



УДК 658.011.12(06)

© 2002 г. **И.Б. Каширина**
(Амурский государственный университет, Благовещенск),
В.Г. Мысник, д-р экон. наук
(Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
Хабаровск)

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ

Рассматривается возможность применения математических моделей в маркетинге, в частности при прогнозировании спроса на образовательные услуги.

Введение

Специалисты в области экономических исследований считают, что дальнейший прогресс тесно связан с более широким использованием математических методов и моделей [1]. Если раньше доминировал чисто качественный анализ, то теперь выявлены количественные закономерности и построены математические модели многих экономических явлений и процессов. В результате наблюдается более глубокое проникновение в изучаемые процессы, в саму природу явлений. Например, некоторые закономерности были найдены чисто математическим путем, между тем как непосредственное наблюдение не позволяло установить даже их присутствия. Поэтому путь математического моделирования экономических процессов и последовательного установления логических причинно-следственных связей для обеспечения возможности наблюдения, контроля и управления ими – эффективное средство при решении различных экономических проблем.

Оценка возможности применения экономико-математических моделей в области маркетинга

Математическое моделирование – это теоретико-экспериментальный метод познавательно-созидательной деятельности, метод исследования и объяснения явлений, процессов и систем (объектов-оригиналов) на основе

создания новых объектов – математических моделей.

Математические методы исследования все больше проникают в экономику, экологию, социологию, психологию, коммерческую деятельность, маркетинг.

Особенности экономико-математического моделирования в области маркетинга в основном определяются задачами и функциями этой сферы деятельности предприятий и фирм в условиях рыночной экономики. Он рассматривается как система взглядов, как функция координации различных аспектов коммерческой деятельности, как философия бизнеса, как процесс балансирования спроса и предложения и т. д. Например, многие специалисты определяют маркетинг как функцию администрации фирмы, состоящую в организации и управлении всем комплексом деловой деятельности, связанной с выявлением и превращением покупательной способности потребителя в реальный спрос на определенный товар или услугу, а также с доведением данного товара или данной услуги до конечного потребителя с тем, чтобы обеспечить получение намеченной фирмой прибыли или достижение иных целей.

Перед маркетингом, как рыночной концепцией управления, стоят следующие задачи:

- тщательно и всесторонне изучать рынок, спрос, вкусы и желания потребителей;
- приспособлять производство к этим требованиям, выпускать товары и оказывать услуги, соответствующие спросу;
- воздействовать на рынок, общественный спрос в интересах фирмы [2].

Названные задачи определяют следующие функции маркетинга.

1. *Аналитическая.* Включает изучение рынка, потребителей, фирменной структуры рынка, структуры товара, внутренней среды (предприятия, фирмы).

2. *Производственная.* Предполагает организацию производства новых товаров, материально-технического снабжения, управление качеством и конкурентоспособностью товарной продукции.

3. *Сбытовая.* Имеются в виду организация сервиса и движения товаров, проведение товарной и ценовой политики.

4. *Управление и контроль.* Предполагает планирование, информационное обеспечение маркетинга, коммуникационное обеспечение управления маркетингом, ситуационный, анализ.

Перечисленные задачи и функции маркетинга определяют методические основы исследования маркетинга, включающие общенаучные методы (системный анализ, комплексный подход, программно-целевое планирование), аналитико-прогностические методы (математическое программирование, теория вероятностей, теория массового обслуживания, экономико-статистические методы, теория связи, сетевое планирование, методы экспертных оценок и др.), а также методы, заимствованные из других областей

знаний – таких как социология, психология, экология, эстетика и др. Указанные методические основы исследования маркетинга, в первую очередь общенаучные и аналитико-прогностические, определяют особенности применения экономико-математического моделирования в этой области.

В соответствии с задачами и функциями маркетинга он понимается как рыночная система управления производственной и сбытовой деятельностью, при которой в основе принятия хозяйственных решений лежит рыночная информация, а обоснованность решений проверяется рынком в ходе реализации товаров и услуг. При таком подходе начальным пунктом всего цикла предпринимательской деятельности становится изучение потребительского спроса.

Функциями покупательского спроса называются функции, отражающие зависимость объема спроса на отдельные товары и услуги от комплекса факторов, влияющих на него.

Очевидно, что спрос во многом определяет стратегию и тактику организации производства и сбыта товаров и услуг, поэтому учет спроса, обоснованное прогнозирование его на краткосрочную и долгосрочную перспективу – одна из важнейших задач служб маркетинга различных организаций и фирм.

Состав и уровень спроса на тот или иной товар зависят от многих факторов – как экономических, так и естественных.

К экономическим факторам относятся уровень производства (предложения) товаров и услуг, уровень денежных доходов отдельных групп населения, уровень и соотношение цен; к естественным – демографический состав населения, в первую очередь размер и состав семьи, а также привычки и традиции, уровень культуры, природно-климатические условия и т.п.

Построение функции спроса

Проведем исследование спроса населения на образовательные услуги на примере Амурского государственного университета с помощью регрессионного анализа, т.е. подберем некоторую функцию, которая приближенно (в среднем) будет отражать зависимость количества поданных заявлений от определенной группы факторов, и определим совместное и раздельное влияние взаимосвязанных и одновременно действующих факторов.

Спрос оценим по количеству поданных заявлений. В качестве исходных данных для построения регрессионной модели определим: зависимые переменные – количество поданных заявлений всего по университету (y_1); независимые переменные, влияющие на количество поданных заявлений, – средняя пенсия (x_1), рождаемость (x_2), количество выпускников школ (x_3),

средняя заработная плата (x_4). Проанализируем исходные данные по Амурскому государственному университету за 8 лет (табл. 1).

Таблица 1

Год	y_1	x_1	x_2	x_3	x_4
1994	1191	100	10200	7400	300
1995	2003	229	10100	7400	611
1996	3256	348	9800	7500	902
1997	4842	395	9400	7900	1103
1998	6260	413	9750	8500	1201
1999	6800	536	9200	9500	1302
2000	7188	817	9400	10000	1917
2001	7350	1119	10100	9900	2756

После проверки данных на нормальность распределения и наличие автокорреляции, выбора адекватной модели тренда, расчета остатков по выборкам и проверки их на нормальность с помощью пакета Statgraf составим матрицу парных коэффициентов корреляции (табл.2). Парные коэффициенты корреляции характеризуют тесноту связи между отдельными признаками.

Таблица 2

Переменная	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1	-0.64	-0.69	0.61
x_2	-0.64	1	0.58	-0.47
x_3	-0.69	0.58	1	-0.78
x_4	0.61	-0.47	-0.78	1
y_1	0.1	0.27	-0.22	0.47

Из табл. 2 видно, что присутствует зависимость между такими факторами как: x_4 и x_1 ($r = 0,61$); x_1 и x_3 ($r = -0,69$); x_1 и x_2 ($r = -0,64$); x_3 и x_4 ($r = -0,78$). Следовательно, можно сделать вывод, что явление коллинеарности не наблюдается и все факторы можно оставить для построения модели.

Рассмотрим связь между результативными признаками и конкретными факторами изолированно от влияния всех остальных, не учитывая в данный момент факторов на каждую переменную. Для этого рассчитаем матрицу частных коэффициентов корреляции для общего количества заявлений (y_1), представленную в табл. 3.

Таблица 3

Переменная	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1
x_1	-1,0	-0,5	-0,4	-0,19	0,34
x_2	-0,5	-1,0	-0,25	-0,49	0,62
x_3	-0,4	-0,25	-1,0	-0,79	0,61
x_4	-0,19	0,49	-0,79	-1,0	0,80
y_1	0,34	0,62	0,61	0,80	-1,0

Итак, наибольшее влияние на результативный фактор оказывает средняя зарплата (x_4), рождаемость (x_2) и количество выпускников (x_3).

Таким образом, можно переходить к построению регрессионной модели. Используя методы множественной регрессии, ориентируясь на максимальное значение коэффициента детерминации, минимальное значение среднеквадратической ошибки и значение критерия Фишера, выберем следующую модель:

$$y_1 = 0.30x_1 + 0.20x_2 + 0.70x_3 + 0.75x_4,$$

$$(R^2 = 0.72, S = 35.41, F_p = 5.06, F_T = 3.84).$$

Для проверки существенного коэффициента множественной корреляции определим его доверительный интервал по формуле (1) и среднеквадратическую ошибку по формуле (2).

$$R - t\sigma_R \leq R \leq R + t\sigma_R, \quad (1)$$

где σ_R – средняя квадратическая ошибка R ; t – критерий Стьюдента, обычно принимается $t = 2$.

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{n - p - 1}, \quad (2)$$

где n – количество наблюдений в анализируемой выборке; p – число факторных признаков в уравнении множественной регрессии.

Таким образом, получим $\sigma_R = 0,04$. Следовательно, доверительный интервал для коэффициента множественной корреляции будет иметь вид:

$$0,77 \leq 0,85 \leq 0,93.$$

Чтобы установить значимость всей модели, проверим значимость каждого из коэффициентов регрессии. Для этого переведем уравнение регрессии в натуральный масштаб и результаты расчета коэффициентов занесем в табл. 4.

Таблица 4

Переменная	Среднее значение	$\sigma_y(\sigma_{xi})$	b_i	β_i	r_{yxi}	D_i	\mathcal{E}_i
y_1	2574	59,5	-	-	-	-	-
x_1	336,75	57,31	0,3	0,3	0,1	0,03	0,04
x_2	18108,5	160,94	0,08	0,2	0,27	0,054	0,14
x_3	7975	64,698	0,64	0,7	0,22	0,154	0,22
x_4	943,42	80,1	0,74	0,75	0,47	0,35	0,27

Коэффициенты множественной регрессии из стандартизованного в натуральный масштаб переводятся по формуле:

$$b_i = \beta_i \frac{\sigma_y}{\sigma_{xi}}, \quad (3)$$

где b_i – коэффициенты уравнения регрессии в натуральном масштабе; β_i – коэффициенты уравнения регрессии в стандартизованном масштабе; σ_y – среднее квадратическое отклонение результативного признака; σ_x – среднее квадратическое отклонение x_i -го фактора.

Частные коэффициенты детерминации рассчитываются по формуле:

$$D_i = \beta_i r_{yxi}, \quad (4)$$

где D_i – частный коэффициент детерминации факторного признака x_i ; β_i – коэффициент множественной регрессии при факторном признаке x_i ; r_{yxi} – парный коэффициент корреляции между результативным признаком y и факторным признаком x_i .

Частный коэффициент эластичности определяется по формуле:

$$\varepsilon_i = b_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_i}, \quad (5)$$

где ε_i – частный коэффициент эластичности; b_i – коэффициенты уравнения регрессии в натуральном масштабе при x_i -м факторном признаке; \bar{x}_i – среднее значение x_i факторного признака; \bar{y}_i – среднее значение результативного признака.

Итак, судя по частному коэффициенту детерминации, наибольшее влияние на вариацию результативного признака оказывает средняя заработная плата. Частный коэффициент эластичности также свидетельствует о наибольшем влиянии на результативный признак в едином масштабе средней заработной платы. Увеличение заработной платы на 100% вызовет рост количества поданных заявлений на 27%. На втором месте – количество выпускников школ, при изменении их числа на 100%, количество поданных заявлений изменится на 21,7%.

Рассмотрим зависимость спроса от наиболее важных факторов. Для этого оставим два таких фактора, а вместо двух других поставим среднее значение. Рассчитанные коэффициенты показывают, что на модель влияют факторы x_4 : (средняя заработная плата) и x_3 (количество выпускников школ). Если построить график зависимости общего количества заявлений от этих факторов, то модель примет вид:

$$y_1(x_1=336,75; x_2=18108; x_3; x_4) = 3772,2625 + 0,7x_3 + 0,75x_4.$$

Необходимо отметить, что с ростом рождаемости соответственно увеличивается и количество выпускников школ, являющихся потенциальными потребителями образовательных услуг образовательных учреждений, т. е. и количество поданных заявлений будет возрастать.

Что касается заработной платы и пенсии, то здесь можно отметить, что чем выше средняя заработная плата, тем большее количество родителей сможет дать детям образование, т. е. с ростом зарплаты и пенсии количество поданных заявлений также возрастет.

Заключение

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что на количество поданных заявлений влияют как демографические, так и социальные факторы. Таким образом, для сохранения количества поданных заявлений на прежнем уровне количество выпускников должно увеличиться, а средняя зарплата уменьшиться. Однако в последние годы наблюдается увеличение численности выпускников школ, а также возрастание средней заработной платы. Следовательно, в перспективе количество поданных заявлений должно увеличиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горчаков А.А., Орлова И.В. Компьютерные экономико-математические модели. М.: ЮНИТИ, 1995.
2. Федосеев В.В., Эриашвили Н.Д. Экономико-математические методы и модели в маркетинге. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
3. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. СПб.: Наука, 2001.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Е.А. Ереминым.