

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Наталья Владимировна Ефанова  
Валерия Романовна Ващенко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Рассматривается проблема финансовой устойчивости предприятия как одного из самых важных параметров нормального функционирования. Финансовая устойчивость является основой конкурентоспособности и фундаментом для стабильного положения предприятия в рыночных условиях. Если компания финансово устойчива, платежеспособна, то она имеет ряд преимуществ перед другими предприятиями аналогичного профиля для получения кредитов, привлечения инвестиций, в выборе поставщиков и в подборе квалифицированных кадров. Чем выше устойчивость предприятия, тем оно более независимо от резкого изменения рыночной конъюнктуры и, следовательно, тем меньше риск оказаться на краю банкротства. Для определения уровня финансовой устойчивости предложен способ оценки на основе математического аппарата теории нечетких множеств, которая позволяет рассмотреть каждый показатель, характеризующий финансовую устойчивость, как лингвистическую переменную. Совокупность показателей сводится к определению единого показателя для определения уровня финансовой устойчивости организации. Это дает ряд преимуществ по сравнению с традиционными числовыми методами расчетов. Предложена методика оценки финансовой устойчивости, которая включает в себя следующие этапы: определение входных лингвистических переменных; определение выходных лингвистических переменных; определение системы показателей весов; построение функции принадлежности для выбранных показателей; определение значений функций принадлежности для заданных входных параметров; вычисление агрегированного показателя; перевод степени финансовой устойчивости в лингвистическую переменную; оценка состояния предприятия на основе полученных результатов (степени финансовой устойчивости предприятия). Для проверки адекватности методики проведен анализ устойчивости АО «МХК «ЕвроХим». Проанализирована динамика показателей, выявлено нестабильное финансовое состояние исследуемого объекта, даны рекомендации, направленные на улучшение финансового состояния с целью сохранения конкурентоспособности предприятия в целевом сегменте рынка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: финансовая устойчивость, коэффициент автономии, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент текущей ликвидности, коэффициент платежеспособности, коэффициент финансовой устойчивости.

## ENTERPRISE FINANCIAL STABILITY EVALUATION USING FUZZY LOGIC METHODS

Natalia V. Efanova  
Valeria R. Vashchenko

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

The authors highlight the problem of financial sustainability of an enterprise, as one of the most important parameters of the normal functioning of any organization. Financial sustainability is the basis of competitiveness and the foundation for a stable position of an enterprise in market conditions. If a company is financially stable, solvent, then it has a number of advantages over other enterprises of a similar profile in obtaining loans, attracting investments, choosing suppliers and selecting qualified personnel. The higher the stability of an enterprise, the more it is independent of the abrupt change in market conditions and, consequently, the lower is the risk of being on the edge of bankruptcy. To determine the level of financial sustainability a method of estimation is proposed based on the mathematical apparatus of the fuzzy sets theory that allows considering each indicator characterizing financial sustainability as a linguistic variable. The set of indicators is reduced to the definition of a single indicator to determine the level of financial sustainability of an enterprise. This gives a number of advantages in comparison with traditional numerical methods of calculations. The

authors propose and describe the model for assessing financial sustainability including the following stages: determining the input linguistic variables; determining the output linguistic variables; determining the system of importance weight indicators; plotting a membership function for the selected indicators; determining values of membership functions for the given input parameters; calculating the aggregated indicator; conversion the degree of financial sustainability into the linguistic variable; corporate evaluation on the basis of the obtained results (degree of financial sustainability of an enterprise). To verify the adequacy of the methodology, the analysis of the AO «MKhK «EvroKhim» sustainability was carried out. The results of indicators dynamics analysis revealed the unstable financial condition of the object under study. Recommendations aimed at improving the financial condition in order to maintain the competitiveness of the enterprise in the target market segment were given.

KEYWORDS: financial sustainability, equity to total assets ratio, current assets coverage ratio, current liquidity ratio, debt ratio, financial stability index.

**Ф**инансовая устойчивость является основным параметром стабильной деятельности предприятия. Финансово устойчивое предприятие может покрывать вложенные активы, нематериальные активы, оборотные средства, не допускает дебиторской и кредиторской задолженностей, а также рассчитывается в срок по своим обязательствам.

На сегодняшний день нет общепринятого регламента, иного обязательного нормативного документа или стандарта для определения финансовой устойчивости, поэтому руководство каждой организации (предприятия) выбирает способ самостоятельно. Отсюда наличие большого количества различных методик оценки, например:

- метод с использованием абсолютных показателей;
- метод оценки чистых активов;
- коэффициентный метод и т. д.

В статье рассматривается способ оценки финансовой устойчивости на основе математического аппарата теории нечетких множеств, темпы прикладного применения которого постоянно растут [3, 9].

Предприятие характеризуется набором финансовых показателей бухгалтерской отчетности за определенный период. Возьмем пять основных показателей (критериев) для анализа финансовой устойчивости и введем их краткие обозначения:

- 1) коэффициент автономии –  $X_1$ ;
- 2) коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами –  $X_2$ ;
- 3) коэффициент текущей ликвидности –  $X_3$ ;
- 4) коэффициент платежеспособности –  $X_4$ ;
- 5) коэффициент финансовой устойчивости –  $X_5$ .

Для оценки финансовой устойчивости предприятия авторы предлагают использовать методику, разработанную с учетом опубликованных результатов исследований Н.А. Карповой, В.И. Лойко, А.О. Недосекина и др. [4, 7, 9].

Предлагаемая методика состоит из следующих этапов.

1. Определить входные лингвистические переменные.
2. Определить выходные лингвистические переменные.
3. Определить систему показателей весов.
4. Построить функции принадлежности для выбранных показателей.
5. Определить значения функций принадлежности для заданных входных параметров.
6. Вычислить агрегированный показатель.
7. Перевести степень финансовой устойчивости в лингвистическую переменную.
8. Оценить состояние предприятия на основе полученных результатов.

Для эффективного использования разработанной методики целесообразна разработка специального программного продукта с использованием принципов ООП и баз данных [8, 11], также важно определиться с исходными данными и методами их первичной обработки [6]. Пример подобной системы описан в [2]. Однако существуют ин-

струментальные средства, в частности Matlab или SciLab, которые имеют встроенные средства работы с лингвистическими переменными. Тогда возможна реализация на встроенном языке макросов без привязки к конкретному языку программирования, ООП и базам данных. Это более быстрый вариант процесса автоматизации методики.

Апробация методики проводилась на данных ОАО «МХК «ЕвроХим» за 2013 г. Также проведен ретроспективный анализ состояния за 2014, 2016 и 2017 г. [5].

Вышеперечисленные коэффициенты для определения финансовой устойчивости ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ ) можно представить в виде входных лингвистических переменных, терм-множества которых обозначим через понятие «уровень показателя».

Уровень показателя может принимать значения «низкий», «средний», «высокий», формализовать которые возможно с использованием трапецевидных функций принадлежности:

$$f_T(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (1)$$

В таблице 1 представлены диапазоны значений нечетких переменных, характеризующие термы «низкий», «средний», «высокий». Значения интервалов были определены на основе ранее опубликованных [1, 10]. Также введем лингвистическую переменную, которая будет характеризовать финансовое состояние предприятия. Терм-множество этой переменной включает следующие значения:

- $A_1$  – неблагоприятное состояние предприятия;
- $A_2$  – среднее состояние предприятия;
- $A_3$  – благоприятное состояние предприятия.

**Таблица 1. Диапазоны значений нечетких переменных**

Показатель	Уровень показателя		
	Низкий	Средний	Высокий
$X_1$	[0; 0,4]	[0,3; 0,7]	[0,6; 1]
$X_2$	[-2; 0,1]	[0,09; 0,4]	[0,35; 1]
$X_3$	[0; 1,15]	[1,1; 2,3]	[2,25; 3]
$X_4$	[0; 0,55]	[0,5; 0,85]	[0,8; 3]
$X_5$	[0; 0,6]	[0,55; 0,75]	[0,7; 1]

Смысловое значение для  $A_1, A_2, A_3$  также формализуется трапецевидной функцией принадлежности (численные значения представлены в табл. 5).

Для определения системы весов показателей нужно сопоставить каждый показатель с уровнем его значимости. Принимаем все показатели как равнозначные, тогда коэффициент равен  $1/N$ , где  $N$  количество показателей.

Далее необходимо построить функции принадлежности для каждого лингвистического термина из базового терм-множества («низкий», «средний», «высокий») для всех введенных входных лингвистических переменных. Параметры соответствующих функций принадлежности представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Параметры трапециевидной функции принадлежности коэффициентов для определения финансовой устойчивости**

Показатель		Низкий	Средний	Высокий
X <sub>1</sub>	a	0	0,3	0,6
	b	0,15	0,4	0,75
	c	0,25	0,6	0,85
	d	0,4	0,7	1
X <sub>2</sub>	a	-2	0,09	0,35
	b	-1,2	0,2	0,5
	c	-0,7	0,3	0,8
	d	0,1	0,4	1
X <sub>3</sub>	a	0	1,1	2,25
	b	0,4	1,5	2,5
	c	0,8	1,9	2,75
	d	1,15	2,3	3
X <sub>4</sub>	a	0	0,5	0,8
	b	0,25	0,6	1,5
	c	0,4	0,7	2,3
	d	0,55	0,85	3
X <sub>5</sub>	a	0	0,55	0,7
	b	0,2	0,6	0,8
	c	0,4	0,65	0,9
	d	0,6	0,75	1

Теперь вычислим уровни принадлежности  $\lambda$  нечетким подмножествам, формализующим термы входных лингвистических переменных. Построим матрицу, в которой столбцы – качественные уровни  $\lambda_i$  («низкий», «средний», «высокий»), строки – коэффициенты, а на пересечении строк и столбцов – числовое значение уровня  $\lambda$ , полученное при подстановке в формулу (1) числовых значений коэффициентов из таблицы 1 за 2013 г. и значение параметров из таблицы 2 (табл. 3).

**Таблица 3. Уровни принадлежности  $\lambda$**

Показатель	Значения в 2013 г.		
	Низкий ( $\lambda_1$ )	Средний ( $\lambda_2$ )	Высокий ( $\lambda_3$ )
X <sub>1</sub>	0,000	1,000	0,000
X <sub>2</sub>	0,950	0,000	0,000
X <sub>3</sub>	0,000	0,299	0,000
X <sub>4</sub>	0,000	0,000	0,096
X <sub>5</sub>	0,000	0,000	1,000

Следующим шагом является вычисление агрегированного показателя  $g(FS)$ , который нужен для определения окончательного значения, характеризующего финансовое положение предприятия. Агрегированный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$g(FS) = \sum_{j=1}^3 g_i \sum_{i=1}^5 r_i \lambda_{ij}, \quad (2)$$

- где  $g(FS)$  – степень финансовой устойчивости;
- $g_i$  – узловые точки стандартного трехуровневого 01-классификатора [7];
- $\lambda_{ij}$  – значение уровня принадлежности  $j$ -го уровня относительно текущего значения  $i$ -го показателя;
- $r_i$  – уровень значимости показателя ( $r_i = 0,33$ );
- $j$  – количество уровней классификатора.

В таблице 4 представлены результаты вычислений значения агрегированного показателя  $g(FS)$ .

**Таблица 4. Результаты вычислений значения агрегированного показателя  $g(FS)$**

$j$	$g_i$	$\sum(\lambda)$	$g(FS)$
1	0,5	0,950	0,397474405
2	0,35	1,299	
3	0,2	1,096	

Последним этапом является перевод степени финансовой устойчивости в лингвистическую переменную. Для этого воспользуемся таблицей 5.

**Таблица 5. Терм-множество лингвистической переменной «Финансовая устойчивость»**

Численное значение	Лингвистическое значение	
[0; 0,4]	$A_1$	Неблагополучное состояние предприятия
[0,4; 0,6]	$A_2$	Нормальное состояние предприятия
[0,6; 1]	$A_3$	Благополучное состояние предприятия

Исходя из проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что состояние предприятия ОАО «МХК «ЕвроХим» колеблется между нормальным и неблагоприятным. Это можно объяснить тем, что у каждого предприятия разное отношение к стратегии управления рисками, к понятию финансовой устойчивости, стабильности положения на рынке и т. д. Таким образом, диапазоны численных значений лингвистических переменных из таблицы 5 могут быть сдвинуты относительно границ. Руководитель вправе принять решение относительно нормального положения в случае более рискованной политики и неблагоприятного положения в противной ситуации.

Также можно сказать, что на данную ситуацию повлиял низкий коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами. Отрицательное значение коэффициента говорит о том, что все оборотные средства организации были сформированы за счет заемных источников. Кроме того, оказало влияние неоднозначное значение коэффициента платежеспособности, которое находится между средним и высоким. Это свидетельствует о том, что предприятие не может покрывать свои обязательства в полной мере.

По рассмотренной методике были рассчитаны показатели финансовой устойчивости ОАО «МХК «ЕвроХим» за 2014, 2016 и 2017 гг. Итоги сведены в таблицу 6.

**Таблица 6. Показатели ОАО «МХК «ЕвроХим» относительно рассчитанного значения агрегированного показателя, характеризующего финансовое положение предприятия**

	2013 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.
$g(FS)$	0,397474405	0,502445635	0,598866767	0,338439286

На основании значений интегрированного показателя  $g(FS)$  можно сказать, что финансовое положение ОАО «МХК «ЕвроХим» улучшалось с каждым годом и показало рост с 2013 по 2016 г. Данный период характеризовался нормальным и благополучным состоянием (табл. 6).

Проанализируем, что повлияло на значения, представленные в таблице 6. В частности, в числе факторов, оказавших влияние на показатель  $g(FS)$ , можно назвать значительное увеличение коэффициента платежеспособности (табл. 7). Данный коэффициент является основным показателем устойчивости предприятия в финансовом

плане. Он отражает возможности фирмы погашать обязательства. Также в динамике наблюдается рост коэффициента автономии, который показывает долю собственности предприятия в общей сумме средств. В рассматриваемом периоде 2013–2017 гг. доля собственности увеличилась на 8%.

В 2017 г. наблюдалось ухудшение финансового положения ОАО «МХК «ЕвроХим» (табл. 6), несмотря на рост показателей текущей ликвидности ( $X_3$ ) и платежеспособности ( $X_4$ ) (табл. 7).

**Таблица 7. Значения основных показателей (критериев) для анализа финансовой устойчивости ОАО «МХК «ЕвроХим»**

Показатель	2013 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.
$X_1$	0,4643	0,4352	0,585	0,5746
$X_2$	-1,2404	-0,6738	-1,6388	-1,743
$X_3$	2,1803	1,0125	0,5914	2,1578
$X_4$	0,8669	0,7704	1,4786	2,7632
$X_5$	0,8903	0,6667	0,585	0,5746

Отмечено незначительное снижение значений коэффициента автономии ( $X_1$ ), что также говорит о том, что финансовая устойчивость предприятия пошатнулась и в дальнейшем возможны финансовые риски (табл. 7). Снизились значения коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами ( $X_2$ ). Следовательно, уменьшается финансовая устойчивость предприятия, уменьшается собственный капитал, и все оборотные средства организации сформированы за счет заемных источников и полностью зависят от них.

Действительно, если мы обратимся к таблице 8, то увидим, что долгосрочные обязательства увеличились почти в 3 раза, а следовательно, увеличились и пассивы.

**Таблица 8. Показатели финансового положения ОАО «МХК «ЕвроХим»**

Показатели	2016 г.	2017 г.
Внеоборотные активы	354 608	406 460
Оборотные активы	66 167	62 209
Активы	420 775	468 669
Капитал	246 172	269 288
Долгосрочные обязательства	62 716	170 551
Краткосрочные обязательства	111 887	28 830
Выпущенные облигации	19 644	5016
Кредиторская задолженность поставщикам и подрядчикам	5280	5483
Обязательства по прочим налогам	1432	1073
Пассивы	420 775	468 669

### **Выводы**

Для улучшения финансового состояния и сохранения устойчивого положения на рынке ОАО «МХК «ЕвроХим» необходимо снизить уровень обязательств, запасов и затрат, изменить структуру баланса в сторону увеличения доли собственного капитала, а также выявить причины увеличения материальных оборотных средств (производственных запасов, незавершенного производства, готовой продукции).

## Библиографический список

1. Анализ финансовой устойчивости : сайт Audit-it.ru (финансовый анализ по данным отчетности) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/terms/solvency/> (дата обращения: 01.05.2019).
2. Барановская Т.П. Разработка системы поддержки принятия решений для оценки устойчивости предприятия / Т.П. Барановская, Е.А. Иванова, А.А. Канатов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 05 (129). – С. 1090–1110 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/05/pdf/78.pdf> (дата обращения: 18.07.2019).
3. Блок нечетких моделей для расчета экономических параметров технологически интегрированной производственной системы / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Н.В. Ефанова, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 06 (100). – С. 338–355 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/18.pdf> (дата обращения: 18.07.2019).
4. Карпова Н.А. Инструментарий анализа финансовой устойчивости консолидированной группы компаний : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.12 / Н.А. Карпова. – Москва, 2015. – 241 с.
5. Консолидированная финансовая отчетность и аудиторское заключение независимого аудитора. 31 декабря 2017 г. Группа «МХК "Еврохим"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcc.eurochem.ru/wp-content/uploads/2016/03/MCC-EuroChem-12m2017-SIGNED.pdf> (дата обращения: 20.06.2019).
6. Костенко И.В. Выбор методов анализа при обработке данных в научных исследованиях / И.В. Костенко, Т.А. Крамаренко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по материалам X Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко (Россия, г. Краснодар, 26–30 ноября 2016 г.). Отв. за вып. А.Г. Коцаев. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 428–429.
7. Лойко В.И. Использование лингвистических переменных и матричных схем агрегирования для оценки риска интегрированных производственных систем АПК / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социоэкономического развития : сб. статей международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Сочи, 05–09 октября 2016 г.). – Москва : АНО «Научно-исследовательский институт истории, экономики и права», 2016. – С. 123–128.
8. Лукьяненко Т.В. Базы и банки данных : учеб. пособие / Т.В. Лукьяненко, Т.А. Крамаренко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 91 с.
9. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний / А.О. Недосекин // Персональная страница Алексея Недосекина : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://sedok.narod.ru/s\\_files/2003/Art\\_280503.doc](http://sedok.narod.ru/s_files/2003/Art_280503.doc) (дата обращения: 15.06.2019).
10. Финансовый анализ (все о финансовом анализе) : сайт ООО «Южная аналитическая компания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1fin.ru/?id=310> (дата обращения: 05.07.2019).
11. Фирсова И.Д. Компьютерные технологии оформления результатов научных исследований: визуализация в научных исследованиях / И.Д. Фирсова, И.М. Яхонтова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сб. материалов VIII Международного форума (Россия, г. Краснодар, 26–30 декабря 2016 г.). – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 225–227.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Владимировна Ефанова – кандидат экономических наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: [efanova.nv@gmail.com](mailto:efanova.nv@gmail.com).

Валерия Романовна Ващенко – студент факультета прикладной информатики, направление 38.03.05 «Бизнес-информатика» (бакалавриат) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: [vashenkolera@mail.ru](mailto:vashenkolera@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 20.07.2019

Дата принятия к печати 28.08.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia V. Efanova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: [efanova.nv@gmail.com](mailto:efanova.nv@gmail.com).

Valeria R. Vashchenko, Student of the Faculty of Applied Informatics, Pursuing a Bachelor's Degree in Business Informatics, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: [vashenkolera@mail.ru](mailto:vashenkolera@mail.ru).

Received July 20, 2019

Accepted August 28, 2019