

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРО- МЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ¹

Эффективность – одна из самых важных и одна из самых слабо формализованных категорий современной экономики. Говоря об эффективности, мы подразумеваем некоторое соотношение полученных результатов к тем затратам, которые понесли для получения этого результата. И если с понесёнными затратами в экономике всё предельно ясно, то определение результата для последующей оценки эффективности мероприятий затруднено. На наш взгляд затруднение вызвано не отсутствием экономических показателей результата, а отсутствием прямой причинно-следственной связи между затратами и результатами в экономике.

Действительно, инвестиции в основной капитал промышленного предприятия должны вести к росту производства и снижению себестоимости. Но ведь инвестиции могут быть направлены на основной производственный капитал и непроизводственный – а их влияние на результат различно. Инвестиции в основной производственный капитал могут касаться как их активной части (технологий), так и пассивной части (здания и сооружения). А их влияние на результат различно. Но даже инвестиции в активную часть основного промышленного капитала не ведут к немедленному производственному результату – освоение новой техники, адаптация навыков персонала к ней, многоитеративная процедура рационализации и оптимизации загрузки как оборудования, так и персонала и др., - всё это ведёт к тому, что результат представляет собой нелинейную зависимость от затрат, да ещё – распределённый во времени. Усложняет задачу и такое обстоятельство, если обращаться к рассматриваемому примеру, - эти инвестиции в конечном итоге ведут к снижению себестоимости, уменьшению затрат труда и росту прибыли, а объём производства при этом вовсе не увеличивается.

Именно поэтому при оценке экономической эффективности производственной деятельности учёные и практикующие специалисты используют не один показатель, а несколько. При этом вычлнить влияние одного ресурса на другие ресурсы и производственный результат довольно сложно. Поэтому необходимость расширения системы показателей экономической эффективности является объективной задачей, стоящей перед экономической наукой.

Здесь существенную помощь может оказать новый раздел экономики – комплекснозначная экономика, раздел, в котором описание экономических процессов и реалий осуществляется с помощью инструментов теории функций комплексного переменного [1]. С помощью комплексных пере-

¹Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 13-06-00316 «Комплекснозначный анализ эффективности развития минерально-сырьевого комплекса России».

менных удаётся решать в экономике задачи, которые ранее не решались с помощью действительных переменных. Особенно ярко это проявляется на примере производственных функций. Из всего многообразия комплекснозначных моделей производственных функций рассмотрим только одну – степенную производственную функцию комплексных переменных с действительным показателем степени:

$$G + iC = (a_0 + ia_1)(K + iL)^b. \quad (1)$$

Здесь производственный капитал K_t и труд L_t представлены как комплексный аргумент, а валовая прибыль G_t и издержки производства C_t представляют собой комплексный результат. Комплексный производственный ресурс и комплексный производственный результат, как видно, связаны друг с другом степенной комплекснозначной функцией с действительным коэффициентом. Как показали проведённые исследования этой функции, она может быть охарактеризована несколькими коэффициентами эластичности [2]:

- общий коэффициент эластичности ε , который равен показателю степени b ;

- коэффициент эластичности производственного результата по капиталу

$$\varepsilon_K = b \left(\frac{K^2}{K^2 + L^2} - i \frac{LK}{K^2 + L^2} \right), \quad (2)$$

в котором, как легко заметить, есть действительная и мнимая части

$$\varepsilon_K = \varepsilon_{GK} + i\varepsilon_{CK};$$

- коэффициент эластичности производственного результата по труду

$$\varepsilon_L = \frac{\partial(G+iC)}{\partial L} \frac{L}{G+iC} = b \left(\frac{L^2}{K^2 + L^2} + i \frac{LK}{K^2 + L^2} \right), \quad (3)$$

в котором также есть действительная и мнимая части

$$\varepsilon_L = \varepsilon_{GL} + i\varepsilon_{CL}.$$

Итого, как можно заметить, производственная функция (1) даёт исследователю семь различных коэффициентов эластичности, два из которых – комплексные, и каждый из которых характеризует различные виды эластичности. Очевидно, что использовать и модель (1), и вычисляемые на её основе коэффициенты эластичности можно только в том случае, когда модель адекватна производственному процессу.

Рассмотрим практическое применение модели для прогнозирования эффективности промышленного производства на примере КОО «Предприятие Эрдэнэт» (Монголия) за 1991-2012 годы.

Попытка построить производственную функцию Кобба-Дугласа не увенчалась успехом, поскольку показатели степени выходят за границы, которые, как известно, лежат в пределах от нуля до единицы (второй столбец табл. 1). А вот построение производственной комплекснозначной функции (1) оказалось вполне удачным. И показатель степени, и коэффициенты эластичности оказались довольно устойчивыми в своих тенденци-

ях. Исключение составляет 1998 год, когда предприятие получило убыток – в этот год все расчётные показатели претерпели существенное изменение.

Табл.1
Коэффициенты эластичности производственных функций

Год	Показатель степени ПФ Кобба-Дугласа	Коэффициенты эластичности комплекснозначной производственной функции (1)				
		$b=\varepsilon$	ε_{GK}	ε_{CK}	ε_{GL}	ε_{CL}
1991	0,1186	0,791	0,000006	-0,002239	0,791	0,00224
1992	1,2319	0,495	0,000000	-0,000283	0,495	0,00028
1993	1,5205	0,505	0,000000	-0,000068	0,505	0,00007
1994	0,5623	0,617	0,000000	-0,000122	0,617	0,00012
1995	3,3731	0,457	0,000000	-0,000192	0,457	0,00019
1996	0,1870	0,755	0,000002	-0,001208	0,755	0,00121
1997	0,2157	0,748	0,000003	-0,001597	0,748	0,00160
1998	244369,8	-0,860	-0,000003	0,001710	-0,860	-0,00171
1999	0,0253	0,959	0,000003	-0,001806	0,959	0,00181
2000	0,1843	0,741	0,000002	-0,001305	0,741	0,00131
2001	0,0244	0,971	0,000003	-0,001812	0,971	0,00181
2002	0,0515	0,891	0,000003	-0,001760	0,891	0,00176
2003	0,1778	0,768	0,000003	-0,001595	0,768	0,00159
2004	2,7753	0,503	0,000002	-0,001107	0,503	0,00111
2005	4,8537	0,462	0,000004	-0,001284	0,462	0,00128
2006	4,3905	0,543	0,000009	-0,002196	0,543	0,00220
2007	1,2117	0,726	0,000021	-0,003872	0,726	0,00387
2008	0,1664	0,968	0,000046	-0,006700	0,968	0,00670
2009	0,3198	0,838	0,000032	-0,005204	0,838	0,00520
2010	0,2899	0,901	0,000058	-0,007238	0,901	0,00724
2011	1,5943	0,702	0,000062	-0,006596	0,702	0,00660
2012	0,5873	0,819	0,000096	-0,008871	0,819	0,00887

Дадим интерпретацию полученным значениям.

Показатель степени, который характеризует эластичность комплексного производственного результата по комплексному ресурсу (третий столбец таблицы 1), за рассматриваемый период колеблется около средней арифметической, равной 0,722 ($\sigma=0,173$). При этом ряд данных этого коэффициента эластичности всё же имеет некоторую тенденцию к росту, которая вполне может быть описана с помощью модели линейного тренда:

$$\varepsilon_t = 0,6219 + 0,0085t, \quad t = T - 1990. \quad (4)$$

Теперь, например, для целей многовариантного прогнозирования можно использовать функцию (1) с меняющимся во времени по тренду (4) показателем степени. Рост коэффициента эластичности свидетельствует о том, что отдача комплексного ресурса возрастает во времени.

Эластичность прибыли по капиталу ε_{GK} характеризует величину, на которую увеличится прибыль, если капитал увеличивается на единицу. Как

следует из четвёртого столбца таблицы 1, этот показатель в последние годы имеет тенденцию к экспоненциальному росту:

$$\varepsilon_{ГК} = 0,00000008e^{0,3315t} . \quad (5)$$

Это означает, что отдача капитальных ресурсов на предприятии в последние годы возросла.

Эластичность себестоимости по капиталу $\varepsilon_{СК}$ в рассматриваемой модели по определению отрицательна. То есть, данная производственная функция описывает ситуацию, когда с ростом капитала себестоимость уменьшается. Как можно заметить из пятого столбца таблицы 1, этот коэффициент эластичности со временем уменьшает свои значения. Это означает, что рост капитальных затрат приводит к всё большему уменьшению себестоимости, причём эта тенденция может быть описана линейным трендом:

$$\varepsilon_{СК} = 0,0011 - 0,0003t . \quad (6)$$

Таким образом, можно утверждать на основе анализа коэффициентов эластичности производственного результата по капиталу, что эффективность использования капитальных ресурсов на предприятии повышается.

Рассмотрим теперь влияние труда на производственный результат. Прежде всего – коэффициент эластичности прибыли по труду ε_{GL} (шестой столбец таблицы 1). В целом этот показатель имеет незначительную тенденцию к росту, то есть – со временем каждая единица затраченного труда приводит к всё возрастающему объёму прибыли. Эта тенденция также может быть описана моделью тренда:

$$\varepsilon_{GL} = 0,6249 + 0,0088t . \quad (7)$$

Влияние труда на издержки производства отражает последний показатель, приведённый в таблице 1, – коэффициент эластичности издержек по труду ε_{CL} . Он показывает, на сколько процентов увеличатся издержки производства, если затраты труда увеличатся на один процент. Анализ последнего столбца таблицы 1 показывает, что этот показатель нелинейно увеличивается во времени, начиная с 2003 года. Это свидетельствует о том, что рост затрат на труд со временем существенно увеличивает себестоимость производства, а это значит, что предприятию следует обратить особое внимание на повышение эффективности и производительности труда. В целом ряд значений коэффициента эластичности издержек по труду может быть описан моделью квадратичного тренда:

$$\varepsilon_{CL} = 0,0018 - 0,0004t + 0,005t^2 . \quad (8)$$

Итак, если влияние капитальных ресурсов на производственный результат повышает эффективность производства, то влияние труда на производственный результат не столь однозначно – положительно влияя на прибыль, он в то же время увеличивает и издержки производства, причём последняя тенденция носит опережающий характер по сравнению с первой. Для повышения эффективности производства руководству предприятия следует обратить особое внимание на вопросы организации труда.

А теперь сравним возможности производственной функции комплексных переменных с возможностями производственных функций действительных переменных. В этой области чаще всего используется «неоклассическая производственная функция» вида

$$Q = AK^\alpha L^\beta. \quad (9)$$

Здесь $Q = C+G$ - валовой выпуск промышленной продукции,

A, α, β – коэффициенты пропорциональности, относительно которых делается предположение о том, что $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$.

Из теории производственных функций известно, что показатель степени α характеризует коэффициент эластичности выпуска по капиталу:

$$\varepsilon_{Q/K} = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta K/K} = \alpha, \quad (10)$$

а показатель степени β характеризует коэффициент эластичности выпуска по труду:

$$\varepsilon_{Q/L} = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta L/L} = \beta, \quad (10)$$

Сразу же можно обратить внимание на то, что в отличие от коэффициентов эластичности производственной функции комплексной переменной (1) эти коэффициенты невозможно вычислить на одном наблюдении - нужны как минимум два наблюдения, чтобы вычислить приращения. А на практике поступают и того проще – с помощью МНК вычисляют значения коэффициентов функции (9) на всём имеющемся множестве наблюдений и получают некие усреднённые значения коэффициентов эластичности для всего множества, исключая тем самым динамическую оценку.

Таким образом, использование комплекснозначной экономики существенно расширяет арсенал методов экономиста и вооружает его более тонким инструментом исследования.

Литература

1. Светуных С.Г., Светуных И.С. Производственные функции комплексных переменных. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 136 с.

2. Svetunkov Sergey. Complex-Valued Modeling in Economics and Finance – SpringerScience+Business Media, New York, 2012. – 318 p.

Ключевые слова:

комплекснозначная экономика, производственная функция, прогнозирование, коэффициент эластичности, моделирование экономики.

Аннотация

Статья рассматривает вопросы оценки эффективности деятельности предприятия на основе использования комплексных показателей производственного результата и ресурсов. Для моделирования экономических зависимостей применяются инструменты комплекснозначной экономики – нового научного направления, имеющего в основе теорию функций ком-

плексных переменных. В работе изучаются свойства степенной производственной функции комплексных переменных с действительным показателем степени, описывающей взаимосвязь между комплексной переменной прибыли и издержек производства и комплексным фактором труда и капитала. Исследованы коэффициенты эластичности производственной комплекснозначной функции.

Рассмотрено практическое применение модели для прогнозирования эффективности промышленного производства на примере КОО «Предприятие Эрдэнэт» (Монголия). Построение производственной функции Кобба-Дугласа для анализа деятельности данного предприятия оказалось невозможным. Однако анализ экономических показателей предприятия с помощью производственной комплекснозначной функции дал положительные результаты. В статье приводится расчет коэффициентов эластичности для функции, моделирующей деятельность предприятия, а также их интерпретация. Делается вывод о необходимости рассмотрения вопросов организации труда руководством с целью повышения эффективности производства предприятия.

Keywords:

complex-valued economy, production function, forecasting, elasticity coefficient, modeling of economy.

Summary

Article considers problems of an assessment of efficiency of company's activity on the basis of complex indicators of production results and resources. Tools of complex-valued economy – the new scientific direction having the theory of functions of complex variables as the basis – are used to modeling of economic dependences. The properties of exponential production function of complex variables with the real exponent are studied in the work. The function describes the interrelation between complex variable profit and costs of production and a complex labor and capital factor. Elasticity coefficients of complex-valued production function are investigated.

Practical application of the model for forecasting the efficiency of industrial production is considered on the example of "Erdenet Enterprise" (Mongolia). Construction of Kobb-Douglas production function for the analysis of activity of this enterprise was impossible. However the analysis of economic indicators of the enterprise by means of complex-valued production function yielded positive results. Calculation of elasticity coefficients for the function modeling activity of the enterprise, and also their interpretation are given in the article. The conclusion is made about the need of considering such problems as work organization by the company's management for the purpose of increasing the production efficiency of the enterprise.

Заявка:

1. Фамилия, имя, отчество (полностью).	Светуников Сергей Геннадьевич
2. Ученая степень.	д.э.н.
3. Ученое звание.	профессор
3. Место работы (учебы), должность.	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
4. Название доклада.	Прогнозирование эффективности работы промышленного предприятия производственной функцией комплексных переменных
5. Название и номер научного направления	1
6. Контактный телефон.	8-812-590-68-55
7. E-mail.	sergey@svetunkov.ru
8. Адрес для пересылки сборника.	194214 СПб, пр.Тореза 95, кв.37
9. Количество сборников за дополнительную плату (если более одного автора).	-

1. Фамилия, имя, отчество (полностью).	Чанышева Амина Фанисовна
2. Ученая степень.	к.э.н.
3. Ученое звание.	-
3. Место работы (учебы), должность.	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», ассистент
4. Название доклада.	Прогнозирование эффективности работы промышленного предприятия производственной функцией комплексных переменных
5. Название и номер научного направления.	1
6. Контактный телефон.	8-950-031-87-55
7. E-mail.	aminusha@yandex.ru
8. Адрес для пересылки сборника.	197046 СПб, ул. Б.Посадская, д. 9/5, кв. 4
9. Количество сборников за дополнительную плату (если более одного автора).	-

1. Фамилия, имя, отчество (полностью).	Чанцалмаа Бавуу
2. Ученая степень.	аспирант

3. Ученое звание.	-
3. Место работы (учебы), должность.	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», аспирант
4. Название доклада.	Прогнозирование эффективности работы промышленного предприятия производственной функцией комплексных переменных
5. Название и номер научного направления.	1
6. Контактный телефон.	8-921-189-78-99
7. E-mail.	cbavuu@yahoo.com
8. Адрес для пересылки сборника.	СПб. ул. Наличная д.28/16, кв.31
9. Количество сборников за дополнительную плату (если более одного автора).	-