УДК 004.8

Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В., Чекашова О. В.

СИНТЕЗ ТА ТЕСТУВАННЯ НЕЧІТКОЇ СППР ДЛЯ СУПРОВОДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КРЕДИТУВАННЯ

Проблема своєчасного повернення кредитів, виданих фізичним особам, актуальна для більшості банківських установ, які реалізують програми з розвитку дрібного бізнесу. Її вирішення значною мірою залежить від «якості» оцінки кредитоспроможності потенційних позичальників. В статті розглянуто роботу системи EFCSYS, що відноситься до класу систем підтримки прийняття рішень (СППР) на базі нечіткого логічного висновку. Дана система призначена для вирішення проблеми оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні і, таким чином, покликана мінімізувати банківський ризик.

Ключові слова: *СППР, кредитоспроможність, активи, нечітка логіка.*

Проблема своевременного возвращения кредитов, выданых физическим лицам, актуальна для большинства банковских организаций, которые реализуют программы по развитию мелкого бизнесса. Её решение в большей мере зависит от «качества» оценки кредитоспособности потенциальных заёмщиков. В статье рассмотрено роботу системы EFCSYS, которая относится к классу систем поддержки принятия решений (СППР) на базе нечёткого логического вывода. Данная система предназначена для решения проблем оценки финансового состояния клиента при кредитовании и, таким образом, призвнана минимизировать банковской риск.

Ключевые слова: *СППР, кредитоспособность, активы, нечёткая логика.*

The problem of timely credits returning, wich were produced to individuals, is still on top for the majority of banking organizations, which are supporting programms for small business development. Its solution depends greatly from «quality» of potential borrower creditworthiness estimation. In aricle work of EFCSYS is presented, it belongs to the decision support systems class (DSS), wich are based on fuzzy logic output. Current system is used for estimation clients financial condition for crediting and so is being used for the banks risk minimization.

Key words: *Decision Support System, creditworthiness, assets, fuzzy logic.*

Вступ. Аналіз структури активів банківської системи України свідчить про те, що більше третини з них припадає на кредитний портфель. Кредитні операції банку є провідними, оскільки вони приносять найбільший прибуток.

Одним з основних способів уникнення неповернення позики є ретельний і кваліфікований відбір потенційних позичальників. Головним засобом такого відбору є економічний аналіз діяльності клієнта з позиції його кредитоспроможності.

Сучасний стан проблеми. У сучасній літературі досліджено різні підходи до оцінки кредитоспроможності та прогнозування дефолту, які можуть бути описані за допомогою імовірнісних моделей [1]. Однак математичний апарат розроблених систем орієнтований на роботу з чітко визначеними даними, як, наприклад, характеристики кредитної історії [5]. Разом з тим значна кількість параметрів, які впливають на оцінку кредитоспроможності, мають якісний характер, в зв'язку з чим доцільно використовувати альтернативні шляхи відповідного оцінювання, засновані, зокрема, на застосуванні теорії нечітких множин [2, 3, 7, 14].

Сучасні системи кредитування можна поділити на дві великі групи: скорингові та альтернативні, що не використовують скоринговий метод аналізу [5, 8]. До останніх можна віднести підходи з використанням методів аналізу ієрархій, методів нечіткої логіки, систем, заснованих на розпізнаванні голосу та нейромережних технологій [6,9,10,11].

Більшість комерційних банків України надають перевагу скоринговим системам підтримки прийняття рішень [5] на відміну від банків інших країн, які активно використовують і альтернативні методи оцінювання (наприклад, ізраїльська система HR1 компанії Nemesysco або Tree Analyser з пакету програмного забезпечення Destructor), оскільки досить важко адаптувати скорингові системи до різних програмних середовищ [5, 12].

Метою даної статті є синтез та аналіз ієрархічної СППР на основі нечіткої логіки для автоматизованого оцінювання рівня кредитоспроможності фізичних осіб (позичальників) при кредитуванні.

Синтез та програмне забезпечення СППР для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні. При розробці СППР на нечіткій логіці важливу роль відіграє вибір вхідних параметрів та факторів, що суттєво впливають процес прийняття рішень. При значній кількості вхідних факторів нечітку СППР будують за ієрархічним принципом [4, 9]. Розробка і підтримка програмного забезпечення (ПЗ) нечітких СППР – це складний високотехнологічний процес, який вимагає використання новітніх комп'ютерних технологій, сучасного обладнання, висококваліфікованих програмістів та ін.

В подальшому більш детально розглянемо синтезовану авторами СППР з ієрархічною організацією для оцінювання рівня кредитоспроможності фізичних осіб.

При проведенні аналітичних досліджень визначено перелік факторів, що впливають на формування рівня кредитоспроможності клієнта. Нижче наведено перелік цих вхідних факторів, які використані при розробці СППР, зокрема: 1) вік позичальника; 2) термін роботи на останньому місці; 3) термін проживання за останньою адресою; 4) стать; 5) рівень професійного ризику; 6) наявність полісу страхування; 7) наявність нерухомого майна; 8) володіння пластиковими картками; 9) володіння банківським рахунком; 10) місячна заробітна платня; 11) інші прибутки; 12) заощадження; 13) інші витрати; 14) заборгованість по іншим кредитам; 15) розмір кредиту; 16) термін кредитування; 17) відсоткова ставка; 18) склад сім'ї; 19) історія відносин з банком; 20) сімейний стан; 21) розмір застави.

Структура розробленої СППР для оцінювання рівня кредитоспроможності фізичних осіб, вхідними сигналами якої є всі вищезазначені фактори впливу, а вихідним сигналом – рішення з рекомендацією відносно відхилення чи надання кредиту, зображена на рис. 1.

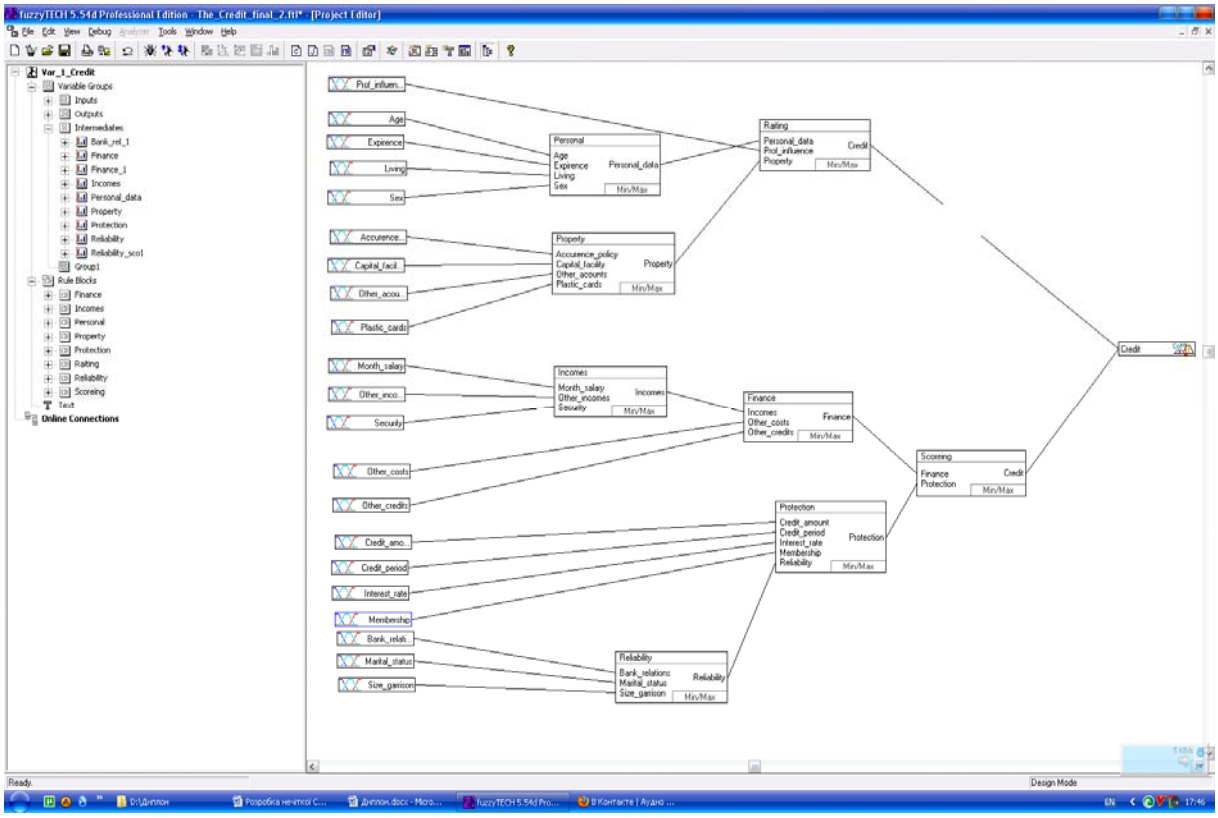

Рис. 1. Ієрархічна структура нечіткої СППР для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні

Для розробки програмного забезпечення системи кредитування (рис. 1) використано програмне середовище fuzzyTECH (розробник – Inform Software Corp.) [6]. Такий вибір програмного середовища зумовлений тим, що даний програмний продукт має ряд переваг, порівняно з іншим програмним забезпеченням, що використовується у галузі моделювання систем нечіткої логіки, зокрема, має перевагу в можливості здійснення структурованого синтезу ієрархічно організованих нечітких систем в порівнянні з подібною системою MATLAB [6,13] з інструментарієм Fuzzy Toolbox, що розроблена корпорацією The MathWorks.

Як видно з рис. 1 розроблена СППР на нечіткій логіці для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні складається з 9 підсистем, що загалом містять 21 вхідну змінну, 8 змінних на проміжних ієрархічних рівнях та одну узагальнену вихідну змінну.

На рис. 2 наведена одна з характеристичних поверхонь розробленої СППР на нечіткій логіці, що ілюструє залежність кредитоспроможності від вхідних змінних «Інші прибутки» та «Інші витрати».

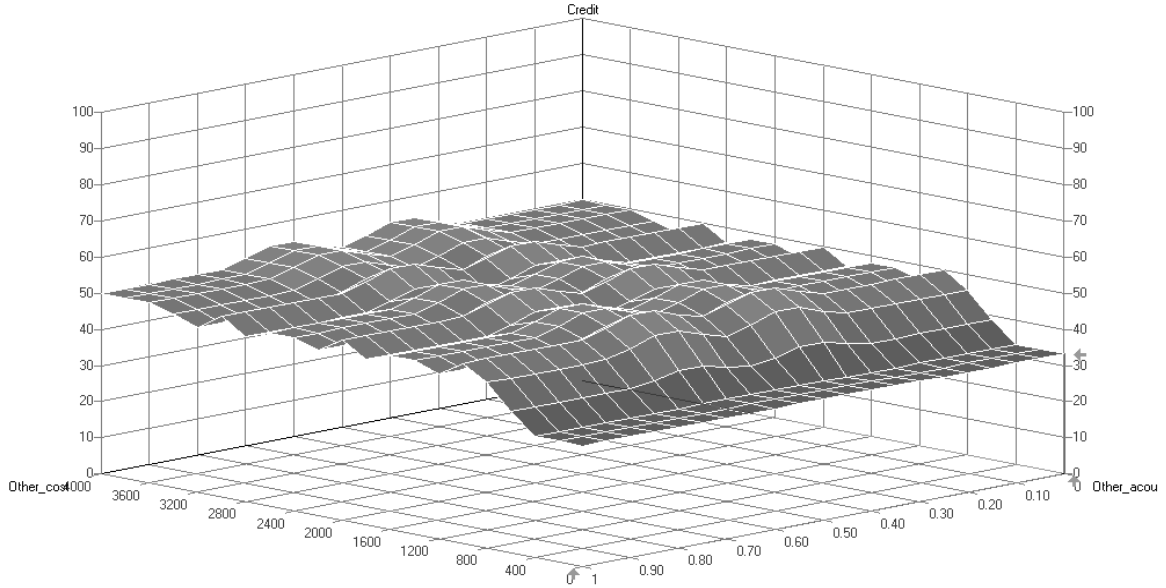

Рис. 2. Характеристична поверхня СППР для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні

Структура синтезованої СППР на нечіткій логіці для оцінювання фінансового стану клієнта при кредитуванні (рис. 1) реалізована з використанням 4-х взаємопов'язаних ієрархічних рівнів.

Тестування СППР для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні. Для оцінки ефективності та тестування розробленої СППР для оцінювання фінансового стану клієнта при кредитуванні обрано п'ятеро реально існуючих осіб (клієнти H, S, V, Y, L), що різняться за статусом, віком та фінансовим станом. Їх вхідні дані, згідно з вищенаведеним переліком вхідних факторів для реалізації процесу оцінювання кредитоспроможності клієнтів, занесені до таблиці 1.

Таблиця 1

Вхідні дані для тестування СППР на нечіткій логіці

Характеристика	H	S	V	Y	L
Стать (Sex)	Ж	Ч	Ч	Ж	Ж
Вік (Age)	23	30	45	23	60
Термін проживання (Living)	22	3	5	6	35
Термін роботи (Expirence)	0	2	0	0	30
Рівень професійного ризику (Prof_inf)	0	2	1	0	2
Поліс страхування (Accurence_policy)	0	0	1	0	0
Наявність нерухомості (Capital_facility)	0	1	0	0	1
Володіння пластиковими картками (Plastic_cards)	1	1	0	1	0
Володіння банківським рахунком (Other_accounts)	1	1	0	1	0
Сімейний стан (Mariadge)	1	1	1	0	1
Місячна заробітна платня (Mounth_salary)	2400	3000	6000	0	1500
Інші прибутки (Other_incomes)	730	500	0	730	0
Заощадження (Saving)	0	65535	0	0	0
Інші витрати, аліменти (Other_coasts)	0	500	0	0	0
Виплати по іншим кредитам (Other_credits)	0	0	40000	0	0
Відсоткова ставка (Interesting_rate)	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Період кредитування (Credit_period)	12	12	12	12	12
Розмір кредиту (Credit_amount)	10000	10000	10000	10000	10000
Склад сім'ї (Membership)	2	2	2	1	2
Відносини з банком (Bank_relations)	1	1	1	1	0
Розмір застави (Size_garrison)	1	65535	0	0	65535
Місячний розмір платежу (Mounth_payment)	<10 %	<10 %	<10 %	<10 %	<10 %
Період обслуговування у банку (Bank_relations_period)	3-5	2-3	3-5	3-5	0
Історія відносин з банком (Credit_history)	0	0	1	0	0

Використовуючи вхідні дані з таблиці 1, здійснено оцінку кредитоспроможності п'яти фізичних осіб (клієнти H, S, V, Y, L) за допомогою наступних чотирьох методів:

- рейтинг;
- скоринг;
- нечітка модель оцінки кредитоспроможності, що розроблена Ю. М. Панчишиним [8];
- розроблена авторами нечітка СППР для оцінювання фінансового стану клієнта при кредитуванні.

При прийнятті рішень пороговим значенням для отримання кредиту при використанні розробленої авторами нечіткої СППР обрано значення 50 %. Якщо ж на практиці відповідний банк має обмежену кількість фінансових ресурсів для надання кредиту і не може фінансово забезпечити всіх фізичних осіб, що «пройшли» порогове значення кредитоспроможності, то доцільно застосовувати технологію рейтингового сортування клієнтів, задовольнивши потребу у кредиті фізичних осіб з більш високим рейтингом.

В таблиці 2 наведено результати проведеного тестування, порівняльного аналізу та висновки стосовно рівня кредитоспроможності тестованих фізичних осіб (клієнти H, S, V, Y, L), де в стовпчику «СППР» наведені дані тестування з використанням розробленої авторами СППР на нечіткій логіці.

Таблиця 2

Результати тестування

Клієнт	Метод оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні			
	Рейтинг	Скоринг	Нечітка система [8]	СППР
H	2,12 > 1,25 Надати кредит	220 < 250 Відмовити	Група Г Відмовити	41,11 % < 50 % Відмовити
S	2,044 > 1,25 Надати кредит	330 > 250 Надати кредит	Група Б Надати кредит	62,282 % > 50 % Надати кредит
V	1,4 > 1,25 Надати кредит	210 < 250 Відмовити	Група Б Надати кредит	52,326 % > 50 % Надати кредит
Y	1,952 > 1,25 Надати кредит	215 < 250 Відмовити	Група Д Відмовити	33,334 % < 50 % Відмовити
L	1,98 > 1,25 Надати кредит	265 > 250 Надати кредит	Група Г Відмовити	66,666 % > 50 % Надати кредит

Висновки. Результати тестування показують, що синтезована авторами СППР для оцінки фінансового стану клієнта при кредитуванні є ефективною, а програмне середовище fuzzyTECH має суттєві переваги при проектуванні ієрархічно організованих СППР на нечіткій логіці, зокрема fuzzyTECH надає можливість автоматичної генерації бази правил, що значно спрощує процедуру синтезу СППР такого класу.

Як видно з таблиці 2 найвищі оцінки рівня кредитоспроможності отримали клієнти L S та V. Це пояснюється тим, що Клієнт V має найбільший дохід, а клієнт Клієнт L – найбільш високий рівень стабільності при відносно невисоких доходах. При цьому Клієнт S поєднує достатній рівень прибутку та середній рівень стабільності.

Характерним також є те, що результати, отримані кожним з методів, не співпали повністю з результатами, отриманими жодним з інших методів оцінки кредитоспроможності. Такий результат є типовим, оскільки кожний з обраних методів оцінювання бере до уваги різні вхідні фактори і лише розроблена авторами СППР поєднує ключові фактори рейтингового і скорингового оцінювання і при цьому використовує робастні засоби нечіткої логіки для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дубовой В. М. Моделі прийняття рішень в управлінні розпо-діленими динамічними системами / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 185 с.
2. Кондратенко Г. В. Алгоритмы оценки эффективности процессов планирования маршрутов и траекторий на основе нечетких моделей принятия решений // Моделювання та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ НАНУ, 2002. – Вип. 12.– С. 40–47.
3. Кондратенко Ю. П. Оптимізація процесів прийняття рішень в умовах невизначеності. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2006. – 94 с.
4. Кондратенко Ю. П. Синтез нечітких систем підтримки прийняття рішень для задач транспортної логістики / Ю. П. Кондратенко, С. Б. Енчева, Є. В. Сіденко // Технічні вісті. – 2010. – Вип. 1(31), 2(32). – С. 61–65.
5. Ларин С. А. Кредитование физических лиц // Деньги и кредит. – 1993. – № 5. – С. 3–7.
6. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MatLab и FuzzyTECH. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736.
7. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / [под ред. Д. А. Поспелова]. – М. : Наука, 1986. – 312 с.
8. Паночишин Ю. М. Нечітка модель оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників комерційних банків / Ю. М. Паночишин, О. М. Козачко, І. Є. Паночишина // Вісник ХНУ. –Хмельницький : ХНУ, 2010. – Том 2. – № 1. – С. 161–168.
9. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница : «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 1999. – 302 с.
10. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 383 с.
11. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий.– М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
12. Чекашова О. В. Структура та алгоритмічно-програмне забезпечення нечітких СППР для супроводження процесів кредитування / О. В. Чекашова, Є. В. Сіденко // Електротехніка і електромеханіка : Матеріали Міжн. науково-технічної конференції студентів, аспірантів, молодих вчених. – Миколаїв : НУК, 2010. – С. 66–67.
13. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
14. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Control. – 1965. – № 8. – P. 338–353.

© Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В.,
Чекашова О. В., 2011

Стаття надійшла до редколегії 21.04.2011 р.