МЕНЕДЖМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ

ОЦЕНКА КРИТЕРИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТОВАРА МЕТОДОМ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В СРЕДЕ MATHCAD

Пожарская Г. И.

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры бизнес-информатики, Уральский государственный экономический университет (Россия), 620144, Россия, г.Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, kafedra-bi@usue.ru

Молодецкая С. Ф.

старший преподаватель кафедры бизнес-информатики, Уральский государственный экономический университет (Россия), 620144, Россия, г.Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, kafedra-bi@usue.ru

УДК 658.62
ББК 65.291.82

Цель. Разработка нечетко-множественного подхода для принятия управленческих решений по повышению конкурентоспособности предприятия.

Результаты. На примере рынка смартфонов результативно был осуществлен анализ рынка, выявлены сравнительные параметры (показатели) товара, рассчитан интегральный показатель – влияние на конкурентоспособность с использованием математической модели.

Научная новизна. Предложена математическая модель оценки конкурентоспособности, построенная с использованием системы Mathcad на основе теории нечетких множеств. Построенная математическая модель оценки критерия конкурентоспособности позволяет оперативно проводить анализ в условиях быстро меняющегося рынка с использованием сценарного подхода.

Ключевые слова: конкурентоспособность, математическая модель, теория нечетких множеств, Mathcad.

EVALUATION OF THE COMPETITIVENESS CRITERIA OF THE PRODUCT BY THE METHOD OF FUZZY SETS IN THE MEDIUM OF MATHCAD

Pozharskaya G. I.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences , Assistant Professor of Business Informatics Department, Ural State University of Economics (Russia), 62/45, 8 Marta str./Narodnoy voli str., Ekaterinburg, Russia, 620144, kafedra-bi@usue.ru

Molodetskaya S. F.

senior lecturer of Business Informatics Department, Ural State University of Economics (Russia), 62/45, 8 Marta str./Narodnoy voli str., Ekaterinburg, Russia, 620144, kafedra-bi@usue.ru

Purpose. Development of a fuzzy-multiple approach for making managerial decisions to improve the competitiveness of an enterprise.

© Пожарская Г. И., Молодецкая С. Ф., 2016

Results. On the example of the smartphone market, market analysis was effectively carried out, comparative parameters (indicators) of the goods were revealed, an integral indicator was calculated – the effect on competitiveness using a mathematical model.

Scientific novelty. A mathematical model for assessing competitiveness, constructed using the Mathcad system based on the theory of fuzzy sets, is proposed. The constructed mathematical model of an estimation of criterion of competitiveness allows operatively to carry out the analysis in the conditions of quickly changing market with use of the scenario approach.

Keywords: competitiveness, mathematical model, theory of fuzzy sets, Mathcad.

Конкурентоспособность – экономическая категория, которая может рассматриваться на различных уровнях: конкурентоспособность предприятия, товара, отраслевая, конкурентоспособность государства.

Конкуренция, как основополагающая характеристика рынка, оказывает значительное влияние на хозяйственную деятельность предприятия, заставляет его стремиться к превосходству над конкурентами, следовательно, обладать конкурентоспособностью. Происходит постоянный поиск новых инструментов управления предприятиями, связанных с повышением конкурентоспособности. Для разработки управленческих решений по повышению потенциала конкурентоспособности необходимо проводить анализ внешнего окружения, анализ внутренних возможностей предприятия, а также продукции предприятия (чем выше уровень конкурентоспособности продукции и чем больше ее востребованность на рынке).

Рассмотрим подробнее конкурентоспособность продукции – прозводимого товара.

Определим конкурентоспособность товара как способность отвечать требованиям данного рынка в рассматриваемый период. Товар, который обладает комплексом потребительских и стоимостных характеристик, соотношение которых выше в сравнении с аналогичными конкурирующими товарами, характеризуется большей конкурентоспособностью. Для оценки конкурентоспособности используются критерии, которые можно подразделить на две основные группы: потребительские и экономические. Среди потребительских критериев особое место занимает качество товаров. О потребительских предпочтениях свидетельствует также объем продаж конкурентных товаров. Важнейшим экономическим критерием конкурентоспособности является цена, соотношение уровня цены с ценами основных конкурентов. Комплексный критерий конкурентоспособности – это качественная и количественная оценка уровня конкурентоспособности, которая включает совокупность критериев. Критерии могут быть конкретизированы в виде групп показателей.

Для оценки конкурентоспособности товара необходимо сделать анализ рынка, определить сравнительные параметры (показатели) товара, рассчитать интегральный показатель – влияние на конкурентоспособность. Влияние показателей на уровень конкурентоспособности не всегда можно четко определить и формализовать. Классические модели работают детерминированной среде, а для систем с неполной информацией оптимальными являются нечеткие методы моделирования. Мы использовали нечетко множественный подход, который включает следующие этапы:

1. Фаззификация (переход к нечеткости): точные значения входных переменных (показателей) и выходного (критерия конкурентоспособности) преобразуются в значения лингвистических переменных – значения величин представляются не числами, а словами естественного языка и называются ТЕРМАМИ. Оценка значений показателей (Высокое, Среднее, Низкое и т. д.) и уровень их влияния на выходной показатель (уровень конкурентоспособности) определяется с помощью экспертных оценок.

2. Построение функции принадлежности: принадлежность каждого точного значения показателей (и входных и выходного) к одному из термов лингвистической переменной определяется посредством функции принадлежности. В качестве функций принадлежности выбираем трапецевидные функции.

3. Распознавание: определение уровня попадания входных показателей в диапазоны терм-множеств, построенных по экспертным оценкам, на этой основе оценка критерия конкурентоспособности по формулам свертки. Распознавание конкурентоспособности с учетом сопоставления полученного значения с классификацией функции принадлежности.

В данной работе представлена математическая модель оценки конкурентоспособности, построенная с использованием системы Mathcad на основе теории нечетких множеств.

Постановка задачи

Конкурентоспособность товара является решающим фактором его коммерческого успеха на развитом конкурентном рынке. Значимая составная часть конкурентоспособности товара – это уровень затрат потребителя за время эксплуатации.

Рассмотрим деятельность магазина, который реализует смартфоны разных производителей.

Таблица 1. **Показатели качества смартфонов**

Производитель смартфонов	**Функциональные свойства**		**Эргономические свойства**		**Эстетические свойства**		**Разрешение экрана**		**Безопасность**	
Период	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Samsung	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4
Apple	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Lenovo	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
Huawei	4	4	4	4	4	5	4	4	3	3
Другие	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3

Составлено авторами

Требуется определить, смартфоны каких производителей необходимо закупать в ближайший год для получения в дальнейшем наибольшей прибыли. Для решения поставленной задачи оценим критерий конкурентоспособности рассматриваемого товара. Для оценки используем методику комплексной оценки критериев состояния, описанную А. О. Недосекиным [1]. Метод построен на основе теории нечетких множеств. [2].

Выделим четыре производителя – лидеров по продажам смартфонов на мировом рынке: Samsung, Apple, Lenovo, Huawei. Для построения критерия конкурентоспособности необходимо выбрать ряд отдельных показателей, которые формируют представление о конкурирующих товарах. Рассмотрим два периода 2013 год (1 период) и 2014 год (2 период). Выберем четыре показателя для каждого периода.

Показатели X: X_1 –доля продаж смартфонов на мировом рынке (продажи телефонов конкретного производителя от общего количества проданных смартфонов на мировом рынке); X_2 – темп роста рынка; X_3 – уровень цен на продукцию, X_4 –качество товара (интернет-опрос проводился на основе пяти показателей по пятибалльной шкале (таблица 1, данные с сайтов : https://vc.ru/p/apple-samsung-sales; https://hi-tech.mail.ru/news/russia-smartphone-sales-increase-46/).

Данные по показателю качества нормируем на максимальный балл, равный 5 баллам, и определяем средний показатель X_4 для двух периодов. Данные по всем показателям, нормированные на единицу, представлены в таблице 2.

При проведении оценок используем экспертные качественные утверждения типа «низкий уровень», «средний уровень» и др. Эти утверждения относятся к лингвистической информации. Оценим конкурентоспособность g по данным показателей X_i, рассматривая их как лингвистические переменные. Заключение о конкурентоспособности сделаем методом нечетких множеств основании экспертных оценок выбранных показателей.

Модель задачи

Предположим, что существует взаимное соответствие комплекса переменных X_i, определяющих

Таблица 2. **Показатели для оценки конкурентоспособности**

Производитель смартфонов	**X_1 – доля продаж**		**X_2– темп роста рынка**		**X_3– уровень цен**		**X_4 – качество товара**	
Период	1	2	1	2	1	2	1	2
Samsung	0,323	0,247	0,405	0,421	0,217	0,261	0,84	0,84
Apple	0,155	0,150	0,216	0,226	0,361	0,348	1,00	0,96
Lenovo	0,063	0,072	0,154	0,154	0,108	0,112	0,72	0,76
Huawei	0,051	0,058	0,077	0,074	0,193	0,174	0,76	0,80
Другие	0,408	0,473	0,147	0,125	0,121	0,105	0,72	0,72

Составлено авторами

рыночное состояние товара, с критерием конкурентоспособности. Будем считать, что критерий конкурентоспособности g функционально связан с набором показателей X_i:

$$g = \sum_{(i)} \alpha_i \cdot \phi(X_i) \qquad (1)$$

где $X_i (i = 1, n)$ – показатели,
i – номер показателя,
$n = 4$ – количество показателей,
a_i – вес показателя.

Фазификация. Рассматриваем g и X_i как лингвистические переменные со значениями {Наивысшее, Высокое, Среднее, Низкое, Очень низкое}. Принадлежность значений переменных к каждой из качественных оценок определяется экспертной оценкой. При этом принадлежность каждого показателя к оценке положения производителя на рынке из пяти гипотез определяют степень влияния каждого X_i на конкурентоспособность. Лингвистические переменные вводятся в виде:

$$(A,\ T(A), U, G, M), \qquad (2)$$

где A – название переменной;

$T(A)$ – терм-множество, т. е. множество значений переменной A, причем каждому из них соответствует нечеткое подмножество A, заданное на универсальном множестве U;

G – синтаксическое правило, порождающее значения переменной A ;

M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждому элементу терм-множества нечеткое подмножество A универсального множества U.

Термы можно рассматривать как нечеткие множества, заданные на универсальном множестве U и имеющие определенную функцию принадлежности $\mu(u)$. Если A – элемент терм-множества лингвистической переменной A, то это есть название нечеткого множества

$$A = \sum_{U} \frac{\mu_A(u)}{u} \qquad (3)$$

Сопоставим лингвистическим переменным g и X_i пенташкалу, каждому словесному элементу которой отвечает нечеткое число. Создадим пятиуровневый классификатор, построенный на трапециевидных нечетких числах. Универсальным множеством для переменной $\boldsymbol{g}$ будет отрезок [0,1], а множеством значений переменной g – терм-множество

$$G = \{G1,\ G2, G3,\ G4,\ G5\}, \qquad (4)$$

где $G1$ = «очень низкий уровень конкурентоспособности»;

$G2$ = «низкий уровень конкурентоспособности»;

$G3$ = «средний уровень конкурентоспособности»;

$G4$ = «высокий уровень конкурентоспособности»;

$G5$ = «наивысший уровень конкурентоспособности».

Соответственно введем пять компонентов нечеткого множества для каждого показателя X_i. Каждый показатель – числовая переменная, которая принимает свои значения на определенном числовом промежутке. Множеством значений переменных X_i является терм-множество

$$X_i = \{Bi1, Bi2, Bi3, Bi4, Bi5\}, \qquad (5)$$

где $Bi1$ – «очень низкий уровень показателя X_i»
$Bi2$ – «низкий уровень показателя X_i»
$Bi3$ – «средний уровень показателя X_i»
$Bi4$ – «высокий уровень показателя X_i»
$Bi5$ – «наивысший уровень показателя X_i»

Функции принадлежности. Каждому компоненту терм-множества соответствует своя функция принадлежности. Для унификации и универсальности использования функций принадлежности представим их в виде системы трапециевидных функций.

Построим математическую модель задачи средствами программы MathCad на примере данных для смартфонов марки Samsung [3]. Проведем расчеты по следующим этапам.

1. Построим функцию принадлежности, как функцию пользователя, в виде трапециевидной функции $mu(x, a)$, определенную на множестве трапециевидных T-чисел, которое зададим в виде матрицы из четырех элементов $a = (a_1, a_2, a_3, a_4)$.

$$\mathrm{mu}(x,a) = \begin{cases} 0, \text{если } x < a_1 \\ \dfrac{x - a_1}{a_2 - a_1}, \text{если } a_1 \le x \le a_2 \\ 1, \text{если } a_2 \le x \le a_3 \\ \dfrac{x - a_4}{a_3 - a_4}, \text{если } a_3 \le x \le a_4 \\ 0, \text{если } x > a_4 \end{cases}$$

2. Проведем классификацию значений g в соответствии с экспертными оценками (таблица 3).

По экспертным оценкам g введем матрицу Dg интервалов универсального множества [0,1],

$$D_g = \begin{pmatrix} 0 \\ 0{,}15 \\ 0{,}25 \\ 0{,}35 \\ 0{,}45 \\ 0{,}55 \\ 0{,}65 \\ 0{,}75 \\ 0{,}85 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

По интервалам матрицы *Dg* создадим матрицу *PGT*-чисел для задания терм-множества *G*. Каждый элемент матрицы *PG* является матрицей-строкой из четырех элементов, на которой определен каждый из $m = \overline{1..s}$, $s = 5$, компонентов нечеткого множества *G,* и будет построена функция принадлежности (рис. 2).

3. Строим функции принадлежности терм-множеств *G* в виде трапециевидных функций

$$Gm(x) = mu(x, PG_m^T),\ m = 1, s, \quad (7)$$

где PG_m^T, транспонированная матрица, m-номер терма, и представляем графики *Gm*(*x*) (рис. 3.).

Таблица 3. **Классификация уровня критерия конкурентоспособности**

Значение критерия *G*	**Т-числа для критерия конкурентоспособности *g***
«очень низкое»	(0, 0, 0.015, 0.25)
«низкое»	(0.15, 0.25, 0.35, 0.45)
«среднее»	(0.35, 0.45, 0.55, 0.65)
«высокое»	(0.55, 0.65, 0.75, 0.85)
«очень высокое»	(0.75, 0.85, 1, 1)

Составлено авторами

4. Создадим терм-множества X_i = {*Bi*1, *Bi*2, *Bi*3, *Bi*4, *Bi*5} для выбранных четырех показателей. Для этого проведем классификацию уровней значений показателей по экспертным оценкам, сделанным путем анализа (таблица 3).

В соответствии с классификацией разбиваем отрезок [0,1] на 10 интервалов, по которым будем строить *T* – числа для 4 показателей. Это будет двумерная матрица *Dxb* размером 4 × 10.

$$Dxb = \begin{pmatrix} 0 & 0{,}01 & 0{,}05 & 0{,}06 & 0{,}07 & 0{,}15 & 0{,}2 & 0{,}4 & 0{,}5 & 1 \\ 0 & 0{,}05 & 0{,}07 & 0{,}1 & 0{,}15 & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}4 & 0{,}5 & 1 \\ 0 & 0{,}1 & 0{,}12 & 0{,}15 & 0{,}18 & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}4 & 0{,}5 & 1 \\ 0 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}6 & 0{,}7 & 0{,}8 & 0{,}85 & 0{,}9 & 0{,}95 & 1 \end{pmatrix}$$

По интервалам матрицы *Dxb* построим матрицы $(PX)_i$ *T*-чисел для задания терм-множеств X_i={*Bi*1, *Bi*2, *Bi*3, *Bi*4, *Bi*5} (рис. 4а, рис. 4б.).

5. Строим функции принадлежности терм-множествX_i= {*Bi1*, *Bi2*, *Bi3*, *Bi4*, *Bi5* }в виде

$$Bim(x) = mu(x, PX_{i,m}^T)\, m = 1, s \quad (9)$$

В качестве примера на рис. 5 представлены терм-множество и функции принадлежности для показателя X_1.

6. Оценим уровень влияния показателей *Xi* на критерий *g*. Следуя методике, используем понятие значимости r_i. Для выбранных показателей: X_1 – доля продаж, X_2 –темп роста, X_3 – уровень цен, X_4 – средний показатель качества, значимость показателей определим в следующем порядке: $r_1 > r_2 > r_3 > r_4$. В отсутствие другой информации значимость рассчитаем по правилу Фишберна:

$$r_i = \frac{2 \cdot (n - i + 1)}{(n - 1) \cdot n}, \quad (10)$$

где *i* – номер показателя в выбранном порядке.

Таблица 4. **Классификация уровня значений показателей**

Номер показателя	**Т-числа для значений лингвистической переменной «Величина показателя»:**				
	«очень низкое»	**«низкое»**	**«среднее»**	**«высокое»**	**«очень высокое»**
X1	(0, 0, 0.01, 0.05)	(0.01, 0.05, 0.06, 0.07)	(0.06, 0.07, 0.15, 0.2)	(0.15, 0.2, 0.4, 0.5)	(0.4, 0.5, 1, 1)
X2	(0, 0, –0.05, 0.07)	(0.05, 0.07, 0.1, 0.15)	(0.1, 0.15, 0.2, 0.3)	(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)	(0.4, 0.5, 1, 1)
X3	(0, 0, 0.1, 0.12)	(0.1, 0.12, 0.15, 0.18)	(0.15, 0.18, 0.2, 0.3)	(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)	(0.4, 0.5, 1, 1)
X4	(0, 0, 0.3, 0.5)	(0.3, 0.5, 0.6, 0.7)	(0.6, 0.7, 0.8, 0.85)	(0.8, 0.85, 0.9, 0.95)	(0.9, 0.95, 1, 1)

$s = 5$, $m = 1...s$

$PG_1 = (Dg_1 \quad Dg_2 \quad Dg_3 \quad Dg_4)$ Очень низкая величина g

$PG_2 = (Dg_2 \quad Dg_3 \quad Dg_4 \quad Dg_5)$ Низкая величина g

$PG_3 = (Dg_4 \quad Dg_5 \quad Dg_6 \quad Dg_7)$ Средняя величина g

$PG_4 = (Dg_6 \quad Dg_7 \quad Dg_8 \quad Dg_9)$ Высокая величина g

$PG_5 = (Dg_8 \quad Dg_9 \quad Dg_{10} \quad Dg_{11})$ Очень высокая величина g

$$PG = \begin{pmatrix} \{1,4\} \\ \{1,4\} \\ \{1,4\} \\ \{1,4\} \\ \{1,4\} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} PG_1 = (0 & 0 & 0{,}15 & 0{,}25) \\ PG_2 = (0{,}15 & 0{,}25 & 0{,}35 & 0{,}45) \\ PG_3 = (0{,}35 & 0{,}45 & 0{,}55 & 0{,}65) \\ PG_4 = (0 & 0 & 0{,}15 & 0{,}25) \\ PG_5 = (0{,}75 & 0{,}85 & 1 & 1) \end{pmatrix}$$

Рис. 2. **Матрица *PGT*-чисел для термов *G***

$G1(x) = mu(x, PG_1^T)$

$G2(x) = mu(x, PG_2^T)$

$G3(x) = mu(x, PG_3^T)$

$G4(x) = mu(x, PG_4^T)$

$G5(x) = mu(x, PG_5^T)$

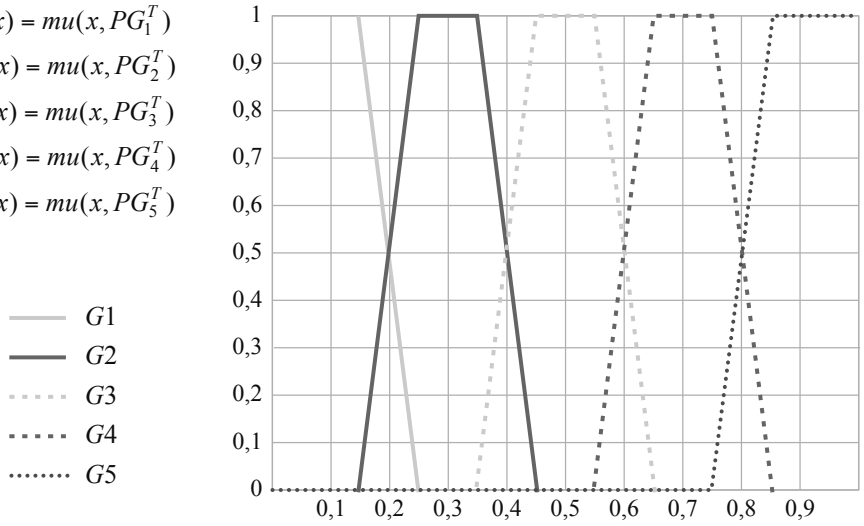


Рис. 3. **Функции принадлежности множества *G* = {*G*1, *G*2, *G*3, *G*4, *G*5}**

$PX_{i,1} = (Dxb_{i,1} \quad Dxb_{i,1} \quad Dxb_{i,2} \quad Dxb_{i,3})$ Очень низкая величина X_i

$PX_{i,2} = (Dxb_{i,2} \quad Dxb_{i,3} \quad Dxb_{i,4} \quad Dxb_{i,5})$ Низкая величина X_i

$PX_{i,3} = (Dxb_{i,4} \quad Dxb_{i,5} \quad Dxb_{i,6} \quad Dxb_{i,7})$ Средняя величина X_i

$PX_{i,4} = (Dxb_{i,6} \quad Dxb_{i,7} \quad Dxb_{i,8} \quad Dxb_{i,9})$ Высокая величина X_i

$PX_{i,5} = (Dxb_{i,8} \quad Dxb_{i,9} \quad Dxb_{i,10} \quad Dxb_{i,10})$ Очень высокая величина X_i

Рис. 4а. **Матрицы *T*-чисел для термов *Bim*.**

$$PX = \begin{pmatrix} \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \end{pmatrix}$$

$PX_{1,1} = (0 \quad 0 \quad 0{,}01 \quad 0{,}05)$

$PX_{1,2} = (0{,}01 \quad 0{,}05 \quad 0{,}06 \quad 0{,}07)$

$PX_{1,3} = (0{,}06 \quad 0{,}07 \quad 0{,}15 \quad 0{,}2)$

$PX_{1,4} = (0{,}15 \quad 0{,}2 \quad 0{,}4 \quad 0{,}5)$

$PX_{1,5} = (0{,}4 \quad 0{,}5 \quad 1 \quad 1)$

Рис. 4б. **Матрица *PX* для показателя X_1.**

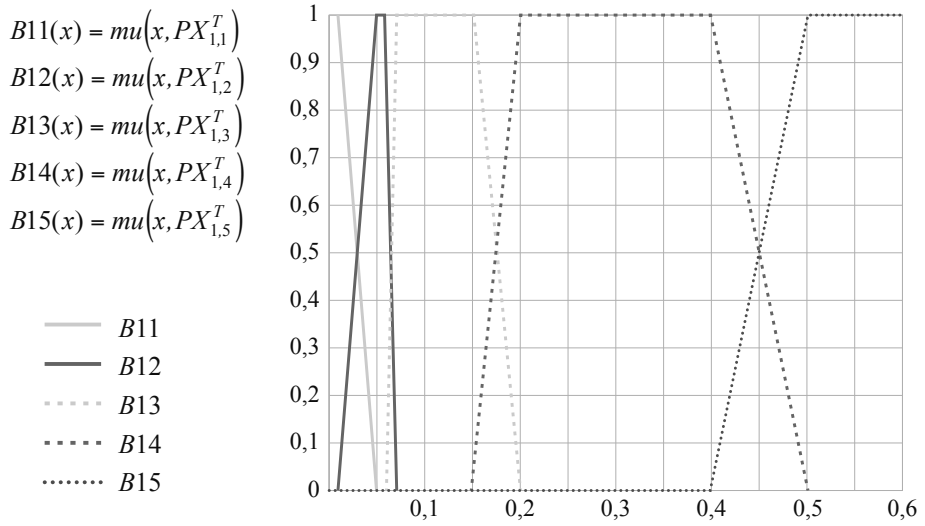


Рис. 5. **Функции принадлежности *B*1*m*(*x*), *m* = 1,*s* показателя *X*1.**

Кроме того, изменение каждого показателя может по-разному действовать на изменение конкурентоспособности. С ростом доли продаж, темпа роста рынка, показателя качества критерий *g* растет, но рост уровня цен может уменьшить *g*. Введем параметры k_i, который определяет тип зависимости конкурентоспособности с ростом каждого показателя (прямая или обратная), и δ_i – вес влияния показателя X_i:

$$k_i = \begin{cases} +1, \text{если } g \text{ растет} \\ -1, \text{если } g \text{ падает} \end{cases},$$

$$\delta_i = k_i \cdot r_i. \qquad (11)$$

7. Необходимо произвести качественную оценку текущих значений показателей $X1_i$ и $X2_i$ (таблица 2) с точки зрения принадлежности *B*-термам. В таблице 5, в соответствии с выбранным порядком значимости (10) приведены текущие значения показателей двух периодов производителя смартфонов марки Samsung. С помощью функций принадлежности определим уровень их попадания λ_{im} в диапазоны терм-множеств B_{im}, построенных по экспертным оценкам:

$$\lambda 1_{i,m} = mu(X1, PX1_{i,m}^T) m = 1,s,$$
$$\lambda 2_{i,m} = mu(X2, PX2_{i,m}^T) m = 1,s \qquad (12)$$

где PX_m^T, транспонированная матрица (1 или 2 периода), *m* – номер терма. В результате получаем матрицы λ_1 для 1 периода и λ_2 для 2 периода:

$$\lambda_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.946 & 0,054 \\ 0 & 0 & 0,832 & 0,168 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2 & 0,8 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.79 & 0,21 \\ 0 & 0 & 0,387 & 0,613 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2 & 0,8 & 0 \end{pmatrix} \qquad (13)$$

8. Оценим вес *m*-подмножества из множеств $\{B_{im}\}$ в оценке критерия конкурентоспособности. Каждому *i*-му показателю в отношении каждого m-го терма можно сопоставить оценку p_m значимости показателей для распознавания данного уровня состояния для 1 и 2 периода:

$$p1_m = \sum_{i=1}^{n} \left[\left(\lambda 1_{i,m} \right) \cdot \delta_i \right] \qquad p2_m = \sum_{i=1}^{n} \left[\left(\lambda 2_{i,m} \right) \cdot \delta_i \right]$$

$$p1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -0,21 \\ 0,988 \\ 0,022 \end{pmatrix} \qquad p2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -0,076 \\ 0,792 \\ 0,084 \end{pmatrix}$$

9. Распознавание. Проведем распознавание конкурентоспособности с учетом качественной оценки

текущих значений показателей. В соответствии с квалификацией лингвистической переменной *G* «Уровень конкурентоспособности», которой отвечает пятерка нечетких *T*-чисел матрицы *PG* (рис. 2.), определим среднее значение носителя терма каждого состояния как середины промежутков PG_m, на которых заданы функции принадлежности $G_m(x)$:

$$gc_m = \frac{\left(PG_m^T\right)_1 + \left(PG_m^T\right)_4}{2}$$

$$gc = \begin{pmatrix} 0{,}125 \\ 0{,}3 \\ 0{,}3 \\ 0{,}7 \\ 0{,}875 \end{pmatrix}$$

Оценку критерия конкурентоспособности произведем по формулам сверткии получим значения для 1 и 2 периодов:

$$g1 = \sum_{m=1}^{s} \left[\left(gc_m\right) \cdot p1_m\right] = 0{,}61$$

$$g2 = \sum_{m=1}^{s} \left[\left(gc_m\right) \cdot p2_m\right] = 0{,}59$$

Сопоставляя полученные значения g производителя смартфонов маркиSamsung (16) с классификацией уровня критерия конкурентоспособности (таблица 3), конкурентоспособность и в первом, и во втором периоде распознается как соответствующее среднему качеству и даже к высокому с небольшим падением во втором периоде. Применим построенную модель для оценки конкурентоспособности марок телефонов Apple, Lenovo и Huawei по данным таблицы 2. Для сравнения используем ту же классификацию уровня значений показателей и тот же порядок значимости. Результаты расчетов приведены в таблице 6. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что конкурентоспособность для производителей марок Apple и Lenovo оценивается как средняя, но Lenovo

Таблица 5. **Показатели для смартфонов марки Samsung**

Показатель X_i	**Наименование показателя X_i**	**Период I ($X1_i$)**	**Период II ($X2_i$)**
X_1	Доля продаж	0,323	0,247
X_2	Темп роста рынка	0,405	0,421
X_3	Уровень цен	0,217	0,261
X_4	Средний показатель качества	0,84	0,84

Составлено авторами

Таблица 6. **Критерий конкурентоспособности для смартфонов исследуемых марок**

Производитель	***g***	
	1 период	**2 период**
Samsung	0,61	0,59
Apple	0,44	0,44
Lenovo	0,42	0,48
Huawei	0,22	0,23
Другие	0,56	0,62

Составлено авторами

Таблица 7. **Критерий конкурентоспособности для исследуемых смартфонов (прямая зависимость от уровня цен)**

Производитель	***g***	
	1 период	**2 период**
Samsung	0,93	0,96
Apple	0,86	0,86
Lenovo	0,54	0,62
Huawei	0,52	0,51
Другие	0,74	0,72

Составлено авторами

$$k = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \delta_i = r_i \cdot k_i \quad \delta = \begin{pmatrix} 0{,}5 \\ 0{,}4 \\ 0{,}3 \\ 0{,}2 \end{pmatrix}$$

$$g1 = \sum_{m=1}^{s} \left[\left(gc_m\right) \cdot p1_m\right] = 0{,}93$$

$$g2 = \sum_{m=1}^{s} \left[\left(gc_m\right) \cdot p2_m\right] = 0{,}963$$

Рис. 6. **Значения конкурентоспособности смартфонов марки Samsung (прямая зависимость от уровня цен; составлено авторами)**

улучшает свое положение во 2 периоде. У Huawei критерий *g* низок или очень низок.

Проанализируем, как влияет тип зависимости (прямая или обратная) от показателя (параметр δ) в (14)) на исследуемый критерий. Пусть рост цен до некоторого предела не уменьшает спрос, тогда можно не учитывать отрицательное влияние роста цен на *g*и принять $k_3 = 1$. Проведя расчеты для смартфонов марки Samsung, получим очень высокую оценку конкурентоспособности (рис. 6.).

Результаты аналогичного расчета для всех исследуемых марок приведены в таблице 7.

Построенная математическая модель оценки критерия конкурентоспособности позволяет оперативно проводить анализ в условиях быстро меняющегося рынка с использованием сценарного подхода. Меняя данные экспертных оценок (таблица 3) и значимость показателей (11), строя сценарии «Что – если», можно оценивать и сравнивать риски изменения ситуации применительно к многовариантным условиям.

Предложенный нечетко-множественный подход может быть использован как инструмент для принятия управленческих решений по повышению конкурентоспособности предприятия. С учетом ситуации на рынке: темп роста; уровень цен, положение конкурентов, сопоставляя различные варианты востребованности товара с помощью экспертных оценок, оценивая критерий конкурентоспособности, можно вырабатывать рекомендации к стратегии и тактике управления

Литература:

1. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций: монография СПб., 2002.
2. Конышева Л. К., Назаров Д. М. Основы теории нечетких множеств. СПб.: Питер, 2011.
3. Пожарская Г. И., Назаров Д. М. Сервисы MATHCAD 14: реализация технологий экономико-математического моделирования // Интуит. Национальный открытый университет. 2015. № 1. С. 3–15.
4. Молодецкая С. Ф. Теория нечетких множеств как инструмент стратегического планирования ресурсов. // Управленец. 2012. № 1. С. 58–69.
5. Байченко А. А., Байченко Л. А. Применение нечеткой логики в управлении предприятием пищевой промышленности // Экономика и экологический менеджмент. 2014. № 3. С 35–65.
6. Давыдова Г. В., Беликов А. Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // Управление риском. 1999. № 3. С. 13–20.
7. Деревянко П. М. Нечеткое моделирование деятельности предприятия и оценка риска принятия стратегических финансовых решений в условиях неопределенности // Современные проблемы прикладной информатики. СПб.,2006.
8. Ендови Д. А. Комплексный анализ и контроль финансовой деятельности: методология и практика. М.: Финансы и статистика, 2008. 200 с.
9. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной. М.: Мир, 1980.
10. Бухарин С. В., Мельников А. В. Нечеткие множества количественных признаков объектов экспертизы // Вестник Воронежского института МВД России. 2011. № 1.
11. Недосекин А. О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики. 2002. № 11. С. 8–22.
12. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы нечеткой логики. М., Физматлит, 2006. 352 с.
13. Плотиницына Т. М. Определение конкурентоспособности предприятия. // Вестник ТГТУ. 2010. № 4. С. 205–211.
14. Рыжов А. П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М., 1998.
15. Семухин М. В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях.Таганрог: Издательство ТГУ, 2008.
16. Фатхутдинов Р. А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент. М., 2000.
17. Хмелькова Н. В. О жизненном цикле внутренней среды организации. М.: Финпресс, 2004.
18. Хмелькова Н. В. Трансформация маркетинговой деятельности компаний в условиях кооперентного рынка // Современная конкуренция. 2011. № 5. С. 9–24.
19. Шитова Т. Ф. Использование современных информационных технологий для повышения эффективности управления корпорацией // Международный бухгалтерский учет. 2012. № 42. С. 18–30.
20. Шитова Т. Ф. Экономическая безопасность – важнейший фактор конкурентоспособности предприятия // Конкурентная среда международного бизнеса. 2012. № 1. С. 115–120.

References:

1. Nedosekin A. O. Fuzzy-set analysis of stock investment risk: Monograph. SPb., 2002.
2. Konysheva L. K., Nazarov D. M. Fundamentals of the fuzzy sets theory. SPb.: Piter, 2011.
3. Pozharskaya G. I., Nazarov D. M. MATHCAD 14 services: implementation of economic and mathematical modeling technologies // Intuit. National Open University. 2015. № 1. Pp. 3–15.
4. Molodetskaya S. F. The theory of fuzzy sets as a tool for strategic resource planning. // Upravlenets. 2012. № 1. Pp. 58–69.

5. Baichenko A. A., Baichenko L. A. The use of fuzzy logic in food industry management // Ekonomika i ekologicheskiy managment. 2014. № 3. Pp. 35–65.
6. Davydova G. V., Belikov A. Yu. Quantitative bankruptcy risk assessment methods. // Upravleniye riskom. 1999. № 3. Pp. 13–20.
7. Derevyanko P. M. Fuzzy modeling of business activity and risk assessment of strategic financial decisions in conditions of uncertainty // Sovremennyye problemy prikladnoy informatiki. SPb., 2006.
8. Endovi D. A. Comprehensive analysis and financial activity control: methodology and practice. M.: Financy i statistika, 2008. 200 p.
9. Zade L. A. The concept of linguistic variable. M.: Mir, 1980.
10. Melnikov A. V. Fuzzy sets of quantitative features of the objects under expert review // Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2010. № 4.
11. Nedosekin S. A. The simplest risk assessment of investment project // Sovremennyye aspekty ekonomiki. 2002. № 11. Pp. 8–22.
12. Novak V., Perfiljeva I., Mochkrozh I. Mathematical principles of fuzzy logic. M., Fizmatlit, 2006. 352 p.
13. Plotinitsyna T. M. Identifying the competitiveness of an enterprise // Vestnik TGTU. 2010. Pp. 205–211.
14. Ryzhov A. P. Elements of the theory of fuzzy sets and fuzziness measurements. M., 1998.
15. Semukhin M. V. Models and algorithms of decision-making in fuzzy environment. Taganrog: TSU Publish., 2008.
16. Fatkhutdinov R. A. Competitiveness of enterprises under crisis: economics, marketing, management. M., 2000.
17. Khmelkova N. V. On life cycle of internal environment of organization. M.: Finpress, 2004.
18. Khmelkova N. V. Transformation of the companies' marketing activity in conditions of cooperation. // Sovremennaya konkurentsiya. 2011. № 5. Pp. 9–24.
19. Shitova T. F. The use of modern information technology for enhancing efficiency of corporate management // Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet. 2012. № 42. Pp. 18–30.
20. Shitova T. F. Economic security – a key factor of company competitiveness // Konkurentnaya sreda mezhdunarodnogo biznesa. 2012. Pp. 115–120.