

**Бамадио Б.**

*Аспирант кафедры математических и компьютерных методов кубанского государственного университета.*

*Эл. почта: anadama@mail.ru*

**Семенчин Е.А.**

*Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математических и компьютерных методов кубанского государственного университета.*

*Эл. почта: es14@mail.ru*

### **ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О ВЫДАЧЕ КРЕДИТА (НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ БИВЕРА) В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

*В данной работе предлагается методика построения количественной оценки принятия решения в условиях частичной неопределенности о выдаче кредитором (банком) кредита предприятию-заемщику. Она позволяет, как показывают результаты вычислительных экспериментов, кредиторам принимать более обоснованные и взвешенные решения.*

**Ключевые слова:** *Принятие решения, оценка риска, финансовое состояние предприятия, банкротство, матрица последствий, средний ожидаемый доход.*

**Bamadio B., Semenchin E.A.**

### **DECISION TO GRANT THE LOAN (BASED ON THE METHODOLOGY BEAVER) UNDER PARTIAL UNCERTAINTY**

*In this paper a quantitative methodology for decision under partial uncertainty for the lender (Bank) to credit Enterprise-borrower. It allows, as shown by the results of computational experiments, the lender to make more informed and confident decisions.*

**Keywords:** *decision making, risk assessment, the financial condition of the enterprise, bankruptcy, matrix effects, average expected return.*

Оценка риска может быть как качественной (атрибутивной, словесной), так и количественной. Количественная оценка более объективна, чем качественная, но получить ее, как правило, достаточно сложно. Более просто устанавливаются атрибутивные оценки (например, высокий, средний, низкий уровни риска). Такие оценки часто используются в практике принятия решений [1]. Например, известная методика Бивера оценки риска ошибки при определении банком кредитоспособности предприятия, которое желает получить у него кредит, позволяет получить качественные оценки такого риска [2 – 7]. В данной работе, на основе значений коэффициентов (показателей) системы У. Бивера, предлагается методика построения количественной оценки принятия решения о выдаче кредита предприятию банком в условиях частичной неопределенности.

Предприятие, желающее получить кредит от кредитующей организации (банка) на момент времени выдачи кредита  $t$ , может принадлежать одной из трех групп (групп благополучия предприятия): группа I – благополучные компании, группа II – финансовое состояние предприятия таково, что оно находится в состоянии «за 5 лет до банкротства», группа III – «за год до банкротства». При этом известно [8], что к каждой из этих групп предприятие может принадлежать, если не менее трех показателей Бивера указывают на принадлежность к этой группе.

Предположим, что лицо принимающее решения (ЛПР) со стороны кредитующей организации (банка) рассматривает три возможных варианта принятия решения (стратегии):  $x_1$  – выдавать кредит,  $x_2$  – выдавать, не более, чем на 4 года, так как предприятие находится в состоянии «за 5 лет до банкротства»,  $x_3$  – не выдавать кредит, т.к. предприятие находится в состоянии «за год до банкротства».

Пусть предприятие просит предоставить ему кредит на срок от 2 до 5 лет.

Известны статистические (бухгалтерские) данные предприятия на протяжении  $m$  лет. На основе этих данных, вычисляем

коэффициенты  $k_i, i=1, \dots, 5$ , У. Бивера и вероятности  $p_i^j$  того, что коэффициент  $k_i$  принадлежит  $j$ -й группе,  $i=1, \dots, 5$ ,  $j=1, 2, 3$ . Для наглядности рассуждений были взяты статистические данные за

$m=12$  лет конкретного предприятия – ОАО «Ленмолоко» [9].

Полученные результаты, представлены в табл. 1

Таблица 1 – Значения вероятностей, указывающие степени принадлежности коэффициентов У. Бивера к одной из групп благополучия предприятия

Коэффициенты системы показателей У. Бивера $k_i$	Вероятности $p_i^j$		
	Группа 1. «благополучное»	Группа 2. «за 5 лет до банкротства»	Группа 3. «за 1 год до банкротства»
Коэффициент Бивера (количество собственных средств по отношению к заемному капиталу), $k_1$	0,83	0,17	0
Коэффициент текущей ликвидности, $k_2$	0,25	0,17	0,58
Рентабельность активов, $k_3$	0,75	0,25	0
Коэффициент финансовой зависимости, $k_4$	0,08	0,84	0,08
Доля собственных оборотных средств в активах, $k_5$	0,66	0,17	0,17

Обозначим через  $A_i^j$  – событие, означающее, что  $i$ -й показатель (коэффициент)  $k_i$  принадлежит  $j$ -й группе,  $i=1, \dots, 5$ ,  $j=1, 2, 3$ . В теории принятия решений предлагается, ЛПР принимает решения, исходя из состояний некоторой среды, которая полностью определяется

этимися состояниями (состояния среды часто называют её стратегиями). В нашем случае среда может находиться в одном из следующих состояний (иметь стратегии): все возможные стратегии  $(y_1^1, y_2^1, \dots, y_{16}^1)$  для первой группы –

$$\begin{aligned}
 y_1^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot \overline{A_4^1} \cdot \overline{A_5^1}, & y_2^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot \overline{A_3^1} \cdot A_4^1 \cdot \overline{A_5^1}, & y_3^1 &= A_1^1 \cdot \overline{A_2^1} \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot \overline{A_5^1}, \\
 y_4^1 &= \overline{A_1^1} \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot \overline{A_4^1} \cdot \overline{A_5^1}, & y_5^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot \overline{A_3^1} \cdot \overline{A_4^1} \cdot A_5^1, & y_6^1 &= A_1^1 \cdot \overline{A_2^1} \cdot \overline{A_3^1} \cdot \overline{A_4^1} \cdot A_5^1, \\
 y_7^1 &= \overline{A_1^1} \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot \overline{A_4^1} \cdot A_5^1, & y_8^1 &= A_1^1 \cdot \overline{A_2^1} \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, & y_9^1 &= \overline{A_1^1} \cdot A_2^1 \cdot \overline{A_3^1} \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, \\
 y_{10}^1 &= \overline{A_1^1} \cdot \overline{A_2^1} \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, & y_{11}^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot \overline{A_5^1}, & y_{12}^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot \overline{A_4^1} \cdot A_5^1, \\
 y_{13}^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot \overline{A_3^1} \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, & y_{14}^1 &= A_1^1 \cdot \overline{A_2^1} \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, & y_{15}^1 &= \overline{A_1^1} \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot A_5^1, \\
 y_{16}^1 &= A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot A_4^1 \cdot A_5^1;
 \end{aligned}$$

все возможные стратегии  $(y_1^2, y_2^2, \dots, y_{16}^2)$  для второй группы –

$$\begin{aligned}
 y_1^2 &= A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot \overline{A_4^2} \cdot \overline{A_5^2}, & y_2^2 &= A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot \overline{A_3^2} \cdot A_4^2 \cdot \overline{A_5^2}, & y_3^2 &= A_1^2 \cdot \overline{A_2^2} \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot \overline{A_5^2}, \\
 y_4^2 &= \overline{A_1^2} \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot \overline{A_4^2} \cdot \overline{A_5^2}, & y_5^2 &= A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot \overline{A_3^2} \cdot \overline{A_4^2} \cdot A_5^2, & y_6^2 &= A_1^2 \cdot \overline{A_2^2} \cdot \overline{A_3^2} \cdot \overline{A_4^2} \cdot A_5^2, \\
 y_7^2 &= \overline{A_1^2} \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot \overline{A_4^2} \cdot A_5^2, & y_8^2 &= A_1^2 \cdot \overline{A_2^2} \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot A_5^2, & y_9^2 &= \overline{A_1^2} \cdot A_2^2 \cdot \overline{A_3^2} \cdot A_4^2 \cdot A_5^2,
 \end{aligned}$$



$$y_{10}^2 = \overline{A_1^2} \cdot \overline{A_3^2} \cdot A_2^2 \cdot A_4^2 \cdot A_5^2, \quad y_{11}^2 = A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot \overline{A_5^2}, \quad y_{12}^2 = A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot \overline{A_4^2} \cdot A_5^2, \\ y_{13}^2 = A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot \overline{A_3^2} \cdot A_4^2 \cdot A_5^2, \quad y_{14}^2 = A_1^2 \cdot \overline{A_2^2} \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot A_5^2, \quad y_{15}^2 = \overline{A_1^2} \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot A_5^2, \\ y_{16}^2 = A_1^2 \cdot A_2^2 \cdot A_3^2 \cdot A_4^2 \cdot A_5^2;$$

все возможные стратегии  $(y_1^3, y_2^3, \dots, y_{16}^3)$  для третьей группы –

$$y_1^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot \overline{A_4^3} \cdot \overline{A_5^3}, \quad y_2^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot \overline{A_3^3} \cdot A_4^3 \cdot \overline{A_5^3}, \quad y_3^3 = A_1^3 \cdot \overline{A_2^3} \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot \overline{A_5^3}, \\ y_4^3 = \overline{A_1^3} \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot \overline{A_5^3}, \quad y_5^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot \overline{A_3^3} \cdot \overline{A_4^3} \cdot A_5^3, \quad y_6^3 = A_1^3 \cdot \overline{A_2^3} \cdot \overline{A_3^3} \cdot \overline{A_4^3} \cdot A_5^3, \\ y_7^3 = \overline{A_1^3} \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot \overline{A_4^3} \cdot A_5^3, \quad y_8^3 = A_1^3 \cdot \overline{A_2^3} \cdot \overline{A_3^3} \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \quad y_9^3 = \overline{A_1^3} \cdot A_2^3 \cdot \overline{A_3^3} \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \\ y_{10}^3 = \overline{A_1^3} \cdot \overline{A_3^3} \cdot A_2^3 \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \quad y_{11}^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot \overline{A_5^3}, \quad y_{12}^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot \overline{A_4^3} \cdot A_5^3, \\ y_{13}^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot \overline{A_3^3} \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \quad y_{14}^3 = A_1^3 \cdot \overline{A_2^3} \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \quad y_{15}^3 = \overline{A_1^3} \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot A_5^3, \\ y_{16}^3 = A_1^3 \cdot A_2^3 \cdot A_3^3 \cdot A_4^3 \cdot A_5^3.$$

Учитывая эти соотношения, независимость  $A_i^j$  и таблицу 1, легко вычислить вероятности того, что ЛПР находится в  $k$ -

ом состоянии среды по отношению к предприятию  $j$ -й группы  $d_k^j = p(y_i^j)$ ,  $k = 1, \dots, 16$ :

$$d_1^1 = p(y_1^1) = p(A_1^1 \cdot A_2^1 \cdot A_3^1 \cdot \overline{A_4^1} \cdot \overline{A_5^1}) = p(A_1^1) \cdot p(A_2^1) \cdot p(A_3^1) \cdot (\overline{A_4^1}) \cdot p(\overline{A_5^1}) = \\ = 0,833 \cdot 0,250 \cdot 0,750 \cdot (1 - 0,083) \cdot (1 - 0,667) = 0,048, \\ d_2^1 = 0,001, \quad d_3^1 = 0,013, \quad d_4^1 = 0,001, \quad d_5^1 = 0,032, \quad d_6^1 = 0,286, \quad d_7^1 = 0,019, \\ d_8^1 = 0,009, \quad d_9^1 = 0,001, \quad d_{10}^1 = 0,005, \quad d_{11}^1 = 0,004, \quad d_{12}^1 = 0,095, \quad d_{13}^1 = 0,003, \\ d_{14}^1 = 0,026, \quad d_{15}^1 = 0,002, \quad d_{16}^1 = 0,009; \\ d_1^2 = 0,001, \quad d_2^2 = 0,014, \quad d_3^2 = 0,024, \quad d_4^2 = 0,024, \quad d_5^2 = 0,001, \quad d_6^2 = 0,001, \\ d_7^2 = 0,001, \quad d_8^2 = 0,072, \quad d_9^2 = 0,014, \quad d_{10}^2 = 0,024, \quad d_{11}^2 = 0,005, \quad d_{12}^2 = 0,0002, \\ d_{13}^2 = 0,003, \quad d_{14}^2 = 0,005, \quad d_{15}^2 = 0,005, \quad d_{16}^2 = 0,001; \\ d_1^3 = 0, \quad d_2^3 = 0, \quad d_3^3 = 0, \quad d_4^3 = 0, \quad d_5^3 = 0, \quad d_6^3 = 0, \quad d_7^3 = 0, \quad d_8^3 = 0, \quad d_9^3 = 0,008, \\ d_{10}^3 = 0, \quad d_{11}^3 = 0, \quad d_{12}^3 = 0, \quad d_{13}^3 = 0, \quad d_{14}^3 = 0, \quad d_{15}^3 = 0, \quad d_{16}^3 = 0.$$

Обозначим через  $a_{ik}$  – ожидаемый доход в момент  $t$  за предоставление кредита, если ЛПР выбирает  $l$ -ю стратегию при нахождении предприятия в  $k$ -ом,  $k = 1, \dots, 16$ , состоянии среды. Элементы  $a_{ik}$  можно упорядочить в виде матрицы  $\{a_{ik}\}$ , содержащую 3 строки и 16 столбцов (матрица последствий). Элементы  $a_{ik}$  должны быть заданы экспертами. Однако на практике может оказаться полезным

следующий подход к определению  $a_{ik}$ . Пусть  $a_t$  – желаемый доход, который банк получит с предприятия в момент  $t$  за предоставление ему кредита, вычислим каждый элемент матрицы последствий  $a_{ik}$  следующим образом:  $a_{ik} = a_t \cdot d_k^l$ . Если, например,  $a_t = 5475$  тыс. руб., то матрица последствий будет иметь вид, приведенный в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица последствий ожидаемого дохода (единица измерения: тыс. руб.)

Состояния среды. $y_k$	Стратегии. $x_l$		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$y_1$	261.39	5.28	0
$y_2$	7.92	79.21	0
$y_3$	71.29	132.02	0
$y_4$	4.75	132.02	0
$y_5$	174.26	3.17	0
$y_6$	1 568.36	5.28	0
$y_7$	104.56	5.28	0
$y_8$	9.51	79.21	0
$y_9$	3.17	79.21	44.36
$y_{10}$	28.52	132.02	0
$y_{11}$	23.76	26.40	0
$y_{12}$	522.79	1.06	0
$y_{13}$	15.84	15.84	0
$y_{14}$	142.58	26.40	0
$y_{15}$	9.51	26.40	0
$y_{16}$	47.53	5.28	0

Найдем средние ожидаемые доходы  $Mx_l$  и риски  $r_l = \sigma_l = \sqrt{Dx_l}$ ,  $l=1,2,3$ . Пусть  $n = 16$  – количество состояний среды.

Для стратегии  $x_1$ :

$$Mx_1 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_{1k} = 790,59, Dx_1 = M(a_{1k}^2) - (Mx_1)^2 = 144459,94, r_1 = \sqrt{Dx_1} = 380,08.$$

Для стратегии  $x_2$ :

$$Mx_2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_{2k} = 761,65, Dx_2 = M(a_{2k}^2) - (Mx_2)^2 = 2377,08, r_2 = \sqrt{Dx_2} = 48,76.$$

Для стратегии  $x_3$ :

$$Mx_3 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_{3k} = 383,96, Dx_3 = M(a_{3k}^2) - (Mx_3)^2 = 115,29, r_3 = \sqrt{Dx_3} = 10,74.$$

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы.

На практике бизнесмены при вложении инвестиций часто придерживаются следующей тактики: инвестируют те предприятия (проекты), которые приносят максимальный доход даже при возможно максимальном риске, либо которые имеют минимальный риск даже при возможно мини-

мальном доходе. Если придерживаться одной из таких тактик, то в нашем случае кредитору (банку) следует придерживаться либо первой стратегии  $x_1$ , либо третьей  $x_3$ .

Однако разумнее (целесообразнее) придерживаться следующей методики [10]. Вводим взвешивающую функцию  $Q(x_l, r_l) = Mx_l - r_l$ , находим её максимум:



$$Q(x_i, r_i) = Mx_i - r_i \rightarrow \max_i.$$

Тогда  $l$ -я стратегия, при которой  $Q$  достигает максимального значения, является оптимальной. В нашем случае, имеем:  $Q(x_1, r_1) = 410,51$ ,  $Q(x_2, r_2) = 712,89$ ,  $Q(x_3, r_3) = 373,22$ . Очевидно,  $l = 2$ , т.е. оптимальной стратегией является  $x_2$ .

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов А.И. Теория принятия решений. – М.: Март, 2004. – 656 с.
2. БамADIO Б. Оценка кредитоспособности предприятий – заемщиков России и Мали // Известия кубанского государственного университета. Естественные науки. Вып. № 1 (2). 2013. С. 57-61
3. БамADIO Б. Основные аспекты оценки кредитоспособности предприятий – заемщиков России и Мали // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. С. 139-140.
4. БамADIO Б., Семенчин Е. А. Меры нечеткости множеств, порождаемых моделью Альтмана // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1. – С. 750-753.
5. БамADIO Б., Семенчин Е. А. Определение рисков в методике Бивера оценки финансового состояния предприятия / Б. БамADIO, Е.А. Семенчин // Тенденции и перспективы: Материалы международной научно-практической конференции. Сочи, 24/01 – 26/01. 2013 г. – С. 23-24.
6. БамADIO Б., Семенчин Е. А. Применение нейросетевых технологий для оценки кредитоспособности предприятий // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (часть 4). – С. 651 – 655.
7. Bamadio B., Semenchin E.A. Beaver's technique of risk assessment in the estimation of the financial positions of companies // European journal of natural history. – 2013. – № 5. – P. 12-14.
8. Астахов В. П. Анализ финансовой устойчивости фирмы и процедуры, связанные с банкротством. – М.: Ось-89, 1995. – 80 с.
9. Открытое Акционерное Общество «Ленмолоко»: [Электронный ресурс] // – Режим доступа: URL: [http://www.len-](http://www.lenmoloko.spb.ru/documents/balance.html/)

[moloko.spb.ru/documents/balance.html/](http://www.lenmoloko.spb.ru/documents/balance.html/). (Дата обращения: 01.10.2013).

10. Колемаев В. А. Математические методы и модели исследования операций / под ред. В. А. Колемаева. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 592 с.

### BIBLIOGRAPHIC LIST

1. Orlov A.I. Decision-making Theory. - M: March, 2004. - 656 p.
2. Bamadio B. Credit rating companies of borrowers in Russia and Mali // Izvestia the Kuban State University. Natural sciences. Issue. № 1 (2). 2013. pp. 57 - 61
3. Bamadio B. Main aspects of the credit rating companies of borrowers in Russia and Mali // International Journal of applied and fundamental research. - 2013. - № 1. pp. 139 - 140.
4. Bamadio B., Semenchin E.A. Measures of fuzzy sets generated by model altman // Fundamental research. - 2013. - № 1. - pp. 750-753.
5. Bamadio B., Semenchin E.A. Identification of risks in the methodology beaver assessment of the financial condition of the enterprise / B. Bamadio, E. A. Semenchin // Rends and Prospects: Proceedings of the international scientific-practical conference. Sochi, 24/01 - 26/01. 2013 - pp. 23-24.
6. Bamadio B., Semenchin E.A. Application of neural network technologies for the assessment of the creditworthiness of companies // Fundamental research. - 2013. - № 11 (party 4). - pp. 651- 655.
7. Bamadio B., Semenchin E.A. Beaver's technique of risk assessment in the estimation of the financial positions of companies // European journal of natural history. – 2013. – № 5. – P. 12 – 14.
8. Astakhov B. N. Analysis of financial stability of the firm and bankruptcy-related procedures. - M: Axis-89, 1995. - 80 p.
9. Corporation public "Lenmoloko": [Electronic resource] // Document from URL: [http://www.lenmoloko.spb.ru/documents/balance\\_2011\\_4.xls](http://www.lenmoloko.spb.ru/documents/balance_2011_4.xls) (Date of access: 01.10.2013).
10. Kolemaev V. P. Mathematical methods of operations research / Ed. Century A. Kolemaev. - M: UNITY-DANA, 2008. - 592 p.