

Учет морального старения продукции предприятий в моделях динамики потребительского спроса

Accounting for the obsolescence of enterprises' products in the models of the dynamics of consumer demand

УДК 330; 338

Получено: 15.05.2022

Одобрено: 02.06.2022

Опубликовано: 25.08.2022

Анисимов В.Г.

Д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор Санкт-Петербургского Политехнического университета им. Петра Великого

Anisimov V.G.

Doctor of Engineering, professor, Honored Scientist of the Russian Federation, professor at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

e-mail: an-33@yandex.ru

Анисимов Е.Г.

Д-р техн. наук, д-р военных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, Российского университета дружбы народов

Anisimov E.G.

Doctor of Engineering, professor, Doctor of Military Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Peoples' Friendship University of Russia,

anis.an-33@rambler.ru

Сауренко Т.Н.

Д-р экон. наук, заведующий кафедрой таможенного дела Российского университета дружбы народов

e-mail: tanya@saurenko.ru.

Saurenko T.N.

Doctor of Economics, Head of the Department of Customs Affairs, Peoples' Friendship,

e-mail: tanya@saurenko.ru.

Тебекин А.В.,

Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры менеджмента Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России

e-mail: Tebekin@gmail.com

Tebekin A.V.

Doctor of Engineering, Doctor of Economics, professor, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, professor of department of management of the Moscow State Institute of International Relations (University) MFA of Russia

e-mail: Tebekin@gmail.com

Аннотация

В условиях рыночной экономики важнейшим принципом формирования производственных программ предприятий реального сектора экономики является обеспечение соответствия объемов производимой продукции спросу на нее. При этом, вследствие существенной инерционности производства, обеспечение такого соответствия не представляется возможным без прогноза спроса. Адекватный прогноз спроса требует учета всех существенных факторов, влияющих на его объем. К числу таких факторов относится и моральное старение производимой продукции. Это обуславливает необходимость формирования конструктивного инструментария учета этого фактора. Возможный подход к его формированию рассмотрен в настоящей статье. Предлагаемый подход включает два этапа. На первом этапе для вектора характеристик потребительских свойств товаров формируется обобщенный скалярный показатель их качества и критерий возникновения угрозы вытеснения производимого товара с рынка, вследствие появления конкурирующего товара с более предпочтительными потребительскими свойствами. На втором этапе с учетом динамики изменения обобщенного показателя качества определяются вид и параметры функции распределения времени возникновения указанной угрозы.

Ключевые слова: предприятие, производимая продукция, спрос, моральное старение, прогнозирование, методический подход.

Abstract

In a market economy, the most important principle of the formation of production programs of enterprises in the real sector of the economy is to ensure that the volume of products produced meets the demand for it. At the same time, due to the significant inertia of production, ensuring such compliance is not possible without a demand forecast. An adequate forecast of demand requires taking into account all significant factors affecting its volume. Among such factors is the moral aging of manufactured products. This necessitates the formation of constructive tools to take this factor into account. A possible approach to its formation is considered in this article. The proposed approach includes two stages. At the first stage, for the vector of characteristics of consumer properties of goods, a generalized scalar indicator of their quality and a criterion for the emergence of a threat of displacement of the produced goods from the market are formed due to the appearance of a competing product with more preferable consumer properties. At the second stage, taking into account the dynamics of changes in the generalized quality indicator, the type and parameters of the time distribution function of the occurrence of the specified threat are determined.

Keywords: enterprise, manufactured products, demand, obsolescence, forecasting, methodical approach.

1. Введение.

Важнейшим принципом управления предприятием в условиях рыночной экономики является обеспечение соответствия объемов производства товаров спросу на них. В интересах его реализации все процессы, связанные с производством и доведением товаров до конечных потребителей, должны организовываться на основе детального анализа спроса. При этом спрос состоит в обеспеченном финансовыми возможностями желании потребителей приобрести определенные объемы рассматриваемых товаров. В этих условиях успешность функционирования предприятия в существенной мере зависит от его своевременной и адекватной реакции на изменение спроса. Поэтому прогнозирование спроса является одной из важнейших задач формирования производственной программы предприятия [1–4, 38]. Эффективным инструментом такого прогнозирования является использование математических моделей. При этом качество моделей определяется возможностью учета существенных для формирования спроса факторов [5–8]. Одним из таких факторов, определяющих динамику спроса,

является моральное старение производимых товаров. Особенно остро влияние этого фактора проявляется для предприятий с крупносерийной и массовой организацией производства тех или иных товаров. Разработка варианта модели прогнозирования начала процесса морального старения таких товаров составляет цель настоящей статьи.

2. Материалы и методы.

Моральное старение производимых товаров проявляется в угрозе снижении спроса на них вследствие появления на рынке конкурирующих товаров с более привлекательными для потребителей характеристиками. Множество этих характеристик формально представляется соответствующим вектором [9 - 12]. Вместе с тем проблема векторного сравнения товаров разрешима только для случая, когда характеристики одного из них доминируют над характеристиками другого. Однако конкурирующий товар может оказаться более предпочтительным и в случаях отсутствия полного доминирования его характеристик. Учет этого обстоятельства приводит к необходимости скаляризации векторов характеристик рассматриваемых товаров. Их скаляризация обеспечивает получение обобщенных, сравнимых между собой показателей привлекательности товаров [13-16]. При этом обоснование необходимости учета морального старения продукции предприятий в используемых при формировании производственных планов предприятия, моделях динамики потребительского спроса сводится к определению момента времени, начиная с которого возникает угроза вытеснения с рынка производимого товара конкурирующим с более привлекательными для потребителей характеристиками. Можно выделить детерминистический и стохастический подходы к прогнозу возникновения этой угрозы. Детерминистический опирается на построение дифференциальных или разностных уравнений динамики характеристик рассматриваемых товаров. Вариант такой модели предложен в [17]. Вместе с тем совершенствование характеристик товара опирается на достижения науки, техники и технологий и носит недетерминированный характер. Поэтому стохастический подход более адекватен реальному процессу. Его реализация заключается в построении функции распределения времени, начиная с которого возникает угроза вытеснения конкурирующим товаром товара, производимого предприятием. Таким образом, обоснование необходимости учета морального старения в модели динамики потребительского спроса на продукцию предприятия включает два этапа. На первом этапе для вектора характеристик потребительских свойств товаров формируется обобщенный скалярный показатель их качества и критерий возникновения угрозы вытеснения производимого товара с рынка, вследствие появления конкурирующего товара с более предпочтительными потребительскими свойствами. На втором этапе с учетом динамики изменения обобщенного показателя качества определяются вид и параметры функции распределения времени возникновения указанной угрозы.

3. Методический подход к скаляризации векторов характеристик товаров.

С математической точки зрения каждый товар может быть представлен в виде вектора его характеристик. Производимый предприятием товар будем характеризовать вектором

$$X(t_0) = \|x_k(t_0)\|, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (1)$$

где $x_k(t_0)$ - значение k -го показателя качества товара в момент времени t_0 ;

K – общее количество частных показателей, характеризующих товар.

Конкурирующий товар будем характеризовать вектором

$$X(t_1) = \|x_k(t_1)\|, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (2)$$

где t_1 - момент времени, начиная с которого конкурирующий товар создает угрозу снижения спроса на производимый предприятием товар.

Естественно полагать, что такая угроза возникает, когда отношение предельной полезности производимого предприятием товара $Q(t_0)$ к его цене C_1 становится ниже, чем отношение предельной полезности конкурирующего товара $Q(t_1)$ к цене C_2 , т.е.

$$\frac{Q(t_0)}{C_1} < \frac{Q(t_1)}{C_2}. \quad (3)$$

Условие (3) выполняется, если обобщенный скалярный показатель $W(t_1)$ вектора характеристик конкурирующего товара удовлетворяет условию

$$W(t_1) > rW(t_0), \quad (4)$$

где $W(t_0)$ - обобщенный скалярный показатель вектора характеристик производимого предприятием товара;

$r \geq 1$ - эмпирический коэффициент.

При $r = 1$ условие (4) характеризует нижнюю границу времени, начиная с которого конкурирующий товар создает угрозу снижения спроса на производимый предприятием товар.

Обобщенные скалярные показатели для этих товаров могут быть получены на основе аддитивной свертки векторов (1), (2).

Конкретный Вид функций $W(t_0)$, $W(t_1)$, зависит от способа моделирования вклада каждого частного показателя в обобщенный. При этом для решения рассматриваемой задачи целесообразно использовать функции аддитивного вида:

$$W(t_0) = \sum_{k=1}^K P_k S_k(t_0), \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (5)$$

$$W(t_1) = \sum_{k=1}^K P_k S_k(t_1), \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (6)$$

где S_k - оценка k -го ($k=1, 2, \dots, K$) компонента вектора показателей качества товара, приведенная к единой шкале;

P_k - коэффициент, определяющий относительную важность соответствующей частной характеристики товара с позиций его предельной полезности. Методические подходы к определению подобных коэффициентов представлены в работах [18 - 20].

Для определения оценок $S_k(t_0)$, $S_k(t_1)$ $k = 1, 2, \dots, K$ целесообразно выбрать некоторый эталонный товар. В качестве такого эталона можно использовать некоторый условный товар, с наибольшими значениями частных характеристик, т.е.

$$x_k^* = \max_k \{x_k(t_0), x_k(t_1)\}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (7)$$

При этом каждый из рассматриваемых видов товаров по отношению к принятому за эталон может быть количественно охарактеризован значениями отношений

$$S_k^*(t_0) = \frac{x_k(t_0)}{x_k^*}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (8)$$

$$S_k^*(t_1) = \frac{x_k(t_1)}{x_k^*}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (9)$$

Введем параметры d_k такие, что

$$d_k = \begin{cases} 1, & \text{если увеличение } S_k^* \text{ ведет к повышению предельной полезности товара,} \\ 0 & \text{- в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда рассматриваемые товары могут быть охарактеризовано величинами $S_k(t_0)$, $S_k(t_1)$, $k = 1, 2, \dots, K$, определяемыми соотношениями

$$S_k^*(t_0) = \begin{cases} S_k^*(t_0) & \text{при } d_{ij} = 1, \\ 1 - S_k^*(t_0) & \text{при } d_{ij} = 0, \end{cases} \quad (10)$$

$$S_k^*(t_1) = \begin{cases} S_k^*(t_1) & \text{при } d_{ij} = 1, \\ 1 - S_k^*(t_1) & \text{при } d_{ij} = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Такой способ приведения показателей качества товаров к единой шкале обеспечивает, во-первых, безразмерность обобщенных показателей товаров и, во-вторых, выполнение условий

$$0 \leq S_k^*(t_0) \leq 1, \quad 0 \leq S_k^*(t_1) \leq 1. \quad (12)$$

В рамках рассматриваемого подхода коэффициенты, характеризующие относительную важность соответствующих частных характеристик товаров с позиций их предельной полезности, могут быть определены на основе точечных оценок Фишберна [21].

Для их определения будем полагать, что компоненты векторов (1), (2) пронумерованы в порядке убывания их влияния на предельную полезность товаров. При этом имеет место соотношение

$$P_1 > P_2 > \dots > P_K. \quad (13)$$

Тогда искомые коэффициенты определяются соотношением [22, 23]

$$P_k = \frac{K - k + 2}{K 2^k}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (14)$$

Таким образом, определены все параметры, входящие в соотношения (5), (6).

Дальнейшая задача состоит в построении модели для прогноза значения момента времени t_1 , обеспечивающего выполнение условия (4).

4. Прогнозирование времени возникновения угрозы вытеснения производимого товара с рынка

Время t_1 , начиная с которого обеспечивается выполнение условия (4), отражает момент возникновения угрозы вытеснения конкурирующим товаром товара, производимого предприятием. При этом промежуток времени

$$T = t_1 - t_0 \quad (15)$$

до появления на рынке соответствующего конкурирующего товара зависит от целого ряда недетерминированных факторов научного, технического, технологического, экономического и даже политического характера [24 - 32]. При этом формально он может рассматриваться как непрерывная случайная величина. Информация, имеющаяся для характеристики функции ее распределения, как правило, исчерпывается знанием статистической оценки T_0 ее математического ожидания. Следовательно, исходя из принципа максимума неопределенности [33 - 36], целесообразно полагать, что величина T распределена по экспоненциальному закону с параметром T_0 :

$$f(T) = \frac{1}{T_0} e^{-\frac{T}{T_0}}. \quad (16)$$

Вследствие ограниченности выборки для определения T_0 , эту величину также можно полагать случайной с плотностью распределения

$$\varphi(T_0) = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{T_0}{\tau}}. \quad (17)$$

Характеристическая функция экспоненциального распределения (16) имеет вид

$$\psi(z) = (1 - iT_0 z)^{-1}, \quad (18)$$

где $i = \sqrt{-1}$ - мнимая единица.

Следовательно, с учетом (17) характеристическая функция безусловного распределения случайной величины T определяется соотношением

$$\phi(t) = \int_0^{\infty} (1 - iT_0 z)^{-1} \frac{1}{\tau} e^{-\frac{T_0}{\tau}} dT_0 \quad (19)$$

Используя табличный интеграл [37, с. 332], из (19) получим

$$\phi(t) = 2\pi \frac{e^{\frac{1}{z\tau}}}{z\tau}. \quad (20)$$

На основе формулы обращения из (20) следует плотность безусловного распределения случайной величины T :

$$f_0(T) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-izT} \frac{2\pi e^{\frac{1}{z\tau}}}{z\tau} dz = \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{z} e^{iT\left(z - \frac{1}{z\tau}\right)} dz. \quad (21)$$

Откуда, используя табличный интеграл [37, с. 354], окончательно получаем

$$f_0(T) = \frac{2}{\tau} K_0\left(2\sqrt{\frac{T}{\tau}}\right), \quad (22)$$

где $K_0\left(2\sqrt{\frac{T}{\tau}}\right)$ - модифицированная функция Бесселя третьего порядка.

Соотношение (22) представляет собой плотность распределения промежутка времени T до появления на рынке конкурирующего товара, угрожающего вытеснению товара, производимого предприятием. С учетом (22) вероятность того, что величина этого промежутка не превысит некоторое значение T^* определяется соотношением

$$F_0(T < T^*) = \int_{-\infty}^{T^*} \frac{2}{\tau} K_0\left(2\sqrt{\frac{T}{\tau}}\right) dT. \quad (23)$$

Соотношение (23) с учетом (15) также определяет вероятность события, состоящего в том, что к моменту времени t_1 на рынке появится конкурирующий товар, способный вытеснить товар, производимый предприятием.

5. Заключение.

Одним из существенных факторов, ведущих к снижению конкурентоспособности товаров, является их моральное старение. Учет этого фактора при формировании производственной программы предприятия является важным условием ее обоснованности. Предложенный в статье подход к учету морального старения производимой предприятием продукции позволяет достаточно полно использовать доступную на этапе разработки указанной программы информацию о возможных угрозах снижения спроса на эту продукцию, связанных с появлением конкурирующих товаров. Тем самым создаются условия для своевременной корректировки соответствующих планов модернизации, диверсификации, инновационного развития и обеспечения устойчивости предприятия в условиях рыночной конкуренции.

Литература

1. *Анисимов В.Г.* Модель поддержки принятия решений при формировании товарной стратегии и производственной программы предприятия / *В.Г. Анисимов [и др.]* // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2016. № 2. С. 62-73.
2. *Сауренко Т.Н.*, Концептуальные положения оценки эффективности инновационного развития компании / *Т.Н. Сауренко [и др.]* // В сборнике: Экономические стратегии ЕАЭС : проблемы и инновации: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. – Москва: Российский университет дружбы народов. 2019. С. 217-234.
3. *Чварков С.В.* Обоснование путей обеспечения устойчивости планов инновационного развития оборонно-промышленного комплекса / *С.В. Чварков [и др.]* // Военная мысль. 2019. № 7. С. 114-119.
4. *Песчанникова Е.Н.* Методический подход к формированию портфеля заказов предприятия // Журнал исследований по управлению. 2021. Т. 7. № 2. С. 41-50.
5. *Тебекин А.В.* Модель прогноза стоимости и сроков модернизации промышленных предприятий / *А.В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 3. С. 31-37.
6. *Анисимов В.Г.* Модель обоснования программы инновационного развития компании / *В.Г. Анисимов [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. № 2. С. 32-41.
7. *Веселко А.А.* Оптимизация параметрических рядов продукции предприятия с учетом случайности рыночного спроса // Журнал исследований по управлению. 2022. Т. 8. № 1. С. 10-16.
8. *Пак А.Ю.* Оптимизация параметрических рядов продукции предприятия с учетом случайности рыночного спроса и упущенной выгоды // Журнал исследований по управлению. 2022. Т. 8. № 2. С. 3-9.
9. *Ильин И.В.* Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты / *И.В. Ильин [и др.]*. - Санкт-Петербург, 2018.- 289 с.
10. *Ведерников Ю.В.* Модели и алгоритмы интеллектуализации автоматизированного управления диверсификацией деятельности промышленного предприятия / *Ю.В. Ведерников [и др.]* // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5-6 (71-72). С. 61-72.
11. *Анисимов В.Г.* Модели и методы решения задач управления инновационными проектами / *В.Г. Анисимов, Е.Г. Анисимов [и др.]*. - Москва, 2009.- 90 с.
12. *Блау С.Л., Новиков В.Е., Тебекин А.В.* Модель поддержки принятия решений при формировании инновационной стратегии предприятия // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 3. С. 53-59.
13. *Тебекин А.В.* Способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ / *А.В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2018. Т. 4. № 11. С. 30-38.
14. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б.* Сетевые модели и методы ресурсно-временной оптимизации в управлении инновационными проектами.- Москва, 2006.- 117 с.
15. *Зегжда П.Д.* Методический подход к построению моделей прогнозирования показателей свойств систем информационной безопасности / *П.Д. Зегжда [и др.]* // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2019. № 4. С. 45-49.
16. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Черныш А.Я.* Эффективность инвестиций. Методологические и методические основы.- Москва: Военная Ордена Ленина, Краснознамённая, Ордена Суворова Академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации, 2006.- 123 с.

17. *Анисимов В.Г.* Анализ и оценивание эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности / *В.Г. Анисимов, Е.Г. Анисимов [и др.]*. - Москва: Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации; 2006. 288 с.
18. *Тебекин А.В.* Модель сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности качественных показателей / *А.В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 4. С. 77-83.
19. *Тебекин А.В.* Методика сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей / *А.В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 5. С. 84 - 90.
20. *Чварков С.В.* Методика сравнительной оценки проектов инновационного развития предприятий военно-промышленного комплекса / *С.В. Чварков [и др.]* // Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации: Сборник материалов круглого стола.- Москва: Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). 2018. С. 59-67.
21. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений. - Москва : Наука, 1978. - 352 с.
22. *Анисимов В.Г.* Математические методы и модели в экономическом и таможенном риск-менеджменте / *В.Г. Анисимов, Е.Г. Анисимов [и др.]*. - Санкт-Петербург, 2016.- 236 с.
23. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б.* Математические модели и методы управления инновационными проектами.- Москва: Министерство образования и наука РФ, Институт современной экономики. 2009.- 188 с.
24. *Чварков С.В.* Экономическая политика в системе национальной безопасности Российской Федерации // Национальные приоритеты России. 2016. № 3 (21). С. 22-32.
25. *Липатова Н.Г.* Таможенный контроль товаров: запреты и ограничения / *Н.Г. Липатова [и др.]*. - Москва: Российская таможенная академия, 2010.- 78 с.
26. *Липатова Н.Г.* Понятия и определения в области исследования проблем таможенного дела / *Н.Г. Липатова [и др.]*. - Москва: Российская таможенная академия, 2010.- 91 с.
27. *Черныш А.Я., Анисимов Е.Г.* Концепция построения теории таможенного дела // Вестник Российской таможенной академии. 2009. № 3. С. 5-11.
28. *Анисимов В.Г.* Введение в экономический риск-менеджмент / *В.Г. Анисимов, Е.Г. Анисимов [и др.]*. - Москва, 2008.- 91 с.
29. *Тебекин А.В., Анисимов Е.Г.* О фронтах гибридной войны в экономическом и геополитическом пространстве // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. № 5. С. 60-74.
30. *Сауренко Т.Н.* Методика оценки ожидаемой стоимости проектирования технических и технологических инноваций / *Т.Н. Сауренко [и др.]* // Управленческое консультирование. 2019. № 11 (131). С. 120-128.
31. *Тебекин А.В.* Эволюционная модель прогноза частных показателей инновационных проектов (на примере технических инноваций) / *А.В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 6. С. 55-61.
32. *Тебекин А.В.* Организация инновационной деятельности на микроэкономическом уровне / *А.В. Тебекин, Е.Г. Анисимов* // Транспортное дело России. 2016. № 1. С. 73-78.
33. *Jaynes, E. T.* Information Theory and Statistical Mechanics // *Phys. Rev.*, 1957. V. 106, p. 620.
34. *Солохов И.В.* Проблемы научно-методического обеспечения межведомственного информационного взаимодействия // Военная мысль. 2017. № 12. С. 45-51.

35. *Тебекин А.В.* Методический подход к моделированию процессов формирования планов инновационного развития предприятий / *А. В. Тебекин [и др.]* // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 1. С. 65-72.

36. *Авдеев М.М.* Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами / *М.М. Авдеев [и др.]*. - Санкт-Петербург; Тула: Гриф и К (Тула). 2001.- 139 с.

37. *Градиштейн И.С., Рыжик И.М.* Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: Физматгиз, 1963.

38. *Тебекин А.В., Касаев Б.С.* Менеджмент организации [Электронный ресурс]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / *А.В. Тебекин, Б.С. Касаев.* - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: КноРус, 2015. - 420 с.