

УДК 330.44:504.03:519.876.5

А. Ф. Бурук,

канд. экон. наук,
младший научный сотрудник,
Институт экономики промышленности
НАН Украины, г. Донецк

О. М. Логачева,

канд. физ.-мат. наук,
доцент,
Донецкий национальный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Предложен подход определения влияния экологической составляющей конкурентоспособности продукции, ее цены на объем её, а также метод оценки экологической конкурентоспособности продукции на основе теории нечеткой логики и метода парных сравнений.

Ключевые слова: экологическая составляющая конкурентоспособности продукции, объем производства, теория нечеткой логики, метод парных сравнений.

Приоритетная ориентация отечественных предприятий Украины на политику «конца трубы», неэффективное применение государством экономических рычагов, направленных на стимулирование использования экологического фактора в качестве конкурентного преимущества и обеспечения экологически чистого производства, является сложной и нерешенной задачей. В условиях повышенного деструктивного влияния производственных процессов на окружающую природную среду особенно важным становится использование специальных инструментов для создания необходимых предпосылок экологизации производства и продукции. Таким инструментом выступает информационная основа для принятия управленческих решений по оптимизации объема производства продукции на основании использования экологической преимуществ. Поэтому оценка влияния экологической составляющей конкурентоспособности продукции на уровень спроса является актуальной задачей экономики.

Управлению конкурентоспособности разных объектов на макро- и микроуровнях посвящено много работ зарубежных и отечественных ученых: Г. Л. Азоева, А. Э. Воронковой, А. Ю. Юданова, и других [1–3], тем не менее, вопрос управления экологической составляющей в этих работах изучен недостаточно. Экологические проблемы и экологическая деятельность предприятия исследованы в работах

К. Рихтера, О. О. Веклич, Б. В. Буркинського и других [4–6]. Однако влияние экологической составляющей на конкурентоспособность продукции в этих работах не исследовалось.

Целью статьи является создание информационной основы для обоснования управленческих решений по определению оптимального объема производства продукции, обладающей высоким показателем экологической конкурентоспособности.

В связи с усилением конкурентной борьбы и повышением значимости экологических характеристик продукции для потребителей на отечественных и зарубежных рынках особо актуальной для предприятий становится необходимость в экономическом обосновании увеличения объемов выпуска продукции на основе приобретения дополнительных экологических преимуществ, что требует новых методов и подходов в решении поставленной задачи. Одним из основных направлений такого обоснования является применение адаптированных математических методов.

Обоснование экономико-математических моделей. Согласно [7] предложена следующая динамическая модель выпуска продукции в условиях конкуренции:

$$P(V(t)) = a - bV(t), \quad a, b > 0, \quad (1)$$

где P — цена продукции;

a — максимально возможная цена инновационной продукции, которая впервые предла-

© А. Ф. Бурук, О. М. Логачева, 2012

гається на ринку і за которую потребитель согласен заплатить;

b — коэффициент, который показывает, насколько уменьшится цена при увеличении объема производства V на единицу;

V — объем выпуска продукции;

t — время.

Уравнение (1) отображает, что с увеличением количества произведенной и востребованной на рынке продукции, цена снижается, а с уменьшением количества произведенной продукции — увеличивается.

Расширение объема выпуска продукции предусматривает необходимость привлечения дополнительных финансовых ресурсов из полученной прибыли предприятия:

$$I(t) = \lambda P(V(t))V(t), 0 < \lambda < 1, \quad (2)$$

где I — инвестиции;

λ — часть дохода, который предназначается для инвестиционных вложений.

Считаем, что скорость увеличения выпуска продукции $V'(t)$ прямо пропорциональна вложенным инвестициям в расширение производства продукции, т. е.:

$$V'(t) = kI(t), k > 0, \quad (3)$$

где — коэффициент пропорциональности.

Тогда получаем следующую задачу Коши для изменения объема выпуска продукции:

$$V'(t) = k\lambda(a - bV(t))V(t), V(0) = V_0, \quad (4)$$

V_0 — объем выпуска продукции в начальный момент времени, от которого осуществляются расчеты.

В предложенной модели считается, что количество произведенной продукции является непрерывной и дифференцированной функцией, которая зависит от времени. Инвестиции по этой модели привлекаются в производство непрерывно, т. е. в каждый момент времени. Поэтому из формулы (1)–(4) следует, что рыночная стоимость продукции тоже изменяется непрерывно.

Расширение рынков сбыта, выход отечественных товаропроизводителей на зарубежные рынки обуславливают необходимость соответствия мировым стандартам, которые предъявляются к качеству продукции и условиям производства. Так, во многих странах Европейский Союз выдвигает повышенные требования к экологическому качеству продукции и ее технологии производства (международные стандарты ISO 14000). В тоже время приоритетная ориен-

тация предприятий на политику «конца трубы», неэффективное применение государством экономических рычагов, направленных на стимулирование использования экологического фактора в качестве конкурентного преимущества и обеспечения экологически чистого производства, является сложной и не решенной задачей. Поэтому в условиях повышенного деструктивного влияния производственных процессов на окружающую природную среду особенно важным становится использование специальных инструментов для создания необходимых предпосылок экологизации производства и продукции. Таким инструментом выступает информационная основа для принятия управленческих решений по оптимизации объема производства продукции на основании использования экологической преимуществ. Поэтому основной задачей является разработка модели, которая отображает связи между ценой, объемом производства и уровнем экологической конкурентоспособности продукции.

В адаптированной модели предлагается использование такой переменной, как экологическая конкурентоспособность, под которой предложено понимать относительную характеристику, которая отображает соответствие определенной продукции конкретной экологической потребности потребителя и затрат на ее приобретение в сравнении с конкурентной продукцией, представленной на рынке в определенный момент времени.

На отечественном рынке отношения к экологическим стандартам сильно отличаются от стран Европейского Союза. Нормативы загрязнения окружающей природной среды от последствий производства, эксплуатации и утилизации продукции в десятки раз выше, чем в Украине [8]. Поэтому, если товаропроизводитель решает позиционировать свою продукцию на зарубежных рынках, он должен повышать экологическую составляющую конкурентоспособности продукции согласно требованиям и стандартам, которые предъявляются к ней. Таким образом, цена на продукцию, формирующаяся в развитых странах мира, значительно зависит не только от объема выпуска, но и от уровня экологической конкурентоспособности продукции.

Уровень экологической конкурентоспособности продукции является интегрированным показателем, который предлагается находить методом теории нечеткой логики [9] и может принимать значение в таких диапазонах:

$$0 < \beta_E(t) < 1,$$

где $\beta_E(t)$ — уровень экологической конкурентоспособности продукции в момент времени t .

Весомость показателей экологической конкурентоспособности продукции для потребителей предлагается определять методом парных сравнений [10]. Применение данного метода обуславливается необходимостью обработки небольшого количества тяжело формализованных данных (экспертные оценки специалистов отдела маркетинговых исследований). Метод парных сравнений позволяет уменьшить субъективность экспертных оценок с помощью проверки их на непротиворечивость и достоверность. Применение других методов статистической обработки для проверки достоверности полученных данных, например, таких как нейронных сетей, корреляционного анализа, требует большого количества данных, что значительно усложняет такую оценку.

Таким образом, с помощью выше указанных методов: теории нечеткой логики, метода парных сравнений рассчитывается уровень экологической конкурентоспособности продукции в начальный момент времени $t = 0$. Во время внедрения новых экологических стандартов получим текущие значения $\beta_E(t)$. Пределы экологизации продукции и ее производства ограничены, что обусловлено возможностями технологий, оборудования, поэтому экологическая конкурентоспособность продукции $\beta_E(t)$ также может увеличиться только до фиксированной величины $\bar{\beta}_E$, т. е.:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta_E(t) = \bar{\beta}_E, 0 < \bar{\beta}_E < 1. \quad (5)$$

Равенство (5) разрешает определить максимальный уровень экологической конкурентоспособности, который может принять продукция при определенных технологиях, ресурсном обеспечении и других условиях производства, которые сложились на предприятии. Также $\bar{\beta}_E$ разрешает сравнить значение экологической конкурентоспособности продукции, которую она принимает в определенный период времени с максимально возможной величиной.

Тогда с учетом уровня экологической конкурентоспособности продукции вместо уравнения (1) предлагается следующая модель для непрерывного случая:

$$P(V(t), \beta_E(t)) = a - bV(t) + c\beta_E(t), c > 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) показывает линейную зависимость не только от объемов производства, но

и от уровня экологической конкурентоспособности продукции.

Для изменения выпуска продукции получим следующее уравнение:

$$V'(t) = k\lambda(a - bV(t) + c\beta_E(t))V(t), V(0) = V_0. \quad (7)$$

Согласно теории дифференцированных уравнений [12] (7) — это задача Коши для уравнения Бернулли. Основной задачей нашего исследования является асимптотическое поведение решения при условии $t \rightarrow \infty$.

$V_1 = 0$ является точкой равновесия модели, но она экономически бессодержательная и говорит о нулевом выпуске продукции, поэтому нас будет интересовать точка асимптотического равновесия.

В процессе решения задачи Коши (7) получим:

$$V(t) = \frac{V_0 e^{k\lambda a t + F(t)}}{V_0 \int_0^t k\lambda b e^{k\lambda a s + F(s)} ds + 1}, \quad (8)$$

$$F(t) = \int_0^t c k \lambda \beta_E(s) ds. \quad (9)$$

Осуществим предельный переход в (8), при t стремящейся к бесконечности, применив правило Лопиталья:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} V(t) &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{V_0 (k\lambda a + c k \beta_E(t)) e^{k\lambda a t + F(t)}}{V_0 k \lambda b e^{k\lambda a t + F(t)}} = \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{a}{b} + \frac{c \beta_E(t)}{b} = \frac{a}{b} + \frac{c \bar{\beta}_E}{b} = \bar{V}. \end{aligned} \quad (10)$$

Таким образом, $\bar{V} = \frac{a}{b} + \frac{c \bar{\beta}_E}{b}$ является точкой асимптотического равновесия для непрерывной модели. Для непрерывной модели при отклонении выпуска продукции от полученной точки асимптотического равновесия $\bar{V} = \frac{a}{b} + \frac{c \bar{\beta}_E}{b}$ влево ($V_0 < \bar{V}$) выпуск продукции будет возрастать и стремиться к \bar{V} . Если в начальный момент времени ($V_0 > \bar{V}$), то выпуск будет убывать и стремиться к \bar{V} .

Реализация динамической модели выпуска продукции в условиях конкуренции. Достоверность и практическая значимость моделирования объема производства, с учетом экологической конкурентоспособности продукции, обоснована на примере шестеренного насоса НШ10Г-3 ОАО «Гидросила», представленного на рынке Украины.

Маркетинговые исследования. До 2000 г. ОАО «Гидросила» позиционировались только

на отечественном рынке и его доля составила 57 %. Основной задачей предприятия в этот период стало выход продукции на зарубежные рынки стандартизация ее в соответствии с экологическими требованиями к качеству и условиям производства продукции (международные стандарты ISO 9000, 14000). Таким образом, внедрение сертифицированной системы управления качеством ISO 9001:1994 в

ОАО «Гидросила» позволило повысить экологическую конкурентоспособность продукции, позиционировать свою продукцию в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Для проверки предложенной модели были использованы следующие исходные значения показателей в табл. 1. Показатели модели a, b, c, λ, k были получены на основе анализа выборки данных за периоды с 2000 по 2010 годы.

Таблица 1. Исходные значения показателей модели

Переменная	Обозначение переменной	Числовое значение переменной
1	2	3
$P(0)$	цена продукции до внедрения экологических мероприятий и повышения экологизации продукции и производства	63
a	максимально возможная цена инновационной продукции, которая впервые предлагается на рынке и за которую потребитель согласен заплатить	4000
b	коэффициент, который показывает, насколько уменьшится цена при увеличении объема производства Y на единицу	0,11
c	на сколько T единиц увеличилась бы цена при увеличении β_E на единицу, если бы объемы производства не изменились	6383,64
V_0	объем выпуска продукции	2722
T	время	10
λ	часть дохода, который предназначается для инвестиционных вложений. λ показывает, что во время внедрения ISO 9000 мы вложили инвестиции в размере 70 % от величины основных затрат на производственную деятельность за прошедший период времени	0,7
k	коэффициент пропорциональности	0,0143
$\beta_E(t)$	уровень экологической конкурентоспособности продукции в момент времени t	0,4
$\beta_E(T)$	уровень экологической конкурентоспособности продукции в момент времени T	0,8

В начальный момент времени, до 2000 г., уровень экологической конкурентоспособности продукции был равен $\beta_E(0) = 0,4$, а начиная с 2000 г., после внедрения международного стандарта ISO 9000, показатель менялся линейно и в момент времени T ($T = 10$, то есть в 2010 г.) стал равен $\beta_E(T) = 0,8$.

$$\beta_E(t) = 0,4 + \frac{0,4t}{T}, \text{ где } T = 10.$$

Подставив полученные данные a, b, c, λ, k в уравнение (7), получим следующее дифференциальное уравнение:

$$V'(t) = 0,01 \left(4000 - 0,11V(t) + 6383,64 \left(0,4 + \frac{0,4t}{T} \right) \right) V(t),$$

$$V(0) = 2722.$$

Решив задачу Коши для уравнения Бернулли [12], получим:

$$V(t) = \frac{2722 \times e^{655,35t + 127,67t^2}}{29,94 \int_0^t e^{655,35s + 127,67s^2} ds + 1} = 23307.$$

То есть, согласно модели, объемы производства вырастут с 2722 до 23307, что связано с выходом продукции на новый рынок.

Согласно уравнению (6) изменится цена:

$$P(t) = 4000 - 0,11V(t) + 6383,64\beta_E(t),$$

$$P(1) = 95,39.$$

Согласно модели дисконтированная цена с учетом коэффициента инфляции на 2000 г. вырастет с 63 грн до 95,39 грн.

Полученный результат показывает, что увеличение уровня экологической конкурентоспособности с $\beta_E(t) = 0,4$ до $\beta_E(T) = 0,8$ приводит к возможности роста объемов производства продукции с 2722 до 23307 единиц, то есть объемы производства увеличились в 8,5 раз при изменении цены продукции с 63 грн до 95,39 грн. Данная цена учитывает уровень инфляции, а так же покрывает все расходы, связанные с производством продукции и включает в себя прибыль от коммерческой и производственной деятельности при условии реализации продукции в объеме не меньше 2722 единиц насосов НШ10Г-3. Рост реализации продукции после внедрения мероприятий по экологизации продукции и производства происходит за счет того, что продукция с экологическими преимуществами пользуется большим спросом и может продаваться не только в Украине, а значит, производителю экономически выгодно расширять

Таблица 2. Результирующие значения показателей модели

Переменная	Обозначение переменной	Числовое значение переменной
V_t	объем выпуска продукции в момент времени t	23307
$P(1)$	цена продукции после внедрения экологических мероприятий и повышения экологизации продукции и производства	95,39

производство, что в конечном итоге приводит к увеличению прибыли.

Выводы. В условиях увеличения значимости экологической составляющей продукции для потребителей и ориентации многих стран мира, в том числе стран Европейского союза, на принципы «устойчивого развития», важным становится создание таких инструментов, которые бы позволили улучшить экологическое качество продукции и расширить возможные рынки сбыта. На этой основе предложена модель изменения объема производства, которая позволяет:

1) описывать влияние экологической конкурентоспособности продукции на потребительский спрос и формировать информационную основу для обоснования управленческих решений по расширению рынка сбыта на основе экологизации продукции и ее производства;

2) учитывать показатель экологической конкурентоспособности продукции, на основе которого определяется наиболее оптимальный уровень выпуска продукции при определенной цене продукции, в соответствии с существующим уровнем спроса на рынке;

3) обосновать возможность повышения экологической конкурентоспособности продукции на основе потребительских предпочтений и перспектив расширения рынков сбыта продукции.

Список использованной литературы

1. Азоев Г. Л. Конкуренция: анализ, стратегия и практика / Г. Л. Азоев. — М. : Центр экономики и маркетинга, 1996. — 208 с.
 2. Воронкова А. Е. Моделирование управления конкурентоспособностью предприятия: эколого-организационный аспект : монография / А. Е. Воронкова, С. К. Рамазанов, О. В. Радюнов. — Луганськ : Вид-во СНУ ім. Даля, 2005. — 368 с.

3. Юданов А. Ю. Конкуренция: теория и практика : учебно-практическое пособие / А. Ю. Юданов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Ассоциация авторов и издателей «Тандем», изд-во «ГНОМ-ПРЕСС», 1998. — 384 с.

4. Richter K. Environmental Management. German Experience. European University Viadrina / K. Richter. — Frankfurt : Department of Economics, 1996. — 128 p.

5. Веклич О. О. Формування економічного механізму сталого розвитку України / О. О. Веклич // Вісник Національної академії наук України. — 2000. — № 2. — С. 3–16.

6. Буркинський Б. В. Екологізація політики регіонального розвитку / Б. В. Буркинський, Н. Г. Ковалева / НАН України, Ін-т проблем ринку і економіко-екологічних досліджень. — Одеса, 2002. — 328 с.

7. Ляшенко О. І. Математичне моделювання динаміки відкритої економіки : монографія / О. І. Ляшенко. — Рівне : Волинські береги, 2005. — 317 с.

8. Стратегія сталого розвитку регіону : монографія / І. О. Александров, О. В. Половян, О. Ф. Коновалов та ін. ; за заг. ред. І. О. Александрова ; НАН України, Ін-т економіки промсті. — Донецьк : Ноулідж, 2010. — 203 с.

9. Александров И. А. Информационное обеспечение управления конкурентоспособностью продукции / И. А. Александров, А. Ф. Бурук // Теоретичні та прикладні питання економіки : зб. наук. пр. — К. : Київський університет, 2011. — Вип. 24. — С. 137–148.

10. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — М. : Юнити, 1998. — 1022 с.

11. Уошем Т. Дж. Количественные методы в финансах / Т. Дж. Уошем, К. Паррамоу. — М. : Финансы, 1999. — 527 с.

12. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Л. Э. Эльсгольц. — М. : Наука, 1969. — 424 с.

Статья поступила в редакцию 20.09.2012 г.