

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЕМ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Елена Анатольевна ПАХОМОВА^{a,*}, Татьяна Анатольевна ЛЫЧАГИНА^b, Мария Сергеевна ГОЛУБЕВА^c

^a доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация
uni-dubna@mail.ru

^b кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация
lychagina@jinr.ru

^c студентка магистратуры кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация
magiya.20.06.92@mail.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 27.05.2015

Одобрена 08.06.2015

УДК 330.43

JEL: C02, D24

Ключевые слова: финансовое состояние, вероятность банкротства, нечеткие множества, функция принадлежности, дефаззификация

Аннотация

Тема. В статье представлена методика анализа финансового состояния производственного предприятия. Для оценки финансового состояния экономического объекта необходимо рассчитать множество различных показателей и на их основе сделать вывод о состоянии объекта в целом. При оценке деятельности предприятия часто приходится иметь дело с нечисловыми данными (качественными характеристиками), например, с такими понятиями, как «низкий» — «высокий», «плохой» — «хороший». Многие финансовые показатели не имеют четкого нормирования и сильно зависят от сферы деятельности предприятия, причем в таких случаях нередко прибегают к экспертным оценкам. Классические модели оценки вероятности банкротства не могут работать с такими данными, в данных случаях можно воспользоваться аппаратом нечетких множеств. В авторском исследовании задача поиска интегрального показателя, характеризующего финансовое состояние предприятия, решается именно с помощью этого метода. Объектом рассмотрения является ОАО «Автодизель», г. Ярославль.

Цели. Целью работы является анализ финансового состояния предприятия с помощью аппарата нечетких множеств. Для этого были вычислены шесть локальных финансовых показателей, а на их основе был получен интегральный показатель в нечетком виде.

Методология. В исследовании использован аппарат нечетких множеств. Дефаззификация интегрального показателя в четкое число была проведена двумя методами: методом среднего максимума и методом центра тяжести.

Результаты. На основе полученных результатов были сделаны выводы о финансовом состоянии предприятия, приведен результат сравнения анализа деятельности предприятия разными методами. Проанализирована взаимосвязь оценок, полученных разными методами дефаззификации, а также сделаны общие выводы об использовании аппарата нечетких множеств для подобных экономических задач.

Выводы. Сделан вывод о непротиворечивости результатов применения различных методик, также показаны удобство и гибкость методики использования аппарата нечетких множеств для задач анализа финансового состояния предприятия.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

Почти два десятилетия в России периодически идут кризисные процессы [1], непрерывно меняется законодательство. В такой ситуации предприятиям приходится работать в динамично меняющихся условиях, характеризующихся высокой степенью неопределенности, которые непосредственно влияют на устойчивость их работы. Производственное предприятие

представляет собой сложную экономическую систему, которая в своем развитии подчинена принципам, зависящим от внешней среды¹ [2].

¹ Хрусталёв Е.Ю., Хрусталёв О.Е. Финансовая устойчивость наукоемкого предприятия как фактор оценки реализуемости инновационного проекта // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 33. С. 16–23.

Внешние и внутренние факторы постоянно влияют на финансовое состояние предприятия. В изменяющихся условиях функционирования финансового менеджмента основной задачей организации является обеспечение финансовой устойчивости, поддержание рентабельности и обеспечение ликвидности [2]. Устойчивость отечественных производственных предприятий является важным фактором для выхода из кризиса и создания сильной экономики² [1], поэтому необходимо как можно точнее оценивать результаты деятельности предприятий, чтобы вовремя принимать управленческие решения, направленные на стабилизацию положения³. В связи с этим особо актуальной становится задача разработки новых методик оценки финансового состояния предприятия.

Для анализа состоятельности предприятия вычисляется и исследуется большое количество показателей. Сложность заключается в том, чтобы из множества локальных показателей получить один интегральный, характеризующий состояние предприятия в целом. На данный момент разработан ряд моделей, позволяющих получить интегральный показатель для оценки финансового состояния предприятия и вероятности риска банкротства предприятия. Самой известной из них является Z-модель Альтмана, однако она была разработана в США еще в 1950–1970 гг. и не может учитывать особенности современной экономической ситуации в России. Существующие отечественные модели (например [3] и др.) используют различные показатели и различные коэффициенты перед этими показателями. Объяснить это можно тем, что в России институт банкротства слабо развит, а также тем, что для получения регрессионной модели со значимыми коэффициентами не хватает статистической информации об обанкротившихся предприятиях. Таким образом, выбор подходящей модели для анализа вероятности банкротства предприятия является актуальной проблемой.

Сложные динамические экономические системы обычно характеризуются неполнотой информации, неустойчивостью, эволюционными изменениями

и пр. Во многих задачах информация поступает от человека-эксперта. Эта информация обычно характеризуется неточностью, поступает не в виде количественных, а в виде лингвистических переменных. Такой язык является более понятным для людей и позволяет свободно обмениваться информацией. Поэтому нечисловые статистические методы анализа целесообразно использовать в экономических исследованиях⁴ [4, 5].

При оценке деятельности предприятия часто приходится иметь дело с нечисловыми данными (качественными характеристиками), например, с такими понятиями, как «низкий» — «высокий», «плохой» — «хороший». Многие финансовые показатели не имеют четкого нормирования и сильно зависят от сферы деятельности предприятия, в таких случаях часто прибегают к экспертным оценкам. Классические модели оценки финансового состояния не могут работать с такими данными, поэтому в этом случае можно воспользоваться аппаратом нечетких множеств.

Понятие «нечеткие множества» было введено Л. Заде в 1965 г. [6]. Дальнейшее развитие указанная тема получила в работе А. Кофмана [7]. В области применения аппарата нечетких множеств для анализа деятельности предприятия наиболее известны работы А.О. Недосекина [8–10]. Этот аппарат может применяться не только в области финансового анализа, но и для решения других задач, например, для оценки качества образования с точки зрения потребителей образовательных услуг [11]. В настоящее время теория нечетких множеств активно изучается и применяется в различных сферах⁵ [12–15].

В данном исследовании анализируется деятельность Ярославского завода по производству двигателей ОАО «Автодизель». Ранее деятельность этого предприятия уже рассматривалась авторами другими способами [16]. В настоящей статье оценка произведена для трехлетнего периода с 2012 по 2014 г.

Графическое изображение алгоритма применения аппарата нечетких множеств для анализа финансового состояния предприятия представлено на рис. 1.

Пусть $D(X_i)$ — область определения произвольного отдельного финансового или управленческого

² Зюганов Г.А. Стране нужно правительство народного доверия // Выступление Председателя ЦК КПРФ Г.А. Зюганова по отчету Правительства РФ в Государственной Думе 21.04.2015. URL: <http://kprf.ru/dep/gosduma/activities/141747.html/print> (дата обращения 27.04.2015).

³ Васин Н.С. Факторы, влияющие на устойчивость развития и функционирования предприятия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 48. С. 56–64.

⁴ Орлов А.И. Прикладная статистика. М.: Экзамен, 2006. 672 с.
⁵ Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. К.: Слово, 2008. 344 с.

Рисунок 1

Методика анализа финансового состояния предприятия



показателя X_i , несчетное множество точек оси действительных чисел. Зададим лингвистическую переменную B_i «Уровень показателя X_i », имеющую 5 значений: $B_{i1} - B_{i5}$, соответствующих нечетким подмножествам множества $D(X_i)$ «очень низкий уровень показателя», «низкий уровень показателя», «средний уровень показателя», «высокий уровень показателя», «очень высокий уровень показателя»⁶. Каждому из подмножеств $B_{i1} - B_{i5}$ соответствуют свои функции принадлежности $\lambda(X_i)$, где $i = 1, \dots, 5$. В результате применения методики из локальных показателей получим комплексный показатель V .

Введем лингвистическую переменную A «Финансовое состояние предприятия», которая

имеет 5 значений: $A_1 - A_5$, соответствующих нечетким подмножествам «состояние предельного неблагополучия», «состояние неблагополучия», «финансовое состояние среднего качества», «состояние относительного благополучия», «состояние предельного благополучия» [9]. Каждому из подмножеств $A_1 - A_5$ соответствуют свои функции принадлежности $\mu_i(V)$, где $i = 1, \dots, 5$. Причем чем выше V , тем лучше его финансовое состояние.

Функции принадлежности $\mu_i(V)$ соответствует нечеткое трапециевидное число (T -число) $\beta(v_1, v_2, v_3, v_4)$, где v_1, v_4 — абсциссы нижнего основания, а v_2, v_3 — абсциссы верхнего основания трапеции.

Для анализа финансовой устойчивости предприятия используются следующие показатели: коэффициент автономии (X_1), коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами

⁶ Пахомова Е.А., Иванчина В.В. Анализ финансовой устойчивости вуза с использованием методов теории нечетких множеств (на примере университета «Дубна») // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 14. С. 42–51.

Таблица 1

Значения финансовых показателей в 2012–2014 гг.

Показатель	2012	2013	2014	Коэффициент δ_i
X_1	0,23	0,27	0,26	+1
X_2	-1,83	-1,78	-1,88	+1
X_3	1,38	0,67	0,42	+1
X_4	0,01	0,07	0,07	+1
X_5	1,10	1,05	1,06	+1
X_6	0,02	-0,01	-0,03	+1

Таблица 2

Классификация значений комплексного показателя V

Интервал значений V	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq V \leq 0,15$	A_1	1
$0,15 \leq V \leq 0,25$	A_1	$\mu_5 = 10(0,25 - V)$
	A_2	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0,25 \leq V \leq 0,35$	A_2	1
$0,35 \leq V \leq 0,45$	A_2	$\mu_4 = 10(0,45 - V)$
	A_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0,45 \leq V \leq 0,55$	A_3	1
$0,55 \leq V \leq 0,65$	A_3	$\mu_3 = 10(0,65 - V)$
	A_4	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0,65 \leq V \leq 0,75$	A_4	1
$0,75 \leq V \leq 0,85$	A_4	$\mu_2 = 10(0,85 - V)$
	A_5	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0,85 \leq V \leq 1,0$	A_5	1

(X_2), коэффициенты промежуточной и абсолютной ликвидности (X_3, X_4), оборачиваемость всех активов в годовом исчислении (X_5) и рентабельность всего капитала (X_7)⁷ (табл. 1)⁸.

Коэффициенты δ_i могут принимать значения ± 1 в зависимости от того, приводит ли рост показателя X_i к прямому или обратному влиянию на комплексный показатель V . Будем считать, что все показатели обладают одинаковой значимостью, т.е. имеют равные веса: $p_i = \frac{1}{6} \approx 0,167$. Построим классификацию значения V как критерий разбиения множества его значений на нечеткие подмножества $A_p, i = 1, \dots, 5$ (табл. 2) [9].

⁷ Годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность ОАО «Автодизель». URL: <http://gazgroup.ru/investor/avtodizel/accounting-method>.

⁸ Ковалев В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. М.: Проспект, 2010. 424 с.; Шеремет А.Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. М.: ИНФРА-М, 2011. 367 с.; Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С., Негашев Е.В. Методика финансового анализа. М.: ИНФРА-М., 2000. 208 с.

Воспользуемся построенной экспертами для специфики России классификацией текущих значений x показателей $X_i, i = 1, \dots, 6$ как критерием разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида B (табл. 3) [9]. В ячейках табл. 3 уже стоят трапециевидные числа, характеризующие соответствующие функции принадлежности.

По этим данным можно построить графики функций принадлежности (рис. 2).

Функции принадлежности также можно представить в аналитическом виде аналогично классификации степени риска банкротства.

На основе построенных функций принадлежности и значений финансовых показателей осуществляется расчет значений функций принадлежности $\lambda_i(x_i^{2012, 2013, 2014})$ для $t = B_1, B_2, \dots, B_5$ и распознавание уровня показателей для нашего примера (табл. 5).

Рассчитаем промежуточный коэффициент $Y_t, t = B_1, B_2, \dots, B_5$ по следующей формуле [20]:

Таблица 3

Классификация отдельных финансовых показателей

Шифр показателя	Т-числа для значений лингвистической переменной «величина параметра»				
	«Очень низкий»	«Низкий»	«Средний»	«Высокий»	«Очень высокий»
X_1	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,1; 0,2; 0,25; 0,3)	(0,25; 0,3; 0,45; 0,5)	(0,45; 0,5; 0,6; 0,7)	(0,6; 0,7; 1; 1)
X_2	($-\infty$; -1,0; 0,0; 5,0)	(-0,005; 0; 0,09; 0,11)	(0,09; 0,11; 0,3; 0,35)	(0,3; 0,35; 0,45; 0,5)	(0,45; 0,5; 1; 1)
X_3	(0; 0; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,7; 0,8; 0,9; 1)	(0,9; 1; 1,3; 1,5)	(1,3; 1,5; ∞ ; ∞)
X_4	(0; 0; 0,02; 0,03)	(0,02; 0,03; 0,08; 0,1)	(0,08; 0,1; 0,3; 0,35)	(0,3; 0,35; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; ∞ ; ∞)
X_5	(0; 0; 0,12; 0,14)	(0,12; 0,14; 0,18; 0,2)	(0,18; 0,2; 0,3; 0,4)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,8)	(0,5; 0,8; ∞ ; ∞)
X_6	($-\infty$; $-\infty$; 0; 0)	(0; 0; 0,006; 0,01)	(0,006; 0,01; 0,06; 0,1)	(0,06; 0,1; 0,225; 0,4)	(0,225; 0,4; ∞ ; ∞)

Рисунок 2

Функции принадлежности $\lambda_{B_1-B_5}(X_1)$ лингвистической переменной «Уровень значений коэффициента автономии»

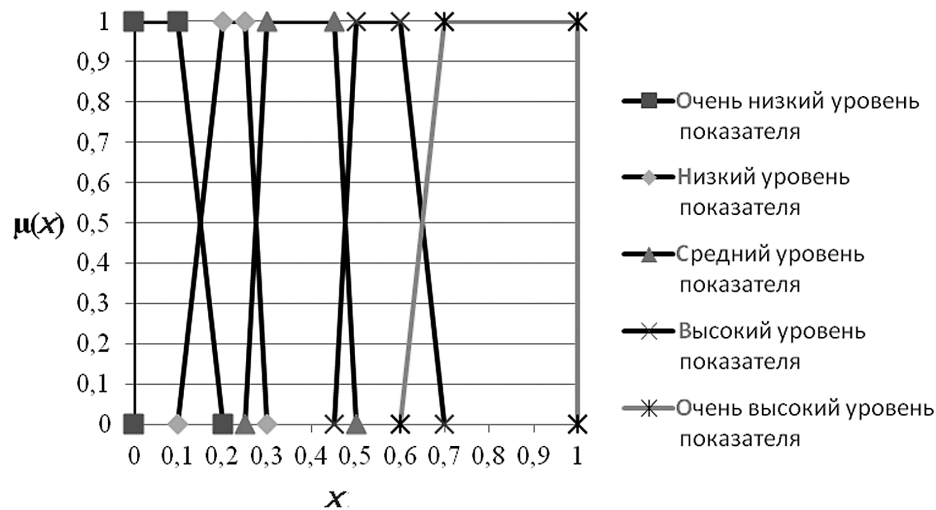


Таблица 4

Классификация уровня значений коэффициента автономии X_1

Интервал значений	Классификация уровня показателя	Функция принадлежности
$0 \leq X_1 \leq 0,1$	«Очень низкий»	1
$0,1 < X_1 < 0,2$	«Очень низкий»	$\lambda_{B_1} = 10(0,2 - X_1)$
	«Низкий»	$1 - \lambda_{B_1} = \lambda_{B_2}$
$0,2 \leq X_1 \leq 0,25$	«Низкий»	1
	«Низкий»	$\lambda_{B_2} = 20(0,3 - X_1)$
$0,25 < X_1 < 0,3$	«Средний»	$1 - \lambda_{B_2} = \lambda_{B_3}$
	«Средний»	1
$0,3 \leq X_1 \leq 0,45$	«Средний»	$\lambda_{B_3} = 20(0,5 - X_1)$
	«Высокий»	$1 - \lambda_{B_3} = \lambda_{B_4}$
$0,45 < X_1 < 0,5$	«Высокий»	1
	«Высокий»	$\lambda_{B_4} = 10(0,7 - X_1)$
$0,5 \leq X_1 \leq 0,6$	«Высокий»	1
	«Высокий»	$1 - \lambda_{B_4} = \lambda_{B_5}$
$0,6 < X_1 < 0,7$	«Очень высокий»	1
	«Очень высокий»	1
$0,7 \leq X_1 \leq 1,0$	«Очень высокий»	1

Таблица 5

Распознавание уровня значений показателей X_i

Год	Показатель	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
2012	$\lambda_{B_1}(x_i^{2012})$	0	1	0	1	0	0
	$\lambda_{B_2}(x_i^{2012})$	1	0	0	0	0	0
	$\lambda_{B_3}(x_i^{2012})$	0	0	0	0	0	1
	$\lambda_{B_4}(x_i^{2012})$	0	0	0,6	1	0	0
	$\lambda_{B_5}(x_i^{2012})$	0	0	0,4	0	1	0
2013	$\lambda_{B_1}(x_i^{2013})$	0	1	0	0	0	1
	$\lambda_{B_2}(x_i^{2013})$	0,6	0	0,3	1	0	0
	$\lambda_{B_3}(x_i^{2013})$	0,4	0	0,7	0	0	0
	$\lambda_{B_4}(x_i^{2013})$	0	0	0	0	0	0
	$\lambda_{B_5}(x_i^{2013})$	0	0	0	0	1	0
2014	$\lambda_{B_1}(x_i^{2014})$	0	1	0,36	0	0	1
	$\lambda_{B_2}(x_i^{2014})$	0,8	0	0,64	1	0	0
	$\lambda_{B_3}(x_i^{2014})$	0,2	0	0	0	0	0
	$\lambda_{B_4}(x_i^{2014})$	0	0	0	0	0	0
	$\lambda_{B_5}(x_i^{2014})$	0	0	0	0	1	0

Таблица 6

Значения промежуточных коэффициентов Y_t

Год	Y_{B_1}	Y_{B_2}	Y_{B_3}	Y_{B_4}	Y_{B_5}
2012	0,334	0,167	0,167	0,2642	0,2338
2013	0,334	0,3173	0,1837	0	0,167
2014	0,39412	0,40748	0,0334	0	0,167

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i p_i \lambda_t(x_i)}{\sum_{i=1}^N \delta_i p_i}, \quad (1)$$

где t указывает на соответствующий элемент из терм-множества лингвистической переменной B «Уровень значений показателя X_i », причем δ_i определяется из табл. 1, а $\lambda_t(x_i)$ находится в табл. 5. Для примера приведем расчет коэффициента $Y_{B_1}^{2012}$:

$$Y_{B_1}^{2012} = \frac{1 \cdot 0,167 \cdot 1 + 1 \cdot 0,167 \cdot 1}{1 \cdot 0,167 + 1 \cdot 0,167 + 1 \cdot 0,167 + 1 \cdot 0,167 + 1 \cdot 0,167 + 1 \cdot 0,167} \approx \frac{0,334}{1} = 0,334.$$

Остальные коэффициенты рассчитываются аналогично (табл. 6).

Далее рассчитаем комплексный показатель V по следующей формуле⁹:

$$V = (v_1, v_2, v_3, v_4) = \sum_{i=1}^N Y_{B_i} \otimes \beta_{A_i}, \quad (2)$$

⁹ Пахомова Е.А. Методологические основы влияния вуза на эффективность регионального развития. М.: МЭЙЛЕР, 2010. 725 с.

где $i = 1, \dots, 5$, знак « \otimes » выражает операцию умножения действительного числа на нечеткое число, значения Y_{B_i} вычисляются по формуле (1), T -числа $\{\beta\}$ описывают функции принадлежности лингвистической переменной A «Финансовое состояние предприятия».

Получаем следующие результаты:

$$V_{2012} = (0,40416; 0,48736; 0,63235; 0,72557);$$

$$V_{2013} = (0,23714; 0,30394; 0,42919; 0,51269);$$

$$V_{2014} = (0,19806; 0,25885; 0,46726; 0,47060).$$

Данные показатели можно представить в графическом виде (рис. 3).

Переход от нечеткого числа V к действительному виду (дефаззификация), пригодному для использования лица, принимающего решение, можно осуществить методом среднего максимума:

$$V = \frac{v_2 + v_3}{2}. \quad (3)$$

Пользуясь этим методом, получаем следующие результаты: $V_{2012} = 0,55985$; $V_{2013} = 0,36656$; $V_{2014} = 0,36305$.

Рисунок 3

Графическое представление показателя V

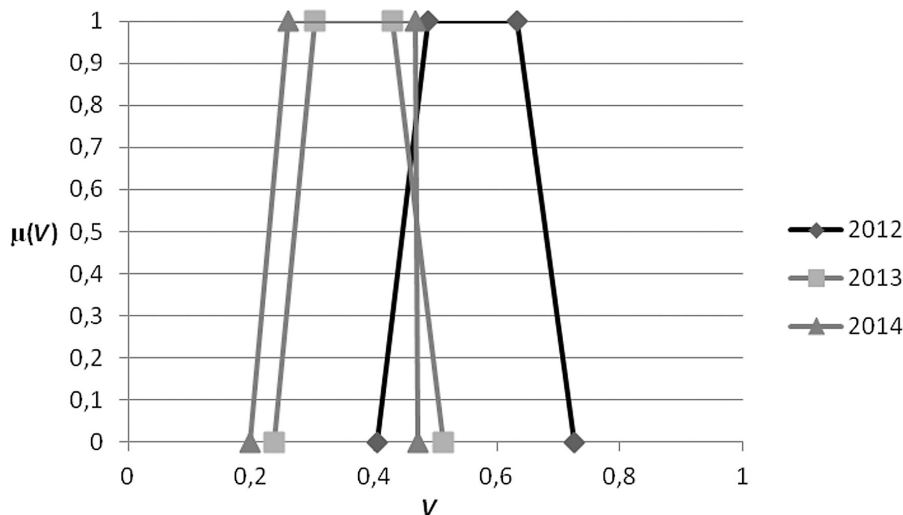


Таблица 7

Функция принадлежности показателя V_{2012}

Интервал значений x	Функция принадлежности
$0 \leq V \leq 0,40416$	0
$0,40416 \leq V \leq 0,48736$	$\mu = 12,019 \times (V - 0,40416) = 12,019V - 4,858$
$0,48736 \leq V \leq 0,63235$	1
$0,63235 \leq V \leq 0,72557$	$\mu = 10,727 \times (0,72557 - V) = 7,783 - 10,727V$
$0,72557 \leq V \leq \infty$	0

Другим методом дефаззификации является метод центра тяжести [12]:

$$V = \frac{\int_{\min}^{\max} V \mu(V) dV}{\int_{\min}^{\max} \mu(V) dV}, \quad (4)$$

где v — переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной и принимающая значения от $v = \min$ до $v = \max$;

\min и \max — левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества;

$\mu(V)$ — функция принадлежности нечеткого множества.

С помощью графических представлений интегральных показателей можно записать функции принадлежности показателей V в аналитическом виде. Для примера покажем функции принадлежности для 2012 г. (табл. 7).

Пользуясь этим методом, получаем следующие результаты: $V_{2012} = 0,56298$; $V_{2013} = 0,37126$; $V_{2014} = 0,34804$.

Таблица 8

Взаимосвязь оценок, полученных разными методами дефаззификации

Форма показателя V в нечетком виде	Результат применения двух методов дефаззификации
Симметричная	Результаты применения двух методов совпадают
Скошенная вправо	Значение показателя V , рассчитанное методом среднего максимума, ниже, чем по методу центра тяжести. Оценка финансового состояния предприятия оптимистичнее при использовании метода центра тяжести
Скошенная влево	Значение показателя V , рассчитанное методом среднего максимума, выше, чем по методу центра тяжести. Оценка финансового состояния предприятия оптимистичнее при использовании метода среднего максимума

Результаты, полученные разными методами, в целом друг другу не противоречат. На основании проведенного анализа можно предположить, что оценки, полученные разными методами, будут различаться в зависимости от формы комплексного показателя V в нечетком виде (табл. 8).

В случае, когда комплексный показатель V в нечетком виде представляет собой симметричную фигуру, можно пользоваться любым методом дефаззификации. В иных случаях не лишним будет рассчитывать показатель обоими способами и рассматривать оценку менее категорично, как диапазон из полученных состояний.

Проведем распознавание финансового состояния предприятия на основе результатов, полученных с помощью двух разных методов дефаззификации. Сделать это можно с помощью сформированной ранее табл. 2. С определенной степенью уверенности делаем вывод о степени финансовой устойчивости предприятия (табл. 9).

Заметим, что в 2014 г. интервалы значений попадания показателя V разные. Это демонстрирует различие результатов применения методов: методы дают

значения показателя V , различающиеся во втором знаке, и согласно классификации, приведенной в табл. 2, метод среднего максимума дает состояние «среднего качества», хотя и с совсем небольшой степенью оценочной уверенности (13%).

Финансовое состояние предприятия «Автодизель» по итогам 2012 г. признается средним с большим уровнем соответствия в обоих методах (0,90145 и 0,8732 соответственно) и с меньшим уровнем соответствия относительно благополучным (0,09855 и 0,1268). Степень риска возникновения на предприятии банкротства обратно зависима от его финансового состояния, поэтому степень риска банкротства в 2012 г. признается средней (со степенью уверенности 0,90145 и 0,8732) и низкой (со степенью уверенности 0,09855 и 0,1268).

По итогам 2013 г. финансовое состояние предприятия признается средним с уровнем соответствия 0,16565 и 0,2126 и неблагоприятным с уровнем соответствия 0,83435 и 0,7874. В 2013 г. степень риска банкротства признается средней (со степенью уверенности 0,16565 и 0,2126) и высокой (со степенью уверенности 0,83435 и 0,7874). В 2014 г.

Таблица 9

Распознавание уровня финансового состояния предприятия

Год	Метод	Значение показателя V	Интервал значений попадания показателя V	Финансовое состояние предприятия	Степень оценочной уверенности
2012	Среднего максимума	0,55985	$0,55 \leq V_{2012} \leq 0,65$	Среднего качества	0,90145
				Относительного благополучия	0,09855
	Центра тяжести	0,56268	$0,55 \leq V_{2012} \leq 0,65$	Среднего качества	0,8732
				Относительного благополучия	0,1268
2013	Среднего максимума	0,36656	$0,35 \leq V_{2013} \leq 0,45$	Неблагополучное	0,83435
				Среднего качества	0,16565
	Центра тяжести	0,37126	$0,35 \leq V_{2013} \leq 0,45$	Неблагополучное	0,7874
				Среднего качества	0,2126
2014	Среднего максимума	0,36305	$0,35 \leq V_{2013} \leq 0,45$	Неблагополучное	0,86942
				Среднего качества	0,13058
	Центра тяжести	0,34804	$0,25 \leq V_{2014} \leq 0,35$	Неблагополучное	1

финансовое состояние предприятия на основании метода среднего максимума признается средним с уровнем соответствия 0,13058 и неблагоприятным с уровнем соответствия 0,86942. На основании метода центра тяжести финансовое состояние предприятия признается неблагоприятным с уровнем соответствия 1. Степень риска возникновения на предприятии банкротства в 2014 г. с большей степенью уверенности является высокой.

Анализируя динамику показателей, видим ухудшение положения предприятия в 2012–2014 гг.: финансовое состояние становилось менее благоприятным, а степень риска банкротства — большей. Нужно отметить, что результаты анализа с помощью этой методики не противоречат результатам традиционного анализа [16, с. 40–44].

Финансовое состояние предприятия сильно зависит от спроса на его продукцию. Большую часть своей продукции ОАО «Автодизель» поставляет на рынок РФ и СНГ, поэтому большое влияние на деятельность предприятия оказывает общее состояние мировой экономики и, в частности, экономики РФ. В 2012–2014 гг. состояние анализируемого предприятия имело те же тенденции, что и состояние экономики страны в целом:

- 2012 г. был довольно успешным для России, экономика начала восстанавливаться после кризиса 2008–2009 гг., в 2010 г. Правительство РФ объявило об окончании рецессии¹⁰, экономика продолжила развиваться;
- с конца 2012 г. началось замедление темпов роста, к концу 2013 г. Президент РФ В.В. Путин и премьер-министр Д.А. Медведев признали существование стагнации в экономике. Глава Минэкономразвития России А.В. Улюкаев заявил о тяжелом положении экономики: «Я говорю, что мы не на пороге кризиса, мы в состоянии стагнации. И с моей точки зрения — это хуже. Потому что кризис — это ситуация, в которуюходишь и из которой

выходишь, а стагнация — это ситуация с трудно предсказуемыми последствиями»¹¹;

- стагнация экономики в первой половине 2014 г. продолжилась, причем усугубили ситуацию с рублем начавшееся с июня 2014 г. существенное снижение цен на нефть и введение против России экономических санкций. Все экономические показатели России в 2014 г. оказались хуже прогнозов¹².

Авторами было исследовано финансовое состояние предприятия ОАО «Автодизель» в 2012–2014 гг. с помощью аппарата нечетких множеств. Для целей анализа были рассчитаны 6 локальных финансовых показателей, при анализе по отдельности одни из них говорили об устойчивом финансовом положении предприятия, а другие — о высокой степени риска банкротства. С помощью аппарата нечетких множеств был получен интегральный показатель степени риска банкротства, на основе которого возможно делать вывод о финансовой устойчивости предприятия. Таким образом, с помощью аппарата нечетких множеств довольно удобно анализировать финансовое состояние предприятия.

Данная методика является гибкой: в зависимости от цели анализа можно брать различные финансовые показатели, самостоятельно определять их степень важности для исследования, а также устанавливать интервалы высоких и низких значений для этих показателей. С помощью этой методики можно анализировать финансовое состояние различных предприятий, учитывая особенности их функционирования. В отличие от традиционных методик применение нечетких множеств позволяет проводить более точную оценку хозяйственной деятельности. Особенно важно это в современных российских условиях, когда для выхода из кризиса необходимо развитие собственного конкурентоспособного устойчивого производства.

¹⁰ Путин В.В.: Рецессия в экономике России закончилась // Корреспондент.net. URL: <http://korrespondent.net/business/economics/1068675-putin-recessiya-v-ekonomike-rossii-zakonchilas>.

¹¹ Улюкаев А.В.: Стагнация в российской экономике опаснее кризиса // ИТАР-ТАСС. URL: <http://tass.ru/glavnie-novosti/682791>.

¹² Рост ВВП России в 2013 году замедлился до 1,3% // Российское агентство международной информации «РИА Новости». URL: <http://ria.ru/economy/20140131/992423531.html>.

Список литературы

1. *Лившиц В.Н.* Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России (1992–2013 гг.). М.: Ленанд, 2013. 640 с.
2. *Хрусталёв О.Е.* Методические основы оценки экономической устойчивости промышленного предприятия // *Аудит и финансовый анализ*. 2011. № 5. С. 180–185.
3. *Савицкая Г.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия. 4-е изд., перераб. и доп. Минск: Новое знание, 2000. 688 с.
4. *Орлов А.И.* Нечисловая статистика. М.: МЗ-Пресс, 2004. 513 с.
5. *Орлов А.И.* Многообразие объектов нечисловой природы // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014. № 102. С. 32–63. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/02.pdf>.
6. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
7. *Козфман А.* Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
8. *Недосекин А.О.* Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // *Аудит и финансовый анализ*. 2000. № 2. URL: http://www.auditfin.com/fin/2000/2/upr_fin/uprfin1.asp (дата обращения: 10.04.2015).
9. *Недосекин А.О.* Финансовый менеджмент на нечетких множествах // *Аудит и финансовый анализ*. 2003. № 3. URL: http://www.auditfin.com/fin/2003/3/fin_2003_03_rus_05_01_Nedosekin/fin_2003_03_rus_05_01_Nedosekin.asp (дата обращения: 10.04.2015).
10. *Недосекин А.О.* Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб.: Сезам, 2003. 168 с.
11. *Бирюлева Е.П., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А., Чудина Е.В.* Методы прикладной статистики для решения задач управления вузом // *Аудит и финансовый анализ*. 2009. № 4. С. 115–148.
12. *Пегат А.* Нечеткое моделирование и управление. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
13. *Ульянов С.В., Литвинцева Л.В., Добрынин В.Н., Мишин А.А.* Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений. М.: ВНИИгеосистем, 2011. 408 с.
14. *Штовба С.Д.* Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2001. 756 с.
15. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2001. 288 с.
16. *Голубева М.С., Лычагина Т.А.* Выделение постоянной части затрат предприятия методом линейной регрессии (на примере ОАО «Автодизель») // *Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований — 2014»*. Вып. 1. Т. 25. Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014. 90 с. С. 40–44.

**ANALYZING THE FINANCIAL POSITION OF THE PRODUCTION ENTERPRISE
USING THE FUZZY SET FRAMEWORK**

Elena A. PAKHOMOVA^{a,*}, Tat'yana A. LYCHAGINA^b, Mariya S. GOLUBEVA^c

^a Dubna International University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
uni-dubna@mail.ru

^b Dubna International University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
lychagina@jinr.ru

^c Dubna International University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
mariya.20.06.92@mail.ru

* Corresponding author

Article history:

Received 27 May 2015

Accepted 8 June 2015

JEL classification: C02, D24

Keywords: financial position,
bankruptcy probability, fuzzy
sets, membership function,
defuzzification

Abstract

Importance The article demonstrates a method for analyzing the financial position of the production enterprise. To evaluate the financial position of the business entity, it is necessary to assess a lot of various indicators and use them to conclude on the entity's position as a whole. Many financial indicators have no exact rates or standards, being strongly dependent on the industry the entity operates in. Classical bankruptcy probability evaluation models cannot deal with such data. In such cases, the fuzzy set framework can be used. The research draws upon this method to calculate an integral indicator that depicts the financial position of the entity.

Objectives The objective of the research is to analyze the financial position of the entity using the fuzzy set framework. In this respect, we computed six local financial indicators and used them to get an integral fuzzy indicator.

Methods The research relies upon the fuzzy set framework. Two methods were used to defuzzify the integral indicator, i.e. the Mean of Maximum defuzzification method and the center method.

Results Following the research, we could conclude on the financial position of the entity, compare various methods for analyzing corporate performance and obtain the final result. We also analyzed the correlation of estimates we obtained using different defuzzification methods and made general conclusions on the use of the fuzzy set framework for similar economic purposes.

Conclusions We conclude that results do not contradict each other, even if various methods are used. We also illustrate that the fuzzy set framework is easy and flexible for analyzing the financial position of the entity.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

References

1. Livshits V.N. *Sistemnyi analiz rynochnogo reformirovaniya nestatsionarnoi ekonomiki Rossii (1992–2013 gg.)* [A systems analysis (1992–2013) of market reforming of non-stationary economy of Russia]. Moscow, LENAND Publ., 2013, 640 p.
2. Khrustalev O.E. Metodicheskie osnovy otsenki ekonomicheskoi ustoichivosti promyshlennogo predpriyatiya [Methodological basis for evaluating economic sustainability of the manufacturing enterprise]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2011, no. 5, pp. 180–185.
3. Savitskaya G.V. *Analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti predpriyatiya* [Analyzing the economic activity of the entity]. Minsk, Novoe znanie Publ., 2000, 688 p.
4. Orlov A.I. *Nechislovaya statistika* [Non-numerical statistics]. Moscow, MZ-Press Publ., 2004, 513 p.
5. Orlov A.I. [Multiformity of objects of non-numerical nature]. *Politematicheskii Setevoi Elektronnyi Nauchnyi Zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2014, no. 102, pp. 32–63. (In Russ.) Available at: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/02.pdf>.
6. Zadeh L. *Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ee primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh reshenii* [The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning]. Moscow, Mir Publ., 1976, 165 p.

7. Kaufmann A. *Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv* [Introduction a la Theorie des Sous-Ensembles Flous: Elements Theoretiques de Base]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1982, 432 p.
8. Nedosekin A.O. *Primenenie teorii nechetkikh mnozhestv k zadacham upravleniya finansami* [Applying the theory of fuzzy sets to financial management issues]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2000, no. 2. Available at: http://www.auditfin.com/fin/2000/2/upr_fin/uprfin1.asp. (In Russ.)
9. Nedosekin A.O. *Finansovyi menedzhment na nechetkikh mnozhestvakh* [Financial management through fuzzy sets]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2003, no. 3. Available at: http://www.auditfin.com/fin/2003/3/fin_2003_03_rus_05_01_Nedosekin/fin_2003_03_rus_05_01_Nedosekin.asp.
10. Nedosekin A.O. *Nechetko-mnozhestvennyi analiz riska fondovykh investitsii* [Fuzzy and multiple analysis of risk of stock investments]. St. Petersburg, Sezam Publ., 2003, 168 p.
11. Biryuleva E.P., Lychagina T.A., Pakhomova E.A., Chudina E.V. *Metody prikladnoi statistiki dlya resheniya zadach upravleniya vuzom* [Methods of applied statistics to address the issues of higher school management]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2009, no. 4, pp. 115–148.
12. Piegat A. *Nechetkoe modelirovanie i upravlenie* [Fuzzy Modeling and Control]. Moscow, BINOM Laboratoriya znaniy Publ., 2013, 798 p.
13. Ul'yanov S.V., Litvintseva L.V., Dobrynin V.N., Mishin A.A. *Intellektual'noe robustnoe upravlenie: tekhnologii myagkikh vychislenii* [Intellectual robust management: soft computing technologies]. Moscow, All-Russian R&D Institute of Geosystems Publ., 2011, 408 p.
14. Shtovba S.D. *Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku* [An introduction to the theory of fuzzy sets and fuzzy logic]. Vinnytsa, UNIVERSUM-Vinnitsa Publ., 2001, 756 p.
15. Shtovba S.D. *Proektirovanie nechetkikh sistem sredstvami MATLAB* [Designing fuzzy systems using MATLAB toolbox]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2001, 288 p.
16. Golubeva M.S., Lychagina T.A. [Identifying permanent costs of the entity using the rectilinear regression (OAO Avtodizel)]. *Sovremennye napravleniya teoreticheskikh i prikladnykh issledovaniy, 2014: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proc. Int. Sci. Conf. Contemporary Areas of Theoretical and Applied Researches of 2014]. Odessa, KUPRIENKO SV Publ., 2014, vol. 25, iss. 1, 90 p.