

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ

В статье рассмотрена проблема моделирования и прогнозирования покупательского спроса на товары широкого потребления на региональном рынке. В результате выявлены основные группы факторов, обуславливающих спрос на рынке, определена функция спроса, рассмотрены возможные модели спроса. А также на базе изученного материала предложена двухфакторная линейная модель зависимости расходов на питание от величины душевого дохода семей и размера семей, позволяющая прогнозировать спрос на товары и определять степень влияния различных факторов на общую величину спроса и друг на друга, а также оптимальное количество производства товаров того или иного вида. Перспективность модели подтверждена расчетами, сделанными на базе Могилевской области.

В условиях рыночной системы управления производственной и бытовой деятельностью предприятий в основе принятия хозяйственных решений лежит рыночная информация, а обоснованность решений проверяется в ходе реализации товаров и услуг. При таком подходе начальным пунктом всего цикла хозяйственной деятельности становится изучение потребительского спроса [1, с. 282].

Очевидно, что спрос во многом определяет стратегию и тактику организации производства и сбыта товаров и услуг и учет спроса. Обоснованное прогнозирование его на краткосрочную и долгосрочную перспективу является одной из важней-

ших задач служб маркетинга различных организаций и фирм. Исследования в области прогнозов спроса и предложения товаров выработали общие подходы анализа и методы прогнозирования [2, с. 165-182]. Однако маркетинговые действия в конкретных экономических условиях нуждаются в специальном методическом обеспечении, позволяющем осуществление вариантных расчетов для конкретной продукции в реальном масштабе времени. В связи с этим возникает, на наш взгляд, необходимость составления соответствующей экономико-математической модели, дающей возможность получения количественных рекомендаций в оперативных, текущих и перспективных анализах. Целью исследования является создание такой экономико-математической модели, которая позволит свободно находить зависимости между различными факторами, определяющими спрос на товары, выявлять степень влияния этих факторов на общую величину спроса и друг на друга, а также определять оптимальное количество производства товаров того или иного вида. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд важнейших задач, таких, как поиск наиболее важных факторов, определяющих спрос на потребительские товары, исследование их влияния на спрос, анализ уже известных методик прогнозирования спроса и построение на их основе нового, более эффективного варианта.

Анализ имеющихся разработок в данной области показал, что в настоящее время выработаны лишь общие подходы к рассматриваемой проблеме. Это подтверждается в работах В.В. Федосеева, Н.Д. Эриашвили, А.В. Кузнецова и др., которые рассматривают данную проблему лишь с позиции эластичности спроса и построения простейших однофакторных моделей. Однако это достаточно узкий подход, так как не всегда спрос зависит только от цены товара и определяется влиянием лишь одного фактора. В современных условиях спрос на товары определяется множеством различных факторов, и для того чтобы получить более достоверные прогнозы, необходимо анализировать несколько из них, что подтверждается в работах зарубежных ученых. Поэтому данные исследования и построены на выявлении таких факторов для потребительских товаров, определении их влияния на спрос и друг на друга.

Состав и уровень спроса на тот или иной товар зависит 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 факторам относятся демографический состав населения, в первую очередь размер и состав семьи, а также привычки и традиции, уровень культуры, природно-климатические условия и т.д.

Экономические факторы очень мобильны, особенно распределение населения по уровню денежных доходов. Естественные же факторы меняются сравнительно медленно и в течение небольшого периода (до 3-5 лет) не оказывают заметного влияния на спрос. Исключением является демографический состав населения. Поэтому в текущих и перспективных прогнозах спроса все естественные факторы, кроме демографических, целесообразно учитывать обобщенно, введя фактор под названием "время".

Таким образом, в общем виде спрос определяется в виде функции перечисленных выше факторов:

$$y = f(\Pi, D, P, S, t), \quad (1)$$

где Π – уровень производства (предложения) товаров и услуг;

D – уровень денежных доходов отдельных групп населения;

P – уровень и соотношение цен;

S – размер и состав семьи;

t – фактор времени.

При этом, поскольку наибольшее влияние на спрос оказывает фактор дохода (есть даже выражение “Спрос всегда платежеспособен”), многие расчеты спроса и потребления осуществляются в виде функции от душевого денежного дохода:

$$y = f(D). \quad (2)$$

Наиболее простой подход к прогнозированию спроса на небольшой период времени связан с использованием так называемых структурных моделей спроса [3, с. 22]. Эти модели строят исходя из того, что для каждой экономической группы населения по статистическим бюджетным данным может быть рассчитана присущая ей экономическая структура потребления. При этом предполагается, что на изучаемом отрезке времени заметные изменения претерпевает лишь доход, а цены, размер семьи и прочие факторы принимаются неизменными. Изменение дохода, например, его рост, можно рассматривать как перемещение определенного количества семей из низших доходных групп в высшие. Другими словами, изменяются частоты в различных интервалах дохода: они уменьшаются в нижних и увеличиваются в верхних интервалах. При этом семьи, которые попадают в новый интервал, будут иметь ту же структуру потребления и спроса, какая сложилась у семей с таким же доходом к настоящему времени.

Таким образом, структурные модели рассматривают спрос как функцию только распределения потребителей по уровню дохода. Имея информацию о соответствующих структурах спроса, рассчитанных по данным статистики бюджетов, и о частотах распределения потребителей по уровню дохода, можно рассчитать общую структуру спроса по следующей формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n r(D_i) \times w(D_i), \quad (3)$$

где R – общая структура спроса;

n – количество интервалов доходов семей;

$r(D_i)$ – структура спроса в группе семей со средним доходом;

$w(D_i)$ – частоты семей со средним доходом.

Структурные модели спроса являются одним из основных видов экономико-математических моделей планирования и прогнозирования спроса и потребления. В частности, широко распространены так называемые компаративные (то есть сравнительные) структурные модели, в которых сопоставляются структуры спроса данного исследуемого объекта и некоторого аналогового объекта. Аналогом обычно считается регион или группа населения с оптимальными потребительскими характеристиками.

Наряду со структурными моделями в планировании и прогнозировании спроса используются конструктивные модели спроса. В основе таких моделей лежат уравнения бюджета населения, то есть такие уравнения, которые выражают очевидное равенство общего денежного расхода (другими словами, объема потребления) и суммы произведений количества каждого потребленного товара на его цену. Исходя из вышеназванных факторов, конструктивная модель спроса может быть записана следующим образом [4, с. 135]:

$$Z = \sum_{i=1}^m q_i \times p_i, \quad (4)$$

где Z – объем потребления;

m – количество разных видов благ;

q_i – размер потребления i -го блага;

p_i – цена i -го блага.

Эти модели, называемые также моделями бюджетов потребителей, играют важную роль в планировании потребления. Одной из таких моделей является, например, всем известный прожиточный минимум. К таким моделям относятся рациональные бюджеты, основанные на научных нормах потребления, прежде всего продуктов питания, перспективные бюджеты (например, так называемый бюджет достатка) и др. [5, с. 158].

В практике планирования и прогнозирования спроса кроме структурных и конструктивных моделей применяются аналитические модели спроса и потребления, которые строятся в виде уравнений, характеризующих зависимость потребления товаров и услуг от тех или иных факторов. Другими словами, в аналитических моделях функциональная зависимость (1) принимает вполне определенный вид. Такие модели могут быть однофакторными и многофакторными. Рассмотрим аналитические модели спроса на базе линейных корреляционно-регрессионных статических моделей, используя конкретные данные обследования семей.

Проведенные исследования дали следующие результаты, которые представлены в табл. 1 и 2, а также на соответствующих графиках.

Таблица 1

**Расходы на питание жителей Могилевской области
в зависимости от размера семьи**

Год	Расход на продукты питания в сопоставимых ценах, руб.				
	по размеру семьи				
	1 человек	2 человека	3 человека	4 человека	5 и более человек
2000	82758	129739	159485	168655	178489
2001	79935	123552	155028	166701	202792
2002	115767	173699	212614	233003	245764
2003	96551	168149	209448	229685	269040
2004	116046	196445	234805	251593	291929
2005	142449	235827	281506	306183	334999

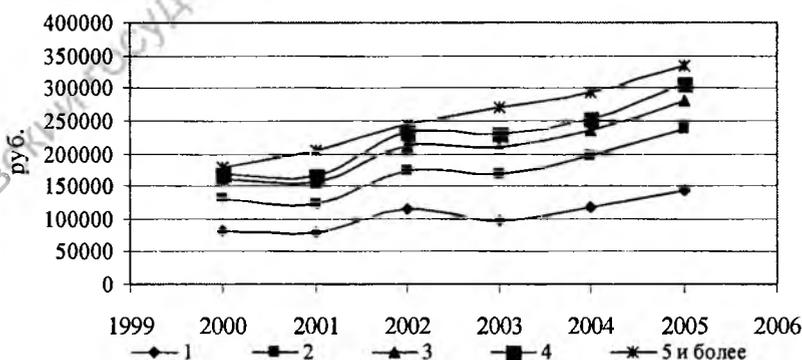


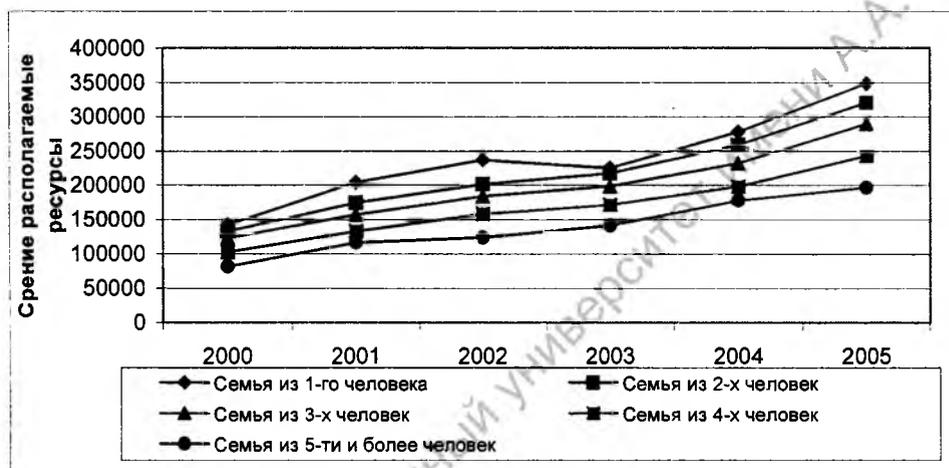
Рис. 1. Динамика изменения расходов на питание по годам в зависимости от размера семьи

Как видно из рис. 1, независимо от размера семьи наблюдается рост расходов на питание по годам, за исключением 2003 г. (в котором наблюдается незначительный спад). Также следует отметить тот факт, что чем больше размер семьи, тем менее существенны колебания расходов на питание.

Таблица 2

**Среднедушевой доход жителей Могилевской области
в зависимости от размера семьи**

Год	Среднедушевой доход в сопоставимом виде, руб.				
	по размеру семьи				
	1 человек	2 человека	3 человека	4 человека	5 и более человек
2000	142373	132853	122488	102454	81166
2001	204055	174331	157140	132894	116296
2002	236435	201476	183923	158007	123210
2003	225306	217580	198255	171360	140999
2004	277852	258725	231856	197980	177913
2005	348462	320632	289377	242905	196784



**Рис. 2. Динамика изменения среднедушевого дохода по годам
в зависимости от размера семьи**

Из рис. 2 видно, что среднедушевой доход растет по всем категориям семей. Также прослеживается зависимость роста расходов на питание от роста среднедушевых доходов. Данные приведены в сопоставимом виде, поэтому зависимость действительно прямая.

В табл. 3 представлены статистические данные о расходах на питание, душевом доходе и размере семьи жителей Могилевской области для шести групп семей.

Таблица 3

**Исходные данные о расходах на питание, душевом доходе
и размере семьи для шести групп семей**

Год	Расход на питание	Душевой доход	Размер семьи
2000	169638	100325	2,5
2001	164367	137743	2,5
2002	222809	170965	2,6
2003	223614	179428	2,6
2004	241520	218305	2,6
2005	288909	275435	2,6

Рассмотрим двухфакторную линейную модель зависимости расходов на питание от величины душевого дохода семей и размера семей. Множественный (многофакторный) корреляционно-регрессивный анализ решает три задачи: определяет форму связи результативного признака с факторными, выявляет тесноту этой связи и устанавливает влияние отдельных факторов. В нашем случае эта модель имеет вид:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2, \quad (5)$$

где \hat{y} – расходы на питание;

x_1 – величина душевого дохода семей;

x_2 – размер семей.

Параметры модели a_0 , a_1 и a_2 находятся путем решения системы нормальных уравнений:

$$\begin{cases} na_0 + (\sum x_1)a_1 + (\sum x_2)a_2 = \sum y \\ (\sum x_1)a_0 + (\sum x_1^2)a_1 + (\sum x_1 x_2)a_2 = \sum y \times x_1 \\ (\sum x_2)a_0 + (\sum x_1 x_2)a_1 + (\sum x_2^2)a_2 = \sum y \times x_2 \end{cases} \quad (6)$$

Используя данные таблицы, получим систему нормальных уравнений в виде:

$$\begin{cases} 6a_0 + 1082202 a_1 + 15,4a_2 = 1310856,3 \\ 1082202 a_0 + (2,1398E + 11)a_1 + 2789920 a_2 = 2,50175E + 11. \\ 15,4a_0 + 2789920 a_1 + 39,54 a_2 = 3374825,9 \end{cases}$$

Решая эту систему (например, методом Гаусса), получим: $a_0 = -522682$; $a_1 = 0,568825$; $a_2 = 248789,8$, так что модель (5) имеет вид:

$$\hat{y} = -522682 + 0,568825x_1 + 248789,8x_2.$$

Для определения тесноты связи предварительно вычисляются парные коэффициенты корреляции и коэффициент множественной корреляции:

$$R_{y x_1 x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2 - 2r_{yx1} \times r_{yx2} \times r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2}}, \quad (7)$$

где $R_{y x_1 x_2}$ – коэффициент множественной корреляции;

r_{yx1} , r_{yx2} , r_{x1x2} – парные коэффициенты корреляции.

Коэффициент множественной корреляции колеблется в пределах от 0 до 1; чем ближе он к единице, тем в большей степени учтены факторы, влияющие на результативный признак.

В нашем случае расчеты дают следующее значение коэффициента множественной корреляции: $R_{y x_1 x_2} = 0,978$.

Таким образом, связь расходов на питание с факторами душевого дохода и размера семей является очень высокой.

Величина R^2_{yx1x2} называется совокупным коэффициентом детерминации и показывает долю вариации результативного признака под воздействием изучаемых факторных признаков. В нашем случае данная величина равна 0,956; это означает, что совместное влияние душевого дохода и размера семей объясняет почти 96% изменения расходов на питание.

Задача анализа тесноты связи между результативным и одним из факторных признаков при неизменных значениях других факторов решается в многофакторных моделях при помощи частных коэффициентов корреляции [6, с. 285]. Так, частный коэффициент корреляции между результативным признаком y и факторным признаком x_1 при неизменном значении факторного признака x_2 рассчитывается по формуле:

$$r_{yx1(x2)} = \frac{r_{yx1} - r_{yx2} \times r_{x1x2}}{\sqrt{(1 - r_{yx2}^2)(1 - r_{x1x2}^2)}}. \quad (8)$$

Аналогичным образом рассчитывается частный коэффициент корреляции $r_{yx2(x1)}$ между результативным признаком y и факторным признаком x_2 при неизменном значении факторного признака x_1 .

Для рассматриваемого случая частные коэффициенты корреляции расходов на питание от душевого дохода и размера семей составляют $r_{yx1(x2)} = 0,915$; $r_{yx2(x1)} = 0,640$, то есть теснота связи между расходами на питание и одним из исследуемых факторов при неизменном значении другого весьма велика.

Если частные коэффициенты корреляции возвести в квадрат, то получим частные коэффициенты детерминации, показывающие долю вариации результативного признака под действием одного из факторов при неизменном значении другого фактора. В нашем случае $r^2_{yx1(x2)} = 0,837$; $r^2_{yx2(x1)} = 0,410$, следовательно, влиянием душевого дохода при неизменном размере семьи объясняется почти 84% изменения расходов на питание, а изменение размера семьи при неизменном душевом доходе объясняет более 41% изменения расходов на питание.

Влияние отдельных факторов в многофакторных моделях может быть охарактеризовано с помощью частных коэффициентов эластичности, которые в случае линейной двухфакторной модели (5) рассчитываются по формулам:

$$\mathcal{E}_{yx1(x2)} = \frac{a_1 \times \bar{x}_1}{\bar{y}}, \quad (9)$$

$$\mathcal{E}_{yx2(x1)} = \frac{a_2 \times \bar{x}_2}{\bar{y}}, \quad (10)$$

где $\mathcal{E}_{yx1(x2)}$, $\mathcal{E}_{yx2(x1)}$ – частные коэффициенты эластичности;

\bar{y} – средние расходы на питание;

\bar{x}_1 – средняя величина душевого дохода семей;

\bar{x}_2 – средний размер семей.

Частные коэффициенты эластичности показывают, на сколько процентов изменится результативный признак, если значение одного из факторных признаков изменится на один процент, а значение другого факторного признака останется неизменным.

В нашем случае $a_1 = 0,568825$; $a_2 = 248789,8$; $\bar{y} = 218476,05$; $\bar{x}_1 = 180367$; $\bar{x}_2 = 2,56$, следовательно, по формулам (9) и (10) получим:

$$\mathcal{E}_{y1(x2)} = \frac{0,568825 \times 180367}{218476,05} = 0,469604,$$

$$\mathcal{E}_{y2(x1)} = \frac{248789,8 \times 2,56}{218476,05} = 2,922794.$$

Это означает, что при увеличении душевого дохода на один процент и неизменном размере семьи расходы на питание увеличатся практически на 0,47%, а увеличение (условное) на 1% размера семьи при неизменном душевом доходе приведет к возрастанию расходов на питание на 2,92%.

Рассмотренные аналитические модели спроса на базе линейных корреляционно-регрессионных статических моделей имеют важное практическое значение для современных предприятий, производящих товары широкого потребления. Использование данной модели поможет определять спрос на анализируемую продукцию, свободно находить зависимости между различными факторами, определяющими спрос на товары, выявлять степень влияния этих факторов на общую величину спроса и друг на друга, а также определять оптимальное количество производства товаров того или иного вида. Преимуществом является то, что, зная спрос на отдельные товарные группы (или, как в приведенном примере, на продукты питания) и зная удельный вес отдельного товара в ассортиментной группе, можно спрогнозировать спрос на этот товар. Моделирование и прогнозирование спроса даст возможность предприятиям более взвешенно подходить к решению проблемы оптимизации производства тех или иных видов продукции, выявлять наиболее перспективные группы товаров и тем самым более эффективно управлять товарными потоками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие для вузов / В.В. Федосеев [и др.]; под общ. ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 367 с.
2. Экономико-математические методы и модели / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Минск.: БГЭУ, 2000. – 412 с.
3. Шелобаев, С.И. Математические методы и модели в экономике: учебное пособие для вузов / С.И. Шелобаев. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 367 с.
4. Федосеев, В.В. Экономико-математические методы и модели в маркетинге: Учеб. пособие для вузов / В.В. Федосеев, Н.Д. Эриашвили; под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 159 с.
5. Бережная, Е.В. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 432 с.
6. Глухов, В.В. Математические методы и модели для менеджмента: 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во "Лань", 2005. – 528 с.
7. Багиев, Г.Л. Маркетинг: учебник для вузов / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн; под ред. Г.Л. Багиева. – М.: Экономика, 2005. – 718 с.
8. Желток, Н.С. Товарная политика предприятия отрасли: Учеб. пособие / Н.С. Желток, Г.Н. Плаксина, Д.М. Мудрогелов. – Могилев: Облтипография им. Спиридона Соболя, 2005. – 259 с.