

УДК 339.994.657.5

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ФИНАНСОВОМ АНАЛИЗЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ***Свободин Ю.Н., Штыркова М.В., Штырков В.Н.**В статье рассмотрены теоретические подходы к применению нечетких множеств к финансовому анализу предприятия*Ключевые слова: *теория нечетких множеств, финансовый анализ*

Одной из известных парадигм психологии менеджмента вообще и финансового менеджмента в частности, является насущная необходимость системного прогнозирования динамики бизнес-процессов и анализа эффективности принимаемых управленческих решений, поиска новых технологий и решений, оптимизирующих эту задачу. Как отмечает один из наиболее авторитетных специалистов в области управления Питер Друкер «главная задача развитых стран больше не состоит в повышении производительности физического труда – в конце концов, мы знаем, как добиться этого. Главной задачей станет повышение производительности труда интеллектуальных работников» [1] В науке часто появление новых идей происходит не мгновенно в ясной и понятной форме, а медленно, нечетко возникают ее основные контуры, со временем все более проясняясь, в той или иной мере обретая признание научного сообщества. Другими словами, наряду с четкими идеями существуют нечеткие идеи, которые возникают благодаря нечеткости нашего языка, асимметрии информации, нечеткому социальному опыту человека и нечеткости окружающего мира. В настоящее время термин «нечеткость» широко употребляется в системном анализе после ввода его Лотфи Заде в 1960-е годы (fuzz set). Нечеткие системы на основе теории нечетких множеств нашли широкое распространение благодаря тому, что интегральная теория нечетких систем – единственная теория, которая математически способна оперировать со смысловым содержанием мыслительных операций и вербального компонента деятельности человека (контент-анализ), включая сферу экономической деятельности.

Так, финансовое состояние предприятия является комплексным понятием, которое зависит от многих факторов и характеризуется системой показателей, отражающих наличие и размещение средств, реальные и потенциальные финансовые возможности. Цель анализа финансового состояния - дать руководству предприятия картину его действительного состояния, а лицам, непосредственно не работающим на данном предприятии, но заинтересованным в его финансовом состоянии, - сведения, необходимые для суждения, например, о рациональности использования вложенных средств, необходимости дополнительных инвестиций и др. Анализ финансового состояния имеет свои источники, свою цель и свою методику. Источниками информации являются формы квартальных и годовых отчетов, включая приложения к ним, а также сведения, привлекаемые из самого учета, когда такой анализ проводится внутри самого предприятия. Финансовое состояние зависит от всех сторон деятельности объединений (предприятий): от выполнения производственных планов, снижения себестоимости продукции и увеличения прибыли, роста эффективности производства, а также от факторов, действующих в сфере обращения и связанных с организацией оборота товарных и денежных фондов - улучшения взаимосвязей с поставщиками сырья и материалов, покупателями продукции, совершенствования процессов реализации и расчетов. При анализе необходимо выявить причины нарушения состояния предприятия, которые имеют именно многофакторную природу и могут описываться с помощью элементов теории нечетких множеств. Именно рассмотрение возможностей применения такого математического инструментария в финансовом анализе являлось целью статьи

В практике финансового анализа хорошо известен ряд показателей, характеризующих отдельные стороны текущего финансового положения предприятия: ликвидность, рентабельность, устойчивость, оборачиваемость капитала, прибыльность и т.д.[2,3,8] По ряду показателей известны некие нормативы, характеризующие их значение положительно или отрицательно. Например, когда собственные средства предприятия превышают половину всех пассивов, соответствующий этой

пропорции коэффициент автономии больше 1/2, и это его значение считается «хорошим» (соответственно, когда оно меньше 1/2 - «плохим»). Но в большинстве случаев показатели, оцениваемые при анализе, однозначно нормировать невозможно. Это связано со спецификой отраслей экономики, с текущими особенностями действующих предприятий, с состоянием и динамикой экономической среды, в которой они работают.

Тем не менее, любое заинтересованное положением предприятия лицо (руководитель, инвестор, кредитор, аудитор и т.д.), далее именуемое модератором (М), не довольствуется простой количественной оценкой показателей. Для М важно знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они, и в какой степени. Кроме того, М стремится установить логическую связь между количественными значениями показателей выделенной группы с неким комплексным показателем, характеризующим финансовое состояние предприятия в целом. То есть, М не может быть удовлетворен бинарной системой оценки «хорошо - плохо», его интересуют оттенки ситуации, нюансы, тенденции и экономическая интерпретация этих категорий - значений. Задача осложняется тем, что показателей много, изменяются они зачастую разнонаправленно, и поэтому М интуитивно стремится «свернуть» набор всех исследуемых частных финансовых показателей в один комплексный, по модулю которого можно судить о степени благополучия («живучести») фирмы.

В финансовом анализе хорошо известны так называемые Z-показатели, сопряженные с вероятностью предполагаемого банкротства:

$$Z = \sum_i A_i X_i \quad (1)$$

где  $X_i$  - функции показателей бухгалтерской отчетности,  $A_i$  - веса в свертке, получаемые на основе т. н. дискриминантного анализа выборки предприятий, часть из которых обанкротилась. Также устанавливаются пороговые нормативы  $Z1$  и  $Z2$ : когда  $Z < Z1$ , вероятность банкротства предприятия высока, когда  $Z > Z2$  - вероятность банкротства низка,  $Z1 < Z < Z2$  - состояние предприятия неопределенно (метод разработан в 1968 году Э. Альтманом)[3].

Сопоставление данных, полученных для ряда стран, показывает, что веса в Z - свертке и пороговый интервал  $[Z1, Z2]$  сильно разнятся не только по странам, но и в отдельные периоды в рамках одной страны (можно сопоставить выводы Альтмана о положении предприятий США за 10 лет анализа). Получается, что Z - методы Альтмана не обладают устойчивостью к вариациям в исходных данных. Статистика, на которую опирается Альтман и его последователи не обладает важным свойством статистической однородности выборки событий. Здесь невозможно говорить о статистической однородности событий, и, следовательно, допустимость применения вероятностных методов, самого термина «вероятность банкротства» ставится под сомнение

В работах, относящихся к выявлению природы вероятности, появляются неклассические вероятности различных типов. Отметим лишь два типа: валентные и аксиологические вероятности. Валентная вероятность выражает ожидаемость реализации гипотезы Н с учетом наличного контекста фактических свидетельств об объекте исследования Е (в частном случае, когда Е - это репрезентативная выборка однородных событий, тогда вероятность является статистической). Аксиологическая вероятность выражает ожидаемость реализации гипотезы Н с учетом контекста субъективных оценок S об объекте исследования, выдвинутых одним из экспертов - квалифицированных наблюдателей объекта исследования, или совокупностью экспертов. Такого рода вероятности уже можно применять в финансовом анализе, как это уже широко делается в экспертных системах и при принятии решений в условиях неопределенности (в частности, при оценке риска инвестиций). Здесь понятие случайности замещается понятием ожидаемости. Однако обозначим еще один аспект, который делает применение неклассических вероятностей неудобным в принципе, когда есть гораздо более пригодный математический аппарат для исследований.

Речь идет о нечетких множествах и нечеткой логике: чем глубже исследуется предприятие, тем больше обнаруживается новых источников неопределенности. Декомпозиция исходной, обычно приближительной, модели анализа сопряжена с растущим дефицитом количественных и качественных исходных данных. Аналитик сталкивается с неопределенностью, которая в принципе не может быть раскрыта однозначно и четко. Ряд параметров оказывается недоступным для точного

измерения, и тогда в его оценке неизбежно появляется субъективный компонент, выражаемый нечеткими оценками типа «высокий», «низкий», «наиболее предпочтительный», «весьма ожидаемый», «скорее всего», «маловероятно», «не слишком» и т.д. Появляется то, что в науке описывается как лингвистическая переменная со своим терминальным множеством значений, а связь количественного значения некоторого фактора с его качественным лингвистическим описанием задается так называемыми функциями  $m$ -принадлежности фактора нечеткому множеству. Кривая  $m$  строится на основании:

а) данных объективных тестов для работников различных возрастных групп, с выявлением психофизиологических особенностей этих групп (контекст наблюдений такого рода есть контекст свидетельств E);

б) интуитивных представлений экспертов (контекст S).

Таким образом, функции принадлежности параметров нечетким множествам обладают теми же достоинствами в анализе, что и неклассические типы вероятностей, и они являются количественной мерой наличной информационной неопределенности в отношении анализируемых параметров, значение которых описывается в лингвистически-нечеткой форме.

Нами предлагается к внедрению новый комплексный показатель финансового анализа предприятия на основании использования результатов теории нечетких множеств и нечеткой логики. Схема алгоритма построения комплексного показателя следующая:

1. Полное множество состояний A предприятия разбивается на пять (в общем случае пересекающихся) нечетких подмножеств вида:

A1 - нечеткое подмножество состояний «предельного неблагоприятия (фактического банкротства)»;

A2 - нечеткое подмножество состояний «неблагополучия»;

A3 - нечеткое подмножество состояний «среднего качества»;

A4 - нечеткое подмножество состояний «относительного благополучия»;

A5 - нечеткое подмножество состояний «предельного благополучия».

То есть терминальное множество лингвистической переменной «Состояние предприятия» состоит из пяти компонент. Каждому из подмножеств A1... A5 соответствуют свои функции принадлежности  $m_1(V\&M) \dots m_5(V\&M)$ , где V&M - комплексный показатель финансового состояния предприятия, причем, чем выше V&M, тем «благополучнее» состояние предприятия.

2. Осуществляется выбор базовой системы показателей  $X_i$  и производится нечеткая классификация их значений. Пусть  $D(X_i)$  - область определения параметра  $X_i$ , несчетное множество точек оси действительных чисел. Определим лингвистическую переменную «Уровень показателя  $X_i$ » с введением пяти нечетких подмножеств множества  $D(X_i)$ :

B1 - нечеткое подмножество «очень низкий уровень показателя  $X_i$ »,

B2 - нечеткое подмножество «низкий уровень показателя  $X_i$ »,

B3 - нечеткое подмножество «средний уровень показателя  $X_i$ »,

B4 - нечеткое подмножество «высокий уровень показателя  $X_i$ »,

B5 - нечеткое подмножество «очень высокий уровень показателя  $X_i$ ».

Задача описания подмножеств  $\{B\}$  - это задача формирования соответствующих функций принадлежности  $1-5(x_i)$ .

3. Построение функций принадлежности  $\{m\}$  нечетких подмножеств  $\{A\}$ . Анализируя опыт различных квалификаций лингвистической переменной «Состояние», мы задаемся набором функций принадлежности  $\{m\}$ . Эти функции мы сформировали таким образом, что искомым комплексный показатель финансового состояния предприятия V&M по построению принимает значения от нуля до единицы.

4. Оценка значимостей показателей для комплексной оценки. Каждому  $i$ -му показателю в отношении каждого конкретного уровня состояния предприятия можно сопоставить оценку  $rik$  значимости данного показателя для распознавания данного уровня состояния предприятия. Например, ряд банков, анализируя кредитоспособность заемщика, присваивает большую значимость показателям финансовой устойчивости и ликвидности, и меньшую - показателям прибыльности

и оборачиваемости. В то же время, этот критерий не может считаться приемлемым в отношении приватизированных предприятий, ранее находящихся в госсобственности. Обыкновением для таких предприятий является то, что значительный вес основных средств в структуре активов (здания, сооружения и т.д.) соседствует с низкой рентабельностью или даже убыточностью. Следовательно, идентификация исходных параметров и построение системы весов  $p_{ik}$  должно проводиться по каждому предприятию строго индивидуально.

Систему оценок значимостей  $\{p\}$  целесообразно пронормировать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^N p_{ik} = 1, \quad k = 1, \dots, 5. \quad (2)$$

Если система предпочтений одних показателей другим отсутствует, то показатели являются равнозначными, и  $p_{ik} = 1/N$ .

5. Построение показателя V&M. Комплексный показатель V&M строится как двумерная свертка по совокупности показателей  $X_i$  с весами  $p_i$  и по совокупности их качественных состояний с весами  $\{l\}$ .

6. Распознавание текущего состояния предприятия. Правило для распознавания состояния предприятия имеет вид таблицы 1. Одновременно, в соответствии с результатом распознавания по таблице 1, оценивается степень риска банкротства предприятия.

Таблица 1.

Правило распознавания финансового состояния предприятия

Наименование показателя	Интервал значений	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
V&M	$0 < V\&M < 0.15$	"предельное неблагополучие"	1
	$0.15 < V\&M < 0.25$	"предельное неблагополучие"	$m_1 = 10(0.25 - V\&M)$
		"неблагополучие"	$1 - m_1 = m_2$
	$0.25 < V\&M < 0.35$	"неблагополучие"	1
	$0.35 < V\&M < 0.45$	"неблагополучие"	$m_2 = 10(0.45 - V\&M)$
		"среднего качества"	$1 - m_2 = m_3$
	$0.45 < V\&M < 0.55$	"среднего качества"	1
	$0.55 < V\&M < 0.65$	"среднего качества"	$m_3 = 10(0.65 - V\&M)$
		"относительное благополучие"	$1 - m_3 = m_4$
	$0.65 < V\&M < 0.75$	"относительное благополучие"	1
	$0.75 < V\&M < 0.85$	"относительное благополучие"	$m_4 = 10(0.85 - V\&M)$
		"предельное благополучие"	$1 - m_4 = m_5$
	$0.85 < V\&M < 1.0$	"предельное благополучие"	1

## ВЫВОДЫ

Авторами данной статьи предложены методика комплексной оценки финансового состояния предприятия и новый комплексный показатель финансового анализа на основании использования результатов теории нечетких множеств и нечеткой логики. Предложенная модель адекватна не только реалиям объекта исследования, но и формально очерченным границам наличной информационной неопределенности. Распознавание и классификация текущего финансового состояния предприятия – задача установления устойчивой логической связи количественных значений разнонаправленных изменяющихся показателей с неким комплексным показателем, характеризующим финансовое состояние предприятия в целом, которая вне идеологии нечетких множеств вообще не может быть решена удовлетворительно.

Предложенная методика комплексной оценки финансового состояния предприятия, в действительности, воспроизводит аналог смысловых и мыслительных процессов, осуществляемых человеческим мозгом, основанных на иерархическом анализе субъективных суждений и многокритериальности подхода к такой оценке (естественные интеллектуальные системы нейронных полей мозга).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Druker P. Management Challenger for the 21 st Century. N.Y. 1999, P. 141.
2. Белолипецкий В.Г. Финансы фирмы: Курс лекций /Под ред. И.П. Мерзлякова. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 321с.
3. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента. – К.: Ника-Центр, Эльга, 1999. – 417с.
4. Виттенгеймер М. Продуктивное мышление. – М.: Прогресс, 1992. – 143 с.
5. Дейнека О.С. Экономическая психология: социально – политический аспект. - СПб.: Экономика, 1995. – 286с.
6. Финансы: Учеб. пособ. /Под ред. проф. А.М. Ковалевой. -3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1999. -334с.
7. Терано Т., Асан К., Сугено М. Прикладные нечеткие системы. – М.: Мир, 1993. – 194с.
8. Финансовая деятельность предприятий: Справочник / О.М. Бандурка и др. – К.: Либідь, 2002. – 274с.
9. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решения. – М.: Юнити, 1997. – 244с.