



УДК 338.26

Д. А. Мардас

Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Б. Р. Рахимжонов

Петербургский государственный университет путей
сообщения императора Александра I

Прогнозирование процессов модернизации производственно-экономических систем

Излагаются подходы к количественному обоснованию стратегии развития производственно-экономических систем. Представлены методика и результаты анализа действенности мероприятий технического перевооружения в железнодорожной отрасли Республики Узбекистан.

Прогнозирование, техническое перевооружение, железнодорожный транспорт, модели, производственные функции

В процессе разработки стратегий развития как экономики в целом, так и отдельных производственно-экономических систем (ПЭС) особое значение имеет этап прогнозного анализа – модельная проверка соответствующих альтернатив. В методиках такого анализа сейчас, как никогда ранее, нуждаются субъекты экономики России и других стран СНГ, оказавшихся в точке бифуркации. Для Республики Узбекистан особенно актуальны такого рода исследования в железнодорожной отрасли, только модернизация которой может обеспечить закрепление страны в системе мирового разделения труда.

Развитие ПЭС обычно отождествляют с экономическим ростом и при его теоретическом описании прибегают к производственным функциям [1]. В классическом варианте производственная функция – это зависимость между количеством используемых ресурсов (факторов производства) и выпуском (объемом выпускаемой продукции) X , причем в качестве ресурсов рассматривают накопленный труд в форме производственных фондов K (капитал) и настоящий (живой) труд L . Тогда ПЭС описывается двухфактор-

ной производственной функцией, например, в форме функции Кобба–Дугласа [2]:

$$X = AK^\alpha L^\beta, \quad (1)$$

а динамика ее функционирования – логарифмическим ростом

$$\ln X_t = \ln A + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t, \quad (2)$$

для $t = 1, 2, \dots, T$, где T – длина временного ряда наблюдений за параметрами системы. Если для коэффициентов эластичности выполняется $\alpha > \beta$, то имеется трудосберегающий (интенсивный) рост, в противном случае – фондосберегающий (экстенсивный) рост. Множитель A интерпретируется как параметр технического прогресса, иначе говоря, может отождествляться со степенью модернизации (технического перевооружения) ПЭС: при тех же α и β выпуск в точке (K, L) больше, чем больше A . Таким образом, функция Кобба–Дугласа может служить инструментом выбора и оценки параметров процесса модернизации отраслей и предприятий. Причем форма записи (2), казалось бы, открывает возможность получения оценок для коэффициентов эластичности и параметра A , определяющих соотношение в

затратах на традиционно функционирующее и модернизируемое производство. Однако на этом пути выявляются, как минимум, две трудности.

Во-первых, однозначный расчет (например, методом наименьших квадратов) коэффициентов α , β и A по мультипликативной форме (1) возможен только при выполнении предпосылки ее однородности, что крайне редко выполняется в эмпирических данных.

Во-вторых, регрессионный анализ (в том числе уже упоминавшийся метод наименьших квадратов) для обеспечения достоверности результатов требует привлечения выборок со значительными объемами (по оценкам [3] – 500 и более наблюдений), что делает невозможным его непосредственное применение к процессам с минимальной статистикой, каковыми являются процессы модернизации и технического перевооружения.

Первую трудность преодолевают, переходя к удельным величинам, т. е. полагая $x = X/L$, $k = K/L$. Если, вдобавок, выполняется соотношение $\alpha + \beta = 1$, что отвечает постоянству отдачи ресурсов, то динамика ПЭС может моделироваться соотношением

$$x = Ak^{\alpha}, \quad (3)$$

отражающим темпы экономического роста в расчете на одного работающего.

Для преодоления второй трудности предлагается использовать аппарат инвариантных преобразований в микростатистике [4], руководствуясь следующим.

В классической математической статистике малой признают выборку объемом менее 30 (иногда 20) наблюдений, в микростатистике же, в соответствии со взглядами Л. А. Мартыщенко [5], случайная выборка показателей может быть признана малой, если по результатам ее статистического оценивания нельзя принять достоверное решение в отношении целей исследования. Данная вербальная формулировка соответствует количественному соотношению

$$p < 1 - q, \quad (4)$$

в котором p и q – ошибки первого и второго рода для тестируемой статистической гипотезы соответственно.

При характерном для практики отсутствии априорных знаний о законах распределения отношение конкретных значений p и q в (4) следует интерпретировать как исход испытания над случайной величиной, т. е. событие, заключаю-

щееся в реализации конкретного значения супериндикатора S как непараметрического критерия согласия.

Наличие супериндикатора позволяет идентифицировать характер временного ряда данных о техническом перевооружении как выборки с определенным законом распределения. Если гипотеза о предполагавшемся законе распределения подтверждена, то в дальнейшем возможно оценивание его параметров в соответствии с классическими подходами, а значит, и прогнозирование процессов модернизации с определенной достоверностью. В данном случае, если эмпирический материал о развитии ПЭС позволяет построить адекватную модель (3), то применение ее к определенным временным интервалам позволяет выявить факт (изменение величины A) и предпосылки (соотношение между α и β) модернизационного прорыва в ПЭС.

В целом подход к построению прогнозной модели результативности модернизации отрасли (компании) заключается в следующем:

1. На основе применения супериндикатора к эмпирическим данным X о результативности ПЭС (при необходимости с оценкой стохастического доминирования [4]) оценивается гипотеза о подчинении выборки экспоненциальному закону распределения.

2. При отвержении нуль-гипотезы отвергается и предположение о действенности процессов модернизации в рамках сложившейся ресурсно-производственной структуры. Рост ПЭС (если он имеется) обуславливается только увеличением объемов производственных факторов.

3. Если же нуль-гипотеза принимается, то следует признать, что в ПЭС преобладают процессы интенсивного роста, и переходить к выбору рациональных параметров их динамики (в данном случае – A и α) порегрессионной модели – темповому аналогу (3), приводящей к тому же экспоненциальному росту.

Применим сформированный подход к анализу действенности процессов модернизации в ГАЖК «Узбекистон темир йуллари».

Государственно-акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари» образована 7 ноября 1994 г. Общая развернутая длина главных путей компании сегодня составляет 3645 км и в ней работает 54,7 тысячи человек. Годовой грузооборот (табл. 1) компании составляет около 90 % грузооборота всех видов транспорта страны.

Таблица 1

Год	Объем грузооборота	Год	Объем грузооборота
2005	41.50	2010	50.00
2006	44.00	2011	58.00
2007	45.10	2012	62.80
2008	45.30	2013	84.15
2009	45.80		

Широкомасштабная модернизация ГАЗК «УТЙ» стартовала в 2010 г., когда компания совместно с испанской фирмой «Talго» приступила к реализации совместных проектов в области высокоскоростного движения. Поэтому примем 2010 г. за начало периода в анализе действенности модернизационных процессов.

Преобразование данных об общем грузообороте за 2009–2013 гг. к темповой форме приводит к следующим цифрам (табл. 2).

Таблица 2

Год	Темп роста в расчете на тысячу работающих × 100*
2010	1.98
2011	2.11
2012	1.97
2013	2.43

* Рассчитано авторами.

Построение адекватной трендовой модели классическими методами по такому числу наблюдений невозможно в принципе, а использование объемов грузооборота предшествующих лет недопустимо, поскольку они не относятся к периоду масштабной модернизации. Обратившись же к алгоритму идентификации экспоненциального распределения, получаем значения инвариантных преобразований (Ω -преобразований):

$$\Omega_1 = \frac{x_1^{(4)}}{x_4^{(4)}} = \frac{1.98}{2.43} = 0.81, \quad \Omega_2 = \frac{x_2^{(4)}}{x_4^{(4)}} = \frac{2.11}{2.43} = 0.87,$$

$$\Omega_3 = \frac{x_3^{(4)}}{x_4^{(4)}} = \frac{1.97}{2.43} = 0.810, \quad \Omega_4 = \frac{x_4^{(4)}}{x_4^{(4)}} = 1$$

и эмпирическое значение супериндикатора

$$S = G\{\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3\} = \int_0^{0.81} \int_0^{0.87} \int_0^{0.81} \frac{(3+1)!}{(1+\Omega_1+\Omega_2+\Omega_3)^{3+1}} d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3 =$$

$$= 4 \left(1 + \frac{1}{1+\Omega_2+\Omega_3} + \frac{1}{1+\Omega_1+\Omega_3} + \frac{1}{1+\Omega_1+\Omega_2} - \frac{1}{1+\Omega_1+\Omega_2+\Omega_3} - \frac{1}{1+\Omega_1+\Omega_2+\Omega_3} - \frac{1}{1+\Omega_1+\Omega_2+\Omega_3} \right) =$$

$$= 4 \left(1 + \frac{1}{2.68} + \frac{1}{2.62} + \frac{1}{2.68} - \frac{1}{3.49} - \frac{1}{1.81} - \frac{1}{1.87} - \frac{1}{1.81} \right) =$$

$$= 4(1+0.37+0.38+0.37-0.29-0.55-0.53-0.55) = 0.8.$$

$$\left. - \frac{1}{1+\Omega_1} - \frac{1}{1+\Omega_2} - \frac{1}{1+\Omega_3} \right) =$$

$$= 4 \left(1 + \frac{1}{1+0.87+0.81} + \frac{1}{1+0.81+0.81} + \frac{1}{1+0.81+0.87} - \frac{1}{1+0.81+0.87+0.81} - \frac{1}{1+0.81} - \frac{1}{1+0.87} - \frac{1}{1+0.81} \right) =$$

$$= 4 \left(1 + \frac{1}{2.68} + \frac{1}{2.62} + \frac{1}{2.68} - \frac{1}{3.49} - \frac{1}{1.81} - \frac{1}{1.87} - \frac{1}{1.81} \right) =$$

$$= 4(1+0.37+0.38+0.37-0.29-0.55-0.53-0.55) = 0.8.$$

Сравнив данное эмпирическое значение с критическим (табл. 3), устанавливаем, что со степенью доверия в 0.95 гипотеза об экспоненциальном росте грузооборота отвергается. Здесь n – объем выборки.

Таблица 3

Доверительная вероятность (P_d)	Значения супериндикатора ($S_{кр}$)			
	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
0.80	0.80	0.454	0.261	0.126
0.85	0.85	0.523	0.307	0.160
0.90	0.90	0.594	0.372	0.222
0.95	0.95	0.713	0.488	0.304
0.975	0.975	0.802	0.588	0.384

Проверим теперь наличие линейного роста.

В этом случае значение супериндикатора рассчитывается как

$$S = G\{\Omega_i^*, i = 1, \dots, m\} = \int_0^{\Omega_1^*} \dots \int_0^{\Omega_m^*} g(\Omega_1, \dots, \Omega_m) d\Omega_1 \dots d\Omega_m = \prod_{i=1}^m \Omega_i^*,$$

где

$$\Omega_i = \frac{x_i^{(n)} - x_1^{(n)}}{x_n^{(n)} - x_1^{(n)}}, \quad i = 2, \dots, n-1,$$

что приводит к значениям, представленным в табл. 4 (критические значения супериндикаторов равномерного и нормального законов распределения).

Таблица 4

Доверительная вероятность (P_d)	Значения супериндикатора ($S_{кр}$)			
	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
0.05	0.05	0.012	0.001	0.000
0.15	0.15	0.035	0.007	0.002
0.25	0.25	0.062	0.014	0.006
0.30	0.30	0.082	0.022	0.008
0.40	0.40	0.121	0.037	0.015
0.45	0.45	0.150	0.044	0.020
0.50	0.50	0.177	0.056	0.025

Для данных ГАЗК «УТЙ» имеем

$$\Omega_2 = \frac{x_2^{(4)} - x_1^{(4)}}{x_4^{(4)} - x_1^4} = \frac{2.11 - 1.98}{2.43 - 1.98} = 0.29;$$
$$\Omega_3 = \frac{x_3^{(4)} - x_1^{(4)}}{x_4^{(4)} - x_1^4} = \frac{1.97 - 1.98}{2.43 - 1.98} = -0.02$$

и значение супериндикатора практически равно нулю, что позволяет сделать вывод о линейном росте удельного грузооборота и констатировать необходимость повышения темпов технического перевооружения ГАЗК «УТЙ» для успешного развития экономики Республики Узбекистан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микроэкономика: практический подход (Managerial Economics) // под ред. А. Г. Грязновой и А. Ю. Юданова. М.: Кнорус, 2009. 672 с.
2. Нуреев Р. М. Курс микроэкономики. М.: НОРМА, 2007. 576 с.
3. Кремер Ш. Н., Путко Б. А. Эконометрика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 311 с.
4. Мардас А. Н., Кадиев И. Г., Гуляева О. А. О возможностях и методах прогнозирования инновационных процессов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. № 9. С. 122-130.
5. Ивченко Б. П., Мартыщенко Л. А., Иванцов И. Б. Информационная микроэкономика. Ч. 1. СПб.: Норд-мед-Издат, 1997. 160 с.

D. A. Mardas
Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»

B. R. Rahimjonov
Petersburg state university of transport

THE METHODS OF FORECAST IN MANUFACTURING SYSTEMS

The article is devoted to the methods of forecast in economic systems. The quantitative procedures of strategic analysis are given. Recommendations are provided to the management of the Uzbek Railway Company.

Forecasting, technical re-equipment, rail transport, models, production function

УДК 658.562

П. Г. Королёв
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Н. А. Кузьмина
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Мониторинг качества подготовки студентов по дисциплинам специализации

Рассматриваются вопросы объективного оценивания качества подготовки студентов по дисциплинам специализации. Применены статистики для анализа данных при малых объемах выборок. Проведен сравнительный анализ результатов контроля знаний ряда групп. Разработаны правила для оценивания качества подготовки студентов малых групп.

Качество подготовки студентов, малая выборка, статистическая гипотеза

Принятие решений по управлению учебным процессом должно основываться на объективных данных. Поскольку результаты оценивания знаний как отдельных студентов, так и студенческих

групп являются случайными величинами, необходимо применение статистических методов исследования. Данная статья посвящена разработке правил для оценивания динамики изменения ка-