	С	З	З	П	З	П	В	П	Е4
40	З	С	М	З	Д	З	Д	П	М	Н	Е4
41	Д	В	С	Д	П	З	З	П	С	П	Е5
42	Д	В	С	П	П	З	З	Н	С	Н	Е4
43	Д	С	Л	П	М	П	З	Н	М	П	Е3
44	Д	С	М	П	Д	З	Н	Н	М	П	Е5
45	Д	В	С	З	Д	Д	З	П	С	Н	Е5
46	Д	П	М	З	Д	Д	З	П	С	П	Е5
47	Д	Н	С	З	П	Д	З	П	В	П	Е5
48	Д	В	Л	П	Д	З	З	Н	В	П	Е5
49	Д	Н	М	П	М	П	Н	П	М	П	Е5
50	Д	В	С	З	Д	Д	З	П	С	П	Е5

У наступному кроці правила прийняття рішень трансформуються у лінгвістичні висловлювання нечіткої логіки. В аналітичній формі запис правила для визначення високої кредитоспроможності позичальника Е5 має такий вигляд:

$$\begin{aligned} \mu^{E_5}(X_1, \dots, X_{10}) = & 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^B(X_2) \wedge \mu^C(X_3) \wedge \mu^D(X_4) \wedge \mu^H(X_5) \wedge \mu^3(X_6) \wedge \\ & \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^C(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^C(X_2) \wedge \mu^M(X_3) \wedge \mu^H(X_4) \\ & \wedge \mu^D(X_5) \wedge \mu^3(X_6) \wedge \mu^H(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^M(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^B(X_2) \\ & \wedge \mu^C(X_3) \wedge \mu^3(X_4) \wedge \mu^D(X_5) \wedge \mu^D(X_6) \wedge \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^C(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \\ & \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^H(X_2) \wedge \mu^M(X_3) \wedge \mu^3(X_4) \wedge \mu^D(X_5) \wedge \mu^D(X_6) \wedge \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \\ & \wedge \mu^C(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^H(X_2) \wedge \mu^C(X_3) \wedge \mu^3(X_4) \wedge \mu^H(X_5) \wedge \mu^D(X_6) \\ & \wedge \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^B(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^B(X_2) \wedge \mu^H(X_3) \wedge \mu^H(X_4) \\ & \wedge \mu^D(X_5) \wedge \mu^3(X_6) \wedge \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^B(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^H(X_2) \\ & \wedge \mu^M(X_3) \wedge \mu^H(X_4) \wedge \mu^M(X_5) \wedge \mu^H(X_6) \wedge \mu^H(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \wedge \mu^M(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \\ & \vee 1 \cdot [\mu^D(X_1) \wedge \mu^B(X_2) \wedge \mu^C(X_3) \wedge \mu^3(X_4) \wedge \mu^D(X_5) \wedge \mu^D(X_6) \wedge \mu^3(X_7) \wedge \mu^H(X_8) \\ & \wedge \mu^C(X_9) \wedge \mu^H(X_{10})] \end{aligned} \quad (4)$$

Етап 5 (Прийняття рішення). Остаточне рішення відповідатиме правилу, для якого функція належності результуючої змінної Е буде найбільшою для заданих параметрів оцінки фізичної особи позичальника X_i , $i = \overline{1, N}$. Оскільки значення функцій результуючої змінної по кожному правилу розраховуються через добуток функцій належності всіх вхідних змінних, то для визначення терму вихідного показника розраховується максимізація розрахунків за всіма правилами [2, с. 301]:

$$E = \arg \max \left\{ w_n \prod_{i=1}^N \mu^{a_x}(X_i) \right\}, p = \overline{1, k}, j = \overline{1, m} \quad (5)$$

Висновки. Розглянутий підхід є перспективним напрямом для побудови і використання нечітких моделей при оцінюванні кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників капіталу в банку. Результатом застосування моделі є лінгвістичний опис станів кредитоспроможності. Основна перевага такого підходу полягає у можливості оперування вхідними даними, заданими нечітко.

Література:

1. Про затвердження Положення про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями: Постанова Правління Національного банку України від 25 січня 2012 р. № 23. // Офіційний вісник України. – 2012. – № 16. – Ст. 595.
2. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія / А. В. Матвійчук. – К. : КНЕУ, 2011. – 439 с.
3. Паночішин Ю. М. Нечітка модель оцінки кредитоспроможності позичальників комерційних банків / Ю. М. Паночішин, О. М. Козачко, І. Є. Паночішина // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 1. – Т. 2 – С. 161–168.
4. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / Штовба С. Д. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007 – 288 с.
5. Офіційний сайт Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>.