

Фикрет Ахмедали Алиев, Эльнура Рафик Шафизаде,  
Рейхан Юсиф Шихлинская, Турал Фахраддин Муртузалиев  
**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАКСИМИЗАЦИИ  
ПРИБЫЛИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА\***

*В статье рассмотрена экономико-математическая модель максимизации прибыли Интернет-магазина с применением нечеткого аппарата. Качественные и количественные показатели, влияющие на прибыль от реализации  $i$ -го продукта, вычисляются методом нечетких логических выводов.*

*Ключевые слова: виртуальный бизнес, ценообразование, математико-экономическое моделирование, метод нечетких правил логического вывода.*

*Форм. 4. Табл. 2. Рис. 4. Лит. 14.*

Фікрет Ахмедалі Алієв, Ельнура Рафік Шафізаде,  
Рейхан Юсіф Шихлінська, Турал Фахраддін Муртузалиєв  
**ЭКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАКСИМІЗАЦІЇ  
ПРИБУТКУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА**

*У статті розглянуто економіко-математичну модель максимізації прибутку Інтернет-магазину із застосуванням нечіткого апарату. Якісні та кількісні показники, що впливають на прибуток від реалізації  $i$ -го продукту, обчислюються методом нечітких логічних висновків.*

*Ключові слова: віртуальний бізнес, ціноутворення, математико-економічне моделювання, метод нечітких правил логічного висновку.*

Fikret Ahmedali Aliev<sup>1</sup>, Elnura Rafiq Shafizadeh<sup>2</sup>,  
Reihan Yusif Shikhlinская<sup>3</sup>, Tural Fahraddin Murtuzaliev<sup>4</sup>  
**ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL  
OF PROFIT MAXIMIZATION IN ONLINE SHOP**

*The article considers the economic-mathematical model of profit maximization in an online shop applying the fuzzy method. Qualitative and quantitative indices, influencing upon the sales profit for  $i$ -th product are calculated by means of the fuzzy inference logic method.*

*Keywords: online business; pricing; economic-mathematical modelling; fuzzy inference logic method.*

**Постановка проблемы.** Электронная коммерция – это интересный, перспективный, динамично развивающийся сегмент рынка, который обладает набором уникальных особенностей, однако в его основе лежат общие принципы маркетинга.

---

\* Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-2011-1(3)-82/26/1 и внутренним грант проектом «50+50» Бакинского государственного университета.

<sup>1</sup> Dr. Sciences, Professor, Academician, Director, Research Institute of Applied Mathematics, Baku State University, Azerbaijan.

<sup>2</sup> Postgraduate, Research Institute of Agricultural Economics and Organization, Junior Research Fellow, Research Institute of Applied Mathematics, Baku State University, Azerbaijan.

<sup>3</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Research Fellow, Research Institute of Applied Mathematics, Baku State University, Azerbaijan.

<sup>4</sup> Chief Officer, Strategic Planning, JSC "AFB Bank", Baku, Azerbaijan.

Как и в привычном для нас рынке, в электронной коммерции существует огромное разнообразие возможных направлений коммерческой деятельности. Самый очевидный – это продажа товаров и услуг через Интернет.

Интернет-среда предоставляет огромные возможности для развития своего дела. Одной из них и является Интернет-магазин.

Интернет-магазин можно определить как программное обеспечение, специально разработанное для удобства покупок и продаж с веб-сайта. Собственно, Интернет-магазин является сайтом, только с набором программ, специально ориентированных на электронную коммерцию. Интернет-магазин обладает рядом преимуществ по сравнению с обычной точкой продаж:

- 1) необязательно иметь в наличии товар (но в этом случае обязательно иметь сеть поставщиков, работающих по принципу «точно вовремя»);
- 2) не нужно помещение для продаж;
- 3) свобода передвижений продавца;
- 4) Интернет-магазин позволяет расширить географию своего бизнеса вплоть до мировых рынков;
- 5) можно не нанимать продавцов, администраторов, менеджеров, товароведов, кассиров, охранников и т.д.;
- 6) Интернет-магазин предоставляет возможность лично распределять свое рабочее время.

Однако у этого вида бизнеса есть и существенные риски:

- 1) атаки хакеров;
- 2) «баги» (ошибки в программном обеспечении);
- 3) покупка «кота в мешке»;
- 4) клиенты легко приходят и уходят.

Чтобы максимально использовать все преимущества Интернет-магазина и практически свести к нулю указанные риски, нужно найти действительно стоящие разработки программного обеспечения и профессиональную компанию-разработчика. Это очень важно, ведь с развитием Интернета электронная коммерция становится для предпринимателей «не роскошью, а средством» продвижения товаров на более широкие рынки.

Вопрос стоит не в создании Интернет-магазина как такового, а в том, чтобы созданный онлайн магазин был удобен и функционально наполнен, давал прибыль и оправдывал вложенные в него средства. С другой стороны, на удобность и прибыльность Интернет-магазина влияет скорость провайдеров Интернет-услуг. Скорость, комфортность, безопасность операций зависит от того, насколько скоростным и безопасным провайдером пользуется потребитель.

Понятно, что и в реальном, и в виртуальном пространстве в долгосрочной перспективе цель фирмы – максимизация прибыли. Построим экономико-математическую модель максимизации прибыли Интернет-магазина.

Стандартная задача математического программирования формулируется как задача максимизации (или минимизации) заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив, которое описывается системой равенств или неравенств. Множество допустимых альтернатив представляет собой совокупность всевозможных способов распределения ресурсов, которые эксперт собирается вложить в данную операцию. При моделировании в такой форме

реальных задач принятия решений в распоряжении эксперта оказываются лишь нечеткие описания параметров посредством лингвистических переменных.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работе [5] исследуется проблема ценообразования с разных аспектов. Модель межотраслевых равновесных цен рассматривается в работе [13]. В работе [6] рассматриваются новые аспекты организации производства с методом «точно во времени». Лингвистические переменные и фази-терм множества детально рассмотрены в [2; 4; 14]. Обработка данных и задачи принятия решения в условиях неопределенности рассмотрены в работах [1; 7]. В работах [3; 8; 10; 11; 13; 14] построены нечеткие модели, метод нечеткого логического вывода применяется к разным типам задач. В работе [9] рассматриваются математические модели экономических систем. Применение нечетких правил логического вывода к экономико-математической модели рассматривается в работе [8].

**Нерешенные части общей проблемы.** Разработка модели с применением аппарата нечеткой теории множеств в экономико-математическом моделировании мало изучена. Применение таких моделей для Интернет-магазинов до сих пор не изучалось.

**Цель исследования.** Построить экономико-математическую модель максимизации прибыли для Интернет-магазина с применением аппарата нечетких множеств. Для этого следует определить параметры, влияющие на прибыль в этой среде.

**Основные результаты исследования.** Если обозначить продукты через  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , где  $n$  – число видов продуктов, а прибыль от реализации  $i$ -го продукта через  $b_i$ , то цель фирмы может быть математически представлена следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n b_i x_i \rightarrow \max. \quad (1)$$

Прибыль от реализации  $i$ -го продукта в виртуальном бизнесе зависит от множества качественных и количественных показателей (цена продукта, рынков услуг доступа к Интернет, долгосрочная тенденция изменения потенциального размера рынка, сезонных колебаний деловой активности, качества услуг Интернет-провайдеров, ценовой привлекательности провайдеров, влияния скорости доступа ресурсам Интернет, источников притока и оттока клиентов и т.д.), которые имеют нечеткие описания. Нечеткое описание может оказаться более адекватным реальности, чем в определенном смысле произвольно принятое четкое описание. Все эти показатели ограничены и принимают значения из интервалов, заданных экспертом. Таким образом, учитываются ограничения нечетких показателей. На определенном этапе полученные нечеткие выходные переменные дефазифицируются и выбираются максимально приемлемые четкие значения, которые обеспечивают наилучшие решения для каждого конкретного случая.

Очевидно, что если Интернет-магазин не является олигополистом или монополистом, то он функционирует на основе цен, установленных на рынке. А эта цена в рамках фирмы делится на две основные части – цена предыдущего звена и ценовая надбавка:

$$c_i = c_{i_{pr}} + c_{i_{sh}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где  $c_i$  – рыночная цена  $i$ -го вида товара;  $c_{i_{pr}}$  – цена предыдущего звена для  $i$ -го вида товара;  $c_{i_{sh}}$  – ценовая надбавка Интернет-магазина для  $i$ -го вида товара.

В свою очередь, ценовая надбавка состоит из расходов и прибыли, т.е.:

$$c_{i_{sh}} = K + B_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где  $K$  – расходы Интернет-магазина на единицу продукта;  $B_i$  – прибыль от реализации единицы  $i$ -го продукта.

Так как  $c_{i_{sh}}$  устанавливается предыдущим звеном, владелец Интернет-магазина может контролировать лишь  $c_{i_{sh}}$ . Предположим, что рыночная цена  $i$ -го вида товара  $c_i^*$ :  $c_i^* = 10,5$  у.е. Допустим, что экзогенный параметр, определенный предыдущим звеном  $c_{i_{pr}}^*$ , установлен как  $c_{i_{pr}}^* = 6$  у.е. Тогда из (2) получаем  $c_{i_{sh}}^* = 4,5$  у.е.

Учитывая, что прибыль от реализации единицы  $i$ -го вида продукта определяется вычитанием затрат на единицу продукта от цены, ниже вычислим затраты.

Поскольку общие расходы Интернет-магазина состоят из расходов на web-страницу, рекламу и процедурных расходов, следовательно общие расходы на единицу продукта определяется следующей формулой:

$$K = \frac{A + M + P}{N}, \quad (4)$$

где  $A$ ,  $M$  и  $P$  – расходы на web-страницу, рекламу и процедурные операции;  $N$  – число продуктов.

По сути, показатели  $A$ ,  $M$  и  $P$  являются нечеткими, поэтому зададим их как лингвистически представленные нечеткие переменные:

1. Расходы на web-страницу –  $A$  (5000–25000 man).
2. Расходы на рекламу –  $M$  (30000–100000 man).
3. Расходы, связанные процедурными операциями –  $P$  (2500–4000 man).

Каждая из вышеперечисленных величин входа, в свою очередь, является выходом блока, выражающегося количественными и качественными показателями:

1. Расходы на web-страницу –  $A$ :
  - а) число баз –  $A_1$ ;
  - б) число функций –  $A_2$ ;
  - в) число страниц –  $A_3$ ;
  - г) степень сложности функций –  $A_4$ .
2. Расходы на рекламу –  $M$ :
  - а) TV –  $M_1$ ;
  - б) Интернет –  $M_2$ ;
  - в) билборд –  $M_3$ ;
  - г) СМИ –  $M_4$ ;
  - д) продвижение –  $M_5$ .

3. С целью упрощения в модели будет использоваться дефазификационное значение расходов  $P$ , связанных с процедурными операциями:  $P = 3000$ .

Для остальных лингвистически заданных показателей определим термножества:

Для *A*: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий».

Для *M*: «низкий», «средний», «высокий».

Интервальные значения термножеств лингвистических переменных *A* и *M* заданы, соответственно, в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Интервальные значения термножеств лингвистической переменной *M*, авторская разработка

		низкий	средний	высокий
Расходы на рекламу	<i>M</i>	[4.851e+004 5000]	[4.851e+004 1.478e+005]	[4.851e+004 2.905e+005]
TV	<i>M</i> <sub>1</sub>	[1.869e+004 9e+004]	[1.869e+004 1.45e+005]	[1.869e+004 2e+005]
Интернет	<i>M</i> <sub>2</sub>	[3398 2e+004]	[3398 3e+004]	[3398 4e+004]
Билборд	<i>M</i> <sub>3</sub>	[1529 9000]	[1.53e+003 1.35e+004]	[1529 1.8e+004]
СМИ	<i>M</i> <sub>4</sub>	[3.721e+004 6000]	[3.721e+004 1.155e+005]	[3.721e+004 2.25e+005]
Продвижение	<i>M</i> <sub>5</sub>	[849.4 5000]	[849.4 7500]	[849.4 1e+004]

Таблица 2. Интервальные значения термножеств лингвистической переменной *A*, авторская разработка

		очень низкий	низкий	средний	высокий	очень высокий
Расходы на web-страницу	<i>A</i>	[2123 5000]	[2123 1e+004]	[2123 1.5e+004]	[2123 2e+004]	[2123 2.5e+004]
число баз	<i>A</i> <sub>1</sub>	[58.39 50]	[58.39 187.5]	[58.39 325]	[58.39 462.5]	[58.39 600]
число функций	<i>A</i> <sub>2</sub>	[1274 2]	[1274 3002]	[1274 6001]	[1274 9001]	[1274 1.2e+004]
число страниц	<i>A</i> <sub>3</sub>	[2654 2]	[2654 6252]	[2654 1.25e+004]	[2654 1.875e+004]	[2654 2.5e+004]
степень сложности функций	<i>A</i> <sub>4</sub>	[0.9555 1]	[0.9555 3.25]	[0.9555 5.5]	[0.9555 7.75]	[0.9555 10]

После этого осуществляется фазификация нечетких множеств. Функции принадлежности для этих нечетких множеств строятся в виде функции Гаусса.

Следующим этапом является построение логических правил на основе экспертных рассуждений. Например, для расходов на рекламу экспертные рассуждения могут быть описаны следующим образом:

1. Если расходы на TV, Интернет, билборд, СМИ и продвижение *низкие*, то рекламные расходы *низкие*.

2. Если расходы на TV, Интернет, билборд, СМИ и продвижение *средние*, то рекламные расходы *средние*.

3. Если расходы на TV, Интернет, билборд, СМИ и продвижение *высокие*, то рекламные расходы *высокие*.

4. Если расходы на TV, Интернет *средние*, а на билборд, СМИ и продвижение *низкие*, то рекламные расходы *средние*.

5. Если расходы на TV *средние*, а на Интернет, билборд, СМИ и продвижение *высокие*, то рекламные расходы *средние*.

Пользуясь выше предложенными обозначениями, лингвистические правила можно сформулировать следующим образом:

Правило 1. *Если*  $M_1 = \text{«низкий»}$ ,  $M_2 = \text{«низкий»}$ ,  $M_3 = \text{«низкий»}$ ,  $M_4 = \text{«низкий»}$  и  $M_5 = \text{«низкий»}$ , *то*  $M = \text{«низкий»}$ .

Правило 2. *Если*  $M_1 = \text{«средний»}$ ,  $M_2 = \text{«средний»}$ ,  $M_3 = \text{«средний»}$ ,  $M_4 = \text{«средний»}$ ,  $M_5 = \text{«средний»}$ , *то*  $M = \text{«средний»}$ .

Правило 3. *Если*  $M_1 = \text{«высокий»}$ ,  $M_2 = \text{«высокий»}$ ,  $M_3 = \text{«высокий»}$ ,  $M_4 = \text{«высокий»}$ ,  $M_5 = \text{«высокий»}$ , *то*  $M = \text{«высокий»}$ .

Правило 4. *Если*  $M_1 = \text{«средний»}$ ,  $M_2 = \text{«средний»}$ ,  $M_3 = \text{«низкий»}$ ,  $M_4 = \text{«низкий»}$ ,  $M_5 = \text{«низкий»}$ , *то*  $M = \text{«средний»}$ .

Правило 5. *Если*  $M_1 = \text{«средний»}$ ,  $M_2 = \text{«высокий»}$ ,  $M_3 = \text{«высокий»}$ ,  $M_4 = \text{«высокий»}$ ,  $M_5 = \text{«высокий»}$ , *то*  $M = \text{«высокий»}$ .

Таким образом строятся правила с помощью лингвистических переменных для расходов на рекламу –  $M$ . Преобразуя полученные выше правила, по каждому правилу получим нечеткие множества для эндогенной переменной  $M$ .

Метод композиции дает нечеткое множество, которое является областью значений нечеткой выходной переменной  $M$  и через дефаззификации методом центраида получаем четкое числовое решение.

В результате решения этой задачи для каждой лингвистической переменной  $A$  и  $M$  получаем следующие четкие значения:

1. Если  $A_1 = 120$ ,  $A_2 = 500$ ,  $A_3 = 10000$ ,  $A_4 = 5$ , то  $A = 9,71 \times 10^3$  у.е.

2. Если  $M_1 = 100000$ ,  $M_2 = 35000$ ,  $M_3 = 12000$ ,  $M_4 = 8000$ ,  $M_5 = 10000$ , то  $M = 1,8 \times 10^5$  у.е.

3.  $P = 3000$  у.е.

Результаты нечетких выводов для определения расходов на web-страницу ( $A$ ) и рекламу ( $M$ ), их графическая зависимость от входных показателей соответственно приведены на рис. 1–4.

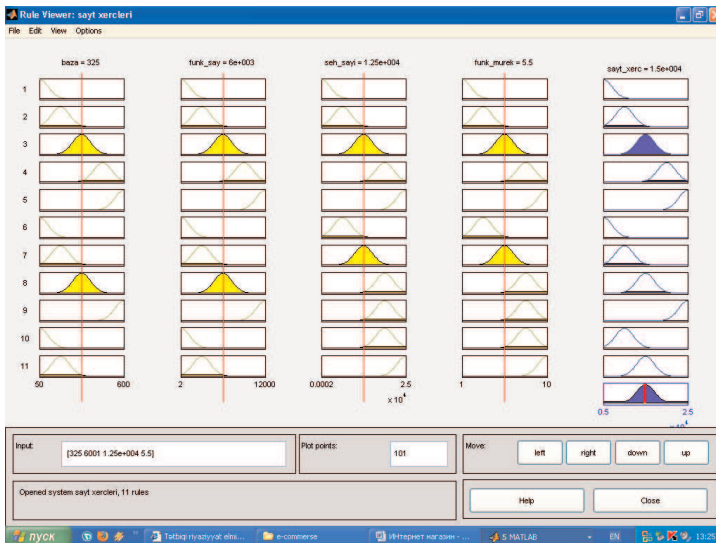


Рис. 1. Нечеткий вывод для определения расходов на web-страницу, авторская разработка

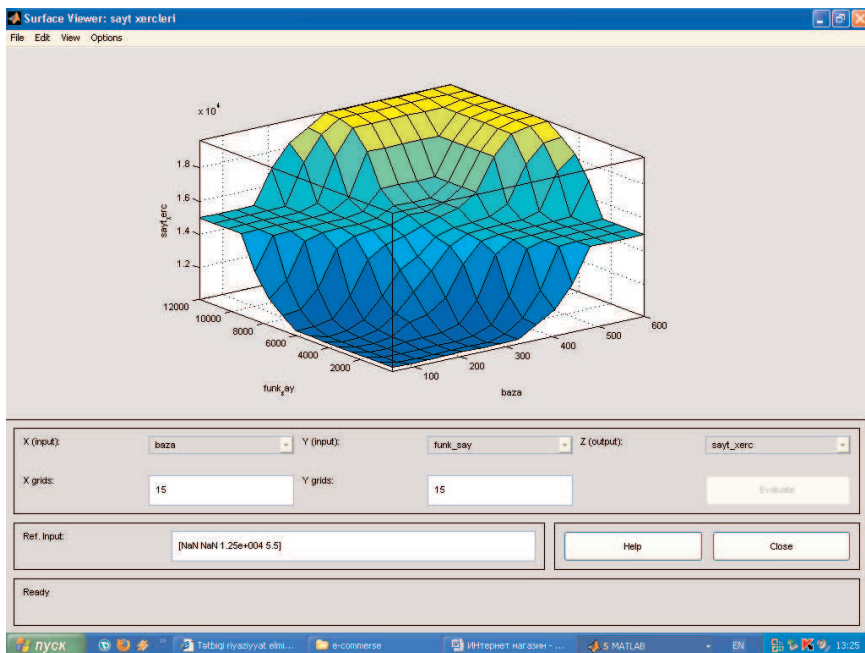


Рис. 2. Графическая зависимость расходов на web-страницу от входных показателей, авторская разработка

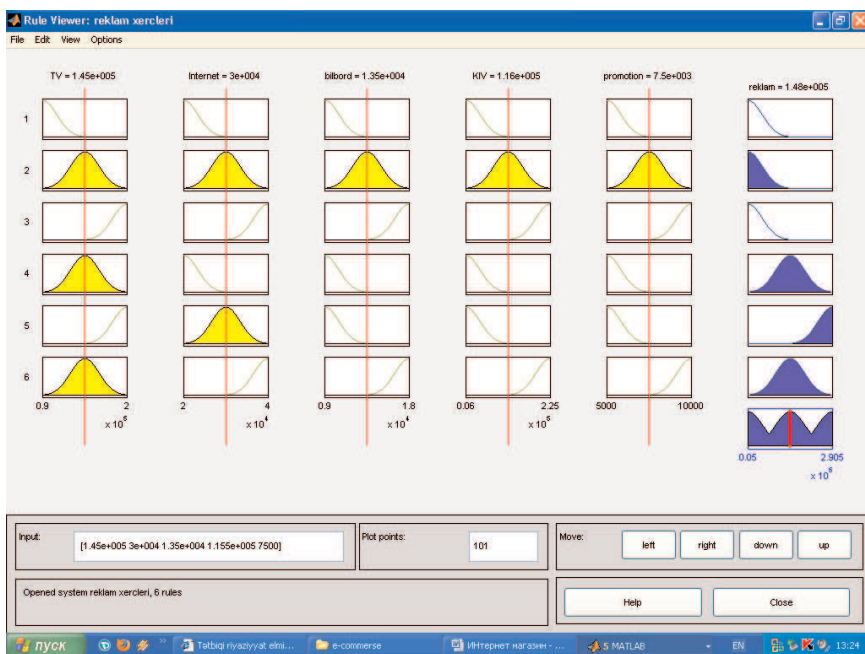


Рис. 3. Нечеткий вывод для определения расходов на рекламу, авторская разработка

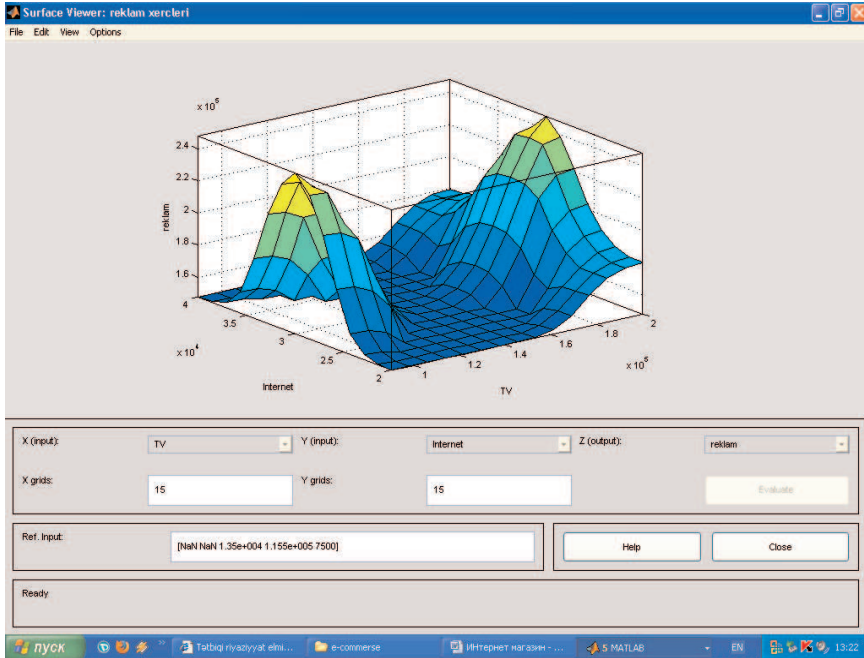


Рис. 4. Графическая зависимость расходов на рекламу от входных показателей, авторская разработка

Таким образом, из формулы (4) при  $N = 100000$  находим  $K$ :

$$K = \frac{9710 + 180000 + 3000}{100000} = 1,927.$$

Следовательно, из (3) находим прибыль от реализации единицы  $i$ -го вида продукта:  $B_i^* = c_{i,sh}^* - K = 4,5 - 1,927 = 2,573$ .

**Выводы.** На основе устанавливаемых на рынке цен владелец Интернет-магазина может определить прибыль от реализации единицы каждого вида продукта  $x_i$ ,  $i = 1, n$ . Применение нечетких правил логического вывода приводит к более адекватному моделированию задачи ценообразования на фирме и нахождению более эффективного решения.

**Перспективы дальнейших исследований.** Применение нечеткой логики позволит анализировать качественные характеристики ценообразования детальнее и приведет к разработке более адекватной модели. В будущем предполагается изучение модели ценообразования в разных сферах бизнеса.

1. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации // Принятие решений в расплывчатых условиях / Под ред. В.В. Корнеева. – М.: Нолидж, 2001. – С. 255–290.

2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М., 1976. – 168 с.

3. Иманов К.Д. Нечеткие модели оценки устойчивого развития Азербайджана. – Баку, 2006. – 39 с.

4. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб: БХВ; Петербург, 2003. – 73 с.

5. Липиц И.В. Ценообразование. – М., 2006. – 446 с.



6. Муртузалиев Т.Ф. Новые аспекты организации производства с учетом цельности времени производства // Актуальні проблеми економіки.— 2009.— №5. — С. 288–291.
7. Насибов Э.Н. Методы обработки нечеткой информации в задачах принятия решений. — Баку: Элм, 2000. — 260 с.
8. Шафизаде Э.Р., Шихлинская Р.Ю. Применение нечетких правил логического вывода к модели оптимизации производственно-отраслевой структуры сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности // Актуальні проблеми економіки.— 2010.— №1. — С. 286–294.
9. Шелобаев С.И. Экономико-математические методы и модели. — М.: Юнити, 2005. — 285 с.
10. Шихлинская Р.Ю. Применение дефазификационного метода WABL к нечетким регуляторам // Вестник БГУ.— Серия: Физ.-мат. наук.— 2006.— №3. — С. 111–118.
11. Aliev, F.A., Niftiyev, A.A., Zeynalov, J.I. (2011). Optimal synthesis problem for the fuzzy systems in semi-infinite interval. Applied and Computational Mathematics, 10(1): 97–105.
12. Hasanli, Y., Hasanov, F., Mansimli, M. (2010). Equilibrium prices model for sectors of Azerbaijan economy based on input-output tables, EcoMod. International Conference on Economic Modeling, Istanbul, Turkey, July 7–10, 2010.
13. Kerre, E.E. (2011). The impact of fuzzy set theory on contemporary mathematics (survey). Applied and Computational Mathematics, 10(1): 20–34.
14. Yager, R.R., Zadeh, L.A. (ed.) (1994). Fuzzy Sets, Neural Networks and Soft Computing. Thomson Learning. 440 p.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2011.

## КНИЖКОВИЙ СВІТ



СУЧАСНА ЕКОНОМІЧНА ТА ЮРИДИЧНА ОСВІТА  
ПРЕСТИЖНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ**

Україна, 01011, м. Київ, вул. Панаса Мирного, 26  
E-mail: book@nam.kiev.ua  
тел./факс 288-94-98, 280-80-56



**Транснаціональні корпорації: Навчальний посібник. — К.: Національна академія управління, 2008. — 240 с.**  
Ціна без доставки — 25 грн.

Автори: **О.В. Зав'ялова, В.Є. Сахаров.**

У навчальному посібнику викладено теоретичні основи виникнення, становлення та розвитку транснаціональних корпорацій, механізм їхнього функціонування та вплив на світову економіку. Розглянуто систему національного і міжнародного регулювання ТНК.

Посібник містить також ситуаційні вправи, що дозволяє закріпити теоретичні знання шляхом виконання практичних завдань та обговорення ситуаційних вправ.

Призначений для студентів та викладачів вузів. Посібник стане корисним всім, хто цікавиться проблемами транснаціоналізації світової економіки.