

Маляр М.М., Поліщук В.В., Поліщук А.В.,

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ

Для багатокритеріальної моделі вибору банківської установи суб'єктом господарювання використовуючи цільові потреби запропоновано інформаційну модель на основі апарату нечіткої логіки. Модель базується на моделюванні нечітких знань з використанням функцій належності для вхідних експертних оцінок. Вперше наведено моделі нечітких вхідних знань для вхідних експертних оцінок за критеріями оцінювання банківських установ за групами: активи і зобов'язання банків та стійкість банківської установи для безпечного вкладення депозитних коштів.

Ключові слова: критерії, альтернативи, функція належності, прийняття рішень.

Постановка проблеми. Пропонується інформаційна модель багатокритеріального оцінювання банківської установи для вибору суб'єктом господарювання при отриманні кредитних коштів або внесення депозитних ресурсів, з використанням нечітких знань, на основі функцій належності для вхідних експертних оцінок за критеріями.

Задача оцінювання об'єкту дослідження може бути сформульована наступним чином. Нехай задано множину альтернатив (банківських установ) $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, які потрібно оцінити за деякими групами цілей $G = \{G_1, G_2, \dots, G_g\}$ і упорядкувати за певним правилом. Кожна з цілей G має свою множину критеріїв оцінювання K , що згруповані певним чином. Для прикладу, альтернативи $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ потрібно оцінити за двома групами показників G_1 (активи і зобов'язання банків), G_2 (стійкість банківської установи для безпечного вкладення депозитних коштів) та побудувати ранжувальний ряд для вибору найкращої банківської установи в залежності від цілей суб'єкта господарювання: отримання кредитних коштів, або внесення депозитних.

© **Маляр М. М.**, доцент, д.т.н., професор кафедри кібернетики і прикладної математики Ужгородського національного університету, e-mail: malyarmm@gmail.com

Поліщук В. В., доцент, к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення систем Ужгородського національного університету, e-mail: v.polishchuk87@gmail.com

Поліщук А. В., магістр математики, e-mail: alias_33000@ukr.net

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вирішенням проблем багатокритеріального вибору займалися і займаються багато вчених, зокрема – Айзерман М.А., Бейко І.В., Волошин А.Ф., Зайченко Ю.П., Ларичев О.И., Лотов А.В., Маляр М.М., Микони С.В., Сегриенко И.В., Саати Т.Л. та інші. Підходи, методи і алгоритми розв'язування багатокритеріальних задач вибору описані у роботах [1-5].

Аналізуючи наукові джерела, загальні методи багатокритеріального вибору, які використання теорію нечітких множин наступні: методи, засновані на кількісних змінних, багатокритеріальна теорія корисності [1]; методи, засновані на якісних характеристиках, результати яких переводяться у кількісний вигляд (методи аналітичної ієрархії) [2]; методи засновані на теорії нечітких множин [3]; методи, засновані на кількісних змінних, але використовують кілька індикаторів при порівнянні альтернатив (група методів Електра) [4]; в роботах [5-6] розглянуті загальні ідеї і переваги, на яких базуються сучасні погляди на використання нечіткої логіки в системах підтримки прийняття рішень; в [7] наведені обчислювальні алгоритми та процедури вирішення практичних завдань системного аналізу в різних сферах діяльності людини.

Наукові дослідження останніх періодів свідчать про необхідність розроблення нових моделей оцінювання альтернативних варіантів в умовах невизначеності і багатьох цілей, кожна з яких має власну множину критеріїв для оцінки та їх реалізації. Такі моделі є актуальними при розв'язанні задачі вибору банківської установи суб'єктом господарювання для отриманні кредитних коштів або внесення депозитних ресурсів.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи навести інформаційну технологію

підвищення безпеки вибору банківських установ суб'єктами господарювання за групами цілей отримання кредитних коштів або внесення депозитних.

Для досягнення мети наукового дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- вперше запропонувати лінгвістичне трактування, з метою введення «вектора
- отриманих результатів на реальних даних.

Опис основного матеріалу досліджень.

Розглянемо інформаційне моделювання нечітких знань для оцінювання банківських установ. Всі критерії визначаються і оцінюються експертами, тому вони несуть у собі певний суб'єктивізм, невизначеність даних та інформації і необхідність об'єднання кількісної та якісної інформації. В результаті цього, стає можливим використовувати апарат нечітких множин для розкриття невизначеності і формалізації якісної інформації. Тому, інформаційне моделювання нечітких знань через функції належності критеріїв дасть можливість більш адекватно підійти до проблеми оцінювання [8-10].

Наведемо деякі критерії та підходи до побудов їх функцій належності, що варто застосовувати для групи показників G_1 – активи і зобов'язання банків на основі діяльності українських банків за 2017 рік [11]. Показники оцінювання класифікуємо за п'ятьма групами критеріїв: K_1 активи та зобов'язання (A_{11} – активи, що визначаються у грошовому еквіваленті; A_{12} – зобов'язання); K_2 структура кредитно-інвестиційного портфелю (A_{21} – кредитно-

$$A_{11}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150; \\ 2\left(\frac{x-150}{239850}\right)^2, & 150 < x \leq 120075; \\ 1-2\left(\frac{240000-x}{239850}\right)^2, & 120075 < x < 240000, \\ 1, & x \geq 240000. \end{cases} \quad (1)$$

Розглянемо групу показників G_2 – стійкість банківської установи для безпечного вкладення депозитних ресурсів. Показники оцінювання класифікуємо за двома групами: D_1 стресостійкість (SD_{11} – залежність від вкладів фізичних осіб; SD_{12} – якість фондування; SD_{13} – прибутковість (ROA); SD_{14} – ліквідність;

задоволення вимог», для задачі вибору банківської установи суб'єктом господарюванням при отриманні кредитних коштів, або внесення депозитних ресурсів;

- апробувати технологію для задачі вибору банківської установи та здійснити верифікацію

інвестиційний портфель; A_{22} – міжбанківські кредити; A_{23} – комерційні кредити; A_{24} – цінні папери); K_3 капітал та фінансовий результат (A_{31} – капітал; A_{32} – статутний капітал; A_{33} – фінансовий результат); K_4 депозити юридичних осіб (A_{41} – термінові депозити юридичних осіб; A_{42} – кошти до запитання юридичних осіб); K_5 депозити фізичних осіб (A_{51} – термінові депозити фізичних осіб; A_{52} – кошти до запитання фізичних осіб).

Наприклад, для першої групи критеріїв K_1 (активи та зобов'язання) віднесемо: A_{11} – активи, що визначаються у грошовому еквіваленті. Для даного критерію, розкриття змісту інформації по банківському ринку України пропонуємо за допомогою функції належності квадратичного S-сплайну. Якщо a – найменше значення серед українських банків за 2017 рік і становить 150,00 млн. грн., b – відповідно найбільше значення – 240000,00 млн. грн. Тоді функція належності буде мати наступний вигляд:

SD_{15} – достатність капіталу; SD_{16} – масштаб діяльності банку); D_2 лояльність вкладників (SD_{21} – частка банку на ринку роздрібних депозитів; SD_{22} – досвід роботи на ринку; SD_{23} – платіжна репутація банку).

Для прикладу, наведемо критерій SD_{11} та підхід до побудови його функції належності.

Оскільки, зобов'язання це пасиви банку без урахування власного капіталу, тоді більш високі значення коефіцієнта свідчать про вищу дослідження пропонуємо вибрати функцію належності як квадратичний Z-сплайн, де за a – вибираємо значення 30, b – 40, формула (2).

Використовуючи даний підхід моделювання нечітких знань можна розкривати невизначеність

$$SD_{11}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 30; \\ 1 - 2\left(\frac{x-30}{10}\right)^2, & 30 < x \leq 35; \\ 2\left(\frac{40-x}{10}\right)^2, & 35 < x < 40, \\ 0, & x \geq 40. \end{cases} \quad (2)$$

Результати дослідження. Для дослідження вибрано наступні банківські установи [11]: ПриватБанк; Райффайзен Банк Аваль; Альфа-Банк; Кредобанк; ОTR Bank; Ідея Банк; Банк Південний; Правекс банк.

На першому кроці, використовуючи

схильності банку до паніки серед вкладників. В результаті аналізу та

статистичної інформації досліджуючи та аналізуючи той чи інший показник. У результаті проведеного дослідження для всіх наведених критеріїв побудовано їх функції належності.

запропоновані моделі нечітких знань на основі функцій належності, нормуємо отримані дані діяльності [11]. Результат представимо по групах G_1 та G_2 , таблиці 1-2 відповідно.

Таблиця 1.

Нормовані дані для групи G_1

Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	Група показників
A_{11}	1	0,13	0,05	0,8	0,02	0	0,01	0	K_1
A_{12}	0,18	0,74	0,49	0,15	0,31	0,04	0,26	0,04	
A_{21}	0,99	0,12	0,06	0,01	0,03	0	0,02	0	K_2
A_{22}	1	0	0	1	0	1	1	0,45	
A_{23}	1	0,43	0,21	0,01	0,1	0	0,05	0	
A_{24}	1	1	1	1	1	0,03	0,78	1	
A_{31}	1	1	0,32	0,08	0,21	0	0,15	0,02	K_3
A_{32}	1	1	1	0,28	1	0	0,08	0,05	
A_{33}	1	1	0	0,63	1	0	0,02	0	
A_{41}	1	0,99	1	0,19	0,08	0	0,04	0	K_4
A_{42}	0,93	0	0,52	0,26	0	0,9	0	0	
A_{51}	1	0,7	1	0,15	0,14	0,06	0,38	0	K_5
A_{52}	1	0,24	1	1	0	1	0,98	0	

Таблиця 2.

Нормовані дані для групи G_2

Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	Група показників
SD_{11}	0	0,42	0	0,08	0,06	0	0,61	0,9	D_1
SD_{12}	0,6	1	0,4	1	1	1	0,2	1	
SD_{13}	0	1	0,16	1	1	1	0	0	

продовження таблиці 2

Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
SD_{14}	0,27	1	0	0,04	0,18	0,07	0,72	0,33
SD_{15}	0,9	1	0,33	0,98	1	1	0,69	1
SD_{16}	0,69	0,16	0,03	0,03	0,026	0,02	0,043	0,016
SD_{21}	1	0,25	0,31	0	0,02	0	0,01	0
SD_{22}	0,96	0,96	0,92	0,96	0,74	1	0,92	0,96
SD_{23}	0,4	1	0,8	1	1	1	1	1

На другому кроці використовуючи метод множення матриць [8] за групою показників G_1 та G_2

обчислюємо вектори оцінок альтернатив, які представимо у вигляді матриць \bar{K} та \bar{D} відповідно:

$$\bar{K} = \begin{pmatrix} 0,321 & 0,18 & 0,11 & 0,258 & 0,07 & 0,005 & 0,056 & 0,005 \\ 0,175 & 0,115 & 0,113 & 0,161 & 0,112 & 0,053 & 0,137 & 0,134 \\ 0,261 & 0,261 & 0,137 & 0,093 & 0,22 & 0 & 0,019 & 0,008 \\ 0,32 & 0,204 & 0,271 & 0,071 & 0,018 & 0,111 & 0,007 & 0 \\ 0,214 & 0,081 & 0,214 & 0,158 & 0,01 & 0,152 & 0,171 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$\bar{D} = \begin{pmatrix} 0,101 & 0,17 & 0,051 & 0,157 & 0,16 & 0,159 & 0,068 & 0,135 \\ 0,096 & 0,134 & 0,118 & 0,133 & 0,118 & 0,136 & 0,131 & 0,133 \end{pmatrix}.$$

Далі, для отримання агрегованого вектору оцінок альтернатив за групою цілі G_1 розв'язуємо задачу з матрицею рішень \bar{K} , а за групою цілі G_2 – \bar{D} методом множення матриць. Отримаємо вектори оцінок альтернатив:

$$K = \{0,3; 0,16; 0,21; 0,13; 0,05; 0,08; 0,07; 0,092\};$$

$$D = \{0,12; 0,15; 0,07; 0,14; 0,14; 0,14; 0,11; 0,15\}.$$

отримання величин $Z_i = (z_{1i}, z_{2i}), i = \overline{1,8}$ використовуємо формулу

$$Z_i = (1; 1) - (\mu(f_{1i}); \mu(f_{2i})), i = \overline{1,8}.$$

$$Z_1 = (1; 1) - (0,25; 0,93) = (0,75; 0,07); Z_2 = (1; 1) - (0,6; 0,89) = (0,4; 0,11); \dots; Z_8 = (1; 1) - (1; 0,92) = (0; 0,08).$$

Далі обчислюємо Z_i^* для визначення найкращої альтернативи $Z^* = (0,75; 0,41; 0,53; 0,34; 0,16; 0,22; 0,18; 0,08)$. За отриманими оцінками будемо ранжувальний ряд альтернатив $\{x_1, x_3, x_2, x_4, x_6, x_7, x_5, x_8\}$ та робимо висновок про найкращу – $X^* = x_1$.

Для кожної альтернативи представимо координати за цілями G_1, G_2 : $(0,30; 0,12); (0,16; 0,15); \dots; (0; 0,13)$.

Далі введемо в розгляд двовимірний «вектор задоволення вимог» T^* використовуючи побажання ОПР (деякого суб'єкта господарювання): Потреба в кредитних коштах $A_1 = \{\epsilon, \text{але не значна в отриманні кредитних коштів}\}$ та в депозитних коштах $A_2 = \{\text{значна потреба внесення депозитних коштів}\}$ тоді $U = (0,4; 0,8)$.

Знайдемо величини за формулами

$$\mu(f_{1i}) = \frac{|t_1 - k_i|}{\max\{t_1 - \min_i k_i; \min_i k_i - t_1\}},$$

$$\mu(f_{2i}) = \frac{|t_2 - d_i|}{\max\{t_2 - \min_i d_i; \min_i d_i - t_2\}}, i = \overline{1,8} \text{ та для}$$

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведено дослідження актуальної задачі розроблення багатокритеріальної моделі вибору банківської установи суб'єктом господарювання при отриманні кредитних коштів, або внесення депозитних ресурсів з моделюванням нечітких знань на основі функцій належності для входних експертних оцінок за критеріями. При цьому отримано такі результати: вперше наведено моделі нечітких входних знань для входних експертних оцінок за критеріями оцінювання банківських установ за групами: активи і зобов'язання банків та стійкість банківської установи для безпечного вкладення депозитних коштів; реалізовано модель розв'язку

задачі багатокритеріального вибору альтернатив використовуючи «вектор задоволення вимог», що дозволить будувати ранжувальний ряд альтернатив представлених векторами оцінок; здійснено верифікацію отриманих результатів на реальних даних діяльності восьми українських банків за 2017 рік.

До недоліків даних моделей можна віднести неоднозначне використання різних моделей для побудови функцій належності та згорток для

отримання агрегованої оцінки, що може приводити до неоднозначності кінцевих результатів.

Розроблена інформаційна модель буде корисним інструментом для обґрунтування та підвищення безпеки вибору ефективного варіанту, використовуючи цільові потреби.

Подальше дослідження проблематики вбачаємо у апробації розроблених моделей для інших прикладних задач.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кини Р. Принятие решения при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Кини., Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
4. Roy B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding / B. Roy. – Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1996. – 320 p.
5. Кофман А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Х. Хил Алуха: Пер. с исп. - Мн.: Выш. шк., 1992. – 224 с.
6. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учеб. пособие / Ю.П. Зайченко. - К.: Слово, 2008. - 341с.
7. Згуровський М.З. Основи системного аналізу/ М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 546 с.
8. Поліщук В.В. Нечіткі моделі і методи оцінювання кредитоспроможності підприємств та інвестиційних проектів: монографія / М.М. Маляр, В.В. Поліщук. – Ужгород : РА «АУТДОР-ШАРК», 2018. – 174 с.
9. Маляр М.М. Модель інформаційної технології оцінювання ризику фінансування проектів / М.М. Маляр, В.В. Поліщук, М.М. Шаркаді // РІУ. – Запоріжжя: ЗНТУ 2017. – 2017/2. – С. 44-52. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2017-2-5>
10. Волошин О.Ф. Інформаційне моделювання нечітких знань / О.Ф. Волошин, М.М. Маляр, В.В. Поліщук, М.М. Шаркаді // РІУ. – Запоріжжя: ЗНТУ 2018. – 2018/4. – С. 84-95. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-4-8>
11. Мінфін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minfin.com.ua/banks/rating>

REFERENCES

1. Kini, R. & Rayfa, KH. (1981). Prinyatiye resheniya pri mnogikh kriteriyakh: predpochteniya i zameshcheniya [Decision making under many criteria: preferences and substitutions]. M.: Radio i svyaz [in Russian].
2. Saati, T. (1993). Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy [Making decisions. The method of analysis of hierarchies]. M.: Radio i svyaz [in Russian].
3. Zade, L. (1976). Ponyatiye lingvisticheskoy peremennoy i yego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy [The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions]. M.: Mir [in Russian].
4. Roy, B. (1996). Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher [in English].
5. Kofman, A. & Khil Alukha, KH. (1992). Vvedeniye teorii nechetkikh mnozhestv v upravlenii predpriyatiyami [Introduction of the theory of fuzzy sets in enterprise management]. Mn.: Vysh. shk. [in Russian].
6. Zaychenko, Yu.P. (2008). Nechetkiye modeli i metody v intellektualnykh sistemakh: ucheb. Posobiye [Fuzzy models and methods in intellectual systems: studies]. K.: Slovo [in Ukrainian].
7. Zhurovskyy, M.Z. & Pankratova, M.Z. (2007). Osnovy systemnoho analizu [Basics of system analysis]. K.: Vydavnycha hrupa VNV [in Ukrainian].
8. Polishchuk, V.V. & Malyar, M.M. (2018). Nechitki modeli i metody otsinyuvannya kredytopromozhnosti pidpryyemstv ta investytsiynykh proektiv: monohrafiya [Fuzzy models and methods for assessing the creditworthiness of enterprises and investment projects: monograph]. Uzhhorod: RA «AUTDOR-SHARK» [in Ukrainian].
9. Polishchuk, V.V., Malyar, M.M. & Sharkadi, M.M. (2017). Model informatsiynoyi tekhnolohiyi otsinky ryzyku finansuvannya proektiv [Model of information technology for risk assessment of project financing]. RIU. – Zaporizhzhya: ZNTU., 2017/2, 44-52 [in Ukrainian].
10. Polishchuk, V.V., Malyar, M.M., Voloshyn, O.F. & Sharkadi, M.M. (2018). Informatsiyne modelyuvannya nechitkykh znan [Information modeling of fuzzy knowledge]. RIU. – Zaporizhzhya: ZNTU., 2018/4, 84-95 [in Ukrainian].
11. Minfin [Minfin]. minfin.com. Retrieved from: <https://minfin.com.ua/banks/rating/> [in Ukrainian].

Одержано 08.02.2019