

УДК 004.9, 658.5

Н.А. Бабосюк, А.А. Каргин  
Донецкий национальный университет  
nbabosyuk@gmail.com

## Нечеткая модель оценки экономического состояния предприятия сферы телекоммуникаций

*В данной работе была разработана нечеткая модель системы мониторинга экономической деятельности предприятий сферы телекоммуникаций и связи Украины. На основе модели проведен компьютерный эксперимент, его результаты представлены в данной работе.*

*Оценка экономического состояния предприятия, нечеткое моделирование.*

### Введение

Современные крупные экономические системы, такие как предприятия сферы телекоммуникаций, являются высокодинамичными и сложными с точки зрения мониторинга и анализа их деятельности.

Рейтинг предприятия по известным моделям оценивается через относительную его позицию на рынке [1]. В таком случае проводится либо ранжирование предприятия на основе интегральной оценки инвестиционной привлекательности, либо диагностика банкротства по следующему признаку: формируются множества предприятий по принципу попадает ли предприятие в группу подверженных банкротству либо нет [2]. Таким образом, производится формирование относительной зависимости предприятия от других предприятий на этом рынке. Применение подходов затрудняется тем, что, во-первых, эксперту могут быть недоступны внутренние данные о предприятии/других предприятиях, а следовательно, затруднен анализ или имеющиеся данные не будут являться репрезентативными. Во-вторых, данный процесс трудоемок: эксперту необходимо провести анализ не одного предприятия, а максимально большого количества участников данного рынка.

При наличии полного набора данных процесс усложняется еще и тем, что специалисту необходимо обрабатывать огромные массивы полученных значений, что замедляет процесс окончательного анализа и построение общей картины состояния предприятия.

Одним из решений существующих проблем может стать рассмотрение предприятия не с позиции предприятий-конкурентов, а с позиции рынка в целом как внешней среды, напрямую влияющей на деятельность всех участников рынка.

### Постановка задачи

Оценка экономического состояния предприятия проводится более чем по ста финансовым показателям. В работе предложены к рассмотрению 57 наиболее значимых показателей [1].

Единицы измерения показателей различны. Показатели рассчитываются по данным финансовой отчетности за конкретный период. Эти данные имеют жесткую структуру, закреплённую законодательно, и доступны для общего пользования. Кроме этого каждый показатель характеризуется однородной экспертной оценкой.

Все финансовые показатели сгруппированы по различным аспектам финансовой деятельности предприятия [1]: группа показателей имущественного состояния, деловой активности, рентабельности, финансовой устойчивости, ликвидности, предприятия на рынке ценных бумаг.

Финансовому эксперту для анализа предприятия достаточно проанализировать динамику изменения некоторых показателей из приведенных групп и сделать вывод о состоянии предприятия на уровне групп. Данные о группах формируют общую картину состояния предприятия на рынке.

Наблюдение за изменением тренда показателей в техническом анализе [3] выполняется на основе индикаторов. Наиболее часто используемый индикатор скользящее среднее (SMA). Для того чтобы оценить динамику показателя, исследуются значения изменения скользящего среднего ( $x_t$ ), вычисляемого как разность между скользящими средними за соседние периоды времени.

Проанализировав тренды множества показателей внутри группы, можно сделать вывод

о состоянии предприятия по соответствующей этой группе характеристике предприятия.

На предприятиях телекоммуникационной отрасли слабо автоматизирован финансово-экономический анализ, являющийся одним из важнейших и современных элементов технологии привлечения дополнительных средств и эффективного управления собственными финансовыми ресурсами.

В свою очередь автоматизация процесса производства позволяет минимизировать участие эксперта в оценке деятельности предприятия.

Наличие таких вопросов на производстве позволяет сделать вывод о том, что существует потребность в разработке специализированной математической модели для расчета и анализа финансового состояния предприятия на рынке связи.

Исходя из вышеизложенного, целью работы является разработка нечеткой математической модели и реализация системы нечеткого вывода для мониторинга экономического состояния предприятия.

### Нечеткая модель

В качестве входных данных нечеткой модели выступают  $r=57$  четких числовых значения, представленные в виде изменения простого скользящего среднего [2].

Входные числовые значения были разбиты на 7 векторов изменения скользящих средних в соответствии с группами экономических показателей:

- $\mathbf{k}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,8})$  - вектор имущественного состояния предприятия;
- $\mathbf{l}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,13})$  - вектор деловой активности предприятия;
- $\mathbf{m}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,12})$  - вектор финансовой устойчивости предприятия;
- $\mathbf{n}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,13})$  - вектор рентабельности предприятия;
- $\mathbf{o}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,4})$  - вектор ликвидности предприятия;
- $\mathbf{p}_{i,t}^*$ ,  $i = (\overline{1,7})$  - вектор предприятия на рынке ценных бумаг.

Обработка данных проходит в два этапа. На первом этапе на основе входных данных

производится фаззификация и нечеткий вывод оценок состояния предприятия по группам показателей. На втором этапе на основе результатов первого этапа проводится нечеткий вывод и дефаззификация по комплексным экономическим показателям «экономическая стабильность» и «инвестиционная привлекательность» предприятия.

Рассмотрим первый этап на примере одного множества показателей «Имущественная состоятельность предприятия». Она характеризуется группой лингвистических переменных:

1.  $K_1$  - Часть оборотных производственных фондов в оборотных средствах;
2.  $K_2$  - Часть основных средств в активах;
3.  $K_3$  - Коэффициент износа основных средств;
4.  $K_4$  - Коэффициент обновления основных средств;
5.  $K_5$  - Часть долгосрочных финансовых инвестиций в активах;
6.  $K_6$  - Часть оборотных производственных фондов;
7.  $K_7$  - Часть оборотных производственных фондов в оборотных средствах;
8.  $K_8$  - Коэффициент мобильности активов.

Лингвистические переменные группы «Имущественная состоятельность предприятия» определены однородно и имеют вид:

$$\{K_i\} = \{ \langle K_i, T, E \rangle \}, i=[1;8], T = \{ \gamma_1 = \langle \text{Убывает} \rangle, \gamma_2 = \langle \text{Неизменно} \rangle, \gamma_3 = \langle \text{Возрастает} \rangle \}, E = [-M; M] - \text{универсальное множество,}$$

$$M = \text{MAX} \left( \left| x_t \right|, \left| x_{t+1} \right|, \dots \right) + d(1+k),$$

$k$ -модификатор ширины фаззи-диапазона;

$d$  - точность модели, т.е. если

$\left| x_t - x_{t-1} \right| < d$  (параметры  $d$  и  $k$  задаются экспертом на уровне предобработки входных данных).

Аналогично определены множества лингвистических переменных группы «Деловая активность» -  $\{L_i\}$ , «Финансовая устойчивость» -  $\{M_i\}$ , «Рентабельность» -  $\{N_i\}$ , «Ликвидность» -  $\{O_i\}$ , «Позиция предприятия на рынке ценных бумаг» -  $\{P_i\}$ .

Термы ЛП  $\{K_i\}$  заданы трапециевидными функциями принадлежности (рис. 1), параметры ключевых точек вычисляются в соответствии с таблицей 1.

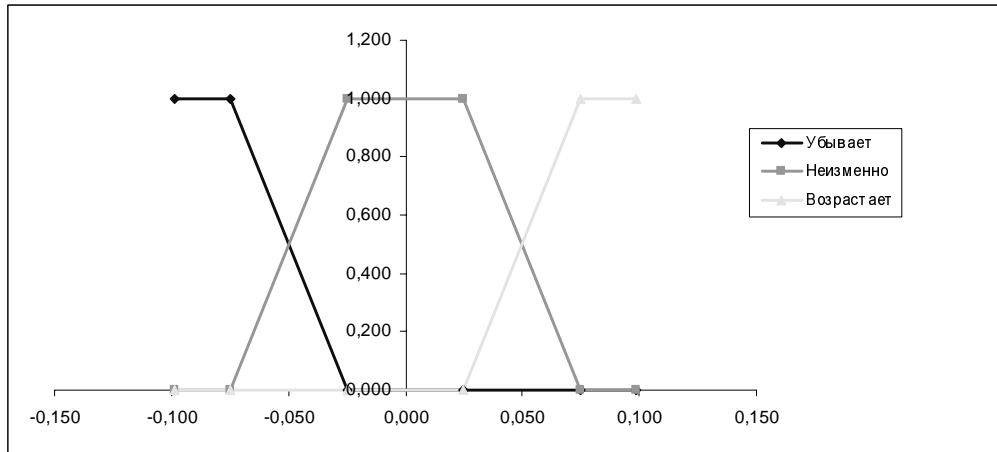


Рисунок 1 – Функция принадлежности для K1.

Таблица 1 – Расчет данных для построения трапециевидной функции принадлежности с учетом точности модели и коэффициента фаззификации.

Термы $K_i$	A	B	C	D
Убывает	$-d*(1-k)$	$-d*(1+k)$	-M	-M
Неизменно	$-d*(1+k)$	$-d*(1-k)$	$d*(1-k)$	$d*(1+k)$
Возрастает	$d*(1-k)$	$d*(1+k)$	M	M

По аналогии определяются остальные показатели множества  $\{K_i\}$ .

На выходе первого этапа нечеткого вывода определена выходная лингвистическая

переменная «Имущественная состоятельность» (рис.2):

$A = \langle A, T, E_A \rangle$ ,  $T = \{a_1 = \langle \text{«Имущественно состоятельно»}$ ,  $a_2 = \langle \text{«Имущественно несостоятельно»} \rangle\}$ ,  $E_A = [0; 1]$ .

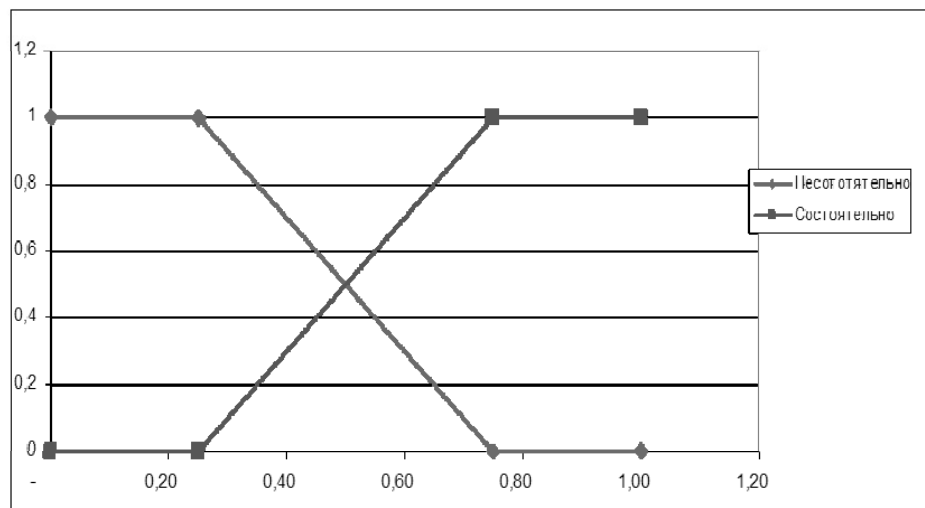


Рисунок 2 – Выходная лингвистическая переменная группы показателей «Имущественная состоятельность предприятия»

Аналогичный вид имеют выходные функции принадлежности остальных вышперечисленных групп.

База правил представлены правилами следующего вида, например, ...

**П5.**

**ЕСЛИ**  $K_{2t}$  есть  $\gamma_2$  **И**  $K_{2,t-1}$  есть  $\gamma_1$

**И**  $K_3$  есть  $\gamma_1$

**И**  $K_4$  есть  $\gamma_3$

**ИЛИ**

$K_2$  есть  $\gamma_1$

**И**  $K_{3t}$  есть  $\gamma_2$  **И**  $K_{3,t-1}$  есть  $\gamma_1$ ,

**И**  $K_4$  есть  $\gamma_3$

**ИЛИ**

$K_2$  есть  $\gamma_1$

**И**  $K_3$  есть  $\gamma_1$

**И**  $K_{4t}$  есть  $\gamma_2$  **И**  $K_{4,t-1}$  есть  $\gamma_3$

**ТО** а1 (0.7)

$$\mu(z_t) = \begin{cases} 0, & z_t < 0, \\ 2z_t - 0,5, & 0 \leq z_t \leq 1, \quad z \in E_\varphi, E_\xi \\ 1, & z_t > 1. \end{cases}$$

На выходе второго этапа нечеткого вывода получены нечеткие множества

$$\{\mu_{\varphi_{res}}(z_{\varphi,t}), \mu_{\xi_{res}}(z_{\xi,t})\}$$

В результате дефаззификации (методом левого модального значения) получена пара чисел  $z_{1,t}$  - степень экономической стабильности предприятия,  $z_{2,t}$  - степень рыночной привлекательности предприятия.

В результате нечеткого вывода на первом этапе получена совокупность нечетких множеств по группам лингвистических переменных:

$$\{\mu_{aj}, \mu_{bj}, \mu_{cj}, \mu_{dj}, \mu_{ej}, \mu_{fj}\},$$

$j = \overline{1,2}$  - индекс термина множества лингвистических переменных по группе показателей.

На втором этапе оценивается предприятие по двум нечетким характеристикам «экономическая стабильность» ( $z_{1,t}$ ) и «рыночная привлекательность» ( $z_{2,t}$ ). Для этого введены лингвистические переменные:

- Экономическая стабильность:

$$\langle \varphi, T, E_\varphi \rangle, T = \{\tau = \text{«Стабильно»}\}, E_\varphi = [0;1];$$

- Рыночная привлекательность

$$\langle \xi, T, E_\xi \rangle, T = \{\sigma = \text{«Привлекательно»}\}; E_\xi = [0;1].$$

Эти ЛП представлены Z-образными функциями принадлежности и определены как

**Выводы**

Эксперимент был проведен на реальных данных, на основе финансовой отчетности, а так же на основе данных рынка ценных бумаг ПАО «Укртелеком» поквартально за период 2007-2008гг. Данные получены с официального сайта ПАО «Укртелеком» ([http://www.ukrtelecom.ua/about/finance/financial\\_reports](http://www.ukrtelecom.ua/about/finance/financial_reports)). Полученные результаты (рис.3, 4) совпадают с данными экспертов об изменении состояния предприятия за исследуемый период.

Эти результаты позволяют утверждать, что разработанная нечеткая математическая модель и реализация системы нечеткого вывода для мониторинга экономического состояния предприятия является состоятельной. Поэтому данная модель положена в основу системы бизнес-планирования и финансового мониторинга предприятия рынка телекоммуникаций.

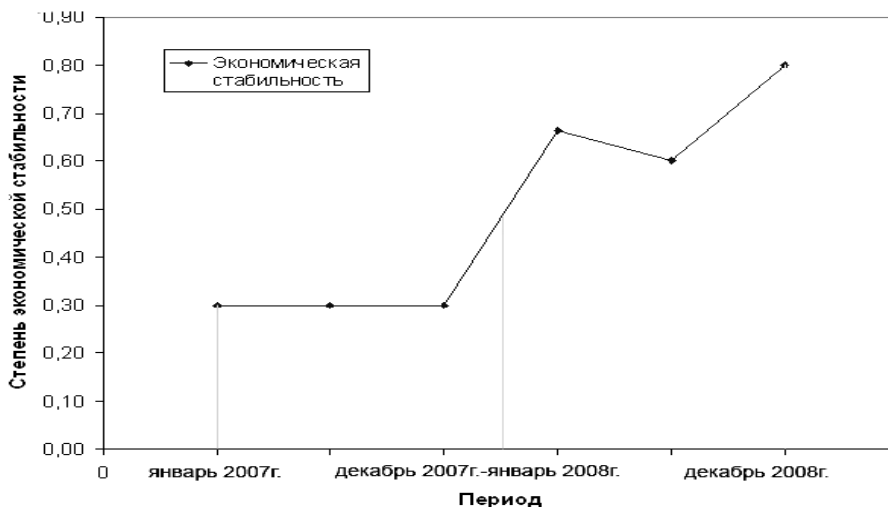


Рисунок 3 –Результаты изменения экономической стабильности ПАО «Укртелеком» за период 2007-2008гг.

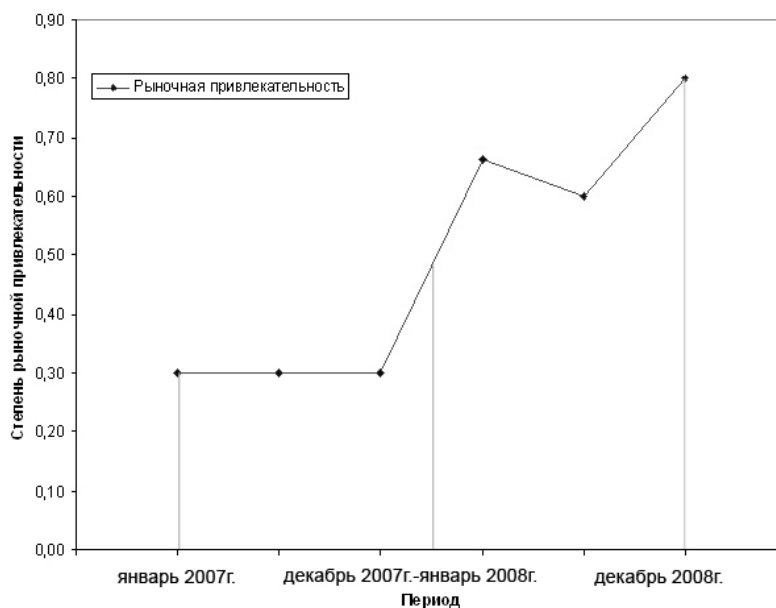


Рисунок 4 – Результаты изменения рыночной привлекательности ПАО «Укртелеком» за период 2007-2008гг.

#### Список литературы

- 1.Ізмайлова К.В. Фінансовий аналіз: навч. посіб. / К.В. Ізмайлова. – К.: МАУП, 2000. – 152с.
- 2.Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин. – Электронные данные. - Санкт-Петербург, 2002.
- 3.Скользющие средние. FOREX MAGAZINE №11 [Электронный ресурс] / Артур Хилл. – Режим доступа к статье ([http://forex2.info/skolzjaschie\\_srednie](http://forex2.info/skolzjaschie_srednie)). Опубликовано 03/05/2009.

Надійшла до редколегії 30.04.2011

**Н.А. БАБОСЮК, А.О. КАРГІН**  
Донецький національний університет

**Нечітка модель оцінки економічного стану підприємства галузі телекомунікацій**

В роботі розроблена нечітка модель системи моніторингу економічної діяльності підприємства галузі телекомунікацій та зв'язку України. На основі моделі було проведено комп'ютерний експеримент, його результати представлені в цій роботі.

*Оцінка економічного стану підприємства, нечітке моделювання*

**N.A. BABOSYUK, A.A. KARGIN**  
Donetsk National University

**Fuzzy model for evaluating the economic condition of the enterprise telecommunications**

The fuzzy model system for monitoring economic activity and enterprise telecommunications operators of Ukraine has been developed at this project. Based on the model of a computer experiment was conducted, the results presented in this paper.

*Evaluating the economic condition of the enterprise, fuzzy modeling*