

АНАЛІЗ ВАГОМОСТІ КРИТЕРІЇВ В ОЦІНЮВАННІ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

Г.В. Гаврилюк

Кандидат економічних наук,
Заступник начальника

Представництво ПАТ «Українська залізниця»
в Російській Федерації та Республіці Білорусь
провулок Вознесенський, 17, м. Москва, 125009, Росія

amagicveeva@gmail.com

Стаття присвячена вирішенню завдання аналізу вагомості характеристик потенційних позичальників – фізичних осіб в оцінюванні їх кредитоспроможності. Обґрунтовано доцільність застосування з цією метою методу нечіткого багатокритеріального аналізу, за яким вибір найбільш кредитоспроможних позичальників за рядом критеріїв здійснюється на основі парних порівнянь альтернатив. Особливістю запропонованого методу є застосування принципу Беллмана-Заде, згідно якого компенсація недоліку одних показників надлишком інших є неприпустимою. Як розв'язок, найпривабливішим для кредитування визнається потенційний позичальник, який одночасно задовольняє усім критеріям найбільшою мірою. В ході проведеного аналізу сформовано множину критеріїв оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб і виявлено вплив критеріїв на можливість підвищення ефективності такої оцінки. Практичною цінністю проведеного дослідження є отримані нові знання щодо впливу критеріїв відбору фізичних осіб на оцінювання ризику дефолту, що в подальшому слугуватиме одним із інструментів для попередження втрат від невиконання кредитних зобов'язань.

Ключові слова: *кредитоспроможність фізичної особи, кредитний ризик, багатокритеріальний аналіз, нечіткі множини, парні порівняння.*

АНАЛИЗ ВЕСОМОСТИ КРИТЕРИЕВ В ОЦЕНИВАНИИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

А.В. Гаврилюк

Кандидат экономических наук,
Заместитель начальника

Представительство ПАО «Украинская железная дорога»
в Российской Федерации и Республике Беларусь
переулок Вознесенский, 17, г. Москва, 125009, Россия

amagicveeva@gmail.com

Статья посвящена решению задач анализа весомости характеристик потенциальных заёмщиков – физических лиц при оценке их кредитоспособности. Обоснована целесообразность применения с этой целью метода нечеткого многокритериального анализа, согласно которому выбор наиболее кредитоспособных заёмщиков по ряду критериев осуществляется на основе парных сравнений альтернатив. Особенностью предложенного метода является применение принципа Беллмана-Заде, когда компенсация недостатка одних показателей переизбытком других является недопустимой. При таком подходе наиболее привлекательным для кредитования определяется тот потенциальный заемщик, который одновременно удовлетворяет всем критериям в наибольшей степени. В ходе проведенного анализа сформировано множество критериев оценивания кредитоспособности физических лиц и показано влияние критериев на возможность повышения эффективности такой оценки. Практичной ценностью выполненного исследования являются полученные новые знания о влиянии критериев отбора физических лиц на оценку риск дефолта, что в дальнейшем будет служить одним из инструментов предупреждения потерь от невыполнения кредитных обязательств.

Ключевые слова: *кредитоспособность физического лица, кредитный риск, многокритериальный анализ, нечеткие множества, парные сравнения.*

ANALYSIS OF THE CRITERIA SIGNIFICANCE IN ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF INDIVIDUALS

Ganna Gavrilyuk

PhD in Economics,
Deputy Head

Representative of the Public Joint Stock Company «Ukrainian Railways»
in the Russian Federation and the Republic of Belarus
17 Voznesensky lane, Moscow, 125009, Russia
amagicveeva@gmail.com

The article is devoted to solving the problems of analyzing the weight of the characteristics of potential borrowers — individuals in assessing their creditworthiness. The expediency of applying for this purpose the method of fuzzy multi-criteria analysis is substantiated, according to which the selection of the most creditworthy borrowers for a number of criteria is carried out on the basis of paired comparisons of alternatives. A feature of the proposed method is the application of the Bellman-Zadeh principle, according to which compensation for the lack of certain indicators by an overabundance of others is unacceptable. As a solution, the most attractive for lending is the potential borrower, which meets all the criteria to the greatest extent. In the course of the analysis a number of criteria for assessing the creditworthiness of individuals were formed and the influence of the criteria on the possibility of improving the efficiency of such an assessment was shown. The practical value of the research is the new knowledge gained on the impact of the selection criteria of individuals on the credit risk assessment, which in the future will serve as one of the tools to prevent costs from defaulting on loan commitments.

Key words: *creditworthiness of an individual, credit risk, multicriteria analysis, fuzzy sets, pair comparisons.*

JEL Classification: C13, D70, D81, E51

Постановка проблеми

Сукупність складних економічних, соціальних і політичних умов української сучасності призвели до зростання частки проблемних кредитів у банківських установах. За даними НБУ до 2014 року обсяг проблемної заборгованості змінювався незначними темпами: у 2012 році спостерігалось зменшення на 8,3 % порівняно з 2011 роком, у 2013 році зменшення склало ще 3,0 % у порівнянні з попереднім роком [1]. Однак у 2014 році обсяг

проблемної заборгованості зріс на 93,6 % відносно попереднього року, у 2015 році ще на 56,9 %. У жовтні 2016 році в порівнянні з жовтнем 2015 року зростання склало 31,6 % [2].

Зростання частки проблемної заборгованості в кредитному портфелі банку, згідно банківської нормативно-правової бази [3], зумовлює значні відрахування в резерви на покриття втрат за кредитними операціями. Так, частка резервів за активними операціями банків у 2008–2015 роках повторює тенденцію за часткою простроченої заборгованості за кредитами. Зокрема, у 2012 році частка резервів за активними операціями зменшилась на 1,8 %, порівняно з 2011 роком, у 2013 році зменшилась на 2,9 %, у 2014 році відбулось зростання на 6,0 %, а у 2015 році зростання склало 12,9 % при порівнянні з попереднім роком [2]. Це свідчить про низьку якість активів банку та призводить до зменшення розміру потенційного прибутку.

У зв'язку з такою ситуацією ряд банків зменшив обсяг кредитування населення, що у свою чергу здійснило додатковий негативний вплив на прибутковість банків, обумовило певні труднощі для кредиторів і позичальників, знизило довіру до банківської системи та ускладнило відновлення кредитування реального сектора економіки України. З огляду на необхідність збільшення обсягів кредитування та виведення цього процесу на ефективніший рівень, розробка адекватного інструментарію оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб є вкрай актуальним завданням.

Проблеми оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб традиційно перебувають в центрі уваги вчених і є одним із найбільш досліджених розділів банківської справи. Дослідження в цьому напрямі представлені як зарубіжними, так і вітчизняними дослідниками, серед яких варто відзначити: Д. Дюрана [4], В. Вітлінського [5], А. Камінського [6], Н. Сіддікі [7].

Представлені в науковій літературі підходи свідчать про те, що в зарубіжній і вітчизняній банківській практиці кредитоспроможність потенційного позичальника завжди була і залишається одним з основних критеріїв визначення доцільності встановлення кредитних відносин з клієнтом. Тому проведення оцінювання кредитоспроможності фізичної особи на стадії прийняття рішення про доцільність видачі кредиту є необхідним інструментом для ефективного управління кредитним ризиком банку.

Оцінюючи кредитоспроможність позичальника, банк фактично визначає рівень кредитного ризику, який він приймає на себе,

надавши кредит. Таким чином, рівень ризику потенційного позичальника трансформується у ризик самого банку за умови встановлення кредитних відносин.

Отже, оцінювання кредитного ризику фізичних осіб є важливою складовою в забезпеченні беззбиткового функціонування банку. Також важливим є формування множини критеріїв оцінювання позичальника та подальший аналіз їх впливу на кредитоспроможність фізичної особи.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розробка власної рейтингової системи оцінювання кредитоспроможності позичальника надає можливість формування критеріїв та вимог до клієнта відповідно до положень кредитної політики банку. Критерії оцінювання кредитоспроможності позичальника можуть визначатись кожним банком самостійно і мають бути документально закріплені в окремому положенні, яке входить до стандартів кредитної політики банку. Залежно від того, яким чином будуть сформовані критерії для оцінювання кредитоспроможності позичальника, буде залежати величина ризику для банку.

Національним банком України в Положенні «Про порядок формування та використання резерву для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків» [8] встановлено систему кількісних та якісних показників для оцінювання кредитоспроможності позичальника, врахування яких обов'язкове для банків. Затверджені Положенням вимоги є мінімально необхідними і кожен банк може самостійно визначати додаткові критерії, що підвищують вимоги до позичальників, з метою адекватного оцінювання рівня кредитного ризику і належного контролю за ним.

При виборі системи показників оцінювання кредитоспроможності позичальника потрібно враховувати специфіку того сегмента ринку, який обслуговує банк, спеціалізацію банку (іпотечний, інвестиційний, ощадний), форми (іпотечні, споживчі, лізингові тощо), строки кредитів (коротко-, довгострокові), кредитні стратегії та політику банку (обережна, помірна чи агресивна), рівень кваліфікації працівників кредитного відділу, рівень організації і технічного забезпечення аналітичної роботи в банку.

Відбір кредитоспроможних позичальників необхідно забезпечити з урахуванням умов слабоформалізованості та невизначено-

сті початкових даних, беручи до уваги одночасно якісні та кількісні характеристики позичальника.

Для цього вважаємо відомими:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ – множина потенційних позичальників (тих фізичних осіб, які претендують на отримання кредиту);

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ – множина кількісних та якісних критеріїв відбору для оцінювання кредитоспроможності потенційних позичальників.

Задача багатокритеріального оцінювання полягає у впорядкуванні елементів множини P за критеріями з множини K .

На сьогодні не існує стандартного набору характеристик, за якими можна класифікувати фізичних осіб за рівнем кредитоспроможності. Аналіз робіт [7–9] дає підстави виділити такі показники для оцінювання кредитоспроможності потенційних позичальників:

k_1 – вік;

k_2 – сімейний стан;

k_3 – кількість утриманців;

k_4 – освіта позичальника;

k_5 – заробітна плата;

k_6 – кількість телефонів позичальника (вибір даного критерію обумовлений тим, що відсутність такого роду інформації або часта зміна телефонів підвищують імовірність вчинення позичальником шахрайських дій);

k_7 – стаття.

Враховуючи той факт, що критерії оцінювання позичальників представлені як кількісними, так і якісними показниками, застосуємо метод нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів [10–13] для ранжування потенційних позичальників за їх кредитоспроможністю. За подібного підходу критерії будемо розглядати як нечіткі множини, що задані на універсальній множині варіантів за допомогою функцій належності.

Нехай $\mu_{k_i}(p_j)$ – рівень кредитоспроможності потенційного позичальника $p_j \in P$ за критерієм відбору $k_i \in K$: $\mu_{k_i}(p_j)$ приймає значення в діапазоні $[0, 1]$ – чим більше число $\mu_{k_i}(p_j)$, тим вища оцінка

позичальника за критерієм $k_i \in K, j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}$. У такому випадку критерій відбору $k_i \in K$ можна представити у вигляді нечіткої множини $\tilde{k}_i$, яку задано на універсальній множині P таким чином:

$$\tilde{k}_i = \left\{ \frac{\mu_{k_i}(p_1)}{p_1}, \frac{\mu_{k_i}(p_2)}{p_2}, \dots, \frac{\mu_{k_i}(p_m)}{p_m} \right\}, \quad (1)$$

де $\mu_{k_i}(p_j)$ – ступінь належності елемента p_j до нечіткої множини $\tilde{k}_i$.

Ступені належності нечіткої множини (1) знайдемо за методом побудови функцій належності на основі парних порівнянь. При такому підході формуються матриці за кожним із критеріїв, а загальна кількість таких матриць співпадає із кількістю критеріїв відбору і дорівнює n . Для критерію $k_i \in K$ матриця парних порівнянь приймає вигляд:

$$A^{k_i} = \begin{bmatrix} a_{11}^{k_i} & a_{12}^{k_i} & \dots & a_{1m}^{k_i} \\ a_{21}^{k_i} & a_{22}^{k_i} & \dots & a_{2m}^{k_i} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}^{k_i} & a_{m2}^{k_i} & \dots & a_{mm}^{k_i} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де $a_{lj}^{k_i}$ — рівень переваги за критерієм k_i позичальника p_l над позичальником $p_j, l, j = \overline{1, m}$, який визначається за дев'ятибальною шкалою Сааті [14]: 1 – якщо *відсутня* перевага p_l над p_j ; 3 – якщо перевага p_l над p_j є *слабкою*; 5 – якщо перевага p_l над p_j є *помірною*; 7 – якщо перевага p_l над p_j є *сильною*; 9 – якщо перевага p_l над p_j є *абсолютною*; 2, 4, 6, 8 – проміжні оцінки: 2 – *ледь слабка* перевага; 4 – *помітна* перевага; 6 – *майже сильна* перевага; 8 – *майже абсолютна* перевага.

Слід зазначити, що матриця (2) є діагональною ($a_{lj}^{k_i} = 1 \quad \forall l = j$) та обернено симетричною (елементи матриці парних порівнянь пов'язані математичним виразом $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, l, j = \overline{1, k}$).

Ступенями належності нечіткої множини (1) будуть виступати коефіцієнти відносної важливості, обчислення яких проводимо із використанням середнього геометричного елементів кожного із рядків матриці A [14; 15, с. 46]:

$$\omega_l = \frac{\sqrt[m]{a_{l1} \cdot \dots \cdot a_{lm}}}{\sum_{l=1}^m \sqrt[m]{a_{l1} \cdot \dots \cdot a_{lm}}}, \quad l = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Згідно підходу Беллмана–Заде найкращим буде результат, який найбільшою мірою одночасно задовольняє усім критеріям відбору. При цьому нечіткий розв’язок задачі розрахунку відповідності позичальника всім критеріям знаходиться як перетин їх нечітких множин [16]:

$$\tilde{D} = \tilde{k}_1 \cap \tilde{k}_2 \cap \dots \cap \tilde{k}_n. \quad (4)$$

Ступені належності нечіткого розв’язку $\tilde{D} = \left\{ \frac{\mu_D(p_1)}{p_1}, \frac{\mu_D(p_2)}{p_2}, \dots, \frac{\mu_D(p_m)}{p_m} \right\}$ знаходимо через операцію перетину Заде $\mu_D(p_j) = \min_{i=\overline{1, n}} (\mu_{k_i}(p_j))$, $j = \overline{1, m}$.

Найбільш кредитоспроможним є потенційний позичальник з максимальним ступенем належності:

$$p = \arg \max_{p_i} (\mu_D(p_1), \mu_D(p_2), \dots, \mu_D(p_m)).$$

За різної важливості критеріїв формула (4) набуває вигляду:

$$\tilde{D} = \tilde{k}_1^{\alpha_1} \cap \tilde{k}_2^{\alpha_2} \cap \dots \cap \tilde{k}_n^{\alpha_n} = \left\{ \frac{\min_{i=\overline{1, n}} (\mu_{k_i}^{\alpha_i}(p_1))}{p_1}, \frac{\min_{i=\overline{1, n}} (\mu_{k_i}^{\alpha_i}(p_2))}{p_2}, \dots, \frac{\min_{i=\overline{1, n}} (\mu_{k_i}^{\alpha_i}(p_m))}{p_m} \right\}, \quad (5)$$

де α_i – коефіцієнти відносної важливості критеріїв k_i , $i = \overline{1, n}$, такі, що $\alpha_1 + \dots + \alpha_n = 1$.

Степінь α_i у формулі (5) концентрує функції належності нечітких множин $k_l, l=1, n$, згідно важливості критерію k_i , відповідно до підходу, описаного у [14]. Коефіцієнти відносної важливості критеріїв визначаються за формулою (3). Проведемо аналіз вагомості впливу критеріїв відбору на результуючу оцінку та здійснимо оцінювання кредитоспроможності чотирьох потенційних позичальників, інформацію щодо яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЗИЧАЛЬНИКІВ

Потенційний позичальник	Критерії						
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
1	43	одружений	—	середня	437,8	2	чоловік
2	49	розлучений	—	незакінчена вища	500	2	чоловік
3	60	заміжня	2	вища	—	2	жінка
4	83	в громадянському шлюбі	—	незакінчена вища	478,8	3	чоловік

При формуванні матриць парних порівнянь (2) експерту потрібно розуміти, наскільки відповідально позичальники з різних вікових груп виконують власні зобов'язання по кредитах. З цією метою виникає доцільність у формуванні еталону, який міститиме характеристики найкращого позичальника за усіма відібраними критеріями одночасно. Отримати еталон можна в результаті проведення аналізу розширеної вибірки даних за багатьма позичальниками.

Такий аналіз дозволив виявити закономірності у кредитній поведінці за всіма критеріями оцінювання позичальників. Ступінь відповідальності у поведінці позичальників можна оцінити через так званий коефіцієнт повернення кредиту ($K_{ПК}$), під яким розумітимемо співвідношення кількості стандартно завершених угод до кількості невиконаних кредитних угод. Виходячи з аналізу статистичних даних за цим показником пропонуємо наступну шкалу для оцінювання $K_{ПК}$: від 0 до 5 – поганий рівень повернення кре-

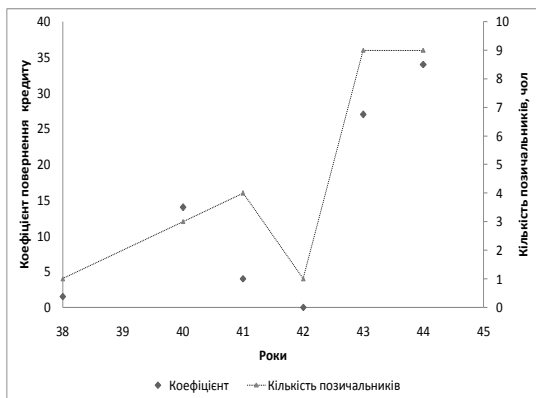


Рис. 1. Динаміка $K_{ПК}$ у віковій групі від 38 до 44 років

шених угод у 30 разів більша, ніж дефолтів за кредитними зобов'язаннями) і свідчить про високий рівень повернення кредитів.

На рис. 2 спостерігаємо значення $K_{ПК}$ для вікової групи від 45 до 53 років, яке коливається в інтервалі від 8 до 15. Однак для вікової категорії 46 років коефіцієнт повернення кредитів стрибає до рівня 32. Подібні сплески носять випадковий характер і не мають узагальнюючих властивостей, адже, наприклад, вже через рік у

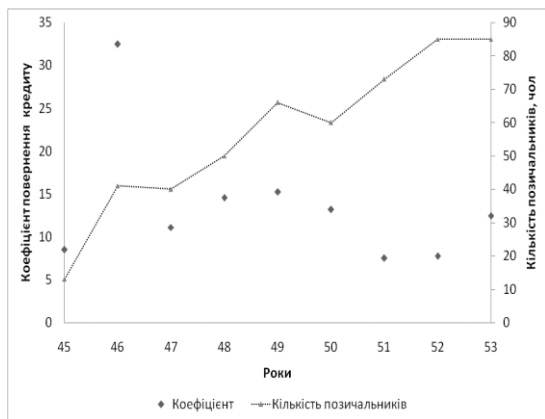


Рис. 2. Динаміка $K_{ПК}$ у віковій групі від 45 до 53 років

дитів; (5; 7] – низький рівень повернення кредитів; (7; 10] – середній рівень повернення кредитів; більше 10 – високий рівень повернення кредитів. Так, наприклад, рис. 1 вказує на найвищий ступінь відповідальності в кредитній поведінці позичальників у віці 43 та 44 роки, для яких $K_{ПК}$ знаходиться на рівні близько 30 (кількість стандартно завер-

шених угод у 30 разів більша, ніж дефолтів за кредитними зобов'язаннями) і свідчить про високий рівень повернення кредитів. На рис. 2 спостерігаємо значення $K_{ПК}$ для вікової групи від 45 до 53 років, яке коливається в інтервалі від 8 до 15. Однак для вікової категорії 46 років коефіцієнт повернення кредитів стрибає до рівня 32. Подібні сплески носять випадковий характер і не мають узагальнюючих властивостей, адже, наприклад, вже через рік у цю категорію перейдуть сьогоднішні сорокап'ятирічні і значення $K_{ПК}$ для неї опуститься у чотири рази. Враховуючи це, доцільним стає подання вихідних результатів з групуванням за більш тривалими періодами. Результати аналізу залежності коефіцієнта повернення кредитів позичальниками від їх віку при об'єднанні за

п'ятирічними діапазонами наочно представлені на рис. 3. Рис. 4 – 8 ілюструють результати розрахунку $K_{ПК}$ за іншими критеріями.

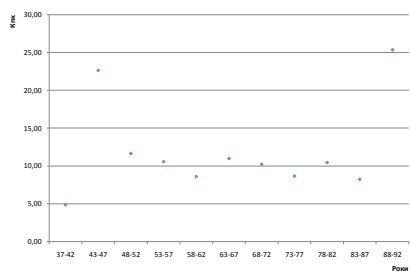


Рис. 3. Динаміка КПК від 37 до 98 років

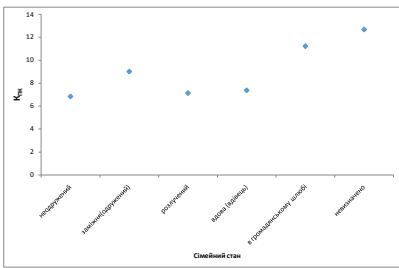


Рис. 4. Динаміка КПК залежно від сімейного стану позичальника

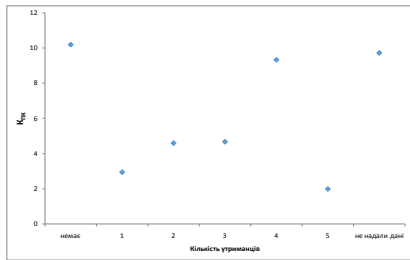


Рис. 5. Динаміка КПК залежно від кількості утриманців

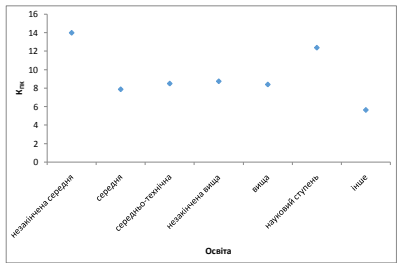


Рис. 6. Динаміка КПК залежно від рівня освіти

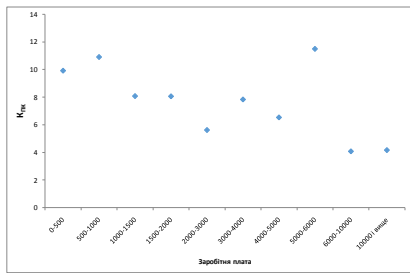


Рис. 7. Динаміка КПК залежно від рівня заробітної плати

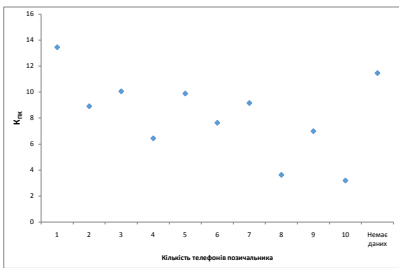


Рис. 8. Динаміка КПК залежно від кількості телефонів позичальника

Проведений аналіз також дозволив виявити, що жінки є надійнішими позичальниками, порівняно з чоловіками. Так, коефіцієнт повернення кредитів жінками дорівнює 9,99, тоді як для чоловіків $K_{ПК} = 8,12$.

Як уже зазначалось, у результаті проведених обчислень має бути сформований еталон, з яким далі здійснюватиметься порівняння кожного потенційного позичальника. Еталону має відповідати найбільш кредитоспроможний позичальник по запропонованих критеріях.

З урахуванням отриманих значень $K_{ПК}$ сформуємо матриці парних порівнянь (2) за кожним із критеріїв. Об'єктами оцінювання виступають чотири потенційні позичальники (див. табл. 1).

$$\begin{aligned}
 A^{k_1} &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 1/3 & 1 & 3 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 5 \\ 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}, & A^{k_2} &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 1 & 3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \\
 A^{k_3} &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}, & A^{k_4} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \\
 A^{k_5} &= \begin{bmatrix} 1 & 1/7 & 7 & 1/4 \\ 7 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 4 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}, & A^{k_6} &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1/2 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 2 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \\
 A^{k_7} &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Відповідно до сформованої дев'ятибальної шкали Сааті перша матриця за критерієм k_1 інтерпретується такими висловлюваннями: *слабка* перевага позичальника p_1 над p_2 , *помірна пере-*

вага позичальника p_1 над p_3 , *сильна перевага* позичальника p_1 над p_4 , *слабка перевага* позичальника p_2 над p_3 , *помірна перевага* позичальника p_2 над p_4 , *помірна перевага* позичальника p_3 над p_4 . Перший позичальник попадає у вікову групу від 43 до 47 із $K_{ПК}$ 22,63 (див. рис. 3). Дана вікова група характеризується високим рівнем повернення кредитів. Це свідчить про його перевагу над усіма іншими претендентами, що і відображено у матриці A^{k_1} . Аналогічно побудовано й інші матриці парних порівнянь.

Знаходимо по кожній із матриць парних порівнянь (6) за допомогою формули (3) коефіцієнти відносної важливості критеріїв, які будуть виступати ступенями належності нечіткої множини (1). У результаті отримаємо нечіткі множини:

$$\left\{ \begin{aligned} \tilde{k}_1 &= \left\{ \frac{0,56}{p_1}, \frac{0,26}{p_2}, \frac{0,13}{p_3}, \frac{0,05}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_2 &= \left\{ \frac{0,20}{p_1}, \frac{0,08}{p_2}, \frac{0,20}{p_3}, \frac{0,52}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_3 &= \left\{ \frac{0,34}{p_1}, \frac{0,30}{p_2}, \frac{0,10}{p_3}, \frac{0,27}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_4 &= \left\{ \frac{0,12}{p_1}, \frac{0,48}{p_2}, \frac{0,12}{p_3}, \frac{0,28}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_5 &= \left\{ \frac{0,11}{p_1}, \frac{0,61}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,24}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_6 &= \left\{ \frac{0,19}{p_1}, \frac{0,17}{p_2}, \frac{0,17}{p_3}, \frac{0,47}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_7 &= \left\{ \frac{0,32}{p_1}, \frac{0,32}{p_2}, \frac{0,17}{p_3}, \frac{0,20}{p_4} \right\}. \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Щоб оцінити, наскільки потенційні позичальники $p_1 \div p_4$ задовольняють критеріям, представимо нечіткі множини (7) у вигляді:

$$\begin{aligned}
 \widetilde{p}_1 &= \left\{ \frac{0,56}{k_1}, \frac{0,20}{k_2}, \frac{0,34}{k_3}, \frac{0,12}{k_4}, \frac{0,11}{k_5}, \frac{0,19}{k_6}, \frac{0,32}{k_7} \right\}; \\
 \widetilde{p}_2 &= \left\{ \frac{0,26}{k_1}, \frac{0,08}{k_2}, \frac{0,30}{k_3}, \frac{0,48}{k_4}, \frac{0,61}{k_5}, \frac{0,17}{k_6}, \frac{0,32}{k_7} \right\}; \\
 \widetilde{p}_3 &= \left\{ \frac{0,13}{k_1}, \frac{0,20}{k_2}, \frac{0,10}{k_3}, \frac{0,12}{k_4}, \frac{0,04}{k_5}, \frac{0,17}{k_6}, \frac{0,17}{k_7} \right\}; \\
 \widetilde{p}_4 &= \left\{ \frac{0,05}{k_1}, \frac{0,52}{k_2}, \frac{0,27}{k_3}, \frac{0,28}{k_4}, \frac{0,24}{k_5}, \frac{0,47}{k_6}, \frac{0,20}{k_7} \right\}.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Функції належності нечітких множин $\widetilde{p}_1 \div \widetilde{p}_4$, відображені на рис. 9, свідчать, що різні потенційні позичальники мають певні переваги за тим чи іншим критерієм. Так, позичальник p_1 є кращим за критеріями k_1 , k_3 та k_7 , позичальник p_2 – за критеріями k_4 , k_5 і k_7 , а позичальник p_4 – за критеріями k_2 та k_6 . Позичальник p_3 не має переваг перед іншими за обраними критеріями.

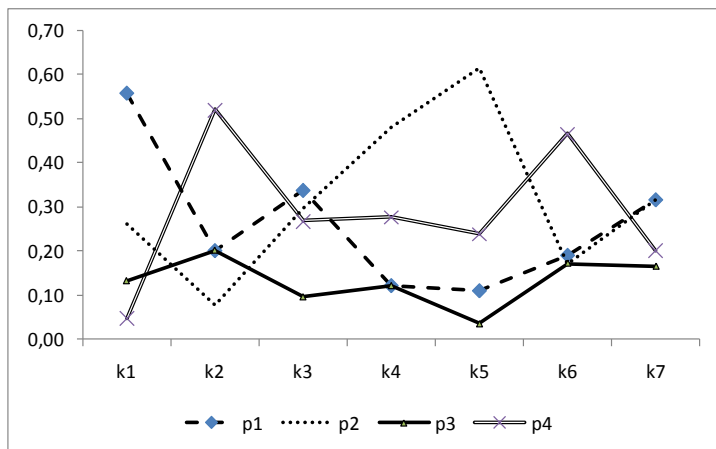


Рис. 9. Порівняння потенційних позичальників за критеріями

Вибір потенційного позичальника доцільно проводити з урахуванням важливості критеріїв. Експертні парні порівняння важливості критеріїв виявились такими: *відсутня перевага k_1 над k_2 ; помірна перевага k_1 над k_4 , k_5 і k_6 ; відсутня перевага k_2 над k_4 ; сла-*

бка перевага k_2 над k_6 і k_7 ; слабка перевага k_3 над k_1 , k_4 і k_7 ; помірна перевага k_3 над k_2 і т.д. Цим висловлюванням відповідає матриця парних порівнянь:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 5 & 1/3 & 5 & 5 \\ 1 & 1 & 1/5 & 1 & 1/5 & 3 & 3 \\ 3 & 5 & 1 & 3 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 3 & 5 & 3 & 5 & 1 & 3 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/3 & 1/3 & 3 & 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Знаходимо коефіцієнти важливості критеріїв для даної матриці за формулою (3): $\alpha_1 = 0,17; \alpha_2 = 0,10; \alpha_3 = 0,21; \alpha_4 = 0,05; \alpha_5 = 0,34; \alpha_6 = 0,07; \alpha_7 = 0,06$. Розраховані коефіцієнти свідчать, що найбільше впливають на прийняття рішень щодо кредитоспроможності позичальника його вік, кількість утриманців і заробітна плата. Для застосування формули (5) знайдемо $\tilde{k}_i^{\alpha_i}, i = \overline{1, n}$ на основі (8) і матриці (9). У результаті отримуємо нечіткі множини критеріїв із урахуванням їх важливості:

$$\begin{aligned} \tilde{k}_1^{\alpha_1} &= \left\{ \frac{0,56^{0,17}}{p_1}, \frac{0,26^{0,17}}{p_2}, \frac{0,13^{0,17}}{p_3}, \frac{0,05^{0,17}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,91}{p_1}, \frac{0,80}{p_2}, \frac{0,71}{p_3}, \frac{0,60}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_2^{\alpha_2} &= \left\{ \frac{0,20^{0,10}}{p_1}, \frac{0,08^{0,10}}{p_2}, \frac{0,20^{0,10}}{p_3}, \frac{0,52^{0,10}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,85}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,85}{p_3}, \frac{0,94}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_3^{\alpha_3} &= \left\{ \frac{0,34^{0,21}}{p_1}, \frac{0,30^{0,21}}{p_2}, \frac{0,10^{0,21}}{p_3}, \frac{0,27^{0,21}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,79}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,61}{p_3}, \frac{0,76}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_4^{\alpha_4} &= \left\{ \frac{0,12^{0,05}}{p_1}, \frac{0,48^{0,05}}{p_2}, \frac{0,12^{0,05}}{p_3}, \frac{0,28^{0,05}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,90}{p_1}, \frac{0,96}{p_2}, \frac{0,90}{p_3}, \frac{0,94}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_5^{\alpha_5} &= \left\{ \frac{0,11^{0,34}}{p_1}, \frac{0,61^{0,34}}{p_2}, \frac{0,04^{0,34}}{p_3}, \frac{0,24^{0,34}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,48}{p_1}, \frac{0,85}{p_2}, \frac{0,33}{p_3}, \frac{0,62}{p_4} \right\}; \\ \tilde{k}_6^{\alpha_6} &= \left\{ \frac{0,19^{0,07}}{p_1}, \frac{0,17^{0,07}}{p_2}, \frac{0,17^{0,07}}{p_3}, \frac{0,47^{0,07}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,89}{p_1}, \frac{0,88}{p_2}, \frac{0,88}{p_3}, \frac{0,95}{p_4} \right\}; \end{aligned}$$

$$\tilde{k}_7^{\alpha_7} = \left\{ \frac{0,32^{0,06}}{p_1}, \frac{0,32^{0,06}}{p_2}, \frac{0,17^{0,06}}{p_3}, \frac{0,20^{0,06}}{p_4} \right\} = \left\{ \frac{0,93}{p_1}, \frac{0,93}{p_2}, \frac{0,90}{p_3}, \frac{0,91}{p_4} \right\}.$$

Функції належності потенційних позичальників до відібраних критеріїв з урахуванням їх важливості наведено на рис. 10.

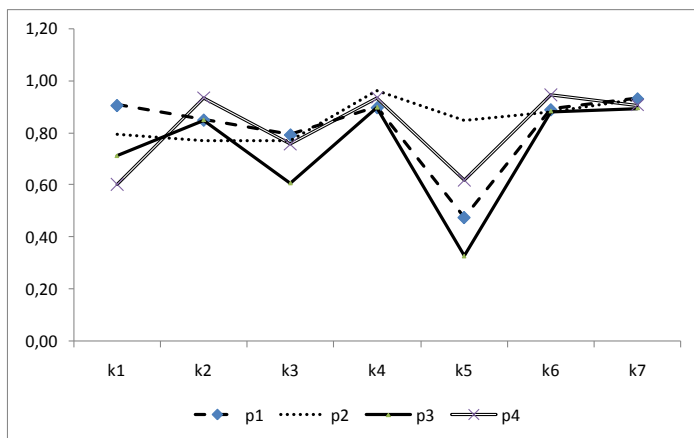


Рис. 10. Порівняння позичальників з урахуванням важливості критеріїв

Порівнюючи рис. 9 і 10 видно, що із урахуванням важливості критеріїв відстань між оцінками позичальників зменшилась. Перетин нечітких множин усіх критеріїв за формулою (5) $\tilde{k}_1^{\alpha_1} \cap \tilde{k}_2^{\alpha_2} \cap \dots \cap \tilde{k}_n^{\alpha_n}$ дає такі ступені належності вихідного рішення $\tilde{D}$:

$$\mu_D(p_1) = \min(0,90; 0,85; 0,79; 0,90; 0,48; 0,89; 0,93) = 0,48;$$

$$\mu_D(p_2) = \min(0,82; 0,77; 0,77; 0,96; 0,85; 0,88; 0,93) = 0,77;$$

$$\mu_D(p_3) = \min(0,72; 0,85; 0,61; 0,90; 0,33; 0,88; 0,90) = 0,33;$$

$$\mu_D(p_4) = \min(0,60; 0,94; 0,76; 0,94; 0,62; 0,95; 0,91) = 0,60.$$

Результат розрахунку подаємо у вигляді нечіткої множини:

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{0,48}{p_1}; \frac{0,77}{p_2}; \frac{0,33}{p_3}; \frac{0,60}{p_4} \right\},$$

яка свідчить про перевагу позичальника p_2 над іншими (тобто, позичальник p_2 задовольняє встановленим критеріям із урахуванням їх важливості більшою мірою за решту позичальників). Ви-

хідне рішення щодо видачі кредитів формується в результаті порівняння потенційних позичальників. Потенційний позичальник із найбільшою мірою належності більше за інших відповідає вимогам, що визначені критеріями відбору. Дослідження впливу вагомості критеріїв відбору на результуючий показник дозволили сформувати таку шкалу для прийняття управлінських рішень щодо видачі кредиту: $(0; 0,33]$ – відмовити у видачі кредиту; $(0,33; 0,70]$ – видача кредиту із більш «жорсткими» умовами; $(0,70; 1]$ – доцільно надати кредит.

Відповідно до цієї шкали позичальнику p_2 доцільно надати кредит, позичальникам p_1 та p_4 можна надати кредит, але з більш «жорсткими» умовами, позичальнику p_3 – відмовити.

Проведемо аналіз впливу критеріїв на результат оцінювання кредитоспроможності позичальників із застосуванням методики дослідження чутливості прийнятого рішення на основі «що, якщо» аналізу. Такий підхід дозволяє встановити, як зміниться оцінка позичальника, якщо змінити значення одного з парних порівнянь. Застосуємо запропонований у роботах [17, 18] підхід до аналізу чутливості з метою виявлення впливу критеріїв відбору на оцінку кредитоспроможності потенційного позичальника.

Скористаємось отриманими вище результатами багатокритеріального аналізу позичальників. З'ясуємо, наприклад, яким чином можна скорегувати переваги критеріїв, щоб позичальник p_1 став найбільш кредитоспроможним з-поміж інших за оцінкою банку.

Наразі позичальник p_1 має третій ранг після p_2 та p_4 . Будемо вважати, що є можливість покращити парні порівняння цього позичальника за критерієм k_5 (тобто, є потенційна можливість змінити роботу і, відповідно, збільшити рівень заробітної плати). З'ясуємо, як впливає на оцінку кредитоспроможності поступова зміна рівня переваги потенційного позичальника p_2 над p_1 з поточного значення «сильна перевага p_2 над p_1 » на всі можливі варіанти до оцінки «відсутня перевага p_2 над p_1 ». Для цього послідовно змінимо значення елемента a_{12} матриці парних порівнянь A^{k_5} з $1/7$ на $1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1$ та проведемо розрахунки за викладеною у [10] методикою, результати яких зведемо до табл. 2. При цьому необхідно враховувати ту обставину, що зміна переваги за критерієм k_5 у потенційного позичальника p_1 відносно p_2 може привести до зміни переваг і з іншими позичальниками. Тобто, якщо зарплата першого потенційного позичальника була макси-

мально нижчою, ніж у другого (оцінка переваги 1/7), але при цьому максимально вищою порівняно з третім (оцінка 7), то з ростом зарплати першого його перевага до третього залишиться максимальною – рівною 7, але перевага до четвертого потенційного позичальника буде зростати. В таких випадках відбувається зміна попарних порівнянь у матриці i , відповідно, результируючих показників, що можна бачити у табл. 2.

Таблиця 2

**ВПЛИВ КРИТЕРІЮ k_5 НА РЕЗУЛЬТУЮЧУ ОЦІНКУ
КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПОЗИЧАЛЬНИКА p_1
ПРИ ЗМІНІ ПАРНОЇ ПЕРЕВАГИ a_{12}**

a_{12}	A^{k_5}	$\widetilde{k_5}$	$\bar{D}$
1/7	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/7} & 7 & 1/4 \\ 7 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 4 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,11}{p_1}, \frac{0,61}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,24}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,48}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,33}{p_3}, \frac{0,60}{p_4} \right\}$
1/6	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/6} & 7 & 1/3 \\ 6 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 3 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,13}{p_1}, \frac{0,61}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,23}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,50}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,33}{p_3}, \frac{0,60}{p_4} \right\}$
1/5	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/5} & 7 & 1/2 \\ 5 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 2 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,15}{p_1}, \frac{0,60}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,21}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,53}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,33}{p_3}, \frac{0,59}{p_4} \right\}$
1/4	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/4} & 7 & 1 \\ 4 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 1 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,19}{p_1}, \frac{0,58}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,18}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,58}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,34}{p_3}, \frac{0,57}{p_4} \right\}$
1/3	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/3} & 7 & 3 \\ 3 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,28}{p_1}, \frac{0,54}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,14}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,65}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,34}{p_3}, \frac{0,52}{p_4} \right\}$
1/2	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1/2} & 7 & 3 \\ 2 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,31}{p_1}, \frac{0,50}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,14}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,68}{p_1}, \frac{0,77}{p_2}, \frac{0,34}{p_3}, \frac{0,52}{p_4} \right\}$
1	$\begin{bmatrix} 1 & \mathbf{1} & 7 & 3 \\ 1 & 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 1/5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\left\{ \frac{0,38}{p_1}, \frac{0,43}{p_2}, \frac{0,04}{p_3}, \frac{0,15}{p_4} \right\}$	$\left\{ \frac{0,72}{p_1}, \frac{0,75}{p_2}, \frac{0,34}{p_3}, \frac{0,52}{p_4} \right\}$

На рис. 11 відображено динаміку оцінок кредитоспроможності усіх потенційних позичальників за даними з табл. 2, де видно, що позичальник p_1 стане другим за рангом (зрівняється з p_4), коли за критерієм k_5 перевага p_4 над p_1 буде відсутньою ($a_{14} = 1$).

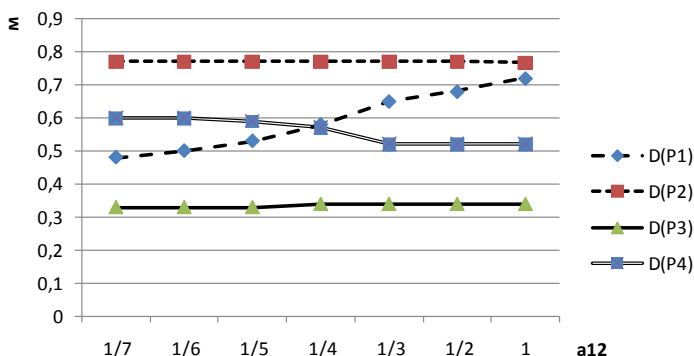


Рис. 11. Динаміка оцінок кредитоспроможності потенційних позичальників при зміні переваг за критерієм k_5

З рис. 11 бачимо, що в результаті підвищення рівня заробітної плати позичальника p_1 із відповідним збільшенням його переваги за цим критерієм відносно інших позичальників, його інтегральна оцінка зростає з 0,48 до 0,72. Хоча він і не став кращим за потенційного позичальника p_2 , проте, враховуючи встановлені діапазони результуючої шкали для прийняття рішень, потенційний позичальник p_1 за таких умов зможе одержати кредит.

Висновки з проведеного дослідження

Поява проблемної заборгованості може призвести до негативних наслідків у роботі банку, погіршувати його здатність генерувати прибуток і динамічно розвиватись в умовах мінливого зовнішнього середовища. Тому зменшення кредитних ризиків, пошук і формування нових і вдосконалення існуючих методів регулювання проблемних кредитів є одними з головних завдань, що стоять перед банківськими установами.

У статті проведено дослідження особливості оцінювання кредитоспроможності потенційних позичальників. У результаті було виділено такі критерії оцінювання як вік, сімейний стан позичальника, кількість утриманців, освіта, заробітна плата, кількість

телефонів і стать позичальника. Процедура відбору кредитоспроможних позичальників реалізовано на основі методу нечіткого багатокритеріального аналізу, згідно якого оцінювання здійснюється на основі парних порівнянь варіантів. Показано, що застосування не абсолютних значень критеріїв, а парних порівнянь їх переваг є зручнішим для експертів. Особливістю метода багатокритеріального аналізу є використання принципу Беллмана-Заде, за яким найкращим визначається позичальник, що одночасно задовольняє усім критеріям найбільшою мірою.

В ході аналізу вагомості критеріїв на основі нечітких парних порівнянь сформульовані рекомендації, яким чином необхідно змінювати характеристики потенційному позичальнику, щоб підняти рівень його кредитоспроможності за оцінкою банку.

Література

1. Основні показники діяльності банків України [Електронний ресурс] // Національний банк України. – 2014–2016. – Режим доступу: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442.
2. Аналітичний огляд банківської системи України за 9 місяців 2016 року [Електронний ресурс] // Національне рейтингове агенство Рюрік. – 2016. – Режим доступу: http://rurik.com.ua/documents/research/bank_system_3_kv_2016.pdf.
3. Положення «Про порядок формування та використання банками України резервів для відшкодування можливих втрат за активними банківськими операціями» [Електронний ресурс] / Затверджено Постановою Правління Національного банку України від 25.01.2012 № 23. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0231-12>.
4. *Durand D.* Risk Elements in Consumer Instalment Financing / David Durand. – New York: National Bureau of Economic Research, 1941. – 128 p.
5. Вітлінський В. В. Кредитний ризик комерційного банку: навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Пернарівський, Я. С. Наконечний, Г. І. Великоіваненко. – К. : Знання, 2000. – 251 с.
6. Камінський А. Б. Нейромережеві технології в управлінні портфелем простроченої заборгованості / А. Б. Камінський, В. О. Сікач // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2011. – Вип. 84. – С. 5–19.
7. Сиддики Н. Скоринговые карты для оценки кредитных рисков. Разработка и внедрение интеллектуальных методов кредитного скоринга / Наим Сиддики. – М.: Изд-во МИФ, 2014. – 268 с.
8. Положення «Про порядок формування та використання резерву для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків» [Електронний ресурс] / Затверджено Постановою Правління Націона-

льного банку України від 6 липня 2000 р. № 279. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0474-00>.

9. Гаврилюк Г.В. Ієрархічна модель оцінювання кредитоспроможності позичальників. Актуальні проблеми прогнозування поведінки складних економічних систем: колективна наукова монографія / за ред. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В, 2016. – 512 с.

10. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/7_4.php.

11. Rotshtein A. Fuzzy multicriteria analysis of variants with the use of paired comparisons / A. Rotshtein, S. Shtovba // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2001. – Vol. 40. – № 3. – Р. 499–503.

12. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. — Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

13. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 295 с.

14. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иєрархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 279 с.

15. Кігель В.Р. Математичні методи ринкової економіки / В.Р. Кігель. – К.: Кондор, 2003. – 158 с.

16. Bellman R. Decision-making in a fuzzy environment / R. Bellman, L. Zadeh // Management Science. – 1970. – Vol. 17. – № 4. – Р. 141–164.

17. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

18. Ротштейн А.П. Многокритериальный выбор бренд-проекта с помощью нечетких парных сравнений альтернатив / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба, Е. В. Штовба // Управление проектами и программами. – 2006. – № 2. – С. 138–146.

References

1. National Bank of Ukraine. (2014–2016). *Osnovni pokazately diyal'nosti bankiv Ukrayiny*. Retrieved from https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442 [in Ukrainian].

2. National rating agency Rurik. (2016). *Analitychnyy ohlyad bankivs'koyi systemy Ukrayiny za 9 misyatsiv 2016 roku*. Retrieved from http://rurik.com.ua/documents/research/bank_system_3_kv_2016.pdf [in Ukrainian].

3. National Bank of Ukraine. (2012). *Polozhennya Pro porядok formuvannya ta vykorystannya bankamy Ukrayiny rezerviv dlya vidshkoduvannya mozhlivykh vtrat za aktyvnymy bankivs'kymy operatsiyamy*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0231-12> [in Ukrainian].

4. Durand D. (1941). *Risk Elements in Consumer Instalment Financing*. New York: National Bureau of Economic Research.
5. Vitlins'kyj, V. V., Pernarivs'kyj, O. V., Nakonechnyj, Ya. S., & Velykoivanenko, H. I. (2000). *Kredytnyj ryzyk komertsijnoho banku*. Kyiv, Ukraine: Znannia [in Ukrainian].
6. Kamins'kyj, A. B., & Sikach, V. O. (2011). Neyromerezhevi tekhnolohiyi v upravlinni portfelem prostrochenoyi zaborhovanosti. *Modelyuvannya ta informatsiyni systemy v ekonomitsi (Modelling and information systems in economy)*, 84, 5–19 [in Ukrainian].
7. Siddiqi, N. (2006). *Credit Risk Scorecards: Developing and Implementing Intelligent Credit Scoring*. New Jersey: John Wiley and Sons.
8. National Bank of Ukraine. (2000). *Polozhennya Pro poryadok formuvannya ta vykorystannya rezervu dlya vidshkoduvannya mozhlyvykh vtrat za kredytnymy operatsiyamy bankiv*. Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0474-00>.
9. Gavrilyuk, G. V. (2016). Iyerarkhichna model' otsinyuvannya kredy-tospromozhnosti pozychal'nykiv. In *Aktual'ni problemy prohozuvannya povedinky skladnykh ekonomichnykh system: kolektyvna naukova monohrafiya*. (pp. 258–268). Berdyans'k, Ukraine: Vydavets' Tkachuk O.V. [in Ukrainian].
10. Rotshtein, A. P. Intel'ektual'nyye tekhnologii identifikatsii. Retrieved from http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/7_4.php.
11. Rotshtein, A., & Shtovba, S. (2001). Fuzzy multicriteria analysis of variants with the use of paired comparisons. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 40(3), 499–503.
12. Borisov, A. N., Krumberg, O. A., & Fedorov I. P. (1990). *Prinyatiye resheniy na osnove nechetkikh modeley: primery ispol'zovaniya*. Riga, Latvia: Zinatne [in Russian].
13. Rotshteyn, A. P. (1999). *Intel'ektual'nyye tekhnologi identifikatsii: nechetkaya logika, geneticheskiye algoritmy, neyronnyye seti*. Vinnitsa, Ukraine: UNIVERSUM-Vinnitsya [in Russian].
14. Saati, T., & Joyce, A. (1989). *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Process*. New York: Praeger.
15. Kigel, V. R. (2003). *Matematychni metody rynkovoyi ekonomiky*. Kyiv, Ukraine: Kondor [in Ukrainian].
16. Bellman, R., & Zadeh, L. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4), 141–164.
17. Shtovba, S. D. (2007). *Proyektirovaniye nechetkikh sistem sredstva-mi MATLAB*. Moscow, Russia: Goryachaya liniya — Telekom [in Russian].
18. Rotshtein, A.P., Shtovba, S.D., & Shtovba, E. V. (2006). Mnokry-teryal'nyi vybor brend-proekta s pomoshchyu nechetkykh parnykh sravneniy al'ternatyv. *Upravleniye proektami i prohrammami (Project and Program Management)*, 2, 138–146 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 29.03.2017