

Vaskiv, O. M. "Ekonomiko-matematychna model vyznachennia stratehii hospodarskoi diialnosti pidpriemstv lehkoi promyslovosti v umovakh nevyznachenoho rynku" [Economic-mathematical model of the strategy business light industry in an uncertain market]. *Naukovyi visnyk Bukovynskoi derzhavnoi finansovoi akademii*, no. 2(19) (2010): 421-428.

Vaskiv, O. M. "Modeliuvannia vyrobnycho-hospodarskoi diialnosti pidpriemstva" [Simulation of production and business enterprises]. *Systemy obrobky informatsii*, vol. 1, no. 4(102) (2012): 12-15.

Vaskiv, O. M. "Modeliuvannia obsiahu vypusku produktsii ta informatsiina tekhnolohiia rozrakhunkiv parametriv vyrobnychoho protsesu" [Simulation of production and information technology calculations of parameters of the production process]. *Informatsiini tekhnolohii ta zakhyst informatsii*.

Kharkiv: Kharkivskiy universytet Povitrianykh Syl imeni Ivana Kozheduba, 2012. 183-.

Yurynets, V. IE., and Pluhator, I. Ya. "Rozpodil kapitalovklad-en ta asortymentu vyrobiv na pidpriemstvi dlia maksymizatsii zahalnoho vypusku produktsii" [Distribution and range of investment products in the enterprise to maximize total output]. *Visnyk Lvivskoho universytetu*, no. 39(2) (2008): 30-36.

Yurynets, Z. V., and Ivanishyn, M. V. "Model vyboru stratehii diialnosti malykh pidpriemstv v umovakh nevyznachenosti rynku" [Model selection strategies of small businesses under uncertainty market]. *Visnyk Lvivskoi derzhavnoi finansovoi*, no. 8 (2005): 354-364.

Zaiets, V. M. "Rol informatsiinykh tekhnolohii u formuvanni stratehichnoho myslennia menedzhera" [The role of information technology in shaping strategic thinking manager]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 6(96) (2009): 280-288.

УДК 338.124.4:(519.237.8+ 004.896)

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ В ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

КОВАЛЕНКО Е. С.

УДК 338.124.4:(519.237.8+ 004.896)

### Коваленко Е. С. Идентификация кризисных ситуаций в финансово-хозяйственной деятельности коксохимических предприятий

В статье обоснована необходимость ранней идентификации кризисных ситуаций на предприятиях коксохимической промышленности. Разработана схема взаимосвязи основных составляющих идентификации кризисных ситуаций, которая состоит из трех основных блоков: формирование системы показателей идентификации, классификация финансово-хозяйственных ситуаций предприятия и автоматическое распознавание класса ситуаций. В качестве инструментария реализации вышеперечисленных блоков использовались методы нечеткой логики, а именно: для классификации финансово-хозяйственных ситуаций – метод нечеткой кластеризации *c*-средних, для распознавания – нечеткие нейронные сети. Также в статье был предложен интегральный показатель, построенный на основе матрицы степеней принадлежности ситуаций кластерам, полученной с помощью метода нечетких *c*-средних. Показатель был использован в моделях распознавания кризисных ситуаций. Кроме того, был предложен двухэтапный алгоритм распознавания кризисных ситуаций, который включает в себя предварительный синтез нечетких правил на основе метода *c*-средних с дальнейшим обучением полученной нечеткой модели типа Сугено генетическим алгоритмом.

**Ключевые слова:** кризисная ситуация, идентификация, коксохимия, нечеткие *c*-средние, нечеткие нейронные сети, Сугено, генетический алгоритм, *genfis3*.

**Рис.:** 6. **Табл.:** 3. **Формул.:** 7. **Библ.:** 18.

Коваленко Екатерина Сергеевна – преподаватель, кафедра экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

**E-mail:** [katuwa-kovalenko@list.ru](mailto:katuwa-kovalenko@list.ru)

УДК 338.124.4:(519.237.8+ 004.896)

### Коваленко К. С. Идентифікація кризових ситуацій у фінансово-господарській діяльності коксохімічних підприємств

У статті обґрунтовано необхідність ранньої ідентифікації кризових ситуацій на підприємствах коксохімічної промисловості. Розроблено схему взаємозв'язку основних складових ідентифікації кризових ситуацій, що складається з трьох основних блоків: формування системи показників ідентифікації, класифікація фінансово-господарських ситуацій підприємства та автоматичне розпізнавання класу ситуацій. Як інструментарій реалізації перерахованих вище блоків використовувалися методи нечіткої логіки, а саме: для класифікації фінансово-господарських ситуацій – метод нечіткої кластеризації *c*-середніх, для розпізнавання – нечіткі нейронні мережі. Також у статті був запропонований інтегральний показник, побудований на основі матриці ступенів приналежності ситуацій кластерам, отриманої за допомогою методу нечітких *c*-середніх. Показник був використаний у моделях розпізнавання кризових ситуацій. Крім того, був запропонований двоетапний алгоритм розпізнавання кризових ситуацій, що містить у собі попередній синтез нечітких правил на основі методу *c*-середніх з подальшим навчанням отриманої нечіткої моделі типу Сугено генетичним алгоритмом.

**Ключові слова:** кризова ситуація, ідентифікація, коксохімія, нечіткі *c*-середні, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм, *genfis3*.

**Рис.:** 6. **Табл.:** 3. **Формул.:** 7. **Бібл.:** 18.

Коваленко Катерина Сергіївна – викладач, кафедра економічної кибернетики, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [katuwa-kovalenko@list.ru](mailto:katuwa-kovalenko@list.ru)

UDC 338.124.4:(519.237.8+ 004.896)

### Kovalenko Y. S. Identification of Crisis Situations in Financial and Economic Activity of By-Product Coke Plants

The article justifies a necessity of early identification of crisis situations at by-product coke plants. It develops a scheme of interconnection of main components of identification of crisis situations, which consists of three main blocks: formation of the system of identification indicators, classification of financial and economic situations of a company and automatic recognition of the situation class. The following methods of the fuzzy logic were used as instruments of realisation of the above listed blocks: the method of fuzzy clusterisation of *c*-averages for classification of financial and economic situations and fuzzy neural networks for recognition. The article also offers an integral indicator built upon the matrix of degrees of belonging of situations to clusters, obtained with the help of the method of fuzzy *c*-averages. The indicator was used in the models of recognition of crisis situations. Moreover, the article offers a two-stage algorithm of recognition of crisis situations, which includes a preliminary synthesis of fuzzy rules on the basis of the method of *c*-averages with further education of the obtained fuzzy model of the Sugeno type by the genetic algorithm.

**Key words:** crisis situation, identification, chemical recovery, fuzzy *c*-average, fuzzy neural network, Sugeno, genetic algorithm, *genfis3*.

**Fig.:** 6. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 7. **Bibl.:** 18.

Kovalenko Yekaterina S. – Lecturer, Department of Economic Cybernetics, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)  
**E-mail:** [katuwa-kovalenko@list.ru](mailto:katuwa-kovalenko@list.ru)

**П**ереход Украины к рыночной экономике повлек за собой изменение условий хозяйствования украинских промышленных предприятий и как результат – возникновение новых факторов, провоцирующих кризисные ситуации в их финансово-хозяйственной деятельности: неопределенность будущего развития экономики, высокая конкуренция, макроэкономические деловые циклы, разрыв экономических связей с предприятиями постсоветского пространства и другие [12, с. 14]. В то же время на многих предприятиях сегодня отсутствуют эффективные механизмы стабилизации их функционирования. В связи с вышесказанным особую актуальность приобретают проблемы, связанные с превентивным управлением кризисными ситуациями в финансово-хозяйственной деятельности предприятий. Одной из важнейших предпосылок разработки эффективных превентивных мероприятий является своевременная и четкая идентификация кризисных ситуаций в финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Проблемам идентификации кризисных ситуаций на предприятии уделялось достаточно внимания как украинскими, так и зарубежными учеными. Среди существующих публикаций по этой проблеме выделяются работы таких исследователей: Фомина Я. А. [14], Клебановой Т. С. [10], Руденского Р. А. [9], Лигоненко Л. О. [8], Бланка И. А. [3], в которых подробно описан теоретический и методологический базис идентификации кризиса на предприятии, однако вопросам превентивной идентификации кризисных ситуаций на предприятии уделялось недостаточно внимания.

Целью статьи является разработка моделей идентификации кризисных ситуаций в финансово-хозяйственной деятельности промышленных предприятий, направленных на их раннее обнаружение и предупреждение.

В статье термин «идентификация» рассматривается с точки зрения теории систем. В работе [1] дается определение идентификации как «отыскания такого отображения  $F: X \rightarrow Y$ , которое определяет оптимальную в некотором смысле оценку состояния  $Y$  по реализации входных и выходных сигналов  $X$  объекта управления» [1, с. 221].

В результате реализации моделей идентификации кризисных ситуаций на предприятии, каждой финансово-хозяйственной ситуации  $S_i$  отображение  $F$  автоматически ставит в соответствие вполне конкретное решение о его истинном состоянии, а именно: классе кризисности  $K_i$ .

Можно увидеть, что идентификация кризисных ситуаций, в данном случае, представляет собой задачу принятия решений среди  $i$ -го числа альтернатив и может быть решена в рамках теории распознавания образов.

Обычно задача распознавания образов решается в два этапа:

- ✦ подготовительный этап, а именно: обучение распознающей системы и создание обобщенных классов для снятия неопределенности и формирования эталонных значений каждого класса;

- ✦ идентификация, то есть отнесение объектов к тому или иному заранее сформированному классу [14, с. 6].

Из вышесказанного следует, что задачами идентификации кризисных ситуаций являются:

- 1) описание множества финансово-хозяйственных ситуаций предприятия  $\{S_i\}$  ( $i = \overline{1, T}$ );
- 2) разбиение всего множества ситуаций предприятия  $\{S_i\}$  на конечное число кластеров  $K_1, K_2, \dots, K_l$  ( $l < n$ ) – однородных непересекающихся подмножеств ситуаций, объединенных некоторыми общими свойствами;
- 3) формирование правил автоматического отнесения новых ситуаций к одному из классов заранее сформированной обучающей выборки, которая содержит информацию о классах кризисности  $K_p$ , содержащейся в обучающих наблюдениях и отражаемой в эталонных описаниях  $K_i$  по реализации входных и выходных характеристик предприятия как объекта управления.

Цель и задачи идентификации кризисных ситуаций определили структуру и модельный базис основных ее составляющих, которые приведены на рис. 1.

Представленная выше схема идентификации кризисных ситуаций была реализована на исходных данных Ясиновского коксохимического завода (КХЗ) за период с 2002 по 2011 гг. в поквартальном разрезе.

**Ц**елевой направленностью **первого блока моделей** является описание множества финансово-хозяйственных ситуаций предприятия в разрезе основных сфер его хозяйствования: финансы, производство и кадры. Отбор исходной системы показателей осуществлялся на основании монографического анализа и алгоритма, описанного в работе [6], в результате чего было выбрано 57 показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Так как исходное признаковое пространство было слишком велико, то следующим этапом блока стала редукция множества показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия на основе построения комплекса таксономических показателей уровня развития. Выбор данного метода редукции был обусловлен тем, что в результате его реализации не происходит потери информации об объекте управления, так как таксономический показатель учитывает в себе влияние всех показателей, на основании которых он строится. Таким образом, было построено шесть интегральных показателей, характеризующих следующие аспекты деятельности предприятия: финансовую устойчивость ( $I_{FU}$ ), ликвидность ( $I_{LIK}$ ), рентабельность ( $I_R$ ), деловую активность ( $I_{DA}$ ), состояние основных фондов предприятия ( $I_{OF}$ ), состояние трудовых ресурсов ( $I_{TRUD}$ ).

Содержанием **второго блока моделей** является разбиение всего множества ситуаций предприятия на однородные классы кризисности. Выбор инструментария для решения поставленной задачи основывался на двух утверждениях:

- ✦ с одной стороны, многомерность информационного пространства признаков, описывающих финансово-хозяйственную деятельность предприятий, требует применения методов много-

мерного статистического анализа для их классификации;

- с другой – границы между классами кризисности финансово-хозяйственной деятельности предприятия зачастую являются размытыми. Эта размытость обусловлена тем, что изменение финансовой ситуации на предприятии происходит скорее постепенно, а не скачкообразно, поэтому задачу выделения классов финансово-хозяйственных ситуаций предприятия можно отнести к классу нечетких.

$$J_m = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n \mu_{ij}^m \|X_j - V_i\|^2, \quad (1)$$

где  $c$  – количество кластеров ( $c = \overline{(2, n)}$ );  
 $n$  – количество объектов, подлежащих кластеризации;  
 $\mu_{ij}$  – степень принадлежности объекта  $X_j$  кластеру  $K_i$ ;  
 $m$  – коэффициент нечеткости ( $m \in (1, \infty)$ );  
 $V_i$  – центры нечетких кластеров, которые рассчитываются по формуле [5, с. 336]:



Рис. 1. Схема взаимосвязи основных составляющих идентификации кризисных ситуаций на предприятии

В связи с вышесказанным, для дальнейшей кластеризации финансово-хозяйственных ситуаций предприятия был выбран модифицированный метод нечетких  $c$ -средних [16], который является обобщением и нечетким эквивалентом метода  $k$ -средних.

Суть метода состоит в том, что все кластеры являются нечеткими множествами. Вместо однозначного ответа на вопрос, к какому кластеру относится объект, метод  $c$ -средних определяет вероятность принадлежности объекта к тому или иному кластеру. Его преимущество состоит в том, что помимо матрицы центров кластеров, он возвращает матрицу степеней принадлежности объектов каждому кластеру [2, с. 160]. Кроме этого, полученные в результате реализации метода центры кластеров могут быть использованы в гибридном алгоритме обучения нечеткой нейронной сети в качестве начальных значений, что значительно ускоряет процесс обучения и гарантирует сходимость к глобальному минимуму [5, с. 199].

При этом оценка качества разбиения осуществляется с помощью минимизации следующего критерия разброса:

$$V_i = \frac{\sum_{j=1}^n (\mu_{ij})^m X_j}{\sum_{j=1}^n (\mu_{ij})^m}, \quad i = \overline{(1, c)}.$$

Также как и в методе  $k$ -средних, недостатком метода является необходимость начального задания количества кластеров. Проблема выбора оптимального варианта разбиения данных методом нечетких  $c$ -средних рассматривалась во многих работах [4, 5, 16, 18], анализ которых позволил выделить следующие наиболее часто используемые статистические критерии оценки качества нечеткой кластеризации:

1) Суммарная внутригрупповая дисперсия [11, с. 498]:

$$SV = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij},$$

где  $n$  – количество классов,  $m$  – количество показателей. Оптимальным считается разбиение, когда достигается минимум  $SV$ .

2) Индекс четкости:

$$CI = \frac{K \cdot PC - 1}{K - 1}, \quad CI \in [0; 1],$$

где  $K$  – число кластеров;  $PC$  – коэффициент разбиения,

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K w_{ij}^2}{n},$$

где  $w_{ij} \in [0;1]$  – степень принадлежности  $i$ -го объекта  $j$ -му кластеру;  $n$  – число объектов кластеризации [5, с. 197].

Максимально четкому разбиению соответствует значение критерия, равное единице [2].

3) Модифицированная энтропия разбиения [2, с. 170]:

$$H_2 = \frac{H}{\ln K} = \frac{\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot \ln(w_{ij})}{n \cdot \ln K}, \quad H_2 \in [0;1].$$

Показатель достигает минимума при наибольшей упорядоченности в системе, когда каждый объект принадлежит только одному кластеру с вероятностью 1, тогда его значение будет равно нулю. Наихудшему по информативности случаю соответствует значение энтропии, когда все значения функций принадлежности одинаковы. Тогда энтропия принимает значение 1.

Таким образом, совокупность исходных данных предприятия была последовательно разбита на 2, 3, 4 и 5 кластеров. Выбор оптимального разбиения осуществлялся на основе описанных выше статистических критериев. Для исследуемого предприятия значения критериев оптимального разбиения для каждого варианта кластеризации представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что все три критерия достигают своего оптимального значения при количестве кластеров, равном пяти, следовательно, в дальнейших расчетах будет использоваться именно эта классификация.

Таблица 1

Показатели качества группировки финансово-хозяйственных ситуаций Ясиновского КХЗ

Количество кластеров	Sum.var	CI	$H_2$
2	0,271418	0,385279	0,68088
3	0,394858	0,434081	0,61497
4	0,213801	0,543685	0,49508
5	<b>0,186932</b>	<b>0,5817</b>	<b>0,44867</b>

Далее в соответствии с алгоритмом нечетких  $s$ -средних, описанным в [2, 5, 7], ситуации были разбиты на пять классов кризисности. Результаты кластеризации в трехмерном пространстве представлены на рис. 2.

Интерпретация полученных кластеров происходила на основе матрицы нечетких центров кластеров  $V_i$  (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения нечетких центров финансово-хозяйственных ситуаций Ясиновского КХЗ

№ кластера	$I_{LIK}$	$I_{FU}$	$I_R$	$I_{DA}$	$I_{OF}$	$I_{TRUD}$
1 кластер	0,42	0,48	0,84	0,59	0,34	0,53
2 кластер	0,70	0,42	0,43	0,33	0,31	0,09
3 кластер	0,71	0,21	0,36	0,39	0,30	0,56
4 кластер	0,21	0,12	0,48	0,34	0,13	0,36
5 кластер	0,34	0,29	0,19	0,12	0,12	0,22

Анализ средних значений таксономических показателей позволил интерпретировать полученные классы финансово-хозяйственных ситуаций предприятия следующим образом:

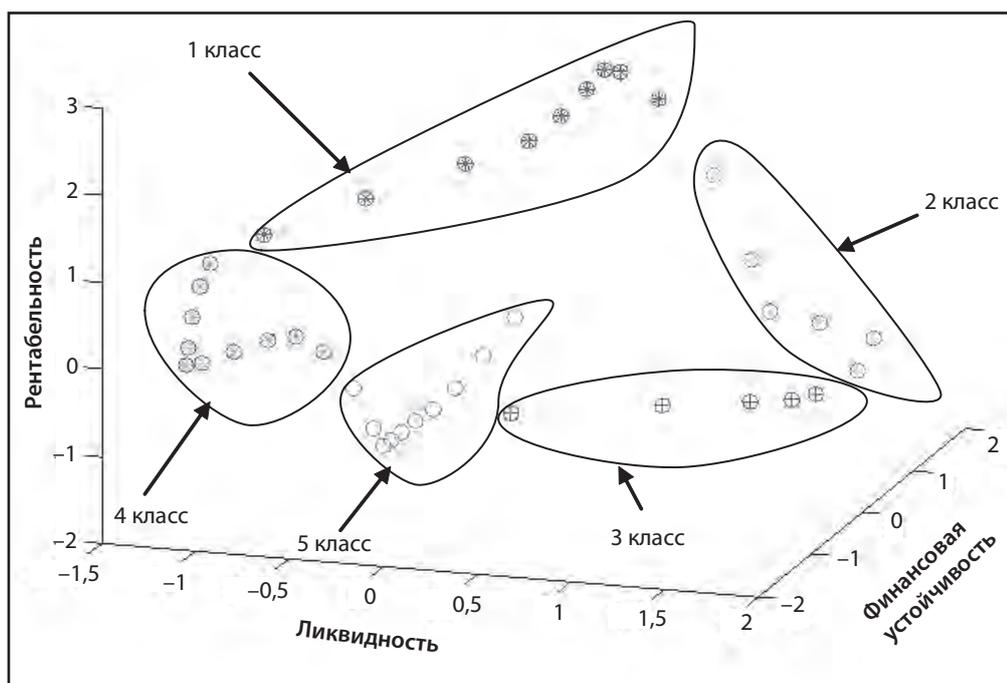


Рис. 2. Кластеризация финансово-хозяйственных ситуаций Ясиновского КХЗ методом  $s$ -средних

*1 кластер (2 кв. 2007 – 1 кв. 2009)* – данный тип ситуаций характеризуется самыми высокими за исследуемый период интегральными показателями рентабельности, деловой активности, финансовой устойчивости, эффективности использования основных фондов, однако показатель ликвидности является средним. Анализ показателей ликвидности за соответствующий период показал, что это связано с тяжелой структурой активов и неоптимальной структурой оборотных активов предприятия. Таким образом, можно сделать вывод, что в целом это класс благополучных ситуаций, однако есть вероятность кризиса ликвидности.

*2 кластер (2 кв. 2009 – 3 кв. 2010)* – характеризуется самым высоким средним значением показателя ликвидности, а также довольно высоким показателем финансовой устойчивости, средними относительно других кластеров значениями интегрального показателя рентабельности, деловой активности и эффективности использования основных фондов, однако показатель эффективности трудовых ресурсов является самым низким, что связано с отрицательным темпом прироста персонала и фонда оплаты труда. Анализ показателей финансово-хозяйственной деятельности за указанный период показал, что на предприятии наблюдается высокий износ основных средств. Все это в совокупности говорит о нарастании кризисных тенденций в производственной сфере предприятия и ситуации латентного кризиса.

*3 кластер (4 кв. 2010 – 4 кв. 2011)* – ситуация характеризуется средними, по сравнению с другими кластерами, показателями ликвидности, деловой активности, низкой рентабельностью и очень низкой финансовой устойчивостью, при этом показатели эффективности использования трудовых ресурсов и основных фондов являются достаточно высокими. Анализ финансово-хозяйственных показателей за указанный период показал, что на предприятии очень большой заемный капитал, рентабельность является низкой, но положительной, кроме того, износ основных фондов является самым низким по сравнению с другими кластерами и наблюдается положительный прирост персонала. Можно сделать вывод, что предприятие, начиная с 4 квартала 2010 г., инвестировало в обновление и улучшение имущественного состояния, причем финансирование осуществлялось за счет заемных средств. Описанная ситуация является кризисной.

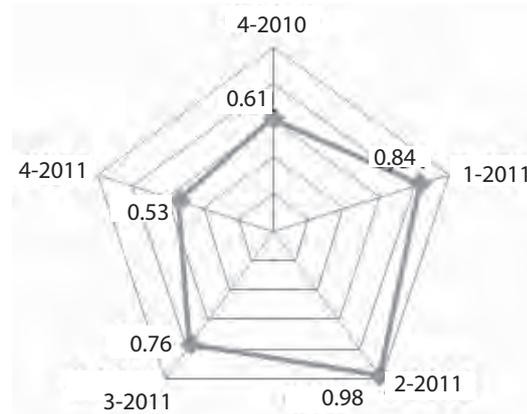
*4 кластер (3 кв. 2004 – 1 кв. 2007)* – характеризуется крайне низкими значениями интегральными показателями ликвидности, финансовой устойчивости и эффективности использования основных фондов, при этом показатели рентабельности и деловой активности являются достаточно высокими. Можно сделать вывод, что предприятие находится в ситуации острого кризиса.

*5 кластер (1 кв. 2002 – 2 кв. 2004)* – ситуация характеризуется крайне низкими показателями ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности, эффективности использования основных фондов и трудовых ресурсов. Анализ показателей финансово-хозяйственной деятельности показал, что деятельность предприятия является убыточной, у него полностью отсутствуют собственные оборотные средства, произ-

водительность труда является низкой, а износ основных средств – крайне высоким. Все это свидетельствует о ситуации глубокого кризиса на предприятии.

В табл. 3 приведена динамическая кластеризация финансово-хозяйственных ситуаций Ясиновского КХЗ и вероятности принадлежности ситуаций каждому кластеру. Окончательное определение принадлежности точки к тому или иному кластеру происходило по критерию максимума принадлежности данному кластеру.

Как видно из табл. 3, степень принадлежности объекта кластеру уменьшается по мере того, как предприятие переходит из одного кластера в другой. Так, в 3-м квартале 2010 г. предприятие находилось во втором классе ситуаций, однако степень его принадлежности классу была очень низкая и составляла всего 41%. В то же время вероятность принадлежности ситуации третьему кластеру выросла и стала равной 35%, и уже в следующем квартале предприятие перешло в третий класс. К концу 2011 г. Ясиновский КХЗ находился в третьем классе ситуаций, однако, как видно на рис. 3, степень принадлежности предприятия третьему кластеру постоянно уменьшалась, в то же время выросла вероятность перехода предприятия в четвертый кластер, хотя она и составляет всего 16%. Таким образом можно увидеть, что состояние предприятия ухудшается.



**Рис. 3. Степень принадлежности Ясиновского КХЗ третьему кластеру**

**Третий блок моделей** направлен на построение моделей автоматического распознавания класса кризисных ситуаций в финансово-хозяйственной деятельности предприятия, основанных на нечетких нейронных сетях. В качестве обучающей выборки выступают классы ситуаций предприятия, сформированные на предыдущем шаге.

Входными переменными являются шесть таксономических показателей, характеризующих, указанные в блоке 1, аспекты финансово-хозяйственной деятельности предприятия. В качестве выходящей переменной, характеризующей класс кризисности предприятия, предлагается использовать интегральный показатель класса кризисности предприятия, построенный на основе матрицы степеней принадлежности объектов кластерам, полученной с помощью метода нечетких *s*-средних следующим образом:

Вероятности принадлежности ситуаций Ясиновского КХЗ каждому кластеру

№	Период	Вероятность принадлежности к классу					Класс	№	Период	Вероятность принадлежности к классу					Класс
		1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	
1	1-2002	0,05	0,14	0,08	0,16	<b>0,57</b>	5	21	1-2007	0,32	0,10	0,12	<b>0,36</b>	0,10	4
2	2-2002	0,03	0,07	0,05	0,09	<b>0,76</b>	5	22	2-2007	<b>0,59</b>	0,08	0,10	0,17	0,06	1
3	3-2002	0,01	0,03	0,02	0,05	<b>0,88</b>	5	23	3-2007	<b>0,84</b>	0,03	0,05	0,05	0,02	1
4	4-2002	0,01	0,02	0,02	0,04	<b>0,91</b>	5	24	4-2007	<b>0,94</b>	0,01	0,02	0,02	0,01	1
5	1-2003	0,01	0,01	0,01	0,02	<b>0,95</b>	5	25	1-2008	<b>0,96</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	1
6	2-2003	0,01	0,02	0,01	0,02	<b>0,94</b>	5	26	2-2008	<b>0,94</b>	0,01	0,02	0,02	0,01	1
7	3-2003	0,01	0,04	0,03	0,05	<b>0,87</b>	5	27	3-2008	<b>0,91</b>	0,02	0,03	0,02	0,01	1
8	4-2003	0,02	0,06	0,04	0,07	<b>0,81</b>	5	28	4-2008	<b>0,88</b>	0,03	0,03	0,03	0,02	1
9	1-2004	0,01	0,03	0,02	0,05	<b>0,89</b>	5	29	1-2009	<b>0,78</b>	0,07	0,06	0,06	0,03	1
10	2-2004	0,04	0,07	0,07	0,32	<b>0,50</b>	5	30	2-2009	0,32	<b>0,34</b>	0,14	0,12	0,09	2
11	3-2004	0,03	0,04	0,05	<b>0,77</b>	0,10	4	31	3-2009	0,03	<b>0,86</b>	0,04	0,03	0,04	2
12	4-2004	0,03	0,04	0,05	<b>0,81</b>	0,07	4	32	4-2009	0,02	<b>0,90</b>	0,03	0,02	0,04	2
13	1-2005	0,02	0,02	0,03	<b>0,89</b>	0,04	4	33	1-2010	0,01	<b>0,95</b>	0,02	0,01	0,02	2
14	2-2005	0,01	0,01	0,01	<b>0,94</b>	0,03	4	34	2-2010	0,03	<b>0,80</b>	0,08	0,03	0,05	2
15	3-2005	0,02	0,02	0,03	<b>0,88</b>	0,06	4	35	3-2010	0,06	<b>0,41</b>	0,35	0,07	0,10	2
16	4-2005	0,03	0,03	0,04	<b>0,82</b>	0,09	4	36	4-2010	0,05	0,18	<b>0,61</b>	0,07	0,08	3
17	1-2006	0,02	0,02	0,02	<b>0,90</b>	0,04	4	37	1-2011	0,03	0,06	<b>0,84</b>	0,04	0,04	3
18	2-2006	0,05	0,03	0,04	<b>0,82</b>	0,06	4	38	2-2011	0,01	0,01	<b>0,98</b>	0,01	0,01	3
19	3-2006	0,13	0,07	0,09	<b>0,61</b>	0,10	4	39	3-2011	0,06	0,06	<b>0,76</b>	0,07	0,05	3
20	4-2006	0,19	0,09	0,10	<b>0,50</b>	0,11	4	40	4-2011	0,11	0,09	<b>0,53</b>	0,16	0,10	3

1) для каждой ситуации рассчитывается интегральный показатель путем суммы произведений степени принадлежности  $\mu_{ij}$   $j$ -й ситуации  $i$ -му классу ситуаций ( $i = (1, K)$ ) на  $i$ -й номер класса, которому соответствует ситуация:

$$X_j = \sum_{i=1}^K i \cdot \mu_{ij}.$$

Показатель  $X_j$  изменяется в пределах от единицы до  $K$ , при этом минимальные значения показателя, то есть близкие к 1, означают, что предприятие является абсолютно благополучным, максимальные – о наихудшем положении предприятия;

2) с целью облегчения интерпретации результатов, показатель стандартизируется таким образом, чтобы границы его изменения лежали в пределах от 0 до 1, таким образом, формула примет вид:

$$I = \frac{i_{\max} - X_j}{i_{\max} - i_{\min}},$$

где  $i_{\max}$  – максимальное значение класса кризисности, которое соответствует наихудшему финансово-хозяйственному состоянию предприятия и равно  $K$ ;

$i_{\min}$  – минимальное значение класса кризисности, которое соответствует наилучшему финансово-хозяйственному состоянию предприятия и равно 1.

Интерпретация полученного интегрального показателя звучит следующим образом: чем ближе значение  $I$  к единице, тем лучше состояние предприятия. Дина-

мика изменения интегрального показателя Ясиновского КХЗ представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что самому благополучному классу ситуаций (2 кв. 2007 – 1 кв. 2009) соответствуют самые высокие значения показателя, в то же время пятому классу ситуаций соответствуют низкие значения показателя. Таким образом, можно сделать вывод, что показатель адекватно отражает состояние предприятия и его можно использовать для дальнейшего распознавания ситуаций.

В соответствии со схемой, представленной на рис. 1, на первом шаге распознавания кризисных ситуаций происходит синтез нечетких правил из исходных данных по предприятию с использованием нечеткой кластеризации. При этом функции принадлежности термов в посылках правила получают путем проецирования степеней принадлежности соответствующего кластера на входные переменные. Точность нечеткого оценки в этом случае близка к предельно достижимой и быстрое действие такого алгоритма обучения значительно выше, чем алгоритмов без кластеризации [5]. Реализация модели происходила в ППП Matlab с использованием функции `genfis3`.

В результате выполнения вышеприведенной операции была синтезирована нечеткая модель типа Сугэно первого порядка с пятью правилами, которые соответствуют пяти нечетким центрам кластеров (рис. 5).

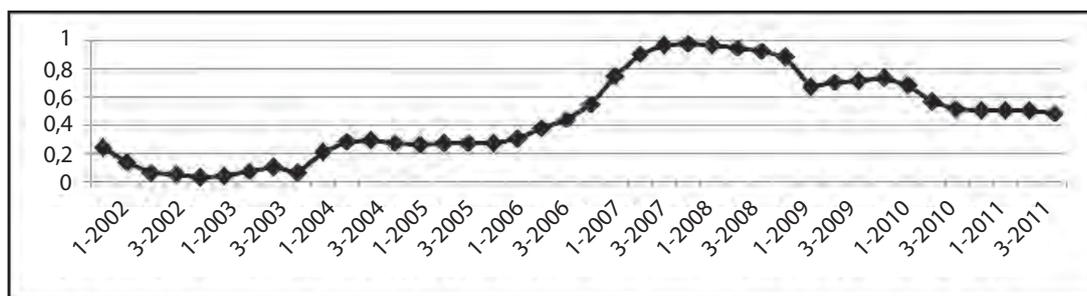


Рис. 4. Динамика изменения интегрального показателя кризисности Ясиновского КХЗ

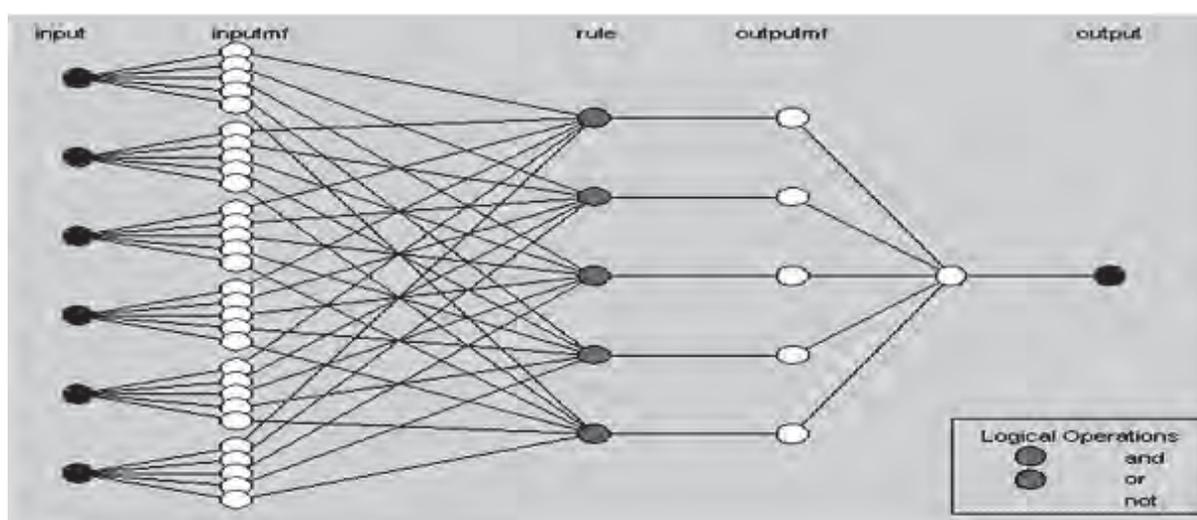


Рис. 5. Структура модели нечеткой нейронной сети

Для полученной модели была вычислена ошибка моделирования на обучающем и тестовом множестве, которая соответственно равна 0,068 и 0,076. Результаты представлены на рис. 6а).

Рис. 6а) показал, что нечеткая модель является адекватной и описывает тенденцию в данных, но тем не менее имеются некоторые расхождения между теоретическими и эмпирическими данными. Поэтому для улучшения качества распознавания первоначальная модель подверглась обучению с помощью ANFIS-алгоритма. Для обучения использовался гибридный алгоритм. Эксперименты с моделью показали, что оптимальное количество эпох составляет 133. В результате реализации ANFIS-обучения, ошибка на обучающем множестве

составила 0,00005, на тестовом – 0,018. Результаты построения модели приведены на рис. 6б). Таким образом, проверка построенной модели показала высокий уровень ее адекватности реальным данным и подтвердила, что в будущем она может быть практически использована для автоматического определения класса кризисности финансово-хозяйственных ситуаций предприятия.

### ВЫВОДЫ

Результаты реализации предложенных моделей идентификации кризисных ситуаций показали, что они являются адекватными, поэтому в дальнейшем они могут быть использованы как для определения текущей, так и прогнозной финансово-хозяйственной ситуации

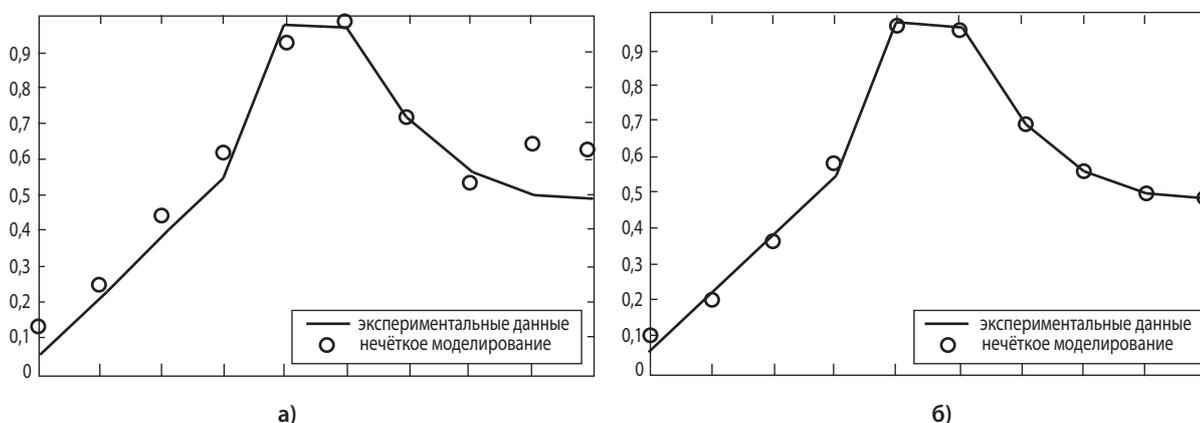


Рис. 6. Тестирование на тестовом множестве нечеткой модели: а) синтезированной с помощью нечеткой кластеризации; б) после обучения гибридным алгоритмом

на підприємстві. Это даст возможность разработать эффективные превентивные меры и заблаговременно предупредить наступление кризиса. ■

**Научный руководитель – Клебанова Т. С.**, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономической кибернетики Харьковского национального экономического университета

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Анфилатов В. С.** и др. Системный анализ в управлении : Учеб. пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин ; Под ред. А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с. : ил.
2. **Барсегян А. А.** Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко. И. И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с. : ил.
3. **Бланк И. А.** Управление финансовой стабилизацией предприятия / И. А. Бланк. – К. : Ника-Центр, Эльга, 2003. – 496 с. – («Энциклопедия финансового менеджера»; Вып.4).
4. **Елизаров С. И.** Проблема определения количества кластеров при использовании методов разбиения / С. И. Елизаров, М. С. Куприянов // Приборостроение. – № 12. – 2009. – С. 3 – 8.
5. **Зайченко Ю. П.** Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. П. Зайченко. – К. : ИД «Слово», 2008. – 344 с.
6. **Коваленко Е. С.** Система предупреждения кризисных ситуаций в финансовой деятельности промышленных предприятий // Бизнес Информ. – 2012. – № 4. – С. 178 – 181.
7. **Леоненков А. В.** Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с. : ил.
8. **Лигоненко Л. О.** Антикризисное управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій : монографія. – К., 2000. – 390 с.
9. Методы антикризисного управления по слабым сигналам: монография / [Ю. Г. Лысенко, Р. А. Руденский, Л. И. Егорова и др.]. – Донецк : Юго-Восток, 2009. – 195 с. – (Сер.: Жизнеспособные системы в экономике).
10. Механизмы и модели управления кризисными ситуациями : монография / Под ред. Т. С. Клебановой. – Х. : ИД «ИН-ЖЕК», 2007. – 200 с. Русск. яз.
11. **Сошникова Л. А.** Многомерный статистический анализ в экономике : Учеб. пособие для вузов / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич / Под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.
12. **Тарасенко Л. М.** Антикризисный менеджмент предприятия : учебное пособие / Л. М. Тарасенко, В. И. Веретенников, Р. В. Ободец. – Донецк: «Норд-Пресс», 2005. – 243 с.
13. **Шпенюв Д. Ю.** Оценка и анализ кризисных финансовых ситуаций на предприятиях коксохимии Украины на основе нечеткой логики / Д. Ю. Шпенюв // Бизнес Информ. – 2009. – № 2(2). – С. 138 – 147.
14. **Фомин Я. А.** Диагностика кризисного состояния предприятия : Учеб. пособие для вузов / Я. А. Фомин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 349 с.
15. Bataineh K. M. A Comparison Study between Various Fuzzy Clustering Algorithms / K. M. Bataineh, M. Naji, M. Saqer // Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. – Vol. 5, № 4. – 2011. – P. 335 – 343.
16. **Bezdek J. C.** Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms / J. C. Bezdek. – New York : Plenum Press, 1981.
17. **Pal N. R.** On Cluster Validity for the Fuzzy c-Means Model / N. R. Pal, J. C. Bezdek // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – Vol. 3, № 3. – 1995. – P. 370 – 379.

18. **Xei X. L.** A Validity Measure for Fuzzy Clustering / X. L. Xei, G. Beni // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – Vol. 3, № 8. – 1991. – P. 841 – 847.

## REFERENCES

- Anfilatov, B. C., Emelianov, A. A., and Kukushkin, A. A. *Sistemnyy analiz v upravlenii* [System analysis in management]. Moscow: Finansy i statistika, 2002.
- Basegian, A. A., Kupriyanov, M. S., and Stepanenko, V. V. *Tekhnologii analiza dannykh: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP* [Data mining technology: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP]. St. Petersburg: BKhV-Peterburg, 2007.
- Blank, I. A. *Upravlenie finansovoy stabilizatsiyey predpriatiia* [Management of financial stabilization of the company]. Kyiv: Nika-Tsentr; Elga, 2003.
- Bataineh, K. M., Naji, M., and Saqer, M. "A Comparison Study between Various Fuzzy Clustering Algorithms". *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, vol. 5, no. 4. (2011): 335-343.
- Bezdek, J. C. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. New York: Plenum Press, 1981.
- Elizarov, S. I., and Kupriyanov, M. S. "Problema opredeleniia kolichestva klasterov pri ispolzovanii metodov razbieniia" [The problem of determining the number of clusters by using the methods of decomposition]. *PriBORostroenie*, no. 12 (2009): 3-8.
- Fomin, Ya. A. *Diagnostika krizisnogo sostoiianiia predpriatiia* [Diagnosis of a crisis condition of the enterprise]. Moscow: YUNITI-DANA, 2003.
- Kovalenko, E. S. "Systema preduprezhdeniia krizysnykh situatsiy v finansovoi deiatelnosti promyshlennykh predpriaty" [The system of crisis prevention in the financial activities of industrial enterprises]. *Biznes Inform*, no. 4 (2012): 178-181.
- Lysenko, Yu. G., Rudenskiy, R. A., and Egorova, L. I. *Metody antikrizisnogo upravleniia po slabym signalam* [Methods of crisis management on weak signals]. Donetsk: Yugo-Vostok, 2009.
- Leonenkov, A. V. *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH]. St. Petersburg: BKhV-Peterburg, 2005.
- Lihonenko, L. O. *Antykrizisne upravlinnia pidpriemstvom: teoretyko-metodolohichni zasady ta praktychni instrumentarii* [Crisis management: theoretical and methodological principles and practical tools]. Kyiv, 2000.
- Mekhanizmy i modeli upravleniia krizisnymi situatsiyami* [Mechanisms and models of crisis management.]. Kharkiv: INZHEK, 2007.
- Pal, N. R., and Bezdek, J. C. "On Cluster Validity for the Fuzzy c-Means Model". *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 3, no. 3 (1995): 370-379.
- Soshnikova, L. A., and Tamashевич, V. N. *Mnogomernyy statisticheskiy analiz v ekonomike* [Multivariate statistical analysis of the economy]. Moscow: YUNITI-DANA, 1999.
- Shpenov, D. Yu. "Otsenka i analiz krizisnykh finansovykh situatsiy na predpriatiakh koksohimii Ukrainy na osnove nechetkoy logiki" [Evaluation and analysis of financial crisis situations on the Ukrainian coke plants based on fuzzy logic]. *Biznes Inform*, no. 2(2) (2009): 138-147.
- Tarasenko, L. M., Veretennikov, V. I., and Obodets, R. V. *Antikrizisnyy menedzhment predpriatiia* [Crisis management of the enterprise]. Donetsk: Nord-Press, 2005.
- Xei, X. L., and Beni, G. "A Validity Measure for Fuzzy Clustering". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 3, no. 8 (1991): 841-847.
- Zaychenko, Yu. P. *Nechetkie modeli i metody v intellektualnykh sistemakh* [Fuzzy models and methods in intelligent systems]. Kyiv: Slovo, 2008.