

# ЭКОНОМИКА: ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 519.8:658.15

JELH12 C67

DOI 10.26425/1816-4277-2019-3-66-71

**Белоусова Мария Николаевна**

канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва

**e-mail:**maryzver@gmail.com

**Дашков Андрей Александрович**

канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва

**e-mail:**aa\_dashkov@guu.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КРИЗИСНОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Аннотация.** Раскрыты особенности предложенной нечеткой модели оценки кризисного состояния предприятий. В качестве среды построения системы нечеткого вывода выбрана программная среда MATLAB. В модели нечеткой оценки кризисного состояния предприятий выделены следующие входные лингвистические переменные: относительный уровень финансового состояния, вероятность банкротства, уровень информационной безопасности, уровень инновационного потенциала. Описаны термины входных переменных и результативной переменной. Сформулирована база правил для системы нечеткого вывода. Результаты моделирования оценки кризисного состояния предприятий представлены процедурой нечеткого вывода.

**Ключевые слова:** антикризисное управление, предприятие, нечеткая логика, термножества, алгоритм Мамдани.

## APPLICATION OF FUZZY MODELING IN THE EVALUATION OF CRISIS STATE OF ENTERPRISES

**Abstract.** The features of the proposed fuzzy model for assessing the crisis state of enterprises have been disclosed. The MATLAB software environment has been selected as the environment for building a fuzzy output system. In the model of a fuzzy assessment of the crisis state of enterprises, the following input linguistic variables have been highlighted: the relative level of financial status, the probability of bankruptcy, the level of information security, the level of innovation potential. The terms of the input variables and the result variable have been described. The rule base for fuzzy inference system has been formulated. The results of modeling the assessment of the crisis state of enterprises have been represented by a fuzzy inference procedure.

**Keywords:** crisis management, enterprise, fuzzy logic, term sets, Mamdani algorithm.

В рыночных условиях хозяйствования важную роль играет антикризисная система управления, которая позволяет на начальном этапе оценить реальное состояние социально-экономической системы, сформировать аналитическую базу и определить глубину кризисной ситуации. В менеджменте диагностика является важным элементом функции контроля, который позволяет оценить степень отклонения и разработать соответствующие меры. Таким образом, процесс диагностики обеспечивает процесс управления необходимой информацией, которая позволяет принимать антикризисные решения.

В современных условиях ни одна отрасль экономики и ни одно предприятие не может эффективно функционировать без информационных технологий. Важным фактором кризиса предприятий является неразвитая система инновационных коммуникаций: отсутствие оптимального информационного обеспечения антикризисного управления и низкий уровень трансфера технологий. Исследования

© Белоусова М.Н., Дашков А.А., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



показывают, что на информационные технологии опираются все процедуры антикризисного управления. Таким образом, вопрос взаимодействия антикризисного управления и информационных технологий является актуальным.

Следует отметить, что в настоящее время возрастает влияние уровня развития информационной структуры на экономический потенциал предприятий, вследствие чего растет уязвимость от информационных воздействий. Поэтому руководству современного предприятия крайне важно в системе антикризисного управления обеспечить защиту информационных потоков, что является необходимым условием выживания и повышения уровня эффективности хозяйственной деятельности.

Исследованиями Л. П. Березюк, Э. Н. Камышева доказано, что глобальная распространенность распределенной вычислительной среды, облачные технологии, усиливают возможности электронного проникновения в рабочие компьютеры и серверы предприятий, предоставляет дополнительные возможности возникновения системного экономического кризиса [1; 4]. Хозяйственная деятельность современных предприятий невозможна без эффективной системы управления производством, предусматривает комплексную автоматизацию процессов сбора, передачи, хранения экономической информации и принятия управленческих решений. В связи с этим приобретает актуальность проблема обеспечения информационной безопасности в контексте антикризисного управления предприятиями.

Система антикризисного управления предприятиями должна обеспечивать эффективное решение таких задач, как ранняя диагностика кризисных явлений в деятельности предприятий, срочное реагирование на вызовы и угрозы среды, изучение и реализация возможностей выхода предприятия из кризисного состояния.

Как показали исследования А. М. Букреева, В. В. Жарикова, В. Н. Гончарова, недостаточность управленческой и экономической информации имеет существенное влияние на возникновение кризиса [2; 3]. Причиной возникновения информационного кризиса можно считать, как недостаточное информационное обеспечение управленческого персонала, так и неэффективные средства защиты информации, в результате чего закрытая (секретная) информация становится доступна нежелательным лицам или широкой общественности. Предприятие может потерять свой имидж надежного партнера, а базами данных – успешно воспользоваться конкуренты. Учитывая недостаточное информационное обеспечение хозяйственной деятельности современных предприятий, возникает необходимость разработки эффективных антикризисных мер и способов управления.

Формирование эффективной системы антикризисного управления предприятиями должно основываться на использовании соответствующего экономико-математического аппарата.

Основной методологический принцип моделирования антикризисного управления – системный подход. Следует отметить также принцип структурно-функционального соответствия модели и объекта реально существующему объекту, в зависимости от того, какие именно свойства или функции, интересующие исследователя (предмет или феномен), можно поставить в соответствие значительному количеству моделей.

Использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения позволяет совершенствовать антикризисное управление [6; 7].

Особенности моделирования систем антикризисного управления предприятия обусловлены свойствами объекта исследования:

- эмерджентность (результат возникновения между элементами системы синергетических связей);
- динамичность и непредсказуемость внешней среды;
- неопределенность и нелинейность (турбулентность рыночных явлений);
- невозможность полного изолирования объектов исследования.

Уровень информационной безопасности предприятий не имеет количественного выражения, поэтому избран способ моделирования по методикам нечеткого вывода. По критерию трудоемкости выбран алгоритм И. Мамдани [5; 8].

Нечеткая модель оценки кризисного состояния предприятий основывается на учете влияния четырех факторов: уровня финансового состояния, вероятности банкротства, уровня информационной безопасности и индекса инновационного развития.

Специфика данной модели заключается в высоком объеме информационных потоков и инновационной составляющей, склонности к кризисным явлениям финансового состояния и вероятному банкротству.

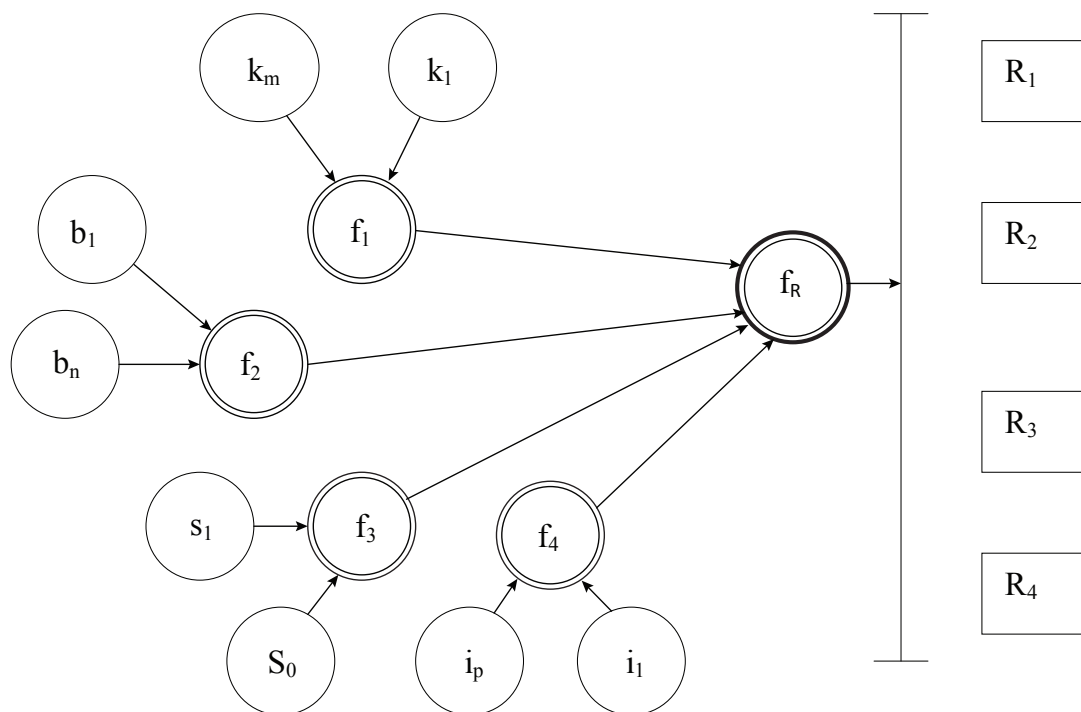
Проведенные нами исследования позволили выделить два фактора внешнего воздействия: индекс инновационного развития и уровень информационной безопасности, а также два фактора внутреннего: финансовое состояние (ликвидность и платежеспособность) и вероятность банкротства.

Общая нечеткая модель оценки кризисного состояния предприятия, определяющая уровень кризисного состояния  $Ls$ , будет иметь вид:

$$\begin{cases} I_{fs} = f_1(k_1, \dots, k_m) \\ I_{pb} = f_2(b_1, \dots, b_n) \\ I_{is} = f_3(s_1, \dots, s_o) \\ I_{in} = f_4(i_1, \dots, i_p) \end{cases} \quad (1)$$

где,  $I_{fs}$  – относительный уровень финансового состояния (относительный интегральный показатель изменения показателей ликвидности и финансовой зависимости),  $I_{pb}$  – вероятность банкротства,  $I_{is}$  – уровень информационной безопасности (относительное изменение),  $I_{in}$  – уровень инновационного потенциала (относительное изменение),  $f_1, f_2, f_3, f_4$  – функции расчета показателей, соответственно, изменений уровня финансового состояния, вероятности банкротства, информационной безопасности и инновационного потенциала предприятий;  $k_1, \dots, k_m$  – набор базовых показателей финансового состояния предприятий;  $b_1, \dots, b_n$  – набор базовых показателей вероятности банкротства предприятий;  $s_1, \dots, s_o$  – набор базовых показателей информационной безопасности предприятий;  $i_1, \dots, i_p$  – набор базовых показателей инновационного потенциала предприятий.

На рисунке 1 представлена структура нечеткой модели оценки кризисного состояния предприятий, зависимость между входными показателями модели и исходным показателем. В нашем случае исходным показателем ( $f_R$ ) является уровень кризисного состояния предприятий, принимающий следующие значения:  $R_1$  – критическое состояние,  $R_2$  – кризисное состояние,  $R_3$  – среднее состояние,  $R_4$  – приемлемое состояние. Для расчета входных количественных финансовых показателей, достоверности банкротства и инновационного потенциала использованы официальные статистические данные. Качественный показатель, характеризующий уровень информационной безопасности рассчитан на основе экспертных оценок.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 1. Структура нечеткой модели оценки кризисного состояния предприятий

Опишем выделенные функции принадлежности термов для всех переменных.

Лингвистическая переменная «Относительный уровень финансового состояния» включает следующие термы: «критический», «кризисный», «средний», «приемлемый». Числовое значение переменной принадлежит интервалу  $[-1; 1]$ . Для каждого значения термина лингвистической переменной построена функция принадлежности в среде MATLAB средствами Fuzzy Logic Toolbox. Для лучшей наглядной графической интерпретации выбраны треугольные нечеткие числа.

Термы-множества лингвистической переменной «Относительный уровень финансового состояния» включают в себя следующие уровни: критический (от -1 до 0), кризисный (от 0 до 0,5), достаточный (от 0,5 до 0,9), приемлемый (от 0,9 до 1).

Лингвистическая переменная «Вероятность банкротства» разделена на следующие термы: очень высокая, высокая, предельная, маловероятная. Значения переменной находятся в интервале  $[-1; 1]$ .

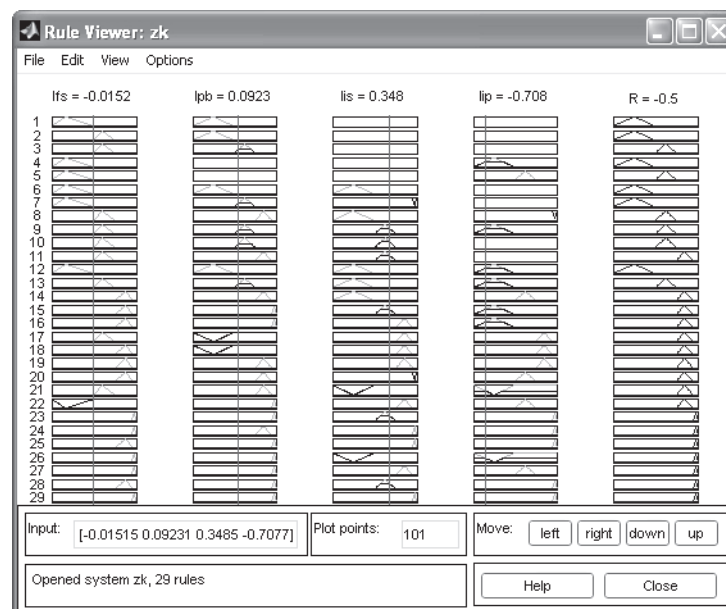
Термы-множества лингвистической переменной «Уровень информационной безопасности» включают в себя следующие уровни: низкий (от -1 до 0), базовый (от 0 до 0,5), достаточный (от 0,5 до 0,9), очень высокий (от 0,9 до 1).

Лингвистическая переменная «Уровень инновационного потенциала» включает в себя следующие термы: очень высокий, высокий, достаточный, низкий. Значения переменной находятся в интервале  $[-1; 1]$ .

Выходная лингвистическая переменная «Уровень кризисного состояния предприятий» была разбита на следующие термы: критический, кризисный, средний, приемлемый. Числовое значение переменной принадлежит интервалу  $[-1; 1]$ .

На следующем этапе были заданы правила для системы нечеткого вывода. При формировании системы правил для модели оценки кризисного состояния предприятий были использованы данные экспертных оценок. Например, следующее лингвистическое высказывание в терминах нечеткой логики будет свидетельствовать о кризисном состоянии предприятия: «Если значение  $I_{fs}$  является кризисным И значение  $I_{pb}$  высокая И значение  $I_{is}$  не является достаточным И значение  $I_{ip}$  низкое, тогда состояние предприятия кризисное».

На рисунке 2 представлена схема анализа построенной системы нечеткого вывода для оценки состояния предприятий.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 2. Правила после выполнения процедуры нечеткого вывода

Если ввести следующие значения входных переменных:  $I_{fs} = -0,0152$ ,  $I_{pb} = 0,0923$ ,  $I_{is} = 0,348$ ,  $I_{ip} = -0,708$ , то значение результирующей переменной равно 0,5, что свидетельствует о критическом состоянии предприятия.

Научно обоснованная блок-схема системы разработки и реализации антикризисных действий на базе нечеткой логики с использованием программно-целевого подхода отражена на рисунке 3.



*Составлено авторами по материалам исследования*

Рис. 3. Методика разработки и реализации антикризисных действий на базе нечеткой логики с использованием программно-целевого подхода

В результате исследования на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани разработана модель оценки кризисного состояния предприятиями. В дальнейшем полученные результаты могут быть использованы как для определения текущего, так и прогнозного состояния предприятий. Это позволит предупредить кризисные ситуации на предприятиях и разработать эффективные мероприятия.

#### *Библиографический список*

1. Березюк, Л. П. Организационное обеспечение информационной безопасности: учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. – 188 с.
2. Букреев, А. М. и др. Антикризисное управление на предприятии в условиях обострения глобальной конкуренции: монография / А. М. Букреев, В. Н. Гончаров, Т. Н. Рыбина и др. – Минск: Мисанта, 2012. – 434 с.
3. Жариков, В. В. И др. Антикризисное управление предприятием: учеб. пособие / В. В. Жариков, И. А. Жариков, А. И. Евсейчев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 128 с.
4. Камышев, Э. Н. Информационная безопасность и защита информации: учеб. пособие. – Томск: ТПУ, 2009. – 95 с.
5. Леоненков, А. Нечеткое моделирование в среде Matlab и Fuzzy Tech. – СПб: «БХВ-Петербург», 2005. – 725 с.
6. Патласов, О. Ю. Антикризисное управление. Финансовое моделирование и диагностика банкротства коммерческой организации: учебное пособие / О. Ю. Патласов, О. В. Сергиенко. – Омск: Изд-во НОУ ВПО «ОГИ», 2008. – 544 с.
7. Перфильев, А. Б. Совершенствование механизма антикризисного управления на основе применения экономико-математической модели комплексной оценки финансового состояния организаций [Электронный ресурс] // Финансовая

аналитика: проблемы и решения. – 2012. – № 22. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizma-antikrizisnogo-upravleniya-na-osnove-primeneniya-ekonomiko-matematicheskoy-modeli-kompleksnoy-otsenki> (дата обращения: 16.01.2019).

8. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

#### References

1. Berezyuk L. P. Organizatsionnoe obespechenie informatsionnoi bezopasnosti: ucheb. posobie [*Organizational information security: textbook*], Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2008, 188 p.
2. Bukreev A. M., Goncharov V. N., Rybina T. N. [et al.]. Antikrizisnoe upravlenie na predpriyatii v usloviyakh obostreniya global'noi konkurentсии: monografiya [*Crisis management in the enterprise in the face of increasing global competition*], Minsk: Misanta, 2012, 434 p.
3. Zharikov V. V., Zharikov I. A., Evseichev A. I. Antikrizisnoe upravlenie predpriyatiem: uchebnoe posobie [*Crisis Management Company: textbook*], Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2009, 128 p.
4. Kamyshev E. N. Informatsionnaya bezopasnost' i zashchita informatsii: ucheb. posobie [*Information Security and Information Protection: text book*], Tomsk: TPU, 2009, 95 p.
5. Leonenkov A. Nechetkoe modelirovanie v srede Matlab i Fuzzy Tech [*Fuzzy simulation in Matlab and Fuzzy Tech*], SPb: «BHV-Peterburg», 2005, 725 p.
6. Patlasov O. Yu., Sergienko O. V. Antikrizisnoe upravlenie. Finansovoe modelirovanie i diagnostika bankrotstva kommercheskoi organizatsii: uchebnoe posobie [*Crisis management. Financial modeling and diagnostics of bankruptcy of a commercial organization*], Omsk: Izd-vo NOU VPO «OGI», 2008, 544 p.
7. Perfil'ev A. B. Sovershenstvovanie mekhanizma antikrizisnogo upravleniya na osnove primeneniya ekonomiko-matematicheskoi modeli kompleksnoi otsenki finansovogo sostoyaniya organizatsii [*Improving the mechanism of crisis management based on the application of the economic and mathematical model of a comprehensive assessment of the financial condition of organizations*], Finansovaya analitika: problemy i resheniya [*Financial analytics: problems and solutions*], 2012, I. 22. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizma-antikrizisnogo-upravleniya-na-osnove-primeneniya-ekonomiko-matematicheskoy-modeli-kompleksnoy-otsenki> (accessed 16.01.2019).
8. Yarushkina N. G. Osnovy teorii nechetkikh i gibridnykh sistem: ucheb. posobie [*Fundamentals of the theory of fuzzy and hybrid systems*], M.: Finansy i statistika, 2004, 320 p.