

УДК 339.13

**Практические аспекты применения  
стохастической модели спроса и предложения  
при формировании товарного портфеля**

**Литвинова Наталия Юрьевна**

Старший преподаватель,  
Национальный исследовательский Южно-Уральский  
государственный университет,  
454080, Российская Федерация, Челябинск, пр. В.И. Ленина, д. 76;  
e-mail: litush@mail.ru

**Аннотация**

В статье предлагается рассмотреть вопрос формирования товарного портфеля торгового предприятия через систему взаимоотношений, которая формирует модель спроса и предложения. Автором показано, что в условиях неопределенности задачи планирования товарного портфеля целесообразно ставить и исследовать в терминах и понятиях стохастического программирования, когда элементы задачи линейного программирования часто оказываются случайными. Предложенная автором методика дает возможность формировать торговую стратегию предприятия.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Литвинова Н.Ю. Практические аспекты применения стохастической модели спроса и предложения при формировании товарного портфеля // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2015. № 3-4. С. 49-59.

**Ключевые слова**

Планирование, товарный портфель, стохастическая система спроса и предложения, обеспечиваемый спрос, необеспечиваемый спрос, используемое предложение, неиспользуемое предложение, торговая стратегия.

## Введение

Успех предпринимательской деятельности организации во-многом предопределяется тем, насколько тщательно продуманы и определены цели бизнеса и средства их достижения, а также, насколько оптимально составлены планы, позволяющие достигнуть эти цели.

Предприятие, как участник рыночной системы, вынуждено подчиняться законам спроса и предложения, поскольку не имеет возможности устранить их действие. Однако зачастую сознательные действия и решения руководителя носят интуитивный характер, им недостаёт научного обоснования.

В статье предлагается методика планирования объемов продаж условной продукции торговым предприятием. В методике учитывается стохастический характер спроса.

В соответствии с методикой планово-аналитическая работа выполняется в несколько этапов: 1 – сбор и накопление информации; 2 – формирование входных данных модели; 3 – расчет выходных данных модели; 4 – анализ полученных данных, на основе которого разрабатывается план на учетный период и составляются рекомендации; 5 – анализ дополнительных расчетов по модели и подготовка рекомендаций.

Первый этап – сбор и накопление информации, осуществляется путем мониторинга внешней и внутренней среды предприятия. Накопленная информация впоследствии будет использована как исходная выборка данных для модели спроса и предложения. Формирование данных происходит путем:

- систематического учета объемов спроса на товары исследуемого торгового предприятия и учета цен на эти товары;
- сбор и ранжирование предложений от закупочных организаций и т.п.

Второй блок – формирование модели и её входных данных. В процессе экономического управления хозяйствующими субъектами важно, чтобы в результате выполнения обработки информационной базы не был утрачен экономический смысл и связь выбранных показателей. Сохранить смысл и связи позволяет экономическо-математическая модель, с помощью которой прово-

дится описание взаимодействия спроса и предложения, т.е. процесса реализации товаров, предлагаемой торговым предприятием.

Модель является базой для вычислительного эксперимента, в результате которого рассчитываются различные характеристики и параметры объекта для задаваемых условий его развития [Корольков, Королькова, 2001, 233].

### Анализ стохастической модели спроса и предложения

В теории экономического анализа системный подход начинается с представления исследуемого объекта как системы. Параметризация системы начинается с выделения ее из среды. Это означает, что необходимо установить параметры связи системы с внешней средой. Связь со средой определяется так называемыми входными и выходными параметрами (рисунок 1) [Переверзев, Королькова, Литвинова, 2011, 105].

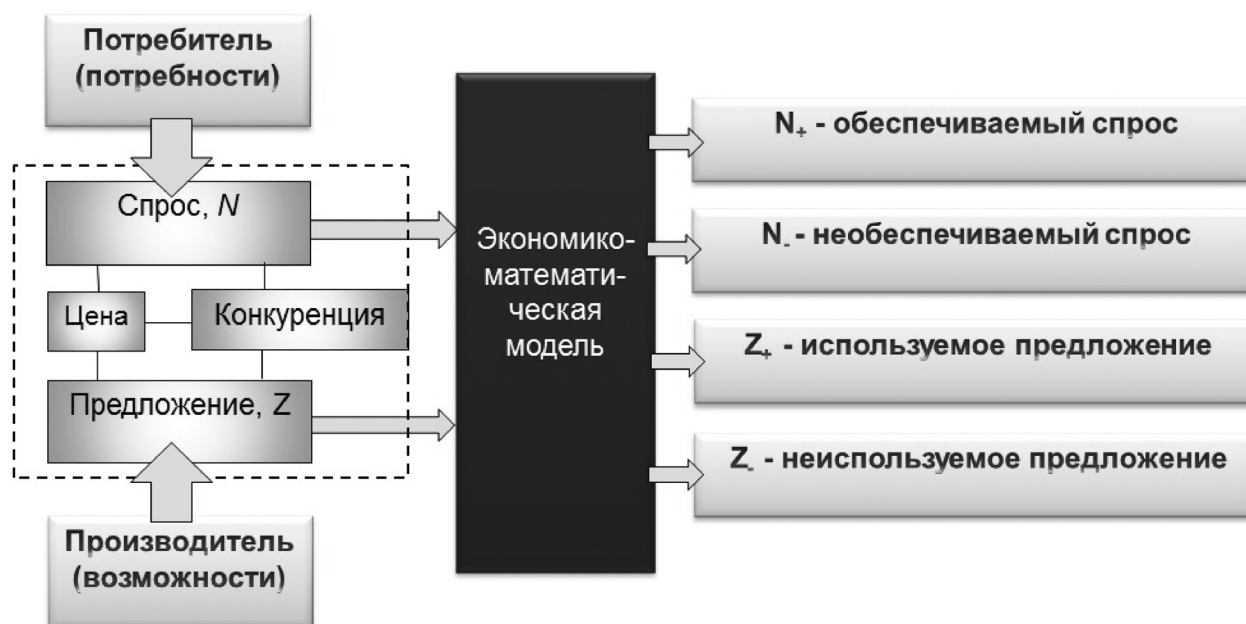


Рис. 1. Упрощённая структурная схема модели спроса и предложения

Вещественными входными данными для модели являются:

- а) учетный период, которым является период планирования;
- б) спрос  $N$  – количество запрашиваемого товара по цене рынка или договорной с покупателями в учетном периоде;

в) предложение  $Z$  – количество предлагаемого для продажи товара по рыночной или договорной цене в учетном периоде.

Учетный период определяется, исходя из особенностей товарного цикла и затрат времени. В дальнейшем под спросом и предложением понимаются ежепериодный спрос  $N$  и ежепериодное предложение  $Z$ .

Стоимостными исходными данными модели являются:

а) цена купли-продажи единицы товара,  $s_{NZ}^1$ ;

б) себестоимость продажи единицы товара,  $s_Z^1$ ;

В общем случае спрос  $N$  и предложение  $Z$  могут быть как детерминированными  $N = n_0$ ,  $Z = z_0$ , так и случайными, представленными соответственно произвольными функциями распределения  $A(n) = P(N \leq n)$  и  $C(n) = P(Z \leq n)$  и плотностями распределения  $a(n)$  и  $c(n)$ .

Функция  $A(n)$  и плотность  $a(n)$  распределения спроса вычисляются по формулам

$$A(n) = P\{N \leq n\} = m\{N \leq n\} / M, \quad (1)$$

$$a(n) = dA(n) / dn = [A(n) - A(n-1)] / 1 = \Delta m\{n-1 \leq N \leq n\} / M, \quad (2)$$

где  $m\{N \leq n\}$  – количество в вариационном ряду отведенных времен (дней), в каждом из которых спрос не превышал конкретного заданного значения  $n$ .

Объем выборки  $N = 7$ . Результаты первичной обработки спроса и значения вероятностных характеристик, рассчитанные по формулам (1), (2), сведены в таблицу 1. В результате изучения спроса в отведенном времени установлены числа отведенных времен  $m$ , например, дней, в каждом из которых спрос составлял по  $n$  единиц товара (штук, упаковок и т.п.).

**Таблица 1. Результаты первичной обработки спроса**

$n$	39	40	41	42	43	44	45
$m$	4	12	20	26	28	29	30
$\Delta m$	4	8	8	6	2	1	1
$A(n)$	0,13	0,27	0,27	0,20	0,07	0,03	0,03
$a(n)$	0,13	0,40	0,67	0,87	0,93	0,97	1

В данной статье экономическая постановка рассматриваемой задачи заключается в оптимизации деятельности предприятия при фиксированной товар-

ной матрице и случайном спросе  $N$  на изделия данного торгового предприятия. Следовательно, предложение  $z$ , т.е. объем некоторого изделия, можно считать детерминированным. Задача решается с использованием стохастической модели спроса и предложения [Корольков, Королькова, 2002, 144].

Третий этап – расчет выходных данных модели. Выходными параметрами модели являются функциональные, числовые и стоимостные характеристики обеспечиваемого спроса  $N_+$ , используемого предложения  $Z_+(N_+=Z_+)$ , необеспечиваемого спроса  $N_-$  и неиспользуемого предложения  $Z_-$ . Если хотя бы один показатель на входе является случайной величиной, (а именно спрос  $N$  – случайная величина), то и выходные показатели модели также будут случайными величинами. Такие показатели характеризуются функциями и плотностями распределения, по которым легко вычисляются основные числовые характеристики: среднее, среднеквадратическое отклонение и т.п.

Функциональные характеристики искомых показателей рассчитываются по следующим соотношениям.

1. Функция распределения обеспечиваемого спроса  $N_+$  и равного ему используемого предложения  $Z_+$

$$H(n) = P\{N_+ = Z_+ \leq n\} = \begin{cases} A(n), & n < z; \\ 1, & n \geq z, \end{cases} \quad (3)$$

плотность распределения

$$h(n) = P\{N_+ = Z_+ = n\} = H(n) - H(n-1) = \begin{cases} a(n), & n < z, \\ \sum_{j=z}^{\infty} a(j), & n = z, \\ 0, & n > z. \end{cases} \quad (4)$$

2. Функция распределения необеспечиваемого спроса  $N_-$

$$Q(n) = P\{N_- \leq n\} = \begin{cases} A(z), & n = 0; \\ A(n+z), & n \geq 0, \end{cases} \quad (5)$$

плотность распределения

$$q(n) = P\{N_- = n\} = Q(n) - Q(n-1) = \begin{cases} \sum_{j=0}^z a(j), & n = 0; \\ a(z+n), & n > 0. \end{cases} \quad (6)$$

3. Функция распределения неиспользуемого предложения  $Z_-$ 

$$G(n) = P\{Z_- \leq n\} = \begin{cases} 1 - A(z), & n = 0; \\ 1 - A(z - 1 - n), & n \geq 0, \end{cases} \quad (7)$$

плотность распределения

$$g(n) = P\{Z_- = n\} = G(n) - G(n-1) = \begin{cases} \sum_{j=z}^{\infty} a(j), & n = 0; \\ a(z-n), & n > 0. \end{cases} \quad (8)$$

Результаты расчетов вещественных характеристик модели спроса и предложения при различных значениях  $z$  с использованием формул (3), ..., (8) сведены в таблицу 2.

**Таблица 2. Вещественные и стоимостные показатели модели спроса и предложения при различных значениях  $z$**

$z$		39	40	41	42	43	44	45
$\bar{n}_+$		39,0	39,9	40,5	40,8	40,9	41	41,0
$\bar{n}_-$		2,00	1,17	0,57	0,23	9,99	0,03	0,00
$\bar{z}_-$		0,00	0,1	0,53	1,2	2,07	3,0	3,97
$\bar{s}_z$		11700	12000	12300	12600	12900	13200	13500
линейные зависимости	$\bar{s}_{NZ}(z)$	19500	19933	20233	20400	20466	20500	20517
	$\bar{s}_{N_-}(z)$	1017	583	283	117	50	16,65	0
	$\bar{s}_{Z_-}(z)$	0	40	160	360	620	900	1190
	$\bar{s}^*(z)$	6783,4	7310	7490	7323	6896	6383	5827
нелинейные зависимости	$\bar{s}_{NZ}(z)$	19500	19933	20233	20400	20466	20500	20517
	$\bar{s}_{N_-}(z)$	857	450	217	90	30	10	0
	$\bar{s}_{Z_-}(z)$	0	13	53	200	473	807	1157
	$\bar{s}^*(z)$	6943,3	7470	7663	7510	7063	6483	5860

Допустим, что цена за единицу условного товара следующая:  $s_{NZ}^1 = 500$  ден. ед. – рыночная цена купли продажи,  $s_Z^1 = 300$  – закупочная цена. Согласно ценовым показателям получены стоимостные показатели системы (таблица 2):  $\bar{s}_z$  – закупочная стоимость товара,  $\bar{s}_{NZ}$  – выручка,  $\bar{s}_{N_-}$  – стоимость необеспечиваемого спроса, стоимость  $\bar{s}_{Z_-}$  – неиспользуемого предложения и стоимостная характеристика модели  $\bar{s}^* = \bar{s}_{n_+} - \bar{s}_z - \bar{s}_{n_-} - \bar{s}_{z_-}$ , равная доходу от реализации с вычетом из

него себестоимости товара, потерь от необеспечиваемого спроса и неиспользованного предложения.

Для определения рационального размера предложения (планируемого объема товара)  $Z_{opt}$  решается следующая задача: какой спрос предприятию необходимо обеспечить, чтобы стоимостная характеристика модели  $S^*$  была максимальной при известном распределении предложения, т.е.  $S^*(z) \rightarrow \max$ .

Величина  $S^*$  рассчитывается путем перебора значений предложения  $z$ , которые принимаются из интервала значений известного спроса  $[n_{\min}^*, n_{\max}^*]$ , т.е. в данном случае значениям целочисленного случайного спроса  $N$ , где  $39 \leq N \leq 45$  (элемент сценарного подхода в методике).

Для автоматизации расчетов разработан программный продукт «Прогнозирование и оптимизация экономических показателей предприятия» в среде VisualBasic 6.0, предназначенный для широкого использования в области организации планово-прогнозных работ. Программа зарегистрирована в отраслевом фонде алгоритмов и программ [Королькова, Винник, Литвинова, 2008].

## Анализ результатов, приведенных в таблице 2

1. По условному товару  $z$  и стоимости  $\bar{s}_z$  предложение увеличивалось равномерно – по одной единице с 39 до 45 ед. тов., тогда как все остальные показатели оказываются нелинейными зависимостями от предложения. Таким образом, прямой пропорциональности не существует, и при любом новом значении предложения необходимо расчёт производить заново, кроме изменения цен  $s_{NZ}^1$  и  $s_z^1$ .

2. При получающихся нелинейных зависимостях  $\bar{n}_-, \bar{z}_-, \bar{s}_{N_-}, \bar{s}_{z_-}$  от  $z$ , суммы  $\bar{n}_- + \bar{z}_-$  оказываются также нелинейными с минимальным значением при  $z=41$ . Минимальному значению  $(\bar{n}_- + \bar{z}_-)$  соответствует максимум стоимостной характеристики системы  $\bar{s}^* = \bar{s}_{NZ} - \bar{s}_z - \bar{s}_{N_-} - \bar{s}_{z_-}$ .

3. В конкретном исследовании максимальная стоимостная характеристика модели получилась при предложении 41 ед. тов, если в расчетах учитывать  $\bar{s}_{N_-}$  – упущенные возможности,  $\bar{s}_{z_-}$  – прямые убытки, например непроданный товар, убытки связанные с затратами на хранение и т.п.. В современной прак-



тике, особенно для товаров ежедневного или повышенного спроса, продавцы стремятся к ситуации, когда неиспользуемое предложение стремится к нулю (при  $z = 39$ ), не зная истинного спроса, его необеспечиваемой части и, в итоге, недополучают прибыль. При широком развитии торговой сети и высокой конкуренции магазинов такого профиля, это может привести к оттоку покупателей, что приведет к еще большему снижению прибыли.

Таким образом, разработана методика, позволяющая планировать товарное предложение торгового предприятия на основе экономико-математической модели, которая учитывает стохастический характер спроса и предложения. Модель включает в себя новые рассчитываемые показатели, позволяющие делать эту систему более достоверной в части получения максимальной прибыли торговому предприятию при наиболее полном удовлетворении запросов покупателей. Использование методики позволяет рассчитать рациональный объем товарного портфеля, позволяющий наилучшим образом формировать торговую стратегию. Методику целесообразно использовать уже на начальной стадии проектирования бизнеса во избежание его ошибочного развертывания.

### **Заключение**

На основании исходных и расчетных данных определена эффективность сценария, определяемого конкретным значением предложения. Но, чаще всего, один товар не может дать необходимый размер прибыли. На практике следует подобрать еще несколько видов товаров для проведения дальнейших расчетов с последующим формированием из них оптимального состава товаров – товарного портфеля.

### **Библиография**

1. Королькова Л.И., Винник А.И., Литвинова Н.Ю. Прогнозирование и оптимизация экономических показателей предприятия [Программный продукт]. ОФАП. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 11203 от 14.08.2008 г.



2. Корольков И.В., Королькова Л.И. Пример оптимизации системы со случайным целочисленным спросом и детерминированным целочисленным предложением // Труды VII международной научно-практической конференции «Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей». СПб.: Нестор, 2002. 144 с.
3. Корольков И.В., Королькова Л.И. Стохастическая модель спроса и предложения // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2001. Т. 8. № 1. С. 233-234.
4. Лепихова И.В. Ментальность и реальность // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2014. № 6. С. 41-57.
5. Переверзев П.П., Королькова Л.И., Литвинова Н.Ю. Применение стохастической модели спроса и предложения для организации планово-прогнозных работ на предприятии АПК // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2011. № 2. С. 105-117.

## **Practical aspects of the application of the stochastic model of supply and demand in the creation of a product portfolio**

**Nataliya Yu. Litvinova**

Senior lecturer,

National Research South Ural State University,

454080, 76 Lenina avenue, Chelyabinsk, Russian Federation;

e-mail: litush@mail.ru

### **Abstract**

The article proposes to consider the creation of the product portfolio of a commercial enterprise through a system of interrelations that builds the supply and demand model. It also shows that in the conditions of uncertainty the task of planning a product portfolio should be set and studied using terms and concepts

of stochastic programming. The author of the article proposes a technique that gives an enterprise an opportunity to develop its trading strategy. The technique that allows a commercial enterprise to plan product offerings has been developed on the basis of the economic-mathematical model that takes into account the stochastic nature of supply and demand. The use of the technique allows an enterprise to develop its trading strategy in the best way. It is advisable to apply the technique at the initial design stage. The author of the article points out that in most cases one product does not allow an enterprise to make the necessary profit. In practice, an enterprise should select several kinds of products in order to carry out further calculations with the subsequent determination of the optimum composition of products, i.e. the product portfolio of this commercial enterprise.

#### **For citation**

Litvinova N.Yu. (2015) Prakticheskie aspekty primeneniya stokhasticheskoi modeli sprosa i predlozheniya pri formirovanii tovarnogo portfelya [Practical aspects of the application of the stochastic model of supply and demand in the creation of a product portfolio]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 3-4, pp. 49-59.

#### **Keywords**

Planning, product portfolio, stochastic system of supply and demand, supported demand, unsupported demand, used supply, unused supply, trading strategy.

### **References**

1. Korol'kov I.V., Korol'kova L.I. (2002) Primer optimizatsii sistemy so sluchainym tselochislennym sprosom i determinirovannym tselochislennym predlozheniem [The example of optimizing the system with a random integer demand and a deterministic integer supply]. *Trudy VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Integratsiya ekonomiki v sistemu mirokhozyaistvennykh svyazei"* [Proceedings of the 7<sup>th</sup> international scientific-practical conference "Integration of the economy into the global economic system"]. St. Petersburg: Nestor Publ., pp. 170–173.

2. Korol'kov I.V., Korol'kova L.I. (2001) Stokhasticheskaya model sprosa i predlozheniya [Stochastic model of supply and demand]. *Obozrenie prikladnoi i promyshlennoi matematiki* [Review of applied and industrial mathematics], 8 (1), pp. 233–234.
3. Korol'kova L.I., Vinnik A.I., Litvinova N.Yu. *Prognozirovanie i optimizatsiya ekonomicheskikh pokazatelei predpriyatiya [Programmnyi produkt]. OFAP. Svidetel'stvo ob otraslevoi registratsii razrabotki № 11203 ot 14.08.2008 g.* [Prediction and optimization of the economic performance of an enterprise [Software product]. Branch Fund of Algorithms and Programs. Certificate of the registration of product No. 11203, dated August 14, 2008].
4. Lepikhova I.V. (2014) Mental'nost' i real'nost' [Mentality and reality]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 6, pp. 41-57.
5. Pereverzev P.P., Korol'kova L.I., Litvinova N.Yu. (2011) Primenenie stokhasticheskoi modeli sprosa i predlozheniya dlya organizatsii planovo-prognoznykh rabot na predpriyatii APK [The use of stochastic models of supply and demand for the organization of planning and forecasting work on plant agriculture]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 2, pp. 105-117.