

ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ К БАНКРОТСТВУ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

© 2015 КЛЕБАНОВА Т. С., ГВОЗДИЦКИЙ В. С.

УДК 65.016.8

Клебанова Т. С., Гвоздицкий В. С. Оценка склонности предприятий к банкротству на основе методов нечеткой логики и нечетких нейронных сетей

Статья посвящена разработке моделей оценки склонности предприятий к банкротству методами нечеткой логики и нечетких нейронных сетей. Обосновано использование системы показателей, входящих в различные финансовые группы, комплексно описывающие финансовое состояние предприятия. Работа содержит описание главных преимуществ аппарата нечеткой логики при оценке угрозы банкротства предприятия. Для построения нечеткой модели сформированы и классифицированы две лингвистические переменные: класс финансового кризиса и соответствующее ему состояние предприятия. Реализация модели проверена на работе пяти предприятий конструкторской отрасли Украины. Проанализированы и сравнены результаты моделирования методами нечеткой логики и нейро-нечетких сетей. Предложены рекомендации по прогнозированию будущего финансового состояния предприятий.

Ключевые слова: анализ, банкротство, кризис, модель, нечеткая логика, нечеткие нейронные сети, оценка, финансовое состояние.

Табл.: 5. **Формул.:** 1. **Библ.:** 8.

Клебанова Тамара Семеновна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнецца (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

E-mail: t_kleb@ukr.net

Гвоздицкий Виталий Сергеевич – аспирант, кафедра экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнецца (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

E-mail: gvozdikramm@gmail.com

УДК 65.016.8

UDC 65.016.8

Клебанова Т. С., Гвоздицкий В. С. Оцінка схильності підприємств до банкрутства на основі методів нечіткої логіки та нечітких нейронних мереж

Klebanova T. S., Gvozdytskyi V. S. Assessment of Propensity of Enterprises towards Bankruptcy by on the Basis of Methods of Fuzzy Logic and Fuzzy Neural Networks

Стаття присвячена розробці моделей оцінки схильності підприємств до банкрутства методами нечіткої логіки та нечітких нейронних мереж. Обґрунтовано використання системи показників, які входять до різних фінансових груп, що комплексно описують фінансовий стан підприємства. Робота містить опис головних переваг апарату нечіткої логіки при оцінці загрози банкрутства підприємства. Для побудови нечіткої моделі сформовані та класифіковані дві лінгвістичні змінні: клас фінансової кризи та відповідний йому стан підприємства. Реалізацію моделі перевірено на роботі п'яти підприємств конструкторської галузі України. Проаналізовано та порівняно результати моделювання методами нечіткої логіки та нейро-нечітких мереж. Запропоновано рекомендації щодо прогнозування майбутнього фінансового стану підприємств.

The article is aimed at development of models for assessment of enterprises' propensity towards bankruptcy by the methods of fuzzy logic and fuzzy neural networks. Use of a system of indicators, included in the different financial groups, providing a complex description of the financial condition of enterprise, has been substantiated. The publication describes the major advantages of the apparatus of fuzzy logic in assessing the threat of bankruptcy. In order to build a fuzzy model, two linguistic variables were formed and classified: class of financial crisis and the corresponding status of enterprise. Implementation of the model has been tested with regard to activities of five enterprises in the engineering industry sector of Ukraine. The results of modeling have been analyzed and compared by methods of fuzzy logic and neuro-fuzzy networks. Recommendations on forecasting the future financial status of enterprises have been offered.

Ключові слова: аналіз, банкрутство, криза, модель, нечітка логіка, нечіткі нейронні мережі, оцінка, фінансовий стан.

Key words: analysis, bankruptcy, crisis, model, fuzzy logic, fuzzy neural networks, assessment, financial status.

Табл.: 5. **Формул.:** 1. **Бібл.:** 8.

Tabl.: 5. **Formulae:** 1. **Bibl.:** 8.

Клебанова Тамара Семеновна – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри економічної кибернетики, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнецца (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

Klebanova Tamara S. – Doctor of Science (Economics), Professor, Head of the Department of Economic Cybernetics, Kharkiv National Economic University named after S. Kuznets (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: t_kleb@ukr.net

E-mail: t_kleb@ukr.net

Гвоздицкий Виталий Сергійович – аспірант, кафедра економічної кибернетики, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнецца (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

Gvozdytskyi Vitalii S. – Postgraduate Student, Department of Economic Cybernetics, Kharkiv National Economic University named after S. Kuznets (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: gvozdikramm@gmail.com

E-mail: gvozdikramm@gmail.com

В условиях рыночной экономики одной из важнейших является проблема неплатежеспособности и банкротства предприятий. В Украине ежегодно возбуждается большое количество дел о банкротстве предприятий, а также об их ликвидации. При этом значительное количество предприятий работает с убытками, находится на грани платежеспособности, что может привести к их банкротству в будущем. Предприятия-банкроты есть в каждом регионе Украины, банкрота-

ми становятся как малые, так и крупные предприятия. Банкротство отдельного предприятия имеет ряд негативных последствий, каждое банкротство подрывает национальную экономику, значительно тормозит ее развитие. Поэтому очень важно содействие по предотвращению банкротства как со стороны государства, так и со стороны самого предприятия. То есть именно проблема банкротства для трансформационной экономики Украины является основной.

И первый шаг при ее решении – это именно оценка склонности отдельного предприятия к банкротству и на основании анализа результатов этой оценки – разработка антикризисного управления предприятием.

Задача своевременной диагностики банкротства предприятий является актуальной в любое время, особенно она обостряется во время и после мировых и локальных экономических кризисов. Для ее решения ученые-экономисты, начиная с середины 20-го века, начали заниматься разработкой соответствующих эконометрических моделей оценки угрозы банкротства. Данным вопросам посвящены работы таких отечественных и зарубежных ученых, как: Э. Альтмана, В. Бивера, С. Брауна, Б. Железко, Ю. Зайченко, Н. Кизима, М. Криумена, А. Медведева, А. Недосекина, Д. Ольсона, О. Панасенко, А. Терещенко, В. Чернова, Х. Юна и многих других [1, 2]. Но большинство существующих методов и моделей диагностики банкротства, как отмечают ученые-экономисты [1–3, 6, 8], имеют значительные недостатки, связанные, в первую очередь, с невозможностью их использования в украинских условиях из-за получения неадекватных результатов.

Сегодня ведущие специалисты по проблемам прогнозирования банкротства разрабатывают новые подходы к диагностике банкротства еще и потому, что почти все существующие экономико-математические модели оценки угрозы банкротства относятся к типу моделей «распознавания образов», то есть относят исследуемое предприятие к точно выделенному одному классу кризиса [1, 5, 6]. Между тем, часто предприятие находится на переходном этапе из одной фазы кризиса в другую, когда невозможно точно охарактеризовать его финансовое состояние.

Именно поэтому актуальной задачей в проблеме диагностики банкротства является разработка комплекса таких моделей, которые бы учитывали нечеткость финансового состояния предприятия. Решением данной проблемы являются модели нечеткой логики, которые способны адаптироваться к изменениям среды, позволяющей эффективно использовать модели в течение длительного времени.

Проведение любого исследования независимо от уровня иерархии социально-экономической системы и от того, нуждается ли оно в получении количественной или качественной информации, предполагает огромную подготовительную работу в соответствии с программой исследования, качество которой во многом определяет качество результата. Одним из центральных элементов программы является формирование и обоснование информационного пространства исследования [5].

В данном исследовании при построении моделей оценки угрозы банкротства предприятий применялась система показателей, описание формирования которой представлено в предыдущих исследованиях [4]. Так, система включает следующие показатели: X_1 – коэффициент пригодности основных средств; X_2 – коэффициент быстрой ликвидности; X_3 – коэффициент финансовой автономии; X_4 – коэффициент оборачиваемости активов; X_5 – рентабельность активов. Данные показатели пред-

ставлены из различных финансовых групп, комплексно описывающих финансовое состояние предприятия, для более полной и одновременно неперенасыщенной оценки имущественного и финансового состояния.

Предложенная система показателей характеризует различные аспекты деятельности предприятия и включает наиболее значимые показатели, а значит, может быть эффективно использована для построения моделей оценки склонности предприятий к банкротству.

Как уже отмечалось, инструментарием решения поставленной задачи является математическая теория нечеткой логики. Для осуществления данной методики была выбрана следующая классификация кризиса на предприятии (*табл. 1*) [5, 6].

Таким образом, в модели используются две лингвистические переменные: «класс кризиса» и «состояние предприятия». Именно на основании определения уровней данных переменных в модели рассчитывается комплексный показатель финансового состояния предприятия V , учитывающий уже выбранное информационное пространство. Причем чем выше V , тем лучше состояние предприятия. Данный комплексный показатель принимает значения от 0 до 1.

После анализа существующих исследований по вопросам построения моделей нечеткой логики [5, 6] было обнаружено, что авторы чаще всего используют для всех функций принадлежности трапециевидный вид (*trapmf*). Для выбранных показателей финансового состояния предприятия X_i в модели была задана лингвистическая переменная L «Уровень показателя X_i »: L_{i1} – подмножество «очень низкий уровень показателя X_i »; L_{i2} – «низкий уровень»; L_{i3} – «средний уровень»; L_{i4} – «высокий уровень показателя»; L_{i5} – «очень высокий уровень».

Классификация значений выбранных финансовых показателей представлена в *табл. 2*.

Комплексный показатель финансового состояния предприятия рассчитывается по формуле:

$$V = \sum_{i=1}^N p_i \cdot \sum_{j=1}^5 \alpha_j \lambda_{ij}, \quad (1)$$

где p_i – уровень значимости показателя X_i для анализа; равен $p_i = 1/N$;

$\alpha_j = (0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9)$ – множество узловых точек, которые являются абсциссами соответствующих точек принадлежности;

λ_{ij} – значение функции принадлежности по отдельным показателям.

Правила распознавания финансового состояния предприятия и соответствующие функции принадлежности представлены в *табл. 3*.

По данным правилам построенная модель была протестирована на пяти предприятиях: трех обанкротившихся и двух действующих. Рассчитанные по формуле (1) значения V для данных предприятий представлены в *табл. 4*.

Так, можно сделать вывод о том, что построенная модель как минимум не дает противоречивые результаты: предприятие № 3, которое станет банкротом в сле-

Классификация и признаки различных видов кризиса на предприятии [5, 6]

Класс кризиса	Признаки	Состояние предприятия
Отсутствие кризиса	Полное соответствие всех показателей нормативам; стабильный доход; отсутствие задержек и просрочек всех выплат	Отличное состояние
Легкий кризис	Задержка предоставления отчетности и низкое ее качество; неэффективная деятельность финансовых служб предприятия; неэффективная организация информационной подсистемы	Удовлетворительное состояние
Средний кризис	Недостаточность собственных оборотных средств; избыток долгосрочных источников формирования запасов или их равенство с объемами запасов	Среднее состояние
Глубокий кризис	Нарушение ликвидности (но сохраняется возможность восстановления равновесия за счет пополнения реального собственного капитала, собственных оборотных средств и привлечения долгосрочных кредитов)	Неудовлетворительное состояние
Катастрофический кризис	Предприятие находится на грани банкротства; все оборотные средства не покрывают кредиторскую задолженность, в первую очередь, краткосрочную	Критическое состояние

Таблица 2

Классификация значений финансовых коэффициентов

Показатель	L_{i1}	L_{i2}	L_{i3}	L_{i4}	L_{i5}
Коэффициент пригодности основных фондов, X_1	$0 < X_1 \leq 0.2$	$0.2 < X_1 \leq 0.3$	$0.3 < X_1 \leq 0.5$	$0.5 < X_1 \leq 0.7$	$0.7 < X_1 \leq 1$
Коэффициент быстрой ликвидности, X_2	$0 < X_2 \leq 0.08$	$0.08 < X_2 \leq 0.24$	$0.24 < X_2 \leq 0.6$	$0.6 < X_2 \leq 0.75$	$0.75 < X_2 < \infty$
Коэффициент финансовой автономии, X_3	$0 < X_3 \leq 0.2$	$0.2 < X_3 \leq 0.3$	$0.3 < X_3 \leq 0.5$	$0.5 < X_3 \leq 0.7$	$0.7 < X_3 \leq 1$
Коэффициент оборачиваемости активов, X_4	$0 < X_4 \leq 0.14$	$0.14 < X_4 \leq 0.2$	$0.2 < X_4 \leq 0.4$	$0.4 < X_4 \leq 0.8$	$0.8 < X_4 < \infty$
Рентабельность активов, X_5	$-\infty < X_5 \leq 0$	$0 < X_5 \leq 0.005$	$0.005 < X_5 \leq 0.05$	$0.05 < X_5 \leq 0.225$	$0.225 < X_5 < \infty$

Таблица 3

Правила распознавания финансового состояния предприятия

Интервал значений	Уровень	Функция принадлежности
$0 \leq V \leq 0.15$	Критическое состояние (V_5)	1
$0.15 < V < 0.25$	Критическое состояние (V_5)	$\mu_1 = 10 \cdot (0.25 - V)$
	Неудовлетворительное состояние (V_4)	$\mu_2 = 1 - \mu_1$
$0.25 \leq V \leq 0.35$	Неудовлетворительное состояние (V_4)	1
$0.35 < V < 0.45$	Неудовлетворительное состояние (V_4)	$\mu_2 = 10 \cdot (0.45 - V)$
	Среднее состояние (V_3)	$\mu_3 = 1 - \mu_2$
$0.45 \leq V \leq 0.55$	Среднее состояние (V_3)	1
$0.55 < V < 0.65$	Среднее состояние (V_3)	$\mu_3 = 10 \cdot (0.65 - V)$
	Удовлетворительное состояние (V_2)	$\mu_4 = 1 - \mu_3$
$0.65 \leq V \leq 0.75$	Удовлетворительное состояние (V_2)	1
$0.75 < V < 0.85$	Удовлетворительное состояние (V_2)	$\mu_4 = 10 \cdot (0.85 - V)$
	Отличное состояние (V_1)	$\mu_5 = 1 - \mu_4$
$0.85 \leq V \leq 1$	Отличное состояние (V_1)	1

Значения комплексных показателей финансового состояния предприятий

№	Предприятие	V	Класс кризиса	Функция принадлежности	Состояние предприятия на момент оценки
1	ОАО «Донецкий проектно-конструкторский технологический институт»	0,70	Легкий	1	Действующее
2	УАЗТ «Научно-исследовательский и исследовательско-конструкторский институт»	0,582	Средний	0,68	Два года до возбуждения дела о банкротстве
			Легкий	0,32	
3	ОАО «ГСКБпДСП»	0,3	Глубокий	1	Возбуждение дела о банкротстве в следующем квартале
4	ОАО «СКТБ «Оризон»	0,508	Средний	1	Один год до возбуждения дела о банкротстве
5	ОАО «КСПКБ «Менас»	0,62	Средний	0,3	Действующее
			Легкий	0,7	

дующем отчетном периоде, находится в неудовлетворительном состоянии (глубоком кризисе), а предприятия № 1 и № 5, которые до сих пор действуют, находятся в удовлетворительном состоянии с функциями принадлежности соответственно 1 и 0,7. А состояние предприятий, которые через несколько периодов станут банкротами (№ 2 и № 4), по построенной модели является худшим, чем состояние до сих пор действующих предприятий, но лучше состояния предприятия № 3. Таким образом, данную модель можно использовать для адекватной оценки финансового состояния предприятий.

Также построенная нечеткая модель была использована для оценки финансового состояния действующего предприятия ХЦКБ «Энергопрогресс» на протяжении 13 кварталов (табл. 5).

Таблица 5

Распознавание класса кризиса предприятия

Период	Значения V	Класс кризиса	Функция принадлежности
I	0,572	средний	0,775
		легкий	0,225
II	0,669	легкий	1
		легкий	0,428
III	0,807	отсутствие	0,572
		легкий	1
IV	0,738	легкий	0,802
		отсутствие	0,198
V	0,770	средний	1
		средний	0,987
VI	0,460	легкий	0,013
		средний	1
VII	0,551	средний	1
		легкий	1
VIII	0,475	средний	1
		средний	1
IX	0,540	средний	1
		средний	1
X	0,540	средний	0,022
		легкий	0,978
XI	0,648	средний	1
		легкий	1
XII	0,545	средний	1
		средний	1
XIII	0,516	средний	1
		средний	1

Как видно из табл. 5, из 13-ти рассматриваемых в 5-ти периодах нельзя однозначно определить класс кризиса. В целом можно сделать вывод о том, что предприятие за анализируемый период находилось на стадии среднего кризиса с непродолжительными улучшениями финансового состояния (к удовлетворительному и отличному).

То есть для данного предприятия большой угрозы банкротства на данный момент нет. Но и по результатам тестирования модели некоторые предприятия, которые были в среднем финансовом состоянии, через один-два года становились банкротами. И лучше предупредить еще не начавшийся кризис, чем потом бороться с его последствиями. Поэтому все же руководству предприятия предлагается разработать схему антикризисного управления.

Также для подтверждения либо опровержения полученных результатов была использована одна из самых прогрессивных методик, основанная на построении нечетких нейронных сетей. Нечеткие нейронные сети расширяют сферу применения обычных нейронных сетей, так как позволяют оперировать нечеткими данными, как и в построенной ранее модели.

Сейчас метод нечетких нейронных сетей уже достаточно широко используется для решения задачи оценки склонности предприятий к банкротству, и почти все результаты его использования доказывали целесообразность и большую точность метода [1, 2, 8].

Так, построение нейронной нечеткой модели проводилось в пакете прикладных программ MatLab. Для построения модели была сгенерирована структура системы нечеткого вывода типа Сугено, которая является моделью гибридной сети. Для каждой из входных переменных были заданы по три лингвистических термина, а в качестве типа их функций принадлежности методом подбора была выбрана та, при которой получалась наименьшая ошибка. В нашем случае малейшую ошибку дали треугольные функции.

Для рассматриваемого примера система нечеткого вывода содержит три входных переменных с тремя терминами каждая, 27 правил нечетких продукций, одну выходную переменную с 27 терминами.

При обучении гибридной сети было выбрано 40 циклов обучения. Чем больше это число, тем больше будет и значение средней ошибки в построенной модели, однако и вырастет адекватность модели. В данной модели значение ошибок зависит только для первых четырех циклов обучения, после чего они все составляют около 0,068, что и доказывает значение средней ошибки по результатам тестирования модели (6,789%). То есть можно сказать о высокой адекватности построенной нейро-нечеткой модели, ее можно и целесообразно использовать в дальнейшем исследовании.

Особенностью использования пакета MatLab для моделирования с помощью нейронных нечетких сетей является то, что система автоматически сама строит правила. Следует отметить, что все 27 сложившиеся правила являются адекватными, и нет необходимости в их редактировании. Поэтому они были оставлены в первоначальном виде.

Так, в результате использования построенной модели на примере предприятия ХЦКБ «Энергопрогресс» было определено, что на последний исследуемый период (XIII) предприятие с функцией принадлежности 0,6224 находилось на грани банкротства, то есть вероятность банкротства для данного предприятия в ближайшее время достаточно высока. Напомним, что по результатам моделирования с помощью аппарата нечеткой логики было определено, что со 100% функцией принадлежности предприятие в данном периоде находится в состоянии среднего кризиса, а при тестировании нечеткой модели к предприятиям, которые также находились в этом состоянии с примерно одинаковым значением комплексного показателя ($V = 0,508$), через год были возбуждены дела о банкротстве.

Таким образом, по результатам построения двух моделей можно подтвердить, что вероятность банкротства для исследуемого предприятия достаточно высока, и следует немедленно внедрять антикризисные меры.

Но кроме этого, чтобы можно было оперативно реагировать на будущие кризисы и их предотвращать, целесообразно еще сделать краткосрочный прогноз относительно будущего состояния предприятия.

Среди множества методов социально-экономического прогнозирования авторами предлагается выделить метод «гусеница» (SSA-метод). Этот свободный от модели метод, предназначенный для исследования структуры временных рядов, сочетает в себе преимущества многих других методов, в частности, анализа Фурье и регрессионного анализа. Одновременно он отличается простотой и наглядностью в управлении [7].

Базовый вариант метода заключается в преобразовании одномерного ряда в многомерный с помощью однопараметрической процедуры смещения (отсюда и название – «гусеница»), исследовании полученной многомерной траектории с помощью анализа главных компонент (сингулярного разложения) и восстановления (аппроксимации) ряда по выбранным главным компонентам.

Следовательно, результатом применения метода является разложение временного ряда на простые компоненты: медленные тренды, сезонные и другие периодические или колебательные составляющие, а также шумовые компоненты. Метод «гусеница» сочетает преимущества других методов и моделей прогнозирования социально-экономических процессов [7]. В частности, при реализации этого метода, как и при адаптивных методах прогнозирования, происходит сглаживание ряда; как и при спектральном анализе, ряд разлагается на составляющие (в т. ч. на гармоничную составляющую); как и теория катастроф, метод «гусеница» позволяет адекватно оценить резкие, скачкообразные изменения в ряду и показывает правильное направление развития процессов и т. п. [7].

Авторами предлагается именно этим методом делать прогноз значений выбранных в модели финансовых показателей на последующие периоды. При предварительном тестировании значение критерия адекватности прогнозных моделей (критерий средней абсолютной процентной ошибки *т.а.р.е.*) для различных рядов было от 1 до 5%, то есть точность прогноза оказывалась очень высокой.

Также предлагается разрабатывать прогнозную модель по трем вариантам: оптимистическому, реалистичному и пессимистичному. По полученным значениям можно легко выявить основную тенденцию развития предприятия и выбрать необходимый комплекс антикризисных мероприятий. Последнее, безусловно, должно быть неотъемлемой частью всего процесса моделирования оценки угрозы банкротства для конкретного предприятия.

Таким образом, по результатам моделирования обоими методами были подтверждены примерно одинаковые выводы об угрозе банкротства конкретного предприятия. Однако нейро-нечеткие модели дают меньшую ошибку. Ошибка построенной нейро-нечеткой модели составила 6,8%. А по результатам моделирования с помощью нечеткой логики возбуждались дела о банкротстве предприятий, которые за год и за два года до того находились в состоянии среднего кризиса. То есть при получении даже таких результатов руководству предприятий необходимо немедленно внедрять антикризисные меры. А при лучших значениях комплексного показателя – все равно оптимизировать расходы и бизнес-процессы в превентивных целях.

ВЫВОДЫ

Для решения задачи оценки склонности предприятий к банкротству целесообразно использовать математический аппарат нечеткой логики и нейро-нечеткие модели, реализация которых позволяет определить угрозу банкротства предприятий с наименьшей ошибкой. А для получения более детальных результатов данные модели целесообразно использовать в динамике, т. е. рассчитав комплексный показатель финансового состояния предприятия за несколько периодов.

Для моделирования будущего состояния предприятия целесообразно использовать достаточно но-

вий, еще не очень распространенный метод «гусеница», применение которого позволяет получить прогнозные значения с очень большой точностью, но при этом рекомендуется учитывать различные варианты развития (от наихудшего до оптимистического). Это позволит повысить финансовую устойчивость и стабильность функционирования субъектов хозяйствования и предотвращать угрозы банкротства и ликвидации предприятий. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздицкий В. С. Анализ подходов к моделированию оценки склонности предприятия к банкротству / В. С. Гвоздицкий // *Управління розвитком* : зб. наук. праць. – Х. : ХНЕУ, 2011. – № 3 (100). – С. 206–208.

2. Зайченко Ю. Сравнительный анализ методов оценки риска банкротства предприятий Украины / Ю. Зайченко, С. Рогоза, В. Столбунов // *International Book Series «Information Science and Computing»*, 2006. – С. 103–110.

3. Кононенко О. Анализ финансовой отчетности / О. Кононенко, О. Маханько. – 4-ое изд., перераб. и доп. – Х. : Фактор, 2008. – 200 с.

4. Панасенко О. В. Формування системи показників фінансового стану підприємств для оцінки загрози банкрутства / О. В. Панасенко, В. С. Гвоздицький // *Економіка: проблеми теорії та практики*. – Випуск 265 : у 9 т. – Т. IX. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2010. – 320 с.

5. Пономаренко В. С. Механизм санационного управления предприятием: основы формирования и модели реализации / В. С. Пономаренко, Е. В. Раевнева, С. А. Степурина. – Х. : ИД «ИНЖЕК», 2009. – 304 с.

6. Чернов В. Г. Нечетко-множественные методы и модели в задачах антикризисного управления / В. Г. Чернов, М. К. Суворов // *Научные исследования: информация, анализ, прогноз* : монография / Под ред. О. И. Кирикова. – Воронеж : ВГПУ, 2006. – № 10. – С. 185–217.

7. Stepanov, D. SSA-based approaches to analysis and forecast of multidimensional time series / D. Stepanov, N. Golyandina // *Proceedings of the 5th St. Petersburg Workshop on Simulation (June 26 – July 2, 2005, St. Petersburg)*. – St. Petersburg: State University, 2005. – Pp. 293–298.

8. Zarei, M. Applying adaptive NeuroFuzzy model for bankruptcy prediction / M. Zarei, M. Rabiee, T. Zanganeh // *International Journal of Computer Applications*, 20(3), 2011. – Pp. 15–21.

REFERENCES

Chernov, V. G., and Suvorov, M. K. "Nechetko-mnozhestvennye metody i modeli v zadachakh antikrizisnogo upravleniia" [Fuzzy multiple methods and models in the tasks of crisis management]. In *Nauchnye issledovaniia: informatsiia, analiz, prognoz*, 185–217. Voronezh: VGPU, 2006.

Gvozdzitskiy, V. S. "Analiz podkhodov k modelirovaniyu otsenki sklonnosti predpriyatiya k bankrotstvu" [Analysis of approaches to assess the propensity modeling companies into bankruptcy]. *Upravlinnia rozvytkom*, no. 3(100) (2011): 206–208.

Kononenko, O., and Makhanko, O. *Analiz finansovoy otchetnosti* [Analysis of financial statements]. Kharkiv: FAKTOR, 2008.

Panasenko, O. V., and Hvozdytskyi, V. S. "Formuvannia systemy pokaznykiv finansovoho stanu pidpriemstv dlia otsinky zahrozy bankrutstva" [Formation of financial ratio to assess the threat of bankruptcy]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky*, vol. IX, no. 265 (2010).

Ponomarenko, V. S., Raevneva, E. V., and Stepurina, S. A. *Mekhanizm sanatsionnogo upravleniia predpriatiem: osnovy formiro-*

vaniia i modeli realizatsii [The mechanism of sanation enterprise management: principles and implementation models]. Kharkiv: INZhEK, 2009.

Stepanov, D., and Golyandina, N. "SSA-based approaches to analysis and forecast of multidimensional time series". *Proceedings of the 5th St. Petersburg Workshop on Simulation*. St. Petersburg: State University, 2005.293–298.

Zaychenko, Yu., Rogoza, S., and Stolbunov, V. "Srvnitelnyy analiz metodov otsenki riska bankrotstva predpriaty Ukrainy" [Comparative analysis of methods for assessing risk of bankruptcy of enterprises in Ukraine]. In *Information Science and Computing*, 103–110, 2006.

Zarei, M., Rabiee, M., and Zanganeh, T. "Applying adaptive Neuro Fuzzy model for bankruptcy prediction". *International Journal of Computer Applications*, no. 20 (3) (2011): 15–21.