

L.V. Kostyuk, I.L. Kornilova

RATIONALES FOR THE USE OF MATHEMATICAL MODELS FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES PERFORMANCE EFFECTIVE PLANNING

Lyubov Kostyuk – senior lecturer, the Department of Finance and Statistics, St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), PhD in Economics, St. Petersburg; **e-mail: ikornilova@mail.ru.**

Irina Kornilova – senior lecturer, the Department of Finance and Statistics, St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), PhD in Economics, St. Petersburg; **e-mail: ikornilova@mail.ru.**

The article deals with relevant issues with regard to rationales for the use of mathematical techniques and models for industrial enterprises activities effective planning with terms and conditions for effective planning being described.

The authors also propose and justify the use of dynamic models of manufacturing functions as an efficient instrument of planning the activities of industrial enterprises.

Keywords: production, planning models and techniques, mathematical model of manufacturing function.

Л.В. Костюк, И.Л. Корнилова

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Любовь Васильевна Костюк – доцент кафедры финансов и статистики, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кандидат экономических наук, г. Санкт-Петербург; **e-mail: ikornilova@mail.ru**

Ирина Леонидовна Корнилова – доцент кафедры финансов и статистики Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), кандидат экономических наук, г. Санкт-Петербург; **e-mail: ikornilova@mail.ru.**

В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с обоснованием применения математических методов и моделей для эффективного планирования деятельности производственных предприятий. Описаны условия эффективного планирования деятельности производственных предприятий. Также авторами предложено и обосновано использование динамических моделей производственных функций в качестве эффективного инструмента планирования деятельности производственных предприятий.

Ключевые слова: производство; модели и методы планирования; математические модели и методы; экономико-математические модели; производственная функция; динамическая модель производственной функции.

Одним из необходимых условий функционирования производства является обеспеченность финансовыми ресурсами, поскольку это влияет на своевременность и полноту погашения обязательств перед поставщиками, работниками, бюджетом,

банками и др. Обеспеченность и рациональность использования финансовых средств напрямую зависят от правильности и своевременности принимаемых управленческих решений. Ведь обоснованные управленческие решения являются

залогом эффективной деятельности предприятия. Ключевым фактором, оказывающим влияние на качественное управление предприятием, является применение научных подходов и методов планирования.

Планирование, будучи одной из основных функций управления, должно быть конкретным и основываться на точных расчетах. Поэтому сегодня на производственных предприятиях при планировании должны широко применяться математические методы и модели [1]. Современный уровень вычислительной техники и средств передачи информации позволяет автоматизировать многие этапы сбора и обработки информации по изменению экономической ситуации, прогнозировать ее дальнейшее развитие. Среди наиболее известных экономико-математических моделей – модель производственной функции, которая дает возможность комплексно и эффективно планировать деятельность производственного предприятия по многим показателям (объем производства, объем реализации, затраты на сырье, косвенные затраты, прибыль и др.).

Чаще всего для решения разнообразных теоретических и прикладных задач планирования и прогнозирования используется производственная функция Кобба-Дугласа следующего вида:

$$Y = AL^\alpha K^\beta, \quad (1)$$

где Y – выпуск продукции; L – затраты труда (объем трудовых ресурсов); K – капитал (объем производственных фондов); A , α , β – константы, определяемые из наблюдаемых данных; A – параметр, учитывающий производительность существующей технологии (специфику отрасли); α – эластичность выпуска по труду; β – эластичность выпуска по капиталу; $\alpha + \beta = \gamma$ – коэффициент отдачи от масштаба.

Реальный характер экономической деятельности производственных предприятий носит дискретный характер: разновременно происходят затраты и доходы, скачками поступают платежи за поставленную продукцию, скачками меняются привлекаемые финансовые средства (кредиты, займы). Поэтому при планировании

необходимо учитывать динамику изменения цен на ресурсы и динамику цен на выпускаемую и продаваемую продукцию с течением времени, а также запаздывание в поступлении выручки за реализованную продукцию. Указанные особенности могут быть учтены путем использования в практике планирования динамических моделей производственных функций. Применение динамических производственных функций создает реальную картину текущего финансового состояния предприятия и позволяет прогнозировать объем и необходимость привлечения внешних финансовых ресурсов (займов, кредитов) и заблаговременно искать источники финансирования или менять объем производства продукции.

Изменение производственных ресурсов во времени происходит не только количественно, но и качественно, под влиянием научно-технического прогресса (далее – НТП). Изменения во времени под действием технического прогресса учитывает динамическая модель производственной функции, которая наилучшим образом отражает все изменения во внешней среде, тем самым позволяя планировать и прогнозировать влияние научно-технического прогресса на производственную деятельность предприятия.

Для определения влияния научно-технического прогресса на рост производства предлагаем использовать динамическую модель производственной функции, которая содержит специальный коэффициент эластичности, характеризующий влияние НТП на экономический рост, следующего вида:

$$Y = A * L^\alpha * K^\beta * e^{\lambda t}, \quad (2)$$

где t – период времени, за который рассматривается экономический рост; e – основание натуральных логарифмов. Преобразуя вышеприведенную формулу, прирост продукта можно выразить как сумму элементов, дающую итог экономического роста: $y = \alpha l + \beta k + \lambda$, где y – среднегодовой прирост продукции за период времени t ; l – прирост труда; k – прирост капитала. Величина (λ) характеризует темп прироста выпуска продукции под влиянием НТП

(качественные факторы роста продукции):
 $\lambda = y - \alpha l - \beta k$.

Наглядно покажем использование динамической модели производственной функции при определении влияния НТП на рост выпуска продукции.

Исходные данные для построения динамической модели производственной функции предприятия «Х» приведены в табл. 1. Также в таблице указаны данные о затратах на 1 руб. товарной продукции и общей рентабельности.

В результате оценки параметров производственной функции получена следующая модель производственной функции:

$$y_t = 1,0037 \left[0,3386 K_{t-1}^{3,1316} + 0,6614 L_{t-1}^{3,1316} \right]^{0,397} * e^{0,00695t}. \quad (3)$$

Согласно модели (3) для предприятия «Х» характерна убывающая отдача от масштаба $\gamma < 1$ ($\gamma = 0,397$). Это говорит о недостаточной эффективности системы

управления и снижении качества используемых ресурсов. Эластичность замены по труду отрицательна ($\alpha = -3,1316 / (1 + \alpha) \approx -0,5$). Что свидетельствует о больших возможностях замены живого труда овеществленным, причем с ростом фондовооруженности, и эти возможности в данном случае возрастают.

В табл. 2 приведены результаты расчета индексов прироста.

В течение всего периода 4–11 гг. наблюдается снижение численности персонала. При этом убывает и чистая предельная производительность труда, что указывает на наличие на предприятии резервов сокращения численности персонала. Уменьшение чистой предельной производительности труда повышается отдачей на масштаб, в результате чего снижается и фактическая предельная производитель-

Таблица 1

Исходные данные предприятия «У»

Год	Товарная продукция, тыс. руб.	Среднегодовая стоимость ОПФ, тыс. руб.	Численность персонала, человек	Затраты на 1 руб. товарной продукции, руб.	Общая рентабельность, %
1	41900	20724	2072	75,81	28,90
2	41846	22330	2081	84,60	15,50
3	42854	23557	2080	83,56	40,60
4	43419	23639	2066	70,62	65,10
5	44072	24842	2063	60,66	53,80
6	44529	26209	2032	64,91	58,58
7	45090	26886	2004	65,96	48,54
8	45321	27237	1982	67,12	46,33
9	45883	28603	1954	67,62	45,63
10	46715	29849	1943	66,02	45,76
11	47508	37511	1921	67,41	36,02

Таблица 2

Расчет индексов прироста

Год	i_y^P	i_L	i_P	I_Y	i_Z	i_λ	I_Θ
2	1	1	1	1	1	1	1
3	1,0189	1,004	0,969	0,9147	1,137	1,007	1,001
4	1,0156	1,0	0,9675	0,9288	1,1223	1,007	1,9971
5	1,0058	0,993	0,9732	0,973	1,0622	1,007	1,0096
6	1,0163	0,999	0,9641	0,9261	1,1313	1,007	0,9989
7	1,0141	0,985	0,9397	0,9355	1,1632	1,007	0,9935
8	1,0102	0,9857	0,949	0,9528	1,1254	1,007	0,9954
9	1,0083	0,9897	0,961	0,962	1,0948	1,007	1,0037
10	1,0164	0,9854	0,936	0,9255	1,1824	1,007	1,0018
11	1,017	0,9947	0,9538	0,9228	1,1537	1,007	1

ность труда, – уменьшение примерно на 15% ежегодно. Почти весь прирост объема производства в 1–11 гг. получен за счет НТП. Вклад автономного НТП невелик (автономный НТП дает прирост на 0,7% ежегодно при условии, что остальные факторы не меняются). Индекс материализованного НТП в течение всего периода больше единицы, что указывает на трудосберегающий НТП.

В результате, можно сделать следующие выводы:

1. Рост объема производства в 1–11 гг. на предприятии происходил в основном за счет интенсификации производства.

2. Материализованный НТП является трудосберегающим.

3. Полностью не использованы возможности замещения живого труда овеществленным. Организация труда рабочих запаздывает за возрастающим научно-техническим уровнем производства.

4. Организация управления производством нуждается в совершенствовании. В период 1–11 гг. прирост объема основных производственных фондов и численности персонала на 1% давал прирост объема выпуска продукции только на 0,397%.

Использование динамических производственных функций для эффективного планирования деятельности производственных предприятий обосновано следующими причинами:

1) на производственных предприятиях сырьевая составляющая (или стоимость комплектующих) в себестоимости, как правило, имеет значительный удельный вес, цены на сырье (или комплектующие) постоянно растут. Динамическая производственная функция учитывает динамику цен на сырье (или комплектующие);

2) на многих производственных предприятиях присутствует кооперация специальных производств (цехов) внутри самих предприятий, что требует комплексного учета всех подразделений. Модель производственной функции охватывает все взаимосвязанные подсистемы производственного предприятия;

3) многие потребители продукции производственных предприятий не в со-

стоянии своевременно оплатить полученный товар. Таким клиентам предоставляется отсрочка платежа. Разницу между отгруженной и оплаченной продукцией учитывает динамическая модель производственной функции [2];

4) многие производственные предприятия, с точки зрения технического совершенствования, не всегда обеспечены соответствующим современным оборудованием, то есть существует поле деятельности для определения влияния НТП, который объемно учитывает динамическая модель производственной функции.

Главным назначением динамической модели является ее применение для планирования обоснованного и финансово-обеспеченного объема производства определенной продукции на предстоящий период времени. При этом требуемые для производства продукции затраты формируются в значительной мере за счет поступлений платежей за продукцию, произведенную и реализованную в более ранних периодах, имеющих собственные финансовые средства и полученных кредитов.

На основе динамической модели производственной функции нами была разработана и предложена методика планирования деятельности предприятия, выпускающего комбикорма, в различных условиях [2]:

а) при запаздывании поступления выручки на различные сроки;

б) при скачкообразном изменении цен на ресурсы.

Предложенная методика при планировании учитывает динамику изменения цен на сырье и на продаваемую продукцию с течением времени, а также запаздывание в поступлении выручки за реализованную продукцию. Суть методики – в планировании финансово-обеспеченного выпуска продукции в текущем и прогнозном периодах времени.

Для планирования объема производства продукции используется несколько функциональных зависимостей. В зависимости от сложившейся на текущий момент времени ситуации можно рассчитать

либо объем продукции, который предприятие может произвести при задержке получения выручки, либо то, на сколько предприятие должно изменить объем производства продукции в случае внезапного, резкого повышения цен на материальные ресурсы и услуги. Методика позволяет в соответствии с целями формировать информационную базу планирования и перерабатывать полученную информацию с помощью программы Microsoft Excel.

Для получения зависимостей для расчета объема продукции, который может быть произведен предприятием, было использовано уравнение баланса суммы переменных и постоянных затрат, требуемых для выпуска продукции, и суммы выручки, поступившей в текущий период за выпущенную в более ранних периодах продукцию, и выручки от части продукции, произведенной и реализованной в один и тот же период, а также имеющихся собственных средств и полученных кредитов.

Управление финансированием состоит в создании сбалансированных соотношений между объемом выпуска продукции в рассматриваемый период времени, относительной долей ее реализации в этот же период, ценой продукции и затратами (постоянными и переменными). Предложенная модель динамической производственной функции позволяет руководству предприятия получать картину изменения прибыли (или убытка) в зависимости от времени, планировать мероприятия по финансовому обеспечению производства, проводить сбалансирование объема выпуска продукции и финансовых ресурсов и предотвратить кризисное состояние предприятия.

Применение предложенной методики при годовом планировании позволило

предприятию запланировать обоснованный и действительно финансово-обеспеченный объем производства продукции, а также более точно и обосновано сформировать необходимые для производства продукции затраты [2]. Сравнение фактических и плановых показателей выявило, что отклонение плановых от фактических показателей сократилось до уровня 5–10% по сравнению с 15–20% до применения динамической модели производственной функции при планировании деятельности данного предприятия.

Применение разработанной методики в управленческой деятельности производственного (в частности, комбикормового) предприятия, позволило не только проводить эффективное планирование производства продукции, но и вести инвестиционную политику и своевременно производить техническое обновление и реконструкцию существующего производства с учетом последних достижений НТП, что способствовало перемещению выпускаемой продукции на качественно новый уровень [1; 2].

Использование динамических моделей производственных функций при планировании деятельности производственных предприятий позволяет учитывать динамику изменения цен на ресурсы, динамику дебиторской задолженности и влияние НТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костюк Л.В. [и др.]. Методы планирования деятельности завода // Комбикорма. 2006. № 8.
2. Костюк Л.В. Планирование и прогнозирование предпринимательской деятельности с использованием производственных функций: монография. СПб.: Химиздат, 2008. 139 с.