

## АНАЛИЗ УРОВНЯ И СТРУКТУРЫ ЦЕН, ФОРМИРУЕМЫХ КАНАЛАМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с процессом ценообразования производственного предприятия, использующего косвенные каналы распределения. Приводятся математическая модель и алгоритм решения задачи анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения продукции; рассматривается пример решения конкретной практической задачи.

### Введение

В условиях рыночной экономики одной из главных задач управления производственным предприятием является управление сбытом выпускаемой им продукции. Чем выше эффективность сбыта, тем сильнее у предприятия конкурентное преимущество на рынке. Для конкретного производственного предприятия эффективность сбыта зависит от многих факторов, таких как цена и качество выпускаемой продукции, расходы на рекламу, выбор торговых посредников, правильная организация сети распределения и других.

Считается, что одной из наиболее распространенных причин низкого уровня продаж продукции производственных предприятий является несоответствие розничных цен заявленному позиционированию [1, 2, 3]. Заниженная розничная цена по сравнению с ожидаемой зачастую ассоциируется у конечных потребителей с низким качеством товара. Кроме того, заниженная розничная цена на продукцию, выпускаемую предприятием, может ослабить интерес у розничных торговцев, так как уменьшается величина их торговой наценки. Завышенные розничные цены также не способствуют увеличению объемов продаж. Конечный потребитель отказывается от покупки товара, если не может себе позволить купить его по предлагаемой цене или считает нецелесообразным платить большие деньги за товар при наличии аналогичного по более низкой цене. При этом значительное влияние на политику цен производственного предприятия оказывает посредническая деятельность торговли. Следовательно, для обеспечения эффективного сбыта руководству производственного предприятия, использующего косвенные каналы распределения, следует уделить особое внимание анализу уровня и структуры не только рознич-

ных цен, но и цен перепродажи, формируемых каналами распределения.

Таким образом, можно сделать вывод, что задача анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения продукции, является важной для производственного предприятия.

### Решение задачи анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения продукции

Для решения задачи анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения, предлагается использовать подход, основанный на применении математического моделирования.

Математическое моделирование позволяет не только формализовать экономическое явление или процесс, но и выявить его особенности [4, с. 270]. Кроме того, математические модели имеют хорошую представимость в ЭВМ. Это особенно актуально в настоящее время, когда на многих крупных и успешных производственных предприятиях внедряются информационные системы планирования или управления, в том числе и сбытовой деятельностью.

Как известно, основными этапами процесса моделирования являются [5, 6]:

- постановка задачи;
- построение математической модели задачи;
- разработка или выбор методов (или алгоритмов), с помощью которых можно решить задачу;
- решение задачи и анализ полученных результатов.

Рассмотрим их более подробно применительно к решению задачи анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения.

Задача анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения продукции, заключается в расчете характеристик процесса распределения по известным значениям управляемых параметров, при фиксированной структуре сети распределения<sup>1</sup>.

В качестве характеристик процесса распределения в данном случае выступают значения рекомендуемых цен продажи для оптовых и розничных торговых посредников<sup>2</sup>; в качестве управляемых параметров целесообразно использовать оптовую цену производителя и запланированный им объем продаж (или объем производства) конкретного вида продукции.

В качестве математического описания сети распределения продукции в работах [7, 8] предложено использовать граф потока товаров<sup>3</sup> (ГПТ). Формально граф потока товаров  $G = (V, A)$  определяется непустым конечным множеством  $A$  дуг и отображением  $\Delta$  множества  $A$  на  $V \times V$ .

Среди множества вершин  $V$  графа  $G$  выделяются два непересекающихся подмножества  $V'$  и  $V'''$  вершин. Вершинам  $\delta_i$  с отрицательной степенью  $\sigma^-(\delta_i) = 0$  ставятся в соответствие производители товаров. Вершинам  $\delta_j$  с положительной степенью  $\sigma^+(\delta_j) = 0$  ставятся в соответствие конечные потребители товаров. Каждой вершине  $\delta_r$  из подмножества  $V'' = V / (V' \cup V''')$  соответствует посредник. Дугам графа  $G$  соответствуют хозяйственные связи, устанавливаемые между участниками процесса распределения; пропускная способность  $s_{ij}$  дуги  $a_{ij}$  интерпретируется как максимальное количество товаров, которое может быть продано  $i$ -м участником процесса распределения (или куплено  $j$ -м участником) в результате установления между ними хозяйственной связи на некоторый период времени.

Для отображения хозяйственных связей воспользуемся матрицей  $PR$ , рассмотренной в работе [9]. Значения элементов матрицы  $PR$  интерпретируются как степени предпочтения установления хозяйственных связей между участниками процесса распределения в некоторый период времени. Таким образом, граф

потока товаров является нечетким графом  $G = (V, A)$  [10, с. 55], так как удовлетворяет выражению:

$$\forall (\delta_i, \delta_j) \in V \times V : \mu_G(\delta_i, \delta_j) \in M, \quad (1)$$

где  $\mu_G(\delta_i, \delta_j)$  – функция принадлежности дуги  $a_{ij}$ , соединяющей вершины  $\delta_i$  и  $\delta_j$ , графу  $G$ ;  $M$  – множество принадлежностей элементов множества  $V \times V$ .

В настоящее время еще недостаточно хорошо разработаны формализованные методы поиска решений на нечетких графах. Поэтому целесообразно перейти от нечеткого описания сети распределения к точному ее представлению. Для этого воспользуемся понятием порога разделения [11]. В данном случае порог разделения  $\gamma$  целесообразно ограничить условием:

$$\gamma < \min_{ir} \max_{\delta_j} \min [\mu_{A_i}(\delta_j, \delta_i), \mu_{A_i}(\delta_j, \delta_r)], \quad (2)$$

где  $\mu_{A_i}(\delta_j, \delta_i)$ ,  $\mu_{A_i}(\delta_j, \delta_r)$  – элементы матрицы  $PR$ .

Если порог  $\gamma$  выбран, то согласно теореме об отделимости [11] для  $i$ -го участника процесса распределения целесообразно устанавливать хозяйственные связи с другими участниками процесса распределения, которые образуют уровневое множество  $M_i$ :

$$M_i = \{\delta_j \mid \mu_{A_i}(\delta_j) \geq \gamma\} \text{ для всех } \delta_j \in M_i. \quad (3)$$

Другими словами, между вершинами  $\delta_i \in V$  и  $\delta_j \in V$  графа  $G$  дуга  $a_{ij}$  устанавливается, если  $\mu_G(\delta_i, \delta_j) \geq \gamma$ .

Для получения количественных характеристик каждой хозяйственной связи используется понятие потока товаров на дуге графа. Поток товаров величины  $v$  из  $V'$  в  $V'''$  будем называть функцией  $\xi$ , отображающую множество  $A$  в множество неотрицательных чисел и удовлетворяющую условиям [12, 13]:

$$\xi(\delta_i, V) - \xi(V, \delta_i) = v \text{ для } \delta_i \in V', \quad (4)$$

$$\xi(\delta_i, V) - \xi(V, \delta_i) = 0 \text{ для } \delta_i \in V'', \quad (5)$$

$$\xi(\delta_i, V) - \xi(V, \delta_i) = -v \text{ для } \delta_i \in V''', \quad (6)$$

$$0 \leq \xi(\delta_i, \delta_j) \leq c(\delta_i, \delta_j) \text{ для } (\delta_i, \delta_j) \in A, \quad (7)$$

Величина  $\xi(\delta_i, V)$  называется значением потока товаров по дуге [12, 13], исходящей

<sup>1</sup> Под сетью распределения понимается совокупность каналов распределения предприятия, используемая для распределения им некоторого вида однородной продукции на некоторой заданной территории.

<sup>2</sup> Речь идет именно о рекомендуемых ценах продажи продукции, поскольку производителю юридически запрещено диктовать цены торговым организациям.

<sup>3</sup> В контексте работы понятия «товар» и «продукция» рассматриваются как равнозначные.

из вершины  $\delta_i$ , и содержательно интерпретируется как количество однородной продукции, распределяемой между участниками процесса распределения посредством установления между ними хозяйственной связи, отображаемой в графе  $G$  данной дугой.

Используется понятие коэффициента торговой наценки [1, 2, 3]. Значение  $k_{ij}$  определяется как вес дуги  $a_{ij}$  и в общем случае может быть функцией веса  $y_i$  вершины  $\delta_i$ , т.е.  $k_{ij} = f_{ij}(y_i)$  [14]. Вес любой вершины ГПТ является функцией весов всех вершин, соответствующих начальным вершинам дуг, которые заканчиваются в данной вершине. Например, весу  $y_r$  вершины  $\delta_r \in V''$  определяется как  $y_r = f_r(k_{ir}, \dots, k_{nr})$ , где  $k_{ir}, \dots, k_{nr}$  – веса дуг, положительно инцидентных вершине  $\delta_r$ . Присваивая вершинам из подмножества  $V'$  определенные значения весов и последовательно вычисляя веса связанных с ними вершин, можно определить веса вершин из подмножества  $V''$ . В общем случае связь между вершинами может быть представлена в любой функциональной форме. В данной работе рассматривается случай представления связи в форме линейных отношений.

На рисунке 1 приведен пример описания сети распределения продукции некоторого абстрактного производственного предприятия в виде ГПТ.

Для решения задачи анализа уровня и структуры цен продажи продукции, формируемых каналами распределения, строится матрица коэффициентов торговых наценок  $K = \|k_{ij}\|$  размерности  $n \times n$ , где  $n$  – число

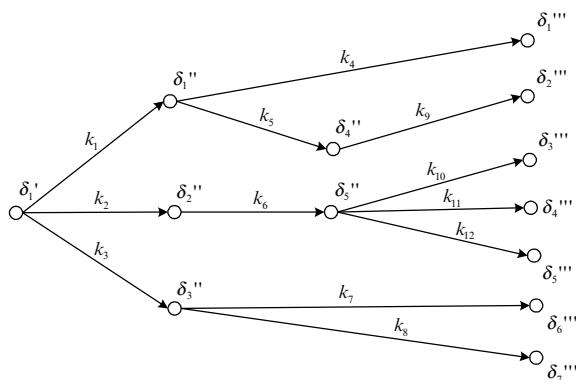


Рисунок 1. Граф потока товаров

вершин ГПТ, которую определим следующим образом. Элемент  $k_{ij}$  матрицы  $K$  равен коэффициенту торговой наценки соответствующей хозяйственной связи, отображаемой в графе дугой  $a_{ij}$ . Величина коэффициента торговой наценки  $k_{ij}$  зависит от цены продажи и количества продаваемой продукции и вычисляется по формуле:

$$k_{ij} = \frac{x_i + \omega(\xi_{ij})}{x_i} = 1 + \frac{\omega(\xi_{ij})}{x_i}, \quad (8)$$

где  $x_i$  – цена продажи, характеристика вершины  $\delta_i$ ;  $\omega_j(\xi_{ij})$  – функция потока товаров по дуге  $a_{ij}$ .

Если дуга  $a_{ij}$  не существует, то предполагается, что  $k_{ij} = 0$ . Для сети распределения, представленной ГПТ на рисунке 1, матрица  $K$  имеет вид:

$$K = \begin{pmatrix} 0 & k_1 & k_2 & k_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_5 & 0 & k_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_7 & k_8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{10} & k_{11} & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Используется понятие канала распределения (канала сбыта) [1, 3], которому в ГПТ соответствует путь. Путь на ГПТ определяется как упорядоченная последовательность дуг, соединяющих вершину  $\delta_i$  с вершиной  $\delta_j$ . Коэффициент торговой наценки, создаваемый каналом сбыта, определяется как произведение коэффициентов торговых наценок соответствующих хозяйственных связей, которые образуют данный канал сбыта. В этом случае значение веса  $y_j$  любой вершины  $\delta_j \in (V'' \cup V''')$  через значения коэффициентов торговых наценок  $k_{ij}$  и весов  $x_i$  вершин  $\delta_i \in V'$  можно определить следующим образом

$$y_j = \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{l=1}^L k_{ij}^l, \quad (9)$$

где  $x_i$  – вес вершины,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k_{ij}^l$  – коэффициент торговой наценки, создаваемый кана-

лом сбыта, которому соответствует путь  $l$  от вершины  $\delta_i$  к вершине  $\delta_j$ ,  $l = 1, 2, \dots, L$ . В данном случае  $L$  определяет число путей от вершины  $\delta_i$  к вершине  $\delta_j$ .

Выражение (9) может быть получено по матрице коэффициентов торговых наценок  $K$  следующим образом. Определим матрицу  $K_L = \|k_{L,ij}\|$  коэффициентов торговых наценок, создаваемых каналами сбыта, образующими сеть распределения продукции предприятия. Строки и столбцы матрицы  $K_L = \|k_{L,ij}\|$  соответствуют вершинам ГПТ. Элемент  $k_{L,ij}$  матрицы  $K_L$  равен сумме коэффициентов торговых наценок всех каналов сбыта, установленных между  $i$ -м и  $j$ -м участниками процесса распределения продукции. Матрица  $K_L$  может быть найдена по матрице  $K$  из следующих рекуррентных соотношений:

$$\begin{aligned} K_{L,1} &= K; \\ K_{L,2} &= K_{L,1} + K \times K = K_{L,1} + K^2; \\ K_{L,3} &= K_{L,2} + K^3; \\ &\dots \\ K_{L,n} &= K_{L,n-1} + K^n. \end{aligned} \quad (10)$$

Конец процесса наступает при  $K^n = 0$ .

Отметим некоторые свойства матрицы  $K_L$ , существенные при анализе процесса распределения продукции, выпускаемой предприятием. Как уже отмечалось, элемент  $k_{L,ij}$  определяется как сумма коэффициентов торговых наценок, создаваемых каналами сбыта сети распределения продукции предприятия, которым в ГПТ соответствуют пути от вершины с номером  $i$  к вершине с номером  $j$ . По матрице  $K_L$  можно определить вес любой вершины  $\delta_j \in (V'' \cup V''')$  при заданных значениях весов вершин из подмножества  $V'$ , т.е. определить значение рекомендуемой цены продажи продукции, устанавливаемой производителем для каждого торгового посредника (оптового и/или розничного), входящего в сеть распределения, при заданном значении оптовой цены товаропроизводителя. Вес вершины  $\delta_j$  в этом случае равен сумме произведений весов вершин  $\delta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) на веса дуг, соединяющих вершину из подмножества  $V'$  с вершиной  $\delta_j$ . Так, для рассматриваемого примера (рисунок 1) значение параметра  $x'''_2$  определяется выражением

$$x'''_2 = (k_1 k_5 k_9) x'_1. \quad (11)$$

Содержательный смысл выражения (11) состоит в следующем: конечный покупатель, которому в ГПТ соответствует вершина  $\delta'''_2$ , будет покупать продукцию по цене, которая помимо оптовой цены товаропроизводителя включает торговые наценки оптового и розничного посредников (вершины  $\delta'_1$  и  $\delta''_4$ ).

Таким образом, для конкретного (абстрактного) производственного предприятия, имеющего на некоторой заданной территории сеть распределения выпускаемой им продукции, представленной ГПТ (рисунок 1), решена задача анализа уровня и структуры цен продажи продукции как для конечных, так и для промежуточных покупателей (т.е. торговых посредников, входящих в сеть распределения). Следовательно, устанавливая оптовую цену и рекомендуя торговые наценки своим посредникам, производственное предприятие может регулировать конечные цены продажи на выпускаемую им продукцию.

### Заключение

В ситуации, когда стратегический маркетинг компании достаточно развит, в результате чего она имеет некоторую власть над рынком, назначение конечной цены на выпускаемую продукцию становится одним из наиболее важных решений, в значительной степени определяющих успех стратегии. Конечная цена продажи не только влияет на уровень спроса, но и воздействует на общее восприятие товара конечными потребителями и является одним из факторов, определяющих имидж торговой марки производителя.

До недавнего времени на отечественных производственных предприятиях решения о ценообразовании рассматривались исключительно с финансовых позиций, а сами цены определялись в основном в рамках ограничений по затратам и прибыли. С изменением экономической и конкурентной ситуации изменился и подход к ценообразованию. В частности, на политику цен производственных предприятий все больше оказывает влияние посредническая деятельность торговли. Вследствие чего проведение анализа уровня и структуры не только конечных цен, но и цен перепродажи, формируемых каналами рас-

пределения продукции, имеет для производственного предприятия огромное значение.

В статье рассматривается задача анализа уровня и структуры цен, формируемых каналами распределения продукции. Для решения задачи предложен подход, основанный на применении математического моделирования.

Хотя рассмотрена однопродуктовая задача, методологию можно обобщить на многопродуктовую модель. Кроме того, данный подход можно применять для исследования более сложных проблем, например

для вычисления предельных значений торговых наценок, устанавливаемых в процессе распределения социально значимых товаров; для определения оптовых цен производителя в ситуации, когда конечная цена на выпускаемую им продукцию устанавливается не производителем, а торговыми посредниками. Также данный подход можно применять для анализа процесса ценообразования не только отдельного производственного предприятия, но и некоторой отрасли в целом.

**Список использованной литературы:**

1. Ламбен Жан-Жак. Менеджмент, ориентированный на рынок / Перев. с англ. под ред. В.Б. Колчанова. – СПб.: Питер, 2004. – 800 с.
2. Багиев Г.Л., Тарасевич В.М., Анн Х. Маркетинг: Учебник. – 2-е изд. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2001. – 703 с.
3. Гольдштейн Г.Я., Катаев А.В. Маркетинг: Учебное пособие для магистрантов. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999.
4. Шокорова Н.В. Моделирование как метод изучения экономических систем // Актуальные проблемы экономики, организации и управления в условиях развития производственных систем: Материалы международной научно-практической конференции / Под общ. ред. д.э.н., проф. Б.Б. Хрусталева – Пенза: ПГУАС, 2004. - С. 269 - 272.
5. Абланская Л.В. Экономико-математическое моделирование: учебник / Под общ. ред. И.Н. Дрогобыцкого. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2006. – 798 с.
6. Шелобаев С.И. Математические методы и модели. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 367 с.
7. Уткина Н.В. Структурно-параметрическая оптимизация сети распределения продукции предприятия // Проблемы управления экономикой в трансформируемом обществе: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПДЗ, 2006. - С. 97 - 99.
8. Уткина Н.В. Математическая модель сети распределения товарных ресурсов предприятия // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: сборник статей I Международной научно-технической конференции молодых специалистов, аспирантов и студентов. – Пенза: ПДЗ, 2007. - С. 124 - 126.
9. Уткина Н.В. Модель распределения товарных ресурсов с использованием нечетко-множественного подхода // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 8 / Под общей редакцией С.Н. Волкова. – Пенза, Изд-во ПГТА, 2006. - С. 211 - 214.
10. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер с франц. - М.: Радио и связь, 1982. - 432 с.
11. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Пер. с англ. / Под ред. Р.Р. Ягера. - М.: Радио и связь, 1986. - 408 с.
12. Форд Л.Р., Фалкерсон Д.Р. Потoki в сетях. - М.: Мир, 1966. - 276 с.
13. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. - М.: Мир, 1974. - 520 с.
14. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. - М.: Изд-во «Наука», 1973. – 368 с.

**Статья рекомендована к публикации 20.03.08**