

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БАНКОВСКИХ ССУД ФИЗИЧЕСКИХ И ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

Чернов В.Г., доктор экономических наук  
Дорохов А.В., кандидат технических наук  
Градусов Д.А., кандидат экономических наук  
Уланов Е.А.

Постановка проблемы. Вопросы своевременного возвращения кредитов актуальны для большинства банковских учреждений. Их решение в значительной мере зависит от качества работы с должниками, которая осуществляется экспертами на основании информации о кредитных историях физических лиц и юридических лиц, хранящейся в базе данных банка.

Анализ последних исследований и выявление нерешенных аспектов проблемы. В системе кредитования, оценка кредитной истории чаще всего производится экспертом, который, в основном, опирается на свой опыт и интуицию, что может приводить к внесению в решение не имеющих достаточных оснований субъективных соображений. В реальной ситуации мнения разных аналитиков часто различаются, особенно если рассматриваются спорные ситуации, имеющие множество альтернативных решений. Применение единой методологии на основе синтеза знаний высококвалифицированной группы экспертов необходимо для устранения субъективного влияния кредитных аналитиков, не обладающих достаточным опытом работы в сфере кредитования.

Постановка задачи и цель исследования. Исходя из вышеизложенного цель исследования (и, соответственно, содержание статьи) состоит в разработке (и представлении) алгоритма, позволяющего классифицировать банковские ссуды на основе групповых экспертных оценок и аппарата теории нечетких множеств. Предполагается разработать информационную систему, позволяющую хранить как информацию о должниках, так и экспертные оценки, применяемые в разработанной методике.

Акцент в работе сделан на классификации кредитов юридических лиц, поскольку размер их ссуд значительно больше, чем физических. Предлагается методика классификации банковских ссуд, основанная на групповых экспертных оценках и аппарате нечетких множеств.

Основная часть. Предлагаемый метод классификации банковских ссуд включает в себя следующие этапы:

- выбор критериев для классификации и определение их возможных значений;
- проведение анкетирования среди экспертов; определение компетентности экспертов;
- расчет групповой экспертной оценки; определение весовых коэффициентов показателей;
- построение нечетких правил;
- вывод.

В целях определения размера расчетного резерва в связи с действием факторов кредитного риска ссуды классифицируются на основании профессионального суждения в одну из пяти категорий качества:

I (высшая) категория качества (стандартные ссуды) - отсутствие кредитного риска (вероятность финансовых потерь вследствие неисполнения либо ненадлежащего исполнения заемщиком обязательств по ссуде равна нулю);

II категория качества (нестандартные ссуды) - умеренный кредитный риск (вероятность финансовых обуславливает обесценение ссуды в размере от одного до 20 процентов);

III категория качества (сомнительные ссуды) - значительный кредитный риск (вероятность финансовых потерь обуславливает обесценение ссуды в размере от 21 до 50 процентов);

IV категория качества (проблемные ссуды) - высокий кредитный риск (вероятность финансовых потерь обуславливает обесценение ссуды в размере от 51 процента до 100 процентов);

V (низшая) категория качества (безнадежные ссуды) - отсутствует вероятность возврата ссуды в силу неспособности или отказа заемщика выполнять обязательства по ссуде, что обуславливает полное (в размере 100 процентов) обесценение ссуды [1].

Определение категории качества ссуды в отсутствие иных существенных факторов, используемых при классификации ссуды, осуществляется, как видно из табл. 1, на основе комбинации двух классификационных критериев - финансового положения заемщика и качества обслуживания долга.

Таблица 1 – Определение категории качества ссуды

Обслуживание долга / Финансовое положение	Хорошее	Среднее	Неудовлетворительное
Хорошее	Стандартные	Нестандартные	Сомнительные
Среднее	Нестандартные	Сомнительные	Проблемные
Неудовлетворительное	Сомнительные	Проблемные	Безнадежные

Чтобы определить эти две характеристики необходимо изучить множество различных критериев как количественных, так и качественных.

Например, для определения качества обслуживания долга можно использовать следующие критерии (показатели): срок просрочки по кредиту (количественный показатель); достоверность получаемой информации от клиента (качественный показатель). Аналогично, для определения финансового положения имеем: абсолютная ликвидность (количественный показатель); значимость заемщика в масштабах региона (качественный показатель).

Так как решение по отнесению банковской ссуды к той или иной группе принимают эксперты, то и в основу разработанной методики будет положен метод экспертного оценивания. Под экспертным оцениванием понимают систему логических и математических методов и процедур, направленных на получение от специалистов информации, необходимой для решения управленческих задач. Экспертное оценивание обычно осуществляется в ходе экспертного опроса. В настоящее время применяются следующие виды экспертного опроса: дискуссионные; метод коллективной генерации идей; анкетирование; интервьюирование.

В интересах максимальной автоматизации обработки экспертной информации при организации опроса экспертов чаще всего используется анкетирование. При организации анкетирования необходимо решить две задачи: получение индивидуальных количественных оценок экспертов; получение групповой экспертной оценки [2].

Однако любые суждения экспертов и их оценки всегда субъективны, а значит нечетки. В связи с этим логично при проведении экспертного опроса и анализе его результатов использовать разработанную Л. Заде математическую теорию нечетких множеств [3].

В предлагаемой эксперту анкете каждому показателю ставится в соответствие множество вариантов оценки, представляющих собой качественные суждения, характеризующие степень выраженности этого показателя. Предположим, что необходимо определить, какое количество дней просрочки допустимо отнести к каждому конкретному уровню качества обеспечения долга. При этом возможны следующие оценки этого уровня: качество обеспечения «хорошее»; качество обеспечения «среднее»; качество обеспечения «неудовлетворительное»;

Трактовка понятия «хорошее», также как и других понятий, содержащихся в предлагаемых вариантах, у каждого эксперта своя и при этом нечеткая. Поэтому эксперт должен не только выбрать правильный, по его мнению вариант, но и конкретизировать его количественно.

Соотнести с вариантом конкретное число эксперту психологически трудно, так как он не обладает полной информацией о предметной области, и если он это сделает, то может быть допущена грубая ошибка. В связи с этим эксперту предлагается «мягкая» форма количественной интерпретации вариантов оценки: он должен дать не одну, а несколько количественных оценок, соответствующих его пониманию выбранного варианта. Для ориентировки экспертов возможные варианты оценок включаются в анкету. Результаты опроса, проведенного по изложенной методике, формализуются согласно теории нечетких множеств.

Предположим, что опрашивается  $K$  экспертов и анкета содержит  $P$  показателей. Тогда каждому показателю можно поставить в соответствие лингвистическую переменную  $L_i$  ( $i = \overline{1, P}$ ), значениями которой являются варианты оценки  $L_{ij}$  ( $j = \overline{1, J_i}$ ), где  $J_i$  – количество вариантов оценки  $i$ -го показателя. Применительно к приведенному выше показателю:

$L_i$  (количество дней просрочки) = {«хорошее» ( $L_{i1}$ ), «среднее» ( $L_{i2}$ ), «неудовлетворительное» ( $L_{i3}$ )}.

Как уже было отмечено ранее, каждое значение лингвистической переменной является нечетким и поэтому для его описания используется нечеткое множество. Это множество задается на базовом (четком) множестве  $F_i^j = \{f_{is}^j, s = \overline{1, S^j}\}$  действительных чисел, охватывающем, по мнению организаторов опроса, весь возможный диапазон количественных оценок лингвистической переменной  $L_i$ .

Эксперт должен сопоставить каждую оценку из этого множества с количественным показателем степени уверенности в том, что именно она будет иметь место. В теории нечетких множеств этот показатель называется значением функции принадлежности, обозначается  $\mu_{L_{ij}^k}(f_{is}^j)$  ( $i = \overline{1, P}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K}, s = \overline{1, S}$ ) и характеризует степень уверенности  $k$ -го эксперта, выбравшего в качестве оценки  $i$ -го показателя  $j$ -е значение лингвистической переменной, в том, что количественная оценка этой переменной может принять значение  $f_{is}^j$ . Функция принадлежности  $\mu_{L_{ij}^k}(f_{is}^j), f_{is}^j \in F_i^j$ , элементов базового множества  $F_i^j$  нечеткому множеству  $L_{ij}$ , по мнению  $k$ -го эксперта, в этом случае будет задаваться строкой:

$$\mu_{L_{ij}^k}(f_i^j) = [\mu_{L_{ij}^k}(f_{i1}^j); \mu_{L_{ij}^k}(f_{i2}^j); \dots; \mu_{L_{ij}^k}(f_{iS^i}^j)].$$

Для удобства дальнейшего анализа результаты опроса  $K$  экспертов по каждому  $i$ -му вопросу целесообразно свести в таблицы (табл. 2). В ячейках табл. 2 помещены значения функции принадлежности  $\mu_{L_{ij}^k}(f_i^j)$ .

Таблица 2 – Результаты опроса  $K$  экспертов по  $i$ -му вопросу, представленные в нечеткой метрике

№ эксперта	«Какое количество дней просрочки можно отнести к качеству обеспечения «хорошее»?»						
	0	15	30	45	60	75	90
1	1	0,8	0,6	0	0	0	0
2	1	0,7	0,5	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...
K	...	...	...	...	...	...	...

Если уровень компетентности всех экспертов одинаков, то обобщенная нечеткая оценка может быть получена как пересечение нечетких множеств, соответствующих индивидуальным оценкам экспертов. Функция принадлежности, количественно характеризующая эту оценку в соответствии с правилом выполнения операции пересечения нечетких множеств, определяется по формуле:

$$k = \overline{1, K}, i = \overline{1, P}$$

Однако сформировать группу экспертов одинаковой компетентности практически невозможно. В связи с этим возникает необходимость определения степени компетентности экспертов и ее учета при получении обобщенной оценки [4].

При решении этой задачи возникает вопрос о выборе меры компетентности эксперта. Для этого применяется групповая экспертная оценка, часто определяемая, как среднее взвешенное. При этом взвешивание происходит при помощи коэффициентов компетентности отдельных экспертов. Эти коэффициенты можно вычислять по результатам экспертной оценки объектов. Основной идеей такого подхода является предположение о том, что компетентности эксперта должна оцениваться как мера согласованности его оценок с групповой экспертной оценкой.

Среднее взвешенное, точнее среднее арифметическое взвешенное набора вещественных чисел  $x_1, \dots, x_n$  с вещественными весами  $w_1, \dots, w_n$  определяется как:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i * x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}.$$

По данной формуле рассчитываем групповую экспертную оценку. В качестве весов выступают уровень компетентности экспертов, который может зависеть, например, от стажа работы эксперта.

Полученные в ходе экспертного оценивания показатели влияют на достижение стратегической цели в различной степени. Таким образом, большое значение здесь имеют весовые коэффициенты. Эти коэффициенты также определяется экспертной оценкой. Наиболее подходящим здесь является метод парных сравнений, в котором экспертам предлагается произвести сравнение показателей эффективности попарно с тем, чтобы установить в каждой паре наиболее важный (значимый).

Для этого составляют матрицы парных сравнений, в которых все показатели (1, 2, ..., M) записываются в одном и том же порядке дважды: в верхней строке и в первом столбце (табл. 3). Каждый эксперт должен проставить на пересечении строки и столбца для двух сравниваемых показателей оценку  $a_{ij}$ , которая показывает, во сколько раз  $i$ -й показатель имеет большую степень влияния, чем  $j$ -й показатель.

Таблица 3. – Матрица парных сравнений

	$11$	$12$		$1M$
	$21$	$22$		$2M$
	$M1$	$M2$		$MM$

На основе значений полученного собственного столбца матрицы определяют приоритеты (значимость или важность) показателей:  $a_i = x_i, i = \overline{1, M}$ . Наивысший приоритет получает тот показатель, которому соответствует наибольший элемент столбца [5].

Для приведения задачи классификации кредитной истории к форме, позволяющей учитывать совокупное влияние показателей на принимаемое решение, целесообразно использовать понятие составной лингвистической переменной.

В этом случае процесс классификации разбивается на анализ взаимодействия ряда частей, которые будут включены в состав лингвистической переменной «обслуживание долга» (либо «финансовое положение»), что позволит сформировать зависимость результата от комбинаций элементов данной переменной. Для задания подобных многомерных зависимостей строится набор условных правил нечеткого логического вывода вида: «Если «Набор условий», то «Вывод»».

Нечеткая база знаний может быть представлена в следующем виде:

$$\bigcup_{p=1}^l (\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,k,p}) \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m}$$

где  $y$  – обслуживание долга (либо финансовое положение);

$a_{i,k,p}$  – нечеткий терм (хорошее, среднее, неудовлетворительное), которым оценивается лингвистическая переменная  $x \in X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  (количество просроченных платежей, временной интервал задержки платежа, достоверность получаемой информации и т.п.) в правиле под номером  $p$ ;

$y = (d_1, d_2, \dots, d_m)$  – значения нечеткого логического вывода  $y_j$  («хорошее», «среднее», «неудовлетворительное» и т.п.);

$i = \overline{1, n}$ ,  $n$  – количество лингвистических переменных;

$k = \overline{1, q}$ ,  $q$  – количество нечетких термов, которыми оценивается лингвистическая переменная  $x_i$ ;

$p = \overline{1, l}$ ,  $l$  – количество правил в базе знаний;

$j = \overline{1, m}$ ;  $m$  – количество значений нечеткого логического вывода [6].

Таким образом все компоненты модели определены и может проводиться конкретный численный расчет для практических рассматриваемых ситуаций классификации банковских ссуд физических и юридических лиц.

Выводы.

Вышеописанную методику можно применять к классификации как юридических, так и физических лиц.

Можно выделить следующие преимущества предлагаемого подхода:

- устраняет субъективное влияние кредитных аналитиков;
- учитывает мнение нескольких экспертов;
- учитывает компетентность экспертов;

- позволяет анализировать как количественные, так и качественные показатели;
- позволяет человеку, не имеющему достаточного опыта в сфере кредитования принимать решение по дальнейшей работе с каждой ссудой.

Практическое использование предложенной методики в ряде банков России и Украины показало достаточную точность получаемых результатов и удобство ее применения в задачах оперативного принятия решений и управления кредитованием на конкурентном финансовом рынке.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Положение о порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности № 254-П: Утверждено ЦБ РФ 26 марта 2004 г.
2. Чернов В.Г., Авдеева Е.С., Градусов Д.А. Методика экспертной оценки рисков при внедрении корпоративных информационных систем. // Современные наукоемкие технологии. 2010. №4 (24). С. 5 – 11.
3. Заде Л.А. Нечеткие множества. Информация и управление. 1965. Том 8. С. 338.
4. Баранов Л.Г., Птушкин А.И., Трудов А.В. Нечеткие множества в экспертном опросе. // Социология: 4М. 2004. №19. С. 142 – 157.
5. Дэвид Г. Метод парных сравнений. М.: Статистика. 1978. С. 51.
6. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>, свободный.

#### РЕФЕРАТ

Чернов В.Г., Дорохов О.В., Градусов Д.О., Уланов Є.О. Використання нечітких множин для класифікації банківських позичок фізичних та юридичних осіб. / Володимир Георгієвич Чернов, Олександр Васильович Дорохов, Денис Олександрович Градусов, Євгеній Олександрович Уланов // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.:НТУ – 2012. – Вип. 10.

У статті запропоновано, обґрунтовано і розглянуто методика використання методології нечітких множин для класифікації банківських позичок фізичних та юридичних осіб. Об'єкт дослідження – банківське кредитування та методики аналізу його клієнтів. Мета роботи – розробка і подання алгоритму, що дозволяє класифікувати банківські позички на основі групових нечітких експертних оцінок. Метод дослідження – апарат теорії нечітких множин.

Запропоновану методику застосовано до класифікації, як позичальників кредитних ресурсів, і юридичних, і фізичних осіб. Визначено переваги запропонованого підходу: усунення суб'єктивного впливу кредитних аналітиків; врахування думок декількох експертів і їх компетентності; можливість аналізувати як кількісні, так і якісні показники; доступність використання для людини, що не має достатнього досвіду в сфері кредитування, для прийняття нею рішень щодо подальшої роботи з кожної позичкою (позичальником).

Практичне використання запропонованої методики показало достатню точність одержуваних результатів і зручність її застосування в задачах оперативного прийняття рішень та управління кредитуванням на конкурентному фінансовому ринку. Результати статті можуть бути впроваджені в практичну банківську діяльність по кредитуванню різних клієнтів з урахуванням їх кредитної історії та поточного економічного стану. Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – створення людино-машинних систем підтримки прийняття рішень при кредитуванні на ринку фінансових послуг.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** КРЕДИТУВАННЯ, БАНКІВСЬКА ПОЗИКА, НЕЧІТКА ЛОГІКА, ПРИЙНЯТТЯ ФІНАНСОВИХ РІШЕНЬ.

#### ABSTRACT

Chernov V.G, Dorokhov O.V., Gradusov D.A, Ulanov E.A. The use of fuzzy sets for the classification of bank loans for individuals and businesses. / Vladimir Chernov, Oleksandr Dorokhov, Dmitry Gradusov, Evgenij Ulanov // Management of projects, system analysis and logistics. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 10.

In this paper authors proposed, justified, and described the technique of using the methodology of fuzzy sets for the classification of bank loans for individuals and legal entities. Object of study – bank lending and the methods of analysis of its customers. Purpose – to development and presentation of an algorithm that

allows to classify bank loans based on group of fuzzy expert estimates. Method study – the theory of fuzzy sets.

The technique, which is applicable to the classification of the borrower credit – individual persons and organizations. The benefits of the proposed approach are : elimination of the subjective effects of the credit analysts, the views of several experts and their expertise, the ability to analyze both quantitative and qualitative measures, the availability to use for staff, which not having much experience in lending for do decisions about future credit and financial work with each loan (borrower). The practical use of the proposed method showed sufficient accuracy of the results and ease of application in problems of operational decision-making and management of credit in a competitive financial market.

The results of the paper can be introduced into the production technology of silicon wafers used in solar batteries. Forecast assumptions about the object of study - the search for optimal production technology wafer without defects.

**KEYWORDS:** FINANCING, BANK LOANS, FUZZY LOGIC, FINANCIAL DECISIONS.

#### РЕФЕРАТ

Чернов В.Г., Дорохов А.В., Градусов Д.А., Уланов Е.А. Использование нечетких множеств для классификации банковских ссуд физических и юридических лиц. / Владимир Георгиевич Чернов, Александр Васильевич Дорохов, Денис Александрович Градусов, Евгений Александрович Уланов // Управления проектами, системный анализ и логистика. – К.:НТУ – 2012. – Вып. 10.

В статье предложена, обоснована и рассмотрена методика использования методологии нечетких множеств для классификации банковских ссуд физических и юридических лиц. Объект исследования – банковское кредитование и методики анализа его клиентов. Цель работы – разработка и представление алгоритма, позволяющего классифицировать банковские ссуды на основе групповых нечетких экспертных оценок. Метод исследования – аппарат теории нечетких множеств.

Предложена методика, применимая к классификации, как заемщиков кредитных ресурсов, и юридических, и физических лиц. Определены преимущества предлагаемого подхода: устранение субъективного влияния кредитных аналитиков; учет мнений нескольких экспертов и их компетентности; возможность анализировать как количественные, так и качественные показатели; доступность использования для человека, не имеющего достаточного опыта в сфере кредитования, для принятия им решений по дальнейшей работе с каждой ссудой (заемщиком).

Практическое использование предложенной методики показало достаточную точность получаемых результатов и удобство ее применения в задачах оперативного принятия решений и управления кредитованием на конкурентном финансовом рынке.

Результаты статьи могут быть внедрены в практическую банковскую деятельность по кредитованию различных клиентов с учетом их кредитной истории и текущего экономического состояния. Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – создание человеко-машинных систем поддержки принятия решений при кредитовании на рынке финансовых услуг.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** КРЕДИТОВАНИЕ, БАНКОВСКАЯ ССУДА, НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА, ПРИНЯТИЕ ФИНАНСОВЫХ РЕШЕНИЙ.

УДК 005.8:005.21:658.14

#### УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОЕКТУ

Чечет А.М.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку проектна діяльність набуває широкого застосування в рамках організацій і підприємств різних сфер діяльності. Ґрунтовна робота над проектом передбачає послідовне проходження ряду конкретних фаз, стадій, етапів, сукупність яких становить життєвий цикл проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання, пов'язані з управлінням проектами охоплює праці вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких доцільно відзначити і праці Грея К.Ф., Ларсона Е.У., Дункана Вільяма Р., Бушуєва С.Д., Катасонова В.Ю., Морозова Д.С., Петрова М.В. та інших, чий напрацювання було безпосередньо використано при написання даної статті.

Виклад основного матеріалу. Серед процесів, за допомогою яких реалізується управління проектом, початковим є процес ініціалізації (від лат. Initialis - початковий) як основоположний, в