

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛИ*

Фикрет А. Алиев¹, А.А. Нифтиев¹, Р.Ю. Шихлинская¹,
Э.Р. Шафизаде¹, Т.Ф. Муртузалиев²

¹Институт Прикладной Математики, Бакинский Государственный Университет,
Баку, Азербайджан

²АФВ банк, Баку, Азербайджан

e-mail: f_aliev@yahoo.com, reyhan_sh@rambler.ru, elnure_sh@mail.ru,
pulkend@yahoo.com

Резюме. В статье рассмотрена экономико-математическая модель максимизации прибыли в виртуальном бизнесе с применением нечеткого аппарата. Некоторые качественные и количественные показатели, влияющие, на прибыль Интернет магазина от реализации *i*-го продукта вычисляются нечеткими методами.

Ключевые слова: математико-экономическое моделирование, виртуальный бизнес, функция принадлежности, нечеткие правила логического вывода, ценообразование.

AMS Subject Classification: 90A, 94D.

1. Введение

Одним из динамично развивающийся и перспективным сегментом рынка является электронная коммерция. Это направление обладает целым набором уникальных особенностей, однако в его основе лежат общие принципы маркетинга.

В электронной, как и в привычном для нас рынке, 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. Одним 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:

* Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики- Грант N EIF-RITN-MQM-2/IKT-2-2013-7(13)-29/06/1.

** Reported at the seminar of the Institute of Applied Mathematics in 20.05.2014

- Необязательно иметь в наличии товар (но в этом случае обязательно иметь сеть поставщиков, работающих по принципу «точно вовремя»).
- Не нужно помещение для продаж.
- Свобода передвижений продавца.
- С интернет-магазином можно расширить географию своего бизнеса вплоть до мировых рынков.
- Можно не нанимать продавцов, администраторов, менеджеров, товароведов, кассиров, охранников и еще кого бы то ни было.
- Интернет-магазин дает возможность самим распределять свое рабочее время. Однако, и у этого вида бизнеса есть существенные риски.
- Риски Интернет магазина:
- Атака хакеров.
- «Баги». (ошибки в программном обеспечении)
- Покупка «кота в мешке».
- 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 пользователей. Скорость, комфортность, безопасность операций зависит от того, насколько скоростным и безопасным провайдером пользуется потребитель.

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

Стандартная задача математического программирования формулируется обычно 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, которых 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. Нечеткость в постановке задачи математического программирования может содержаться как в описании множества альтернатив, так и в описании целевой функции. Различные

формы описания исходной информации обуславливают различных формулировок задач нечеткого математического программирования.

2. Анализ последних исследований и публикаций

В работе [5] исследуется проблема ценообразования с разных аспектов. В работе [14] рассматривается модель межотраслевых равновесных цен. В работе [6] рассматриваются новые аспекты организации производства с методом «точно во времени». Лингвистические переменные и фазы-терм множества детально рассмотрены в [2;4;12]. Обработка данных и задачи принятия решения в условиях неопределенности рассмотрены в работах [1;7]. В работах [3;8;10;11;12;14] строятся нечеткие модели и 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].

Разработка модели с применением аппарата нечеткой теории мало изучена. Это относится и к нечеткому экономико-математическому моделированию максимизации прибыли для Интернет магазина, которое может дать очень хорошие результаты.

3. Постановка задачи

Построим экономико-математическую модель максимизации прибыли для Интернет магазина, с применением нечеткого аппарата. Для этого мы должны определить основные параметры влияющие на прибыль в этой среде.

Сначала рассмотрим классическую (четкую) модель максимизации прибыли для магазина в реальном бизнесе:

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

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \leq a_j, j = \overline{1, k}, \quad (2)$$

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Здесь

x_i -объем i -го ($i = \overline{1, n}$) вида продукта;

b_i - прибыль от реализации единицы i -го вида продукта;

a_{ij} - j -ий вид расходов на единицу i -го вида продукта;

a_j - j -ий вид расходов ($j = \overline{1, k}$).

В виртуальной среде товары $x_i, i = \overline{1, n}$ (n -число видов продуктов) фиксированы. Так как эти товары находятся в некоторой базе откуда доставляются покупателям. А это означает что, интернет магазин не платит за каждую единицу товара расходы как арендная плата за помещение, расходы на витрины, заработную плату и т.д. А это означает что условие (2) для интернет магазина не актуален. Если $x_i, i = \overline{1, n}$ (n -число видов продуктов)

фиксированы, то в этом случае максимизация ведется по прибыли $b_i, i = \overline{1, n}$.

Учтем что, прибыль от реализации i -го продукта в виртуальном бизнесе зависит от множества качественных и количественных показателей- цена продукта, рынок услуг доступа к Интернет, долгосрочная тенденция изменения потенциального размера рынка, сезонных колебаний деловой активности, качества услуг Интернет провайдеров, ценовой привлекательности провайдеров, влияния скорости доступа к ресурсам Интернет, источников притока и оттока клиентов и т. д., которые имеют нечеткие описания. Так как, многие из этих параметров имеют нечеткое описание, учитывать их в классической модели как четкие показатели, или вообще невозможно, или возможно со значительными допущениями. Исходя из этих рассуждений можно сказать что, нечеткое описание этих параметров в модели может оказаться более адекватным, чем в определенном смысле произвольно принятое четкое описание.

Учитывая все эти утверждения, прибыль от реализации единицы i -го вида продукта $b_i (i = \overline{1, n})$, можно представить как переменная зависящая от нечетких показателей $\tilde{a}_j, j = \overline{1, m}$, т.е. $b_i(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_m)$. Заметим что, нечеткие показатели $\tilde{a}_j, j = \overline{1, m}$ влияющие на прибыль от реализации единицы i -го вида продукта, являются такими показателями как доходы потребителей, жизненный уровень потребителей, мода, цены товаров заменителей или взаимодополняющих товаров и т.п. и технические параметры которые перечислены выше. Так как $\tilde{a}_j, j = \overline{1, m}$ нечеткие подмножества, они имеют свою функцию принадлежности, задаваемые экспертом, допустим, в треугольном виде с носителем $[a_{jl}, a_{jr}]$ и с вершиной в a_j^* , из соответствующего множества A_j , где a_{jl} и a_{jr} соответственно левая и правая граница носителя нечеткого подмножества \tilde{a}_j :

$$\text{Supp } \tilde{a}_j = \{x \in A_j \mid \mu_{a_j}(x) > 0\} = [a_{jl}, a_{jr}]. \quad j = \overline{1, m} \quad (4)$$

А треугольные функции принадлежности нечетких подмножеств $\tilde{a}_j, j = \overline{1, m}$ могут быть описаны в виде (рис 1.)

$$\mu_{\tilde{a}_j}(x) = \begin{cases} \frac{(x - a_{jl})}{(a_j^* - a_{jl})}, \text{ при } a_{jl} \leq x \leq a_j^* \\ \frac{(a_{jr} - x)}{(a_{jr} - a_j^*)}, \text{ при } a_j^* \leq x \leq a_{jr}. \end{cases} \quad (5)$$

Заметим, что нечеткие показатели, в том числе, лингвистические могут быть описаны разными способами, выбранными со стороны ЛПР. [3]

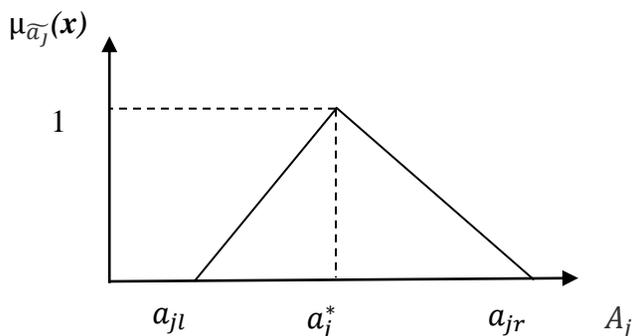


Рис 1.

Таким образом, модель (1)-(3) можно представить в следующем нечетком виде:

$$\sum_{i=1}^n b_i(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_m) x_i \rightarrow \max . \quad (6)$$

$$\tilde{a}_j \subset A_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (7)$$

В этой модели целевая функция (6) задана в неявном виде. Для каждого конкретного случая ее можно определить используя соответствующие математические или нечеткие методы.

Приведем пример задачи достижения нечетко поставленной цели при нечетко описанных критериях [7].

Построим модель максимизации прибыли для некоторого Интернет магазина. Допустим, в Интернет-магазине реализуется n видов товара: $x_i, i = \overline{1, n}$. Прибыль от продажи i -го вида продукта зависит от множества нечетких критериев. В этом случае определим основные критерии $\tilde{a}_j, j = \overline{1, m}$, от которых зависит прибыль Интернет магазина. Для простоты допустим, что прибыль b_i зависит от цены i -го вида продукта (\tilde{c}_i), расходов на Веб-страницу (\tilde{A}), на рекламу (\tilde{M}) и процедурных расходов (\tilde{P}), которые являются нечеткими подмножествами и принимают значения из множества денег D . Тогда нечеткая модель (6)-(7) будет в следующем виде [8]:

$$\sum_{i=1}^n b_i(\tilde{c}_i, \tilde{A}, \tilde{M}, \tilde{P}) x_i \rightarrow \max, \quad (8)$$

$$\tilde{c}_i, \tilde{A}, \tilde{M}, \tilde{P} \subset D, \quad (9)$$

Очевидно, что если Интернет магазин не является олигополистом или монополистом, то он функционирует на основе цен установленных на рынке. Предположим, что для определенного продукта на рынке установлена одна единственная цена: c_i^* . В этом случае c_i^* можно считать дефазифицированным числом для \tilde{c}_i .

Нечеткие показатели $\tilde{A}, \tilde{M}, \tilde{P}$ в свою очередь зависят от определенных качественных и количественных показателей. То есть каждая из вышеперечисленных величин входа в свою очередь является выходом блока, выражающегося нечеткими качественными и количественными показателями. Их определим ниже.

Сначала проанализируем цену продукта c_i^* . В рамках фирмы c_i^* делится на две основные части: цена предыдущего звена и ценовая надбавка:

$$c_i^* = c_{ipr} + c_{ish} \quad i = \overline{1, n} \quad (10)$$

где c_{ipr} -цена предыдущего звена для i -го вида товара, c_{ish} - ценовая надбавка интернет магазина для i -го вида товара. Учтем что, $c_{ipr} \leq c_i^*$. Если интернет магазин является первым звеном в торговой цепочке то $c_{ish} \leq c_i^*$, в противном случае $c_{ish} < c_i^*$. Так как c_{ipr} устанавливается предыдущем звеном, «владелец» Интернет магазина может контролировать лишь c_{ish} . Так как в (10) c_i^*, c_{ipr} четко определены, то c_{ish} тоже четкий показатель.

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

$$c_{ish} = K + b_i \quad i = \overline{1, n} \quad (11)$$

где K -расходы Интернет магазина на единицу продукта, b_i -прибыль от реализации единицы i -го продукта. В нашем примере K определяется следующей формулой:

$$K = \frac{\tilde{A} + \tilde{M} + \tilde{P}}{N}, \quad (12)$$

здесь N число продуктов; .

Из (11) и (12) следует:

$$b_i = c_{ish} - \frac{\tilde{A} + \tilde{M} + \tilde{P}}{N} \quad i = \overline{1, n} . \quad (13)$$

Тогда модель (8)-(9) может быть в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^n \tilde{b}_i x_i = \sum_{i=1}^n (c_{ish} - \frac{\tilde{A} + \tilde{M} + \tilde{P}}{N}) x_i \rightarrow \max , \quad (14)$$

$$\tilde{c}_i, \tilde{A}, \tilde{M}, \tilde{P} \in D \quad (15)$$

где $\tilde{c}_i, \tilde{A}, \tilde{M}$ и \tilde{P} нечеткие показатели, влияющие на прибыль от реализации единицы i -го вида продукта $b_i, i = \overline{1, n}$, с соответствующими носителями из заданных множеств. $[c_{il}, c_{ir}] \in D, [A_{il}, A_{ir}] \in D, [M_{il}, M_{ir}] \in D, [P_{il}, P_{ir}] \in D$.

Допустим, в нашем случае показатели $\tilde{A}, \tilde{M}, \tilde{P}$ зависят от следующих нечетких параметров [1]:

1. Расходы на Веб страницу – \tilde{A}
 - 1.a. число баз - A_1
 - 1.b. число функций - A_2
 - 1.c. число страниц - A_3
 - 1.d. степень сложности функций - A_4
2. Расходы на рекламу - \tilde{M}
 - 2.a. Уровень рекламы в TV - M_1
 - 2.b. Уровень рекламы в Интернете - M_2

- 2.c. Уровень рекламы в билборде - M_3
- 2.d. Уровень рекламы в СМИ - M_4
- 2.e. Уровень рекламы с промошн - M_5
- 3. С целью упрощения будем использовать в модели дефазификационное значение расходов \tilde{P} , связанных с процедурными операциями: P^* . Где

$$P^* \in \text{Supp } \tilde{P} = \{x \in X \mid \mu_p(x) > 0\} = [P_l, P_r] \quad (16)$$

Эта модель приводится к задаче нечеткой оптимизации и решается методом нечетких логических выводов.

Как известно разработка нечетких выводов состоит из следующих этапов:

1. Фаззификация данных
 2. Построение правил
 3. Композиция
 4. Дефаззификация
1. Фаззификация данных. Осуществляется фаззификация нечетких входных и выходных лингвистических показателей для каждого блока (в нашем примере для блоков 1 и 2). То есть для этих множеств задается терм множества. После этого определяется интервальные значения терм множеств и строятся функции принадлежности для каждого показателя.
 2. Построение правил. Следующим этапом является построение нечетких логических правил на основе экспертных рассуждений, с учетом целевой функции. То есть строятся правила с помощью лингвистических переменных для параметров \tilde{A}, \tilde{M} . Преобразуя эти правила, по каждому правилу получим нечеткие множества для эндогенных переменных \tilde{A}, \tilde{M} .
 3. Композиция. Следующем этапом является композиция т.е. агрегирование нечетких выводов. Пользуясь методом композиции, получаем нечеткое множество которое является областью значений нечетких выходных переменных.
 4. Дефаззификация. В последнем этапе для получения четкого числового решения проводится процедура дефаззификации (в нашем примере методом центра тяжести). То есть получаются четкие значения для \tilde{A}, \tilde{M} как A^* и M^* .

Заметим что, A^* и M^* определяются на основе нечеткого логического анализа существенно влияющих на эти параметры качественных и количественных показателей. Такой анализ при помощи четкого аппарата или невозможен или малоэффективен.

Таким образом, подставляя A^*, M^* и P^* в (14) получаем оптимальное значение общей прибыли Интернет магазина.

Итак, нечеткая экономико-математическая модель (8)-(9) для каждого конкретного случая может дать оптимальное решение.

4. Выводы

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

Литература

1. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации, Под ред. В.В. Корнеева, Принятие решений в расплывчатых условиях, М., Нолидж, 2001, с. 255-290.
2. Bellman R., Zadeh L.A.. Decision-making in a fuzzy environment.- Management Science, 1970, Vol.17, pp.141-162.
3. Заде Л., Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений, М., 1976, 168с.
4. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH, СПб:БХВ, Петербург, 2003, 73 с.
5. Липсиц И.В., Ценообразование, Москва, 2006, 446 с.
6. Муртузалиев Т.Ф., Новые аспекты организации производства с учетом цельности времени производства, «Актуальные проблемы экономики, ISSN 1993–6788, 5(95), 2009, с.288-291.
7. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта, Под ред. Д.А.Поспелова, М.,Наука, 1986, с.236-255.
8. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.,Наука, 1981, с.155-174.
9. Шафизаде Э.Р., Шихлинская Р.Ю., Применение нечетких правил логического вывода к модели оптимизации производственно-отраслевой структуры сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности, Актуальные проблемы экономики, ISSN 1993–6788, 1(103), 2010, с.286-294.
10. Шелобаев С.И., Экономико-математические методы и модели, Юнити, Москва, 2005, 285с.
11. Шихлинская Р.Ю., Применение дефаззификационного метода WABL к нечетким регуляторам, Вестник БГУ, сер. Физ.-мат. наук., №3, 2006, с.111-118.
12. Aliev F.A., Niftiyev A.A., Zeynalov J.I., Optimal Synthesis problem for the fuzzy systems in semi-infinite interval, Applied and Computational Mathematics, 2011, Vol.10, No.1, pp.97-105.

13. Fuzzy Sets, Neural Networks and Soft Computing, Edited by Yager R.R., L.A. Zadeh, Van Nostrand Reinhold, 1994, 440 p.
14. Hasanli Y., Hasanov F., Mansimli M., 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.
15. Kerre E.E., The impact of fuzzy set theory on contemporary mathematics (survey), Applied and Computational Mathematics, 2011, Vol.10, No.1, pp.20-34.

Elektron ticarətin qeyri-səlis modeli

**Fikrət Ə. Əliyev, A.A. Niftiyev, R.Y. Şıxlinskaya,
E.R. Şəfizadə, T.F. Murtuzəliyev**

XÜLASƏ

Məqalədə virtual biznesdə qeyri-səlis məntiqin tətbiqi ilə mənfəətin maksimalaşdırılması modelinə baxılmışdır. İnternet mağazanın mənfəətinə təsir göstərən bəzi keyfiyyət və kəmiyyət göstəriciləri qeyri-səlis metodlarla hesablanır.

Açar sözlər: iqtisadi-riyazi modelləşdirmə, virtual biznes, mənsubiyyət funksiyası, qeyri-səlis məntiqi çıxarılış qaydaları, qiymətməməlgəlmə.

Fuzzy model of online trade

**Fikret A, Aliev, A.A. Niftiev, R.Y. Shikhinskaya,
E.R. Shafizadeh, T.F. Murtuzaliev**

ABSTRACT

It is investigated economic-mathematical model of profit in virtual business with applying fuzzy logic. Some qualitative and quantitative indicators influencing to the profit of e-shop are calculated by fuzzy logic.

Keywords: economic-mathematical modeling, virtual business, membership function, fuzzy inference logic rules, price fix.