

---

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ТА ТЕОРІЇ СИСТЕМ

Методы исследования операций и теории систем  
Methods of the Operation Research and the System Theory

---

УДК 330.4:510.644.4

*А.В. Бакурова*

*д.э.н., профессор*

*В.Н. Иванов*

*Классический частный университет*

### МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИИ НОРМИРОВАНИЯ ТЕРМ-МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОЦЕНКИ ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА

Сегодня оценка и учет рисков стала неотъемлемой частью в управлении коммерческих банков. Однако все чаще руководству коммерческих банков приходится принимать решения в условиях неопределенности, которые могут привести к нежелательным исходам и убыткам. Особенно непредвиденные последствия может иметь влияние операционных рисков. Поэтому своевременная оценка операционных рисков является одной из актуальных задач.

Вопросами моделирования банковскими рисками занимались как отечественные, так и зарубежные ученые. Наиболее весомые разработки, связанные с моделированием рисков в процессе деятельности банков, представлены в работах Витлинского В.В.[1], Каминского А.Б.[2], Первозванского А.А.[3], Сазыкина Б.В.[4], Соложенцева Е.Б.[5], Черняка А.И. [6], Ястремского О.И.[7], Cruz M.G.[8],] и других.

Следует отметить, что существующие методы оценки рисков не лишены ошибок, приводящих к неправильным их оценкам. В последнее время нечеткое моделирование является наиболее перспективным направлением прикладных исследований в области управления и принятия решений. К решению таких задач можно отнести работы Бакуровой А.В. [9], Рамазанова С.К. [10] и других.

Нестационарные процессы в рыночной экономике вызывают необходимость разработки новых методов и моделей оценки риска, позволяющие задавать нечеткие величины и строить их функции принадлежности [10, с. 223]. При решении таких вопросов актуальной становится задача разработки метода нормирования переменных, что позволило бы учитывать разные размерности терм-множеств для их отображения на интервале  $[0;1]$ .

Целью работы является разработка метода построения функции нормирования переменных терм-множеств, представляющих собой отображение их на интервале  $[0;1]$  для моделирования операционного риска на основе нечетких множеств. Это позволит устранить влияние разных размерностей входных переменных, соответствующих разнообразным факторам операционного риска, и отобразить функции принадлежности входных переменных в единых координатах.

В зависимости от характера области определения  $X$  можно выделить числовые лингвистические переменные. Числовые лингвистические переменные представляются на отрезке числовой оси  $X = (x_{\min}, x_{\max}) \cup T$ , где  $(x_{\min}, x_{\max})$  – верхняя и нижняя границы. К числовым лингвистическим  $i = \overline{1, n}$  переменным, которые характеризуют факторы операционного риска коммерческого банка, можно отнести следующие переменные: «Возраст», «Опыт работы в должности», «Продолжительность непрерывной работы в день», «Конфликтность» и «Уровень ответственности». Числовые лингвистические

переменные и их значения служат для качественного описания количественной величины. Значения лингвистических переменных определяются на размерной шкале. Следует отметить, что лингвистическая переменная, как и её исходное терм-множество, связана с конкретной размерной шкалой, на которой определены все арифметические операции. Поэтому терм-множеству  $T_i = \{T_i^j\}$  ставится в соответствие множество  $T_i^j$ , где  $T_i^j = \langle x, \mu_{T_i^j}(x) | x \in [x_{\min}, x_{\max}] \rangle$  - нечеткое число,  $i = \overline{1, n}$ ,  $n$  – количество терм-множеств,  $j = \overline{1, m}$ ,  $m$  – количество подмножеств.

Для оценки характеристик сотрудников банка предложены терм-множества и их лингвистические переменные:

- $T_1^j$  для лингвистической переменной «Возраст»  $x \in [20; 65]$ ;
- $T_2^j$  для лингвистической переменной «Опыт работы в должности»  $x \in [0; 20]$ ;
- $T_3^j$  для лингвистической переменной «Продолжительность непрерывной работы в день»  $x \in [0; 7]$ ;
- $T_4^j$  для лингвистической переменной «Конфликтность»  $x \in [0; 5]$ ;
- $T_5^j$  для лингвистической переменной «Уровень ответственности»  $x \in [0; 3]$ .

Для отображения входных переменных и как следствие корректировка терм-множеств предлагается переход к функции нормирования.

Пусть определённое ранее терм-множества  $T_i^j$  будет являться исходным. Нормированная лингвистическая переменная представляет собой отображение на интервале  $[0; 1]$ :

$$D_i = \{D_i^j\}, D_i^j = \langle z, m_{D_i^j}(z) | z \in [0, 1] \rangle, \quad (1)$$

где  $z$  - нечеткое число, соответствующее терм-множеству  $D_i^j$  на интервале  $[0; 1]$ .

При нормировании терм-множеств лингвистических переменных производится приведение в соответствие с функциями нормирования  $f$ , позволяющие осуществлять прямые и обратные переходы с переменной  $x$  в исходном терм-множестве  $T_i^j$  на нормированную  $z$ .

Метод нормирования включает в себя следующие этапы.

На первом этапе определяются граничные значения лингвистических переменных  $(x_{\min}, x_{\max})$ .

На втором этапе строится функция нормирования, которую можно записать в следующем виде:

$$f_i : x \rightarrow z = \frac{x_{\min}, x_{\max}}{x_{\max} - x_{\min}}. \quad (2)$$

На третьем этапе для произвольной точки  $x_i \in X$  определяется ее нормированный образ  $z_i \in Z \forall i$ . По формуле (2), вычисляется  $z$ . Затем для каждого терм-множества  $T_j^i$  определяется функция принадлежности  $\mu_{D_j^i}(z) := \mu_{T_j^i}(x)$ .

Полученные функции нормирования входных переменных в соответствии с уравнением (3) представлены в табл.2.

Функции нормирования входных переменных

Терм-множество	Функции нормирования	Множество $D_i^j$
$D_1$	$f_1 : x \rightarrow z = 0,14x$	$D_1^j = \{ [0,0; 0,0; 0,13; 0,25], [1,01; 0,24; 0,34; 0,42], [0,31; 0,42; 0,52; 0,6], [0,55; 0,61; 0,71; 0,77], [0,71; 0,8; 1,0; 1,0] \}$
$D_2$	$f_2 : x \rightarrow z = 0,33x$	$D_2^j = \{ [0,0; 0,0; 0,27; 0,42], [0,27; 0,4; 0,54; 0,66], [0,58; 0,66; 1,0; 1,0] \}$
$D_3$	$f_3 : x \rightarrow z = x$	$D_3^j = \{ [0,0; 0,0; 0,04; 0,36], [0,14; 0,46; 0,54; 0,86], [0,64; 0,96; 1,0; 1,0] \}$
$D_4$	$f_4 : x \rightarrow z = 0,22x - 0,44$	$D_4^j = \{ [0,0; 0,0; 0,04; 0,14], [0,1; 0,22; 0,66; 0,79], [0,67; 0,77; 1,0; 1,0] \}$
$D_5$	$f_5 : x \rightarrow z = 0,05x$	$D_5^j = \{ [0,0; 0,0; 0,08; 0,23], [0,14; 0,29; 0,62; 0,76], [0,59; 0,74; 1,0; 1,0] \}$

Для полученных функций нормирования можно записать требования в следующем виде:

$$D = \bigcap_{i=1}^5 D_i^j \Rightarrow \begin{cases} z \in D_1^1 \\ z \in D_2^2, D \neq \emptyset \\ \dots \\ z \in D_5^5 \end{cases} \quad (3)$$

В результате применения функции нормирования для устранения влияния разных размерностей входных лингвистических переменных построены функции принадлежности входных переменных в единых координатах рис.1.

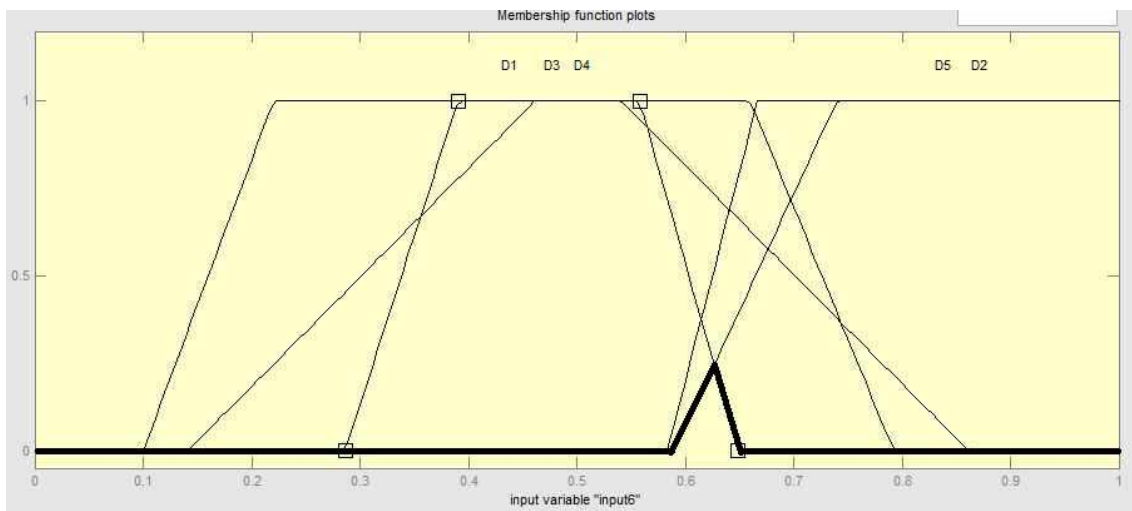


Рис. 1. Функции принадлежности входных лингвистических переменных:

- $D_1^j$  - «Возраст»;
- $D_2^j$  - «Опыт работы в должности»;
- $D_3^j$  - «Продолжительность непрерывной» работы;
- $D_4^j$  - «Конфликтность»;
- $D_5^j$  - «Уровень ответственности».

**Выводы.** Научная новизна данной работы заключается в развитии метода построения функции нормирования для устранения влияния разных размерностей входных переменных, что позволяет отображать функции принадлежности входных переменных в единых координатах. Работа метода проиллюстрирована на примере построения модели оценки операционного риска коммерческого банка.

Перспективы дальнейших исследований состоят в построении системы предупреждения операционного риска на основе алгоритмов нечеткого вывода и описания возможных ситуаций его возникновения.

### Литература

1. Витлинский В.В. Концептуальные аспекты рискологии в экономической сфере. - Труды Международной Научной Школы МА БР 2003 СПб.: Изд-во СПбГУАПб, 2003. - с. 200-206.
2. Камінський А.Б. Моделювання фінансових ризиків : Монографія. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. - 304 с.
3. Первозванский А.А., Первозванская Т.Н. Финансовый рынок: расчет и риск. - М.: Инфра-М, 1994 г. - 192 с.
4. Сазыкин Б.В. Управление операционным риском в коммерческом банке. - М.: Вершина, 2008. - 282 с.
5. Соложенцев Е. Д. И<sup>3</sup>-технологии для экономики. - СПб.: Наука, 2011. -387 с.
6. Черняк О.І., Пешко О.В. Визначення оптимального портфеля цінних паперів і методи врахування ретроспективних даних // Банківська справа.-1997.-№4. - с. 58-61.
7. Ястремський О.І. Моделювання економічного ризику. - К.: Либідь, 1992.-176 с
8. Cruz M.G. Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk. - John Wiley & Sons Ltd, 2002. - XV+330 p.
9. Бакурова А.В. Самоорганізація соціально - економічних систем: моделі і методи: монографія/ Бакурова А.В. - Запоріжжя: КПУ, 2010. - 328 с.
10. Рамазанов С.К., Бурбело О.А, Вітлінський В.В. та інші. Ризики, безпека, кризи і сталий розвиток в економіці: методології, моделі, методи управління та прийняття рішень. Монографія/ Під заг. Ред. проф. С.К Рамазанова. - Луганськ: Вид-во «Ноулідж». 2012. -946 с.
1. Vitlinsky V.V., 2003. Conceptual aspects of risks in the economic sphere. Proceedings of International Scientific School MA BR 2003 SPb, pp. 200-206.
2. Kaminsky A.B., 2006. Modeling financial risks. Publishing-polygraphic centre "Kyiv University", 304 p.
3. Pervozvansky A.A. and Pervozvanskay T.N.,1994. Financial market: the calculation and risk. Infra-Moscow, 192 p.
4. Sazykin B.V., 2008. Operational risk management in commercial Bank. Moscow – Summit, 282 p.
5. Solozhentsev E. D., 2011. I<sup>3</sup> technology for the economy. Science, 387 p.
6. Chernyak O. I. and Peshko A.V., 1997. Determination of the optimal portfolio of securities and accounting methods retrospective data. Banking, pp. 58-61.
7. Yastremsky O.I., 1992. Modeling of economic risk. Lybid, 176 p.
8. Cruz M.G., 2002. Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk. - John Wiley & Sons Ltd, - XV, 330 p.
9. Bakurova A.V., 2010. Self-organization of socio - economic systems: models and methods. Classic private University, 238 p.
10. Ramazanov S. K. and Burbelo O.A, Vitlinsky V.V. and others. 2012. Risks, security, crisis and sustainable development of economy: methodology, methods, models of management and decision-making. Noulj, 946 p.