

А.О. Азарова  
 Вінницький державний технічний університет  
**Розробка банківської системи кредитування та  
 оцінювання фінансового ризику на основі багаторівневих  
 багатоцільових систем прийняття рішення**

Первостепенное значение приобретает развитие системы коммерческих банков в условиях развития рыночных отношений. Одной из основных функций банка является кредитование. Поэтому проблема оценки финансового риска является весьма актуальной. Рискованность проводимых коммерческим банком операций по выдаче кредитов во многом зависит от выбранной методики кредитования. Автору предлагается модель и соответствующая методика принятия решения при выдаче кредита потенциальному заемщику банка, а также определения его финансового риска. Существующие методики кредитования не учитывают качественные критерии оценки кредитоспособности заемщика, которые являются одним из главных компонентов оценки кредитоспособности заемщика. Это возникает из-за отсутствия в большинстве существующих банков СНГ методик и математических моделей, которые позволяют учитывать как количественные, так и качественные критерии оценки; определять степень риска при кредитовании заемщика. Предлагается **многоступенчатая многоуровневая система принятия решения** по кредитованию потенциального заемщика банка (Рис.1). На **первом уровне** проверяются: *количественные характеристики заемщика* -  $(x_1...x_8)$ ; *качественные характеристики заемщика* - репутация заемщика -  $(x_{13}...x_{17})$ . В результате получаем совокупную оценку - имидж заемщика, который согласно с теорией банковского менеджмента западных стран представляет собой обобщающую оценку критериев первого эшелона:  $Y = f_y(x_1, ..., x_8, x_{13}, ..., x_{17})$  (1).

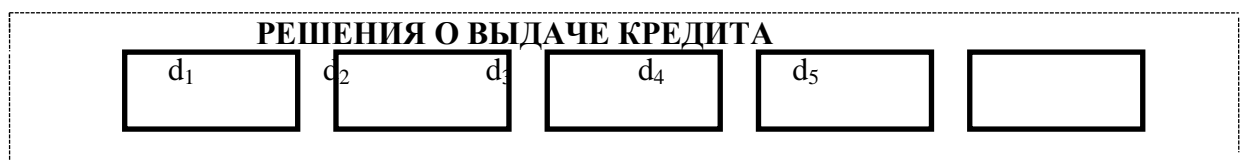
На **втором уровне** определяется кредитная котировка заемщика представляющая собою сбалансированную совокупность коэффициента риска заемщика и его имиджа:  $Z = f_z(Y, x_9)$  (2). На **третьем уровне** проверяется соблюдение некоторых коэффициентов. Конечное решение о выдаче кредита принимается путем оценки совокупности соответствующих коэффициентов уровня 3 и кредитной котировки заемщика:

$$D = f_d(Z, x_{10}, x_{11}, x_{12}) \quad (3).$$

Формализацию количественных и качественных характеристик модели наиболее целесообразно осуществить с помощью теории нечетких множеств, которая была впервые изложена Заде в 1976 году [1]. Пусть  $X = \{x_1, x_2, ..., x_{17}\}$  - вектор параметров оценки кредитоспособности потенциального заемщика, где  $x_i \in U_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  ( $n=17$ ). Области изменения количественных параметров задаются в виде диапазонов:

$$U_i = [\underline{x}_i, \overline{x}_i], i = \overline{1, n} \quad (n=17) \quad (4).$$

$$W = [\underline{d}, \overline{d}] \quad (5),$$



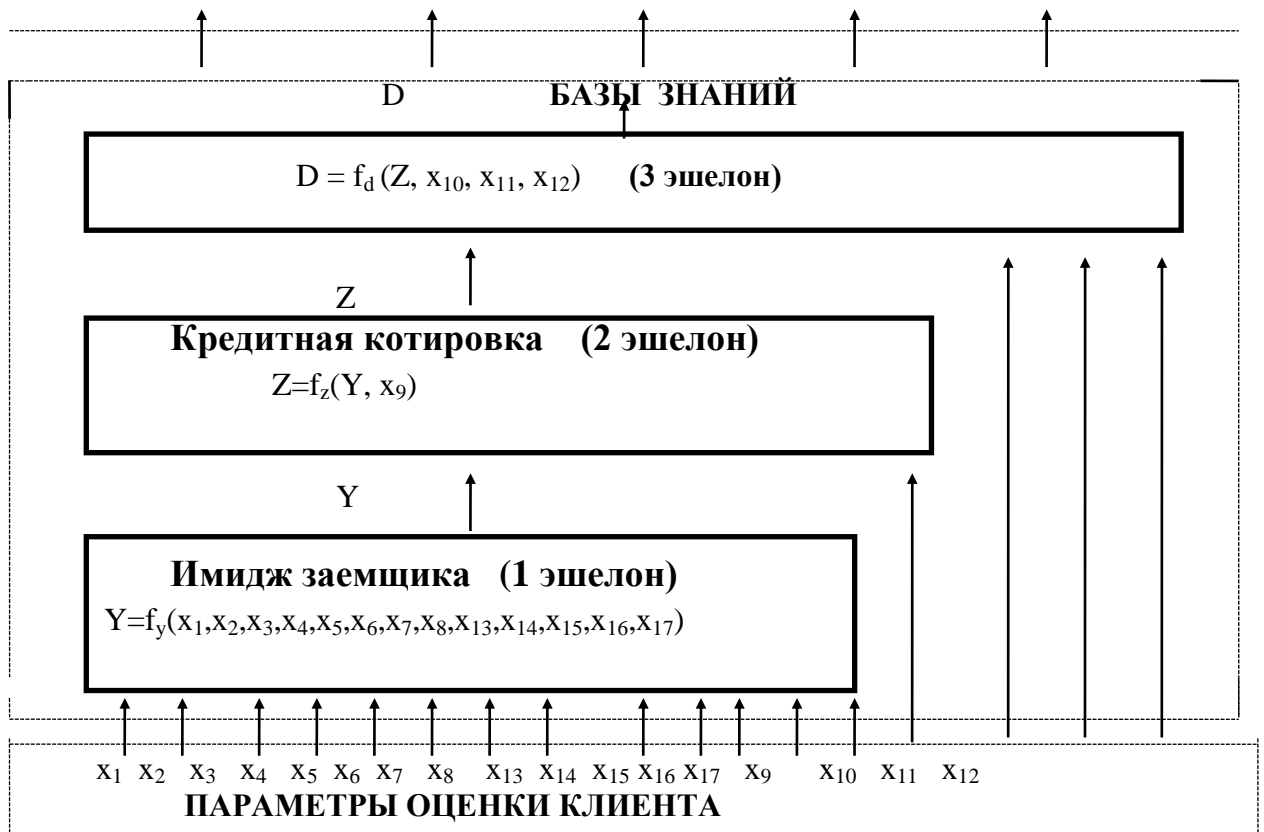


Рис.1 МНОГОУРОВНЕВАЯ МНОГОЭШЕЛОННАЯ СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О КРЕДИТОВАНИИ ЗАЕМЩИКА КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

где  $\underline{x}_i, (\overline{x}_i)$  - нижнее (верхнее) значение входного параметра  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , ( $n=17$ );  $\underline{d}, (\overline{d})$  - нижнее (верхнее) значение выходного параметра  $d$ . Задача состоит в том, чтобы на основании информации о векторе  $X$  определить диагноз  $d \in W$ . Для определения необходимой зависимости  $d = F_d(x_1, \dots, x_{17})$ , где  $f_d$  - некоторая функция устанавливающая связь между переменными  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  и  $d$ , будем рассматривать параметры  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  и решение  $d$  как лингвистические переменные, заданные на универсальных множествах (4) и (5) ( $n=17$ ).  $\mu(d_j, d)$  - функция принадлежности значения выходного параметра  $d \in [\underline{d}, \overline{d}]$  терму - решению  $d_j \in D$ ,  $j = \overline{1, m}$  ( $m=5$ ). Связь между функциями принадлежности определяется логическими уравнениями, которые получены из логических высказываний баз знаний путем замены в них нечетких значений параметров  $x_1 \dots x_n$  ( $n=17$ ) соответствующими функциями принадлежностей. В соответствии со сложившейся банковской практикой принятие решения о кредитовании  $D = \{d_1, \dots, d_5\}$  будем определять на следующих уровнях:  $d_1$  - негативное решение о выдаче кредита (максимальный финансовый риск кредитования -  $R=4$ );  $d_2$  - положительное решение о выдаче кредита при жестких условиях кредитования (гарантии третьих лиц, повышенная процентная ставка) ( $2,5 < R < 4$ );  $d_3$  - положительное решение о выдаче кредита при условии его страхования ( $1,5 < R \leq 2,5$ );  $d_4$  - положительное решение о выдаче кредита при стандартных условиях кредитования ( $1 < R \leq 1,5$ );  $d_5$  - положительное решение о выдаче кредита при льготных условиях кредитования (минимальный риск кредитования -  $0 < R \leq 1$ ).

Согласно общего подхода [1, 2], методика принятия решения на основе теории нечетких множеств базируется на использовании следующего алгоритма:

**Шаг 1.** Определить возможный диапазон изменения контролируемых параметров, составить базу знаний с использованием экспертных данных в области банковского менеджмента и вывести систему нечетких логических уравнений.

**Шаг 2.** Задать вид функции принадлежности нечетких термов при разных значениях контролируемых параметров.

**Шаг 3.** Зафиксировать значения параметров состояния  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .

**Шаг 4.** Определить функции принадлежности нечетких термов при фиксированных значениях измеренных параметров  $x_i, i = \overline{1, n}$ .

**Шаг 5.** Пользуясь логическими уравнениями, вычислить значения многопараметрических функций принадлежности  $\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n)$  ( $n=17$ ) при векторе состояния  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{17}\}$  для всех решений  $d_1, \dots, d_m$  ( $m=5$ ). При этом логические операции  $\wedge$  и  $\vee$  над функциями принадлежности заменяются на операции  $\min$  и  $\max$ :

а)  $\wedge \mu(b) = \min [\mu(a), \mu(b)]$ ;

б)  $\vee \mu(b) = \max [\mu(a), \mu(b)]$ .

**Шаг 6.** Определим решение  $d$ , для которого:

$$\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \max [\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n), j = \overline{1, m} .$$

Это и будет искомое решение о кредитовании заемщика, степень которого ( $R$ ) определяет финансовый риск банка при выдаче кредита конкретному заемщику.

Для оценки лингвистических переменных  $x_1-x_{17}$  будем использовать единую шкалу качественных термов: Н- низкий; В - высокий; С - средний. Используя введенные качественные термы и экспертные знания в этой области, представим отношения (1-3) матрицами знаний. Рассмотрим матрицу знаний 1. Аналогично составляем матрицы знаний 2 и 3. Используя матрицы знаний (1-3), получим соответствующие логические уравнения, связывающие функции принадлежности рассматриваемых переменных. Для построения функций принадлежности трех нечетких термов (Н, С, В) отобразим диапазоны  $[x_i, \overline{x_i}]$  изменения параметров  $x_i, i = \overline{1, n}$  ( $n=17$ ) на единое универсальное множество  $X = \{a, b\}$ . Зададим фиксированные значения параметров, воспользовавшись реальными банковскими данными по конкретному заемщику:

$x_1 = 1,2$	$x_5 = 1,2$	$x_9 = 0,1$	$x_{13} = 1,8$
$x_2 = 2,37$	$x_6 = 0,4$	$x_{10} = 1,1$	$x_{14} = 1,35$
$x_3 = 1,5$	$x_7 = 2,7$	$x_{11} = 0,53$	$x_{15} = 0,7$
$x_4 = 2,26$	$x_8 = 1,4$	$x_{12} = 0,42$	$x_{16} = x_{17} = 0,2$

**Матрица знаний 1**

$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$Z$	$d$
Н	Н	Н	Н	$d_1$
С	Н	Н	Н	
С	С	Н	Н	
Н	С	С	Н	

Н	Н	Н	С	
Н	Н	С	С	<b>d<sub>2</sub></b>
Н	В	Н	С	
В	В	В	Н	
С	С	С	С	<b>d<sub>3</sub></b>
С	Н	С	С	
С	В	С	В	<b>d<sub>4</sub></b>
В	В	В	С	
В	С	С	В	
В	В	В	В	<b>d<sub>5</sub></b>

Пересчитаем полученные функции принадлежности с учетом рассмотренных значений, а затем, подставляя полученные значения функций принадлежности логические уравнения, составленные на шаге 1, получим:

$$\mu^{d_1}(x_{10}, x_{11}, x_{12}, Z) = 0,125 \vee 0,125 \vee 0,125 \vee 0,125 \vee 0,354 = 0,354$$

$$\mu^{d_2}(x_{10}, x_{11}, x_{12}, Z) = 0,354 \vee 0,354 \vee 0,125 = 0,354$$

$$\mu^{d_3}(x_{10}, x_{11}, x_{12}, Z) = 0,354 \vee 0,354 \vee 0,354 = 0,354$$

$$\mu^{d_4}(x_{10}, x_{11}, x_{12}, Z) = 0,354 \vee 0,483 \vee 0,386 = 0,483$$

$$\mu^{d_5}(x_{10}, x_{11}, x_{12}, Z) = 1 \wedge 0,386 \wedge 0,617 \wedge 0,483 = 0,386$$

На 6 шаге получим:  $\max \mu^{d_j} = \mu^{d_4}$ , т. е. в качестве искомого решения выбираем решение о выдаче заемщику кредита при стандартных условиях при этом его риск колеблется в пределах  $1 < R \leq 1,5$ .

Сравнив существующую банковскую методику и предложенную систему принятия решения, можно утверждать, что предложенный подход обеспечивает более точную оценку плато- и кредитоспособности заемщика, а также устойчивости его финансового состояния. Кроме того он дает возможность определить риск заемщика количественно оценить различные сложно формализуемые аспекты, в особенности аспекты "человеческого фактора".

### Литература

1. Заде Л. Понятие о лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 167 с.
2. Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике. - Винниця: Континент-ПРИМ, 1996. - 132 с.