

УДК 519.6: 336.27

А. О. Азарова, Б. Ю. Кирдан

Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе, 95, 21021 Вінниця, Україна

Ідентифікація системи підтримки прийняття рішень з урахуванням ризику на прикладі банківського кредитування

Розроблено систему підтримки прийняття рішень щодо банківського кредитування для юридичних і фізичних осіб з урахуванням ризику. Запропоновано здійснювати формалізацію системи підтримки прийняття рішень із використанням математичного апарату нечітких множин та розроблено алгоритм прийняття рішень на її основі.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, первинні вхідні параметри, нечіткі множини, кредитування з урахуванням ризику.

Операції банківського кредитування є ризиковими, адже існує ймовірність того, що сума кредиту або відсотки за користування ним не будуть повернуті в зазначений термін. При цьому необхідно вирішити цілу низку проблем. Зокрема, по-перше, прийняття рішень (ПР) повинно здійснюватися з урахуванням ризику. По-друге, при ПР щодо кредитування неможливо перебрати всі сполучення оцінювальних параметрів для визначення остаточного рішення при великій їх кількості. Крім того, виникає необхідність урахування різноякісних (як кількісних, так і якісних) оцінювальних параметрів. Отже, для прийняття ефективного кредитного рішення необхідно застосовувати відповідну систему підтримки прийняття рішень (СППР), що дозволить вирішити вищевказані проблеми.

Аналізуючи сучасний стан вирішення проблеми щодо кредитування необхідно зазначити, що методика вимірювання ризику (зокрема, при кредитуванні) впливає з його стохастичної суті й базується на трьох основних параметрах, які мають відповідно ймовірнісну природу. Це — ймовірнісні величини, що традиційно визначаються при прийнятті рішення за умов ризику: очікуване значення деякого показника, його середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.

Огляд математичних моделей щодо кредитування показав, що існуючі підходи не дають можливості здійснити кількісне оцінювання ризиків, що виникають при кредитуванні позичальників банками. Крім того, не проводиться кількісний аналіз якісних критеріїв позичальників.

Аналізуючи наявні підходи до вирішення проблеми банківського кредитування, слід зазначити, що вони зовсім не є досконалими. Це пояснюється відсутніс-

ттю уніфікованого підходу, який би враховував змішаний характер аналізованих показників потенційних позичальників, бо він є занадто обмеженим (оцінюється за положенням НБУ [1] лише 6 параметрів). Окрім того, практика є критерієм істини, а істина така, що великий обсяг кредитових операцій є збитковими, у той час як західні банки отримують найбільшу частку прибутку саме від кредитових операцій.

На сьогоднісну оснує ряд вітчизняних методик, зокрема запропонована Р.В.Пікусом [2], яка є досить звуженою і неточною, оскільки базується на використанні великої кількості суб'єктивних оцінок.

І.Б.Олексів [3] пропонує при прийнятті рішення з урахуванням фактора ризику використовувати метод, що базується на засадах компромісного розв'язання. Недоліком даного методу є необхідність поєднання з ситуаційним підходом, а також неврахування того, що схильність ризикувати у кожного суб'єкта господарювання є різною.

М.Ф.Ус, Г.О.Ус, З.М.Гадецька [4] пропонують підходи до побудови архітектури СППР на основі множини інтелектуальних агентів, тобто групових СППР, які об'єднують комунікативні й обчислювальні функції, забезпечують технології підтримки ПР, спілкування фахівців у процесі формування рішень. Але запропоновані ними підходи не враховують можливої суб'єктивності результату самого процесу прийняття групових рішень.

У роботах [5–7] та нормативних документах [1, 8] надаються тільки рекомендації щодо оцінювання параметрів, які необхідно враховувати при прийнятті кредитових рішень, але відсутні відповідні формалізовані моделі, які б дозволили комп'ютеризувати процес прийняття рішення.

Отже, фінансовий аналіз позичальника здійснюється не повністю, що не дає можливості визначити реальний фінансовий стан позичальника й розробити відповідні СППР щодо кредитування.

Метою запропонованої роботи є підвищення точності кредитового рішення шляхом складання відповідної СППР з урахуванням ризику в рамках декомпозиційного принципу послідовної реалізації функції відображення множини вхідних даних у множину остаточних рішень. Особливістю цієї моделі є те, що вона враховує множину первинних вхідних параметрів, множину оцінювальних параметрів, а також те, що здійснюється стратифікація процесу реалізації складної функції прийняття рішення F , що дозволяє спростити процес формалізації СППР. У статті вирішується задача класифікації відповідного позичальника до певного класу кредитоспроможності. Перетворення множини вхідних параметрів у конкретний елемент множини вихідних параметрів здійснюється з використанням експертних знань. При цьому для формування бази знань відповідної СППР в аспекті визначення належності до конкретного класу кредитоспроможності класичними методами необхідно здійснити перебір усіх k^n можливих комбінацій значень оцінювальних параметрів. Зрозуміло, що при кількості n — параметрів та k — кількості значень, що може приймати кожен параметр, перебір k^n — усіх можливих комбінацій, — є громіздким, займає багато часу й не захищає від виникнення можливих помилок при розрахунках. Тому для вирішення цієї проблеми при побудові СППР пропонується застосовувати саме апарат нечіткої логіки, який усуває необхідність аналізу всіх можливих операцій оцінювальних параметрів.

Задачі прийняття рішень щодо банківського кредитування належать до складних задач. Тому пропонується декомпозиційне розбиття складної проблеми на прості так, щоб рішення будь-якої проблеми нижчого рівня однозначно визначало параметри наступної проблеми більш високого рівня. Отже, рішення первісної проблеми вищого рівня досягається розв'язанням усіх підпроблем нижчого рівня.

Задача прийняття кредитового рішення полягає у виборі раціонального рішення із множини рішень $D_j, j = 1, S$. Даний вибір пропонується здійснювати за допомогою критеріїв d_j на базі певних множин X' або X'' оцінювальних параметрів відповідно позичальника юридичної або фізичної осіб (рис. 1).

Для визначення остаточного кредитового рішення щодо **позичальника-юридичної особи** необхідно врахувати комбінацію параметрів, які оцінюють його репутацію — Y' та схильність до ризику — x'_{e+1}, \dots, x'_n . Отже, необхідно визначити залежність, що дає можливість на базі сукупності простих (x'_{e+1}, \dots, x'_n) та складного комплексного Y' віднести позичальників до конкретного класу за критеріями d_j :

$$D_s = f_d(Y', x'_{e+1}, \dots, x'_n). \quad (1)$$

Вхідними даними для обчислення Y' — репутації позичальника — є множина кількісних і якісних параметрів (x'_{e+1}, \dots, x'_n):

$$Y' = f_z(x'_{e+1}, \dots, x'_n). \quad (2)$$

Для визначення остаточного кредитового рішення щодо **позичальника-фізичної особи** необхідно врахувати комбінацію параметрів, що оцінюють його фінансовий стан — D_j . Він, у свою чергу, оцінюється за допомогою таких параметрів як особистісні характеристики — Y_1'' і матеріальний стан позичальника — Y_2'' :

$$D_j = f(Y_1'', Y_2''). \quad (3)$$

У свою чергу матеріальний стан Y_2'' оцінюється врахуванням множини таких показників x''_{k+1}, \dots, x''_n :

$$Y_2'' = f(x''_{k+1}, \dots, x''_n). \quad (4)$$

Вхідними даними для обчислення складного параметра Y_1'' [1, 2] є складний параметр, що оцінює соціальну стабільність позичальника Y'' і множина простих параметрів (x''_{l+1}, \dots, x''_k), тобто:

$$Y_1'' = f_z(Y'', x''_{l+1}, \dots, x''_k), \quad (5)$$

де $(l+1) \in N, k \in N$.

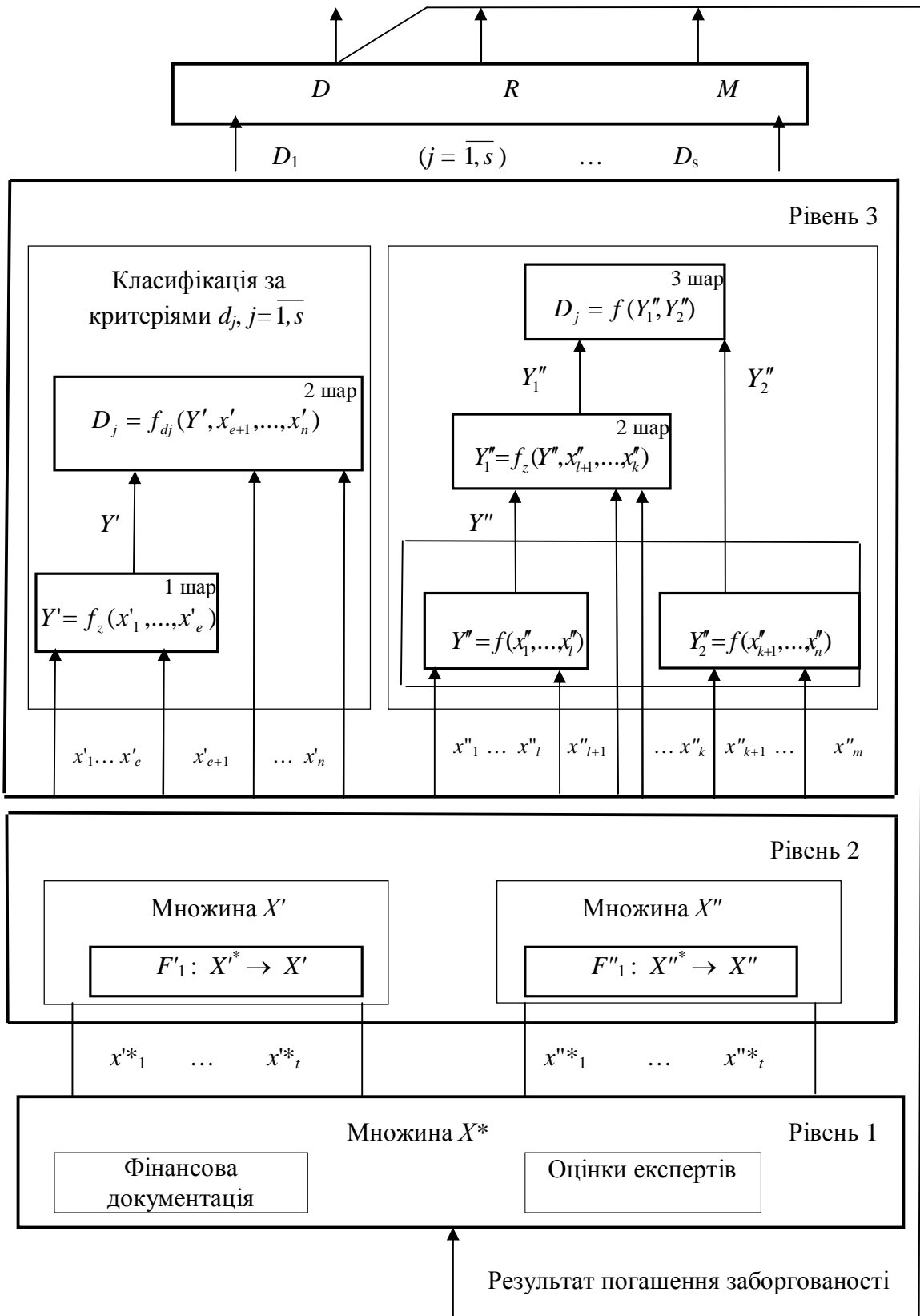


Рис. 1. Структурна модель СППР щодо кредитування з урахуванням ризику

Вхідними даними для обчислення параметра Y'' є множина простих параметрів x_1'', \dots, x_l'' , отже:

$$Y'' = f(x_1'', \dots, x_l''). \quad (6)$$

Виходячи із складених оцінювальних функцій (1), (2), для надання кредиту позичальнику–юридичній особі необхідно сформулювати множину X' оцінювальних параметрів $X'_i, i = \overline{1, n}$, позичальнику–фізичній особі — множину X'' оцінювальних параметрів $X''_p, p = \overline{1, m}$ [9].

Запропонована модель СППР складається з трьох рівнів. На першому рівні формується множина вхідних елементів, яка складається із джерел отримання інформації, що є фінансовою документацією, отриманою від позичальника та оцінками експертів із різних питань [1, 10, 11]. На другому рівні формується множина X' (X'') оцінювальних параметрів позичальника. Третій рівень складається із двох шарів — для прийняття рішення щодо позичальника–юридичної особи, або трьох шарів — щодо позичальника–фізичної особи. Відповідно для прийняття рішення щодо позичальника–юридичної особи: на першому шарі формується складний показник репутації Y' позичальника, на другому шарі здійснюється визначення рішення $D_j, j = \overline{1, S}$, яке відповідає цьому позичальнику [10, 11].

Для прийняття рішення щодо позичальника–фізичної особи: на першому шарі формується показник соціальної стабільності клієнта Y'' , його матеріального стану Y_2'' , на другому — його особистісних характеристик Y_1'' , на третьому — визначається рішення $D_j, j = \overline{1, S}$.

Множина X' кількісних параметрів щодо позичальника–юридичної особи формується на основі певної кількості вхідних кількісних показників (табл. 1) [10, 11].

Таблиця 1. Множина X' кількісних параметрів позичальника–юридичної особи

Назва показника	
Коефіцієнт грошової платоспроможності	x'_1
Коефіцієнт розрахункової платоспроможності	x'_2
Коефіцієнт ліквідної платоспроможності	x'_3
Коефіцієнт загальної ліквідності	x'_4
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	x'_5
Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	x'_6
Коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості	x'_7
Коефіцієнт маневрування	x'_9
Коефіцієнт фінансового ризику	x'_{10}
Термін погашення кредиторської заборгованості	x'_{11}

Аналіз і методика обчислення обраних кількісних показників (x'_1, \dots, x'_{11}), якісних показників (x'_{12}, \dots, x'_{14}) та якісних показників, що враховують фактор ризику x'_{15}, x'_{16} щодо позичальника–юридичної особи, надані у роботах [9, 12]. Методика обчислення вхідних показників щодо позичальника–фізичної особи надана в [1]. Для визначення зазначеної множини X'' особи розглядається й оцінюється інформація, отримана з документації позичальника–фізичної особи.

Множину вихідних параметрів D згідно з [1] складають такі класи щодо кредитування:

клас А — фінансова діяльність дуже добра й дає змогу погашати основну суму кредитів та відсотків за нею в установлені терміни. Одночасно можна зробити висновок, що фінансова діяльність і надалі здійснюватиметься на такому самому високому рівні;

клас Б — фінансова діяльність добра або дуже добра, але немає можливості підтримувати її на цьому рівні протягом тривалого часу;

клас В — фінансова діяльність задовільна, але спостерігається чітка тенденція до погіршення;

клас Г — фінансова діяльність погана, і спостерігається її чітка циклічність протягом коротких періодів часу;

клас Д — фінансова діяльність свідчить про збитки й очевидно, ні основна сума кредиту, ні відсотки за нею не можуть бути сплачені.

У залежності від того, до якого класу кредитування віднесено позичальника, визначається рівень ризику R при наданні кредиту банком і рівень резерву M банку.

Для формалізації СППР пропонується наступний алгоритм.

Крок 1. Визначити кількість t оцінювальних лінгвістичних термів.

Крок 2. Побудувати графіки функцій належності μ^{d_j} , $j = \overline{1, S}$, значень кількісних параметрів x'_1, \dots, x'_{11} , x'_{15} , x'_{16} (для позичальника–юридичної особи) і x''_1 , x''_2 , x''_7 , x''_8 (для позичальника–фізичної особи) t лінгвістичним термам у загальному вигляді.

Крок 3. Визначити математичні вирази, що описують функції належності μ^{d_j} кількісних параметрів x'_1, \dots, x'_{11} , x'_{15} , x'_{16} та x''_1 , x''_2 , x''_7 , x''_8 .

Крок 4. Скласти таблицю значень характеристичних точок t лінгвістичних термів для кількісних параметрів оцінювання.

Крок 5. Побудувати графіки функцій належності μ^{d_j} значень якісних параметрів $x''_{12}, \dots, x''_{14}$ (для позичальника–юридичної особи) та x''_3, \dots, x''_6 (для позичальника–фізичної особи) t лінгвістичним термам у загальному вигляді.

Крок 6. Визначити математичні вирази, що описують функції належності μ^{d_j} якісних параметрів $x''_{12}, \dots, x''_{14}$ та x''_3, \dots, x''_6 .

Крок 7. Скласти таблицю значень функцій належності якісних параметрів t лінгвістичним термам.

Крок 8. Скласти матриці знань для визначення: репутації позичальника–юридичної особи Y' , особистісних характеристик позичальника–фізичної особи Y_1'' , його матеріального стану Y_2'' , його фінансового стану D_j та остаточного рішення.

Крок 9. Побудувати багатопараметричні функції належності на базі матриць знань.

Побудуємо для прикладу функції належності з ненормованими значеннями $a, a_1, c, c_1, d, d_1, e, e_1, b$ для кожного параметра x'_1, \dots, x'_3 окремо. Для кожного лінгвістичного терму задамо функцію належності, виходячи з варіантів функцій, що наведені в праці [13]. Специфіка обраних кількісних параметрів полягає в тому, що при змінненні цих параметрів у певному проміжку значення функції не змінюється, а за межами цього проміжку існує нелінійна залежність.

Таким чином, отримаємо функції належності п'яти нечітких термів для кількісних параметрів x'_1, \dots, x'_3 , які зображено на рис. 2. У цих функціях приймемо $k = 1,5$, які наближують їх до функціональних залежностей, обраних із реальних даних та експертних оцінок.

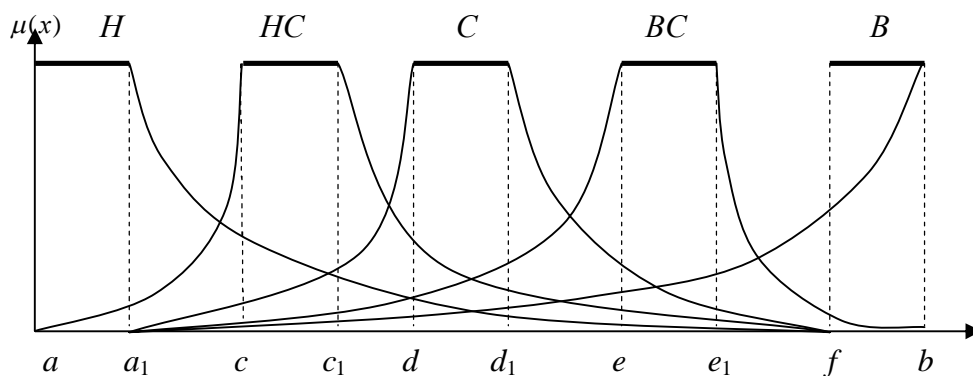


Рис. 2. Функції належності п'яти нечітких термів для кількісних параметрів x'_1, \dots, x'_3

Обрані параметри характеризуються тим, що функція при зростанні x на певних інтервалах спочатку зростає повільно, а потім швидко, на інших же інтервалах — навпаки.

Математичні вирази, що описують функції належності μ^{d_j} кількісних параметрів x'_1, \dots, x'_3 визначаються так:

$$\mu^n(x) = \begin{cases} 1, & x \in [a, a_1), \\ \left(\frac{f-x}{f-a_1} \right)^{1,5}, & x \in [a_1, f], \\ 0, & x \in (f, b]. \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu^{nc}(x) = \begin{cases} \left(\frac{x-a}{c-a}\right)^{1,5}, & x \in [a, c], \\ 1, & x \in (c, c_1), \\ \left(\frac{f-x}{f-c_1}\right)^{1,5}, & x \in [c_1, f], \\ 0, & x \in (f, b]. \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu^c(x) = \begin{cases} 0, & x \in [a, a_1); \\ \left(\frac{x-a_1}{d-a_1}\right)^{1,5}, & x \in [a_1, d], \\ 1, & x \in (d, d_1), \\ \left(\frac{f-x}{f-d_1}\right)^{1,5}, & x \in [d_1, f], \\ 0, & x \in (f, b]. \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu^{ec}(x) = \begin{cases} 0, & x \in [a, a_1), \\ \left(\frac{x-a_1}{e-a_1}\right)^{1,5}, & x \in [a_1, e], \\ 1, & x \in (e, e_1), \\ \left(\frac{b-x}{b-e_1}\right)^{1,5}, & x \in [e_1, b]. \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu^e(x) = \begin{cases} 0, & x \in [a, a_1), \\ \left(\frac{x-a_1}{f-a_1}\right)^{1,5}, & x \in [a_1, f], \\ 1, & x \in (f, b]. \end{cases} \quad (11)$$

Для визначення функцій належності μ^{d_j} якісних параметрів x'_{12}, \dots, x'_{14} та x''_3, \dots, x''_6 п'яти лінгвістичним термам скористаємося методикою, запропонованою в [14]. Згідно з цією методикою, якісні параметри ідентифікуються на інтервалах чисел $[0;1]$. Розглянемо рис. 3.

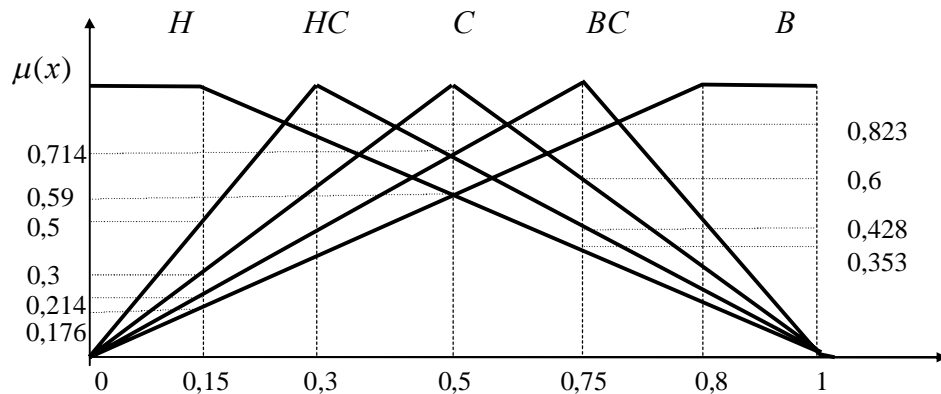


Рис. 3. Функції належностей для якісних параметрів $x'_{12}, \dots, x'_{14}, x''_3, \dots, x''_6$, при $t = 5$

Для визначення математичних виразів, що описують функції належності μ^{d_j} якісних параметрів $x'_{12}, \dots, x'_{14}, x''_3, \dots, x''_6$, скористаємося рівнянням прямої і отримаємо, виходячи з рис. 3 такі рівняння прямих:

$$\mu^H(x) = \begin{cases} 1, & x \in [0; 0,15], \\ \frac{1-x}{0,75}, & x \in (0,15; 1]. \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu^{HC}(x) = \begin{cases} \frac{x}{0,3}, & x \in [0; 0,3], \\ \frac{1-x}{0,7}, & x \in (0,3; 1]. \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu^C(x) = \begin{cases} \frac{x}{0,5}, & x \in [0; 0,5], \\ \frac{1-x}{0,5}, & x \in (0,5; 1]. \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu^{BC}(x) = \begin{cases} \frac{x}{0,7}, & x \in [0; 0,7], \\ \frac{1-x}{0,3}, & x \in (0,7; 1]. \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu^B(x) = \begin{cases} \frac{x}{0,85}, & x \in [0; 0,85], \\ 1, & x \in (0,85; 1]. \end{cases} \quad (16)$$

Використовуючи інформацію, що була надана банківськими експертами в галузі фінансового менеджменту [15], складемо матриці знань для визначення репутації позичальника–юридичної особи Y' та остаточного рішення щодо нього (табл. 2, 3).

Таблиця 2. Матриця знань для визначення репутації позичальника-юридичної особи

x'_1	x'_2	x'_3	x'_4	x'_5	x'_6	x'_7	x'_8	x'_9	x'_{10}	x'_{11}	x'_{12}	x'_{13}	x'_{14}	Y'
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	C	H	H	H	H	C	C	H	H	H	H	H	C	
H	C	C	C	C	C	H	H	H	C	H	H	H	H	
C	C	H	C	C	C	C	H	C	C	C	H	H	H	
H	H	C	C	C	H	C	C	H	H	H	C	C	C	HC
H	C	H	H	H	H	C	C	H	C	H	C	C	C	
C	C	H	H	H	C	C	H	C	C	C	C	C	H	
C	H	C	H	C	C	H	C	C	H	C	H	C	C	C
C	B	C	C	C	C	H	C	C	C	C	C	C	C	
C	B	C	C	C	C	C	H	B	C	C	B	C	H	
C	B	C	B	B	C	C	H	C	C	C	C	C	C	
C	B	B	B	C	H	H	C	C	C	H	C	C	C	BC
C	B	C	B	B	C	H	B	B	B	H	B	B	C	
B	C	C	B	B	C	H	B	B	B	H	B	C	B	
C	C	B	B	B	C	H	C	B	B	H	B	B	B	B
B	B	B	B	B	C	H	C	B	B	H	B	C	B	
B	B	B	B	B	C	H	C	B	B	H	B	B	B	
C	B	B	B	B	B	H	C	B	B	H	B	B	B	

Таблиця 3. Матриця знань для визначення остаточного рішення

Y'	x'_{15}	x'_{16}	D_j
H	B	BC	A
HC	C	BC	
HC	BC	C	B
C	H	C	
C	HB	BC	B
BC	C	C	
BC	BC	BC	Г
BC	BC	C	
B	B	BC	Д
B	BC	B	

Аналогічно складемо матриці знань для визначення особистісних характеристик позичальника–фізичної особи Y''_1 , його матеріального стану Y''_2 , остаточного

рішення D_j'' .

Опишемо ці матриці знань відповідними логічними рівняннями для визначення репутації позичальника:

$$\begin{aligned} \mu^H(y) = & \mu^H(x'_1) * \dots * \mu^H(x'_{14}) \vee \mu^H(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^H(x'_3) * \dots * \mu^H(x'_6) * \mu^C(x'_7) * \\ & * \mu^C(x'_8) * \mu^H(x'_9) * \dots * \mu^H(x'_{13}) * \mu^C(x'_{14}) \vee \mu^H(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \dots * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \dots * \\ & * \mu^H(x'_9) * \mu^C(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \dots * \mu^H(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^H(x'_3) * \mu^C(x'_4) * \dots * \\ & * \mu^C(x'_7) * \mu^H(x'_8) * \mu^C(x'_9) * \dots * \mu^C(x'_{11}) * \mu^H(x'_{12}) * \dots * \mu^H(x'_{14}), \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \mu^{HC}(y) = & \mu^H(x'_1) * \mu^H(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \dots * \mu^C(x'_5) * \mu^H(x'_6) * \mu^C(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \\ & * \mu^H(x'_9) * \dots * \mu^H(x'_{11}) * \mu^C(x'_{12}) * \dots * \mu^C(x'_{14}) \vee \mu^H(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^H(x'_3) * \dots * \\ & * \mu^H(x'_6) * \mu^C(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \mu^H(x'_9) * \mu^C(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^C(x'_{12}) * \dots * \mu^C(x'_{14}) \vee \\ & \vee \mu^C(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^H(x'_3) * \dots * \mu^H(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^C(x'_7) * \mu^H(x'_8) * \mu^C(x'_9) * \dots * \\ & * \mu^C(x'_{13}) * \mu^H(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^H(x'_{21}) * \mu^C(x'_3) * \mu^H(x'_4) * \mu^C(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \\ & * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \mu^C(x'_9) * \mu^H(x'_{10}) * \mu^C(x'_{11}) * \mu^H(x'_{12}) * \mu^C(x'_{13}) * \mu^C(x'_{14}), \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \mu^C(y) = & \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \dots * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \dots * \mu^C(x'_{14}) \vee \\ & \vee \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \dots * \mu^C(x'_7) * \mu^H(x'_8) * \mu^B(x'_9) * \mu^C(x'_{10}) * \mu^C(x'_{11}) * \\ & * \mu^B(x'_{12}) * \mu^C(x'_{13}) * \mu^H(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \mu^B(x'_4) * \mu^B(x'_5) * \\ & * \mu^C(x'_6) * \mu^C(x'_7) * \mu^H(x'_8) * \mu^C(x'_9) * \dots * \mu^C(x'_{13}) * \mu^H(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \\ & * \mu^C(x'_3) * \dots * \mu^C(x'_5) * \mu^h(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \dots * \mu^C(x'_{14}), \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \mu^{BC}(y) = & \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \dots * \mu^B(x'_4) * \mu^C(x'_5) * \mu^H(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \dots * \\ & * \mu^C(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^C(x'_{12}) * \dots * \mu^C(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \mu^B(x'_4) * \\ & * \mu^B(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^B(x'_8) * \dots * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^B(x'_{12}) * \mu^B(x'_{13}) * \\ & * \mu^C(x'_{14}) \vee \mu^B(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^C(x'_3) * \mu^B(x'_4) * \mu^B(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^B(x'_8) * \\ & * \dots * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^B(x'_{12}) * \mu^C(x'_{13}) * \mu^B(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^C(x'_2) * \mu^B(x'_3) * \dots * \\ & * \mu^B(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \mu^B(x'_9) * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^B(x'_{12}) * \dots * \\ & * \mu^B(x'_{14}), \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \mu^B(y) = & \mu^B(x'_1) * \dots * \mu^B(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \mu^B(x'_9) * \\ & * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^B(x'_{12}) * \mu^C(x'_{13}) * \mu^B(x'_{14}) \vee \mu^B(x'_1) * \dots * \\ & * \mu^B(x'_5) * \mu^C(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \mu^C(x'_8) * \mu^B(x'_9) * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \\ & * \mu^B(x'_{12}) * \dots * \mu^B(x'_{14}) \vee \mu^C(x'_1) * \mu^B(x'_2) * \dots * \mu^B(x'_6) * \mu^H(x'_7) * \\ & * \mu^C(x'_8) * \mu^B(x'_9) * \mu^B(x'_{10}) * \mu^H(x'_{11}) * \mu^B(x'_{12}) * \dots * \mu^B(x'_{14}). \end{aligned} \quad (21)$$

Для визначення остаточного рішення щодо позичальника–юридичної особи запишемо наступні рівняння:

$$\mu^A(Y', x'_{15}, x'_{16}) = \mu^H(Y') * \mu^B(x'_{15}) * \mu^{BC}(x'_{16}) \vee \mu^{HC}(Y') * \mu^C(x'_{15}) * \mu^{BC}(x'_{16}), \quad (22)$$

$$\mu^B(Y', x'_{15}, x'_{16}) = \mu^{HC}(Y') * \mu^{BC}(x'_{15}) * \mu^C(x'_{16}) \vee \mu^C(Y') * \mu^H(x'_{15}) * \mu^C(x'_{16}), \quad (23)$$

$$\mu^C(Y', x'_{15}, x'_{16}) = \mu^C(Y') * \mu^{HB}(x'_{15}) * \mu^{BC}(x'_{16}) \vee \mu^{BC}(Y') * \mu^C(x'_{15}) * \mu^C(x'_{16}), \quad (24)$$

$$\mu^G(Y', x'_{15}, x'_{16}) = \mu^{BC}(Y') * \mu^{BC}(x'_{15}) * \mu^{BC}(x'_{16}) \vee \mu^{BC}(Y') * \mu^{BC}(x'_{15}) * \mu^C(x'_{16}), \quad (25)$$

$$\mu^D(Y', x'_{15}, x'_{16}) = \mu^B(Y') * \mu^B(x'_{15}) * \mu^{BC}(x'_{16}) \vee \mu^B(Y') * \mu^{BC}(x'_{15}) * \mu^B(x'_{16}). \quad (26)$$

Отже, позичальник належить до того із класів, функція належності до якого є максимальною:

$$D_j = \max \{ \mu^{d_j} \}.$$

Таким чином, у статті запропоновано математичну модель прийняття кредитового рішення, визначено множину даних, необхідних для її побудови. При цьому для практичної реалізації складеної моделі СППР на конкретному суб'єкті господарювання необхідно розробити комп'ютеризований програмний засіб у вигляді інтерфейсу, який би дозволив приймати ефективне кредитове рішення на базі запропонованого підходу.

За допомогою складеної СППР щодо кредитування вирішується задача класифікації відповідного позичальника до певного класу кредитоспроможності, враховуються різноякісні оцінювальні параметри, усувається необхідність перебору усіх можливих комбінацій значень оцінювальних параметрів за рахунок використання апарату нечіткої логіки. Запропонований підхід дозволяє приймати раціональне кредитове рішення при неповній вхідній інформації на базі лінгвістичної інформації, що дає можливість автоматизувати процес ПР щодо кредитування шляхом математичного моделювання.

1. Положення «Про порядок формування і використання резерву для відшкодування можливих витрат за кредитними операціями комерційних банків». Постанова НБУ № 18-17/67 від 9.03.98.

2. Пікус Р.В. Оцінка підприємницького ризику // Фінанси України. — 2004. — № 5. — С. 88–93.

3. Олексів І.Б. Метод прийняття управлінських рішень на засадах компромісного розв'язання // Актуальні проблеми економіки. — 2004. — № 12. — С. 142–149.

4. Ус М.Ф., Ус Г.О., Гадецька З.М. Агентна модель групової системи підтримки прийняття рішень в економіці // Актуальні проблеми економіки. — 2004. — № 7. — С. 185–191.

5. *Севрук В.Т.* Банковские риски. — М.: Дело ЛТД, 1994. — 72 с.
6. *Меджибовська Н.С.* Дати кредит і не збанкрутувати// Вісник НБУ. — 1996. — № 5. — С. 69–71.
7. *Миркин Я.М.* Банковские операции: Учебное пособие. Ч. II. Инвестиционные операции банков. — М.: ИНФРА, 1996. — 144 с.
8. Положення № 246 «Про кредитування». — НБУ, емісійно-кредитний департамент. — 1995.
9. *Морозов А.И.* Основы банковского дела. — К.: Либра, 1994. — 312 с.
10. *Азарова А.О.* Математична формалізація якісних критеріїв оцінювання кредитоспроможності позичальника комерційного банку // Зб. матеріалів міжнародного симпозіуму «Наука і підприємництво». — Вінниця–Львів. — 1997. — С. 35–39.
11. *Азарова А.О., Юхимчук С.В.* Розробка критерію та методики оцінювання іміджу позичальника комерційного банку // Вісник ВПІ. — 1998. — № 1. — С. 37–46 .
12. *Азарова А.О.* Розробка методики формалізації первинної вхідної інформації при складанні багаторівневих СППР // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2000. — Т. 2, № 4. — С. 96–104.
13. *Азарова А.О., Юхимчук С.В.* Математична модель фінансового ризику на базі нечіткої логіки // УСМ. — 1998. — № 6. — С. 9–15.
14. *Азарова А.О., Юхимчук С.В.* Багаторівнева система оцінювання фінансового ризику комерційних банків на базі нечіткої логіки // Фінанси України. — 1998. — № 11. — С. 55–63.
15. Розробка математичних моделей для комп'ютерного прогнозування кредитного ризику банку: Звіт з НДР (остаточний) / Вінницький державний технічний університет. — № 47/02; Інв. № 0199U000014. — Вінниця, 1999. — 28 с.

Надійшла до редакції 31.08.2005