

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin  
(editors)

**Information Models  
of  
Knowledge**

**ITHEA<sup>®</sup>  
KIEV – SOFIA  
2010**

**Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)**

**Information Models of Knowledge**

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA  
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria ([www.foibg.com](http://www.foibg.com)).

Printed in Ukraine

**Copyright © 2010 All rights reserved**

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. [www.ithea.org](http://www.ithea.org) ; e-mail: [info@foibg.com](mailto:info@foibg.com)

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

® ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

**ISBN 978-954-16-0048-1**

C/o Jusautor, Sofia, 2010

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА БАНКРОТСТВА БАНКОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Юрий Зайченко, Ольга Войтенко

**Abstract:** The problem of banks bankruptcy risk forecasting is considered. The application of fuzzy neural networks for this problem solution, ANFIS and TSK was suggested. The experimental investigations of application of FNN for bankruptcy forecast were carried out and comparison with classical methods was performed. The experimental investigations have proved the high efficiency of fuzzy neural networks for bankruptcy risk forecasting and their advantages over classical methods.

**Keywords:** bank bankruptcy risk forecasting, fuzzy neural networks.

**ACM Classification Keywords:** H.4 INFORMATION SYSTEMS APPLICATIONS - H.4.2. Types of Systems Decision Support

---

### Введение

В современной экономике проблема банкротства играет исключительно важную роль. Поскольку банковская система является фундаментом эффективно развивающейся экономики, своевременное определение риска банкротства банков является исключительно важной.

Экономический кризис конца 2008-2009 годов показал, что банковская система Украины крайне неустойчива. Показатели банков резко ухудшились в результате девальвации гривны (на 70%) в 2008г.) и резкого экономического спада. С начала кризиса из банков изъято более 80 млрд. гривен. Это привело к массовым неплатежам, а многие кредитные учреждения находятся на грани дефолта по взятым обязательствам. За полтора года более, чем в 20 банках введены временные администрации, около 10 банков ликвидированы либо их активы переведены в другие банки.

Проблема эффективного прогнозирования банка-банкрота является крайне актуальной как на макроуровне, так и на микроуровне при выборе рядовым гражданином банка для сохранения своих вложений. На данный момент существует множество методик определения рейтинга банков (Кромонова, WebMoney, CAMEL, методика агентства Moody's S&P и др.) [1,2]. Однако общим их недостатком является то, что они работают при полных и достоверных данных и потому не всегда дают правильные результаты, а порой использование разных методик приводит к противоречивым результатам. В связи с вышеуказанным, является целесообразным разработка новой методики прогнозирования банкротства банков в условиях неопределенности и неполноты исходной информации.

Целью настоящей работы является разработка нового подхода к прогнозированию риска банкротства банков на основе применения нечетких нейронных сетей (ННС) TSK и ANFIS [3] и сравнение полученных результатов с четкими методами (Кромонова) и методикой, разработанной в Белорусском государственном экономическом университете.

---

### Экспериментальные исследования

В ходе выполнения работы были разработаны программы, реализующие ННС TSK и ANFIS в среде Borland C++ Builder 4. Были собраны статистические данные по 170 коммерческим банкам Украины [1] и проведены широкие экспериментальные исследования эффективности прогнозирования банкротства банков различными методами и методиками. Некоторые из полученных результатов приводятся ниже.

Первая группа экспериментов использовала данные за 01.01.2008 (фактически за два года до потенциального банкротства).

#### Эксперименты 1-2.

Обучающая выборка = 120, проверочная += 50 банков. Количество правил = 5.

Входные переменные: Assets, capital, Cash, (Liquid assets), Household deposits, Liabilities. Соответствующие результаты приводятся в таблице 1.

**Таблица 1**

Результаты	TSK	ANFIS
Общее количество ошибок	5	6
%% ОШИБОК	10%	12%
ошибок первого рода	0	0
ошибок второго рода	5	6
Размер проверочной выборки	50	50

Обучающая выборка = 120, проверочная += 50 банков. Количество правил = 10.

Входные переменные: Assets, capital, Cash, (Liquid assets), Household deposits, Liabilities. Результаты приводятся в табл.2

**Таблица 2**

Результаты	TSK	ANFIS
Общее количество ошибок	6	7
%% ОШИБОК	12%	14%
ошибок первого рода	1	1
ошибок второго рода	5	6
Размер проверочной выборки	50	50

В следующей серии экспериментов выполнялся поиск оптимальных входных переменных. Период тот же.

### Эксперимент 3.

Обучающая выборка = 100, проверочная = 70. Количество правил = 5

Входные переменные: прибыль текущего года, чистый процентный доход, чистый комиссионный доход, чистые затраты на формирование резервов, чистая прибыль/убыток банка. Результаты экспериментов приведены в таблице 3.

**Таблица 3**

Результаты	TSK
Общее количество ошибок	13
%% ОШИБОК	19%
ошибок первого рода	6
ошибок второго рода	7
Размер проверочной выборки	70

**Таблица 4**

Результаты	TSK
Общее количество ошибок	7
%% ОШИБОК	10%
ошибок первого рода	0
ошибок второго рода	7
Размер проверочной выборки	70

### Эксперимент

4

Обучающая выборка = 100, проверочная = 70. Количество правил = 5

Входные переменные Генеральный коэффициент ликвидности (собственный капитал/работающие активы), коэффициент мгновенной ликвидности (ликвидные обязательства+ защищенный капитал+ средства в резервном фонде суммарные обязательства, коэффициент фондовой капитализации прибыли (собственный капитал/ уставной фонд). Соответствующие результаты приводятся в таблице 4.

### Эксперимент 5

Обучающая выборка=100, проверочная =70. Количество правил = 5

Входные переменные Коэффициент ликвидности (собственный капитал/ работающие активы), коэффициент мгновенной ликвидности (ликвидные активы/ обязательства по требованию),

Кросс-коэффициент (суммарные обязательства/работающие активы)

Генеральный коэффициент ликвидности (ликвидные обязательства+ защищенный капитал+ средства в резервном фонде суммарные обязательства,

коэффициент фондовой капитализации прибыли (собственный капитал/ уставной фонд).

Коэффициент защищенности капитала.

Заметим, что эти показатели используются в методике Кромонава[3]. Соответствующие результаты приводятся в таблице 5.

**Таблица 5**

Результаты	TSK
Общее количество ошибок	9
%% ОШИБОК	13%
ошибок первого рода	1
ошибок второго рода	8
Размер проверочной выборки	70

В последующих экспериментах проводились сравнительные исследования эффективности прогнозирования с использованием классических четких методов и ННС. Соответствующие результаты приводятся в таблице 6.

**Таблица 6**

Методы	Общее количество ошибок	Ошибок первого рода	Ошибок второго рода	% % ошибок
ANFIS	7	1	6	10
TSK	5	0	5	7
Методика Кромонава	10	5	5	15
Методика АББ	10	2	8	15

Методика АББ – методика многоуровневого агрегированного показателя состояния банка Ассоциации белорусских банков.

Как следует из приведенных результатов, нечеткие методы на основе ННС TSK и ANFIS дают лучшие результаты в сравнении с общепринятыми четкими методами и методиками прогнозирования банкротства

## Выводы

В целом на основании проведенных многочисленных экспериментов были сделаны следующие выводы:

- 1) Из предложенных и рассмотренных методик нейронная сеть ННС TSK показывает наилучшие результаты в сравнении с ANFIS, методом Кромонава и методикой Ассоциации белорусских банков (АББ). Процент ошибок для TSK равен 7% , для ANFIS - 10%, четкие методы показали 15%.
- 2) Наиболее оптимальными входными показателями для прогнозирования с использованием ННС являются следующие: генеральный коэффициент ликвидности, коэффициент мгновенной ликвидности, кросс – коэффициент, коэффициент фондовой капитализации прибыли.
- 3) Период входных данных влияет на качество прогноза, а именно, чем ближе этот период к текущей дате, тем точнее прогноз.

---

### Благодарности

---

Статья частично финансирована из проекта ITHEA XXI Института Информационных теорий и Приложений FOI ITHEA и консорциума FOI Bulgaria ([www.ithea.org](http://www.ithea.org), [www.foibg.com](http://www.foibg.com))

---

### Литература

---

1. Рейтингова оцінка комерційного банку. [http://www.nbu.gov.ua/Soc\\_Gum/Ekpr/2009\\_25/mescheryakov.htm](http://www.nbu.gov.ua/Soc_Gum/Ekpr/2009_25/mescheryakov.htm)
  2. Построение рейтинга банков с использованием методики расчета многоуровневого агрегированного показателя состояния банка <http://www.credit-rating.ua/ru/analytics/analytical-articles/>
  3. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах.- К.: Издательский дом «Слово», 2008.- 344с.
- 

### Информация об авторах

---

**Зайченко Юрий Петрович**, профессор, д.т.н., декан факультета «Институт прикладного системного анализа». НТУУ «КПИ», Киев, ул. Политехническая 14.

тел: 38044-406-83-93, e-mail: [ZaychenkoYuri@ukr.net](mailto:ZaychenkoYuri@ukr.net), [baskervil@voliacable.com](mailto:baskervil@voliacable.com)

**Войтенко Ольга**, бакалавр компьютерных наук, «Институт прикладного системного анализа». НТУУ «КПИ», Киев, ул. Политехническая 14.