

ISSN 2523-4714

6. ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

6. YOUNG SCIENTIST'S PLATFORM

УДК 519.81+332(510)

Чжан Фэйлун

Белорусский государственный экономический университет, Минск, Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА DEA ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ КИТАЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭТОГО ПРОЦЕССА

Осуществление скоординированного развития региональной экономики с 2000 г. является одним из основных направлений региональной экономической политики правительства Китая. Хотя общая экономическая мощь Китая находится на подъеме, постепенно возникают такие проблемы, как нескоординированное распределение факторов производства между провинциями и рост различий в региональном экономическом развитии. На основе традиционной модели DEA в данной статье анализируется относительная эффективность экономического развития в каждой провинции. Также использована модель Super SBM для измерения избыточного ввода и ожидаемого вывода каждой провинции. Предлагаются улучшения по Парето для повышения эффективности экономического развития.

Ключевые слова: региональные различия, метод DEA, модель Super SBM, эффективность регионального развития, улучшение по Парето

Для цитирования: Фэйлун, Чжан. Использование метода DEA для анализа эффективности регионального развития Китая и совершенствования государственного регулирования этого процесса / Чжан Фэйлун // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. — Минск, 2022. — Вып. 6. — С. 279–289.

Zhang Feilong

Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus

DEA METHOD APPLICATION IN ANALYZING CHINA'S REGIONAL DEVELOPMENT EFFICIENCY AND GOVERNMENT REGULATION OF THIS PROCESS

Since 2000, the implementation of the coordinated development of the regional economy has been one of the main directions of the Chinese government's regional economic policy. Although China's comprehensive economic strength is on the rise, problems such as the uncoordinated distribution of production factors among provinces and the growing disparities in regional economic development are gradually emerging. Based on the traditional DEA model, this article analyzes the relative performance of economic development in each province. The Super SBM model is also used to measure the excess input and expected output of provinces. Pareto improvements are proposed to improve the efficiency of economic development.

Keywords: regional differences, DEA method, Super SBM model, economic development efficiency, Pareto improvement

For citation: Feilong Zhang. DEA method application in analyzing China's regional development efficiency and government regulation of this process. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika = Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2022, iss. 6, pp. 279–289 (in Russian).

Введение

Со времени перехода правительства Китайской Народной Республики к проведению политики «Реформы и открытость» (1978) и в особенности с начала XXI в. китайская экономика добилась больших успехов. Так, в период с 2000 по 2021 г. среднегодовые темпы прироста ВВП Китая составляли 8,7 %, что, судя по данным Всемирного банка, намного выше, чем аналогичный среднемировой показатель за тот же период (2,9 %) [1].

Однако в пространственной организации китайской экономики в те же годы стала отчетливо просматриваться тенденция роста региональной дифференциации по ряду экономических показателей, и далеко не во всех провинциях и городах Китая отмечался такой же очевидный экономический рост, как по национальной экономике в целом. Поэтому большое практическое значение имеет изучение особенностей, проблем и эффективности регионального экономического развития в Китае в разрезе провинций и других административных единиц, а также государственного регулирования этого процесса.

Для решения подобных задач в специальной литературе предлагаются самые разные аналитические методы и подходы, в частности, относительно новая, но уже получившая достаточно широкое распространение методика оценки так называемой технической или сравнительной эффективности различных экономических систем и объектов с помощью анализа оболочки данных (Data Envelopment Analysis – DEA)¹. В качестве таких экономических систем или объектов, рассматриваемых как единицы принятия решения (Decision Making Unit – DMU), чаще всего исследуются различные предприятия, организации, реже – виды и сферы деятельности, а также отдельные сектора национальной, муниципальной (местной) экономики. Однако если в качестве DMU рассматривать всю экономику того или иного региона, а ее эффективность – как соотношение взятого объема произведенных в регионе товаров и услуг (выпуска или выхода – output) и объема использованных ресурсов или затрат на производство (входа – input), то с помощью метода DEA, на наш взгляд, вполне можно сравнивать между собой эффективность экономического развития различных регионов.

Цель исследования, основные результаты которого представлены в данной публикации, заключается в том, чтобы на основе анализа эффективности экономического развития провинций Китая, выполненного с использованием метода DEA и сравнения различных характеристик затрат и выпуска по отдельным регионам, сформулировать рекомендации по дальнейшему повышению эффективности экономического развития провинций, а также по использованию указанного метода для оценки государственного воздействия при проведении региональной политики в Китае.

В качестве объектов исследования взята 31 административная единица Китая провинциального уровня (исключая Гонконг, Макао и Тайвань).

Краткий обзор теоретико-методических основ

Для оценки технической или технологической эффективности (technical efficiency) различных экономических систем в специальной литературе используется множество методов анализа, основанных на различных представлениях так называемой границы производственных возможностей (ГПВ): в графическом виде – как кривой, а в формальном – как математической взаимосвязи между различными комбинациями максимальных объемов производства двух или нескольких товаров и/или услуг, производимых при условии полной занятости и использовании всех ресурсов.

Из всей совокупности аналитических инструментов (методов, моделей, подходов), основанных на указанных представлениях о границе производственных возможностей, здесь следует выделить два наиболее часто используемых: анализ стохастической границы (Stochastic Frontier

¹ В специальной литературе встречаются разные более или менее близкие по смыслу переводы английского словосочетания «Data Envelopment Analysis» на русский язык: «анализ свертки данных», «анализ среды функционирования», «метод обволакивающей поверхности» и др. [2; 3].

Analysis – SFA) и анализ оболочки данных (DEA). Рассмотрим кратко историю разработки и особенности каждого из них.

Главная особенность *метода SFA*, относящегося к группе параметрических методов оценки эффективности, основанных на применении эконометрических методов исследования взаимосвязи затрат (ресурсов) и выпуска, т. е. входных и выходных данных, заключается в том, что прежде всего следует идентифицировать (или самому разработать) производственную функцию или функцию полезности. Чаще всего при анализе по данному методу в качестве производственной функции применяется широко известная функция Кобба – Дугласа, показывающая зависимость объема производства от двух участвующих в процессе его создания факторов – труда и капитала. Данная функция впервые была предложена шведским экономистом К. Викселлем (K. Wicksell) и позже была проверена с использованием статистических данных по американской экономике с моделированием ее роста Ч. У. Коббом (C. W. Cobb) и П. Х. Дугласом (P. H. Douglas), которые в 1928 г. опубликовали результаты своего исследования [4].

Позже в статьях Р. М. Солоу (R. M. Solow), опубликованных в 1956–1957 гг., были сформулированы основы макроэкономической модели, учитывающей вклад в экономический рост не только труда и капитала, но и ту его часть, которую нельзя объяснить вкладом этих двух факторов, а именно связанную с воздействием технического прогресса. Вклад последнего получил соответствующее название – «остаток Солоу» (Solow residual) или «общая факторная производительность» (total factor productivity – TFP) [5; 6].

Идея измерения технической эффективности в первом приближении была сформулирована Ж. Дебрё (G. Debreu) в 1951 г. [7] и через 6 лет более детально развита М. Дж. Фарреллом (M. J. Farrell) [8].

Однако оценка эффективности экономических систем методом анализа стохастической границы (SFA) была введена в научный инструментарий только в 1977 г., когда появилась статья Д. Эйгнера, К. А. К. Лоуэлла и П. Шмидта (D. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmidt) [9], а в первой половине 1990-х гг. этот метод был усовершенствован Дж. Бэттис и Т. Коелли (G. E. Battese, T. J. Coelli) [10; 11]. В последнее время популярность метода SFA резко выросла. Например, в статье Д. И. Малахова и Н. П. Пильника описано 15 относительно широко известных моделей SFA [12].

Метод DEA относится к числу непараметрических и основан на использовании математического аппарата линейного программирования. Замысел и первенство в использовании этого метода многими специалистами также приписывается вышеупомянутому М. Дж. Фарреллу [2, с. 60; 13, с. 7], который проиллюстрировал его работу для измерения и сравнения эффективности аграрного сектора в экономике США и других странах. В 1978 г. метод DEA в его базовом виде был описан в работе А. Чарнса, У. У. Купера и Е. Родеса (A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes), которые переформулировали идею Фаррелла в проблему линейного программирования и использовали данный метод для оценки эффективности некоммерческих организаций и государственного сектора [14]. Позже (в 1984–2001 гг.) исследователи из разных стран внесли свой вклад в усовершенствование метода DEA, в частности, в этот период указанные выше авторы, а также другие исследователи разработали ряд DEA-моделей: CCR, BCC и модель Super SBM [13–19].

В табл. 1 приведены основные характеристики, позволяющие сравнить рассмотренные ранее методы DEA и SFA при их использовании для оценки технической эффективности различных экономических систем.

Таблица 1

Сравнение характеристик методов DEA и SFA

Table 1

Comparison of characteristics of methods DEA and SFA

Методы	Характеристики методов	Примеры моделей
SFA	1. Суть метода SFA заключается в оценке максимального правдоподобия. 2. Требуется знать конкретное выражение производственной функции.	Модель Battese & Coelli 1992 г. и 1995 г.

Окончание табл. 1

Ending of the table 1

Методы	Характеристики методов	Примеры моделей
	3. Допускает наличие только одной входной или одной выходной переменной. 4. Результатом значения эффективности является сравнение между фактической сущностью и идеальным состоянием производственной функции	
DEA	1. Суть метода DEA заключается в решении задачи линейного программирования. 2. Не требуется знать конкретное выражение функции. 3. Позволяет использовать много входных переменных и много выходных переменных. 4. Результатом значения эффективности является относительная эффективность между DMU в действительности	Модель – CCR Модель – BCC Модель – Super SBM

И с т о ч н и к: разработано автором на основе [10, с. 156; 11, с. 327; 15, с. 43, с. 91, с. 153–155; 16–19].

S o u r c e: author's developed on the basis of [10, p. 156; 11, p. 327; 15, p. 43, p. 91, pp. 153–155; 16–19].

К данной таблице стоит добавить, что методы DEA и SFA имеют свои достоинства и недостатки. Так, в работе Е. В. Кочурова к основным преимуществам метода DEA отнесены: возможность оценки эффективности исследуемой экономической системы с учетом множества как входных, так и выходных данных (затрат и выпуска), что исключает необходимость вычисления единого показателя [20, с. 120]. Во избежание ошибочного выбора формы производственной функции и, соответственно, получения неверного результата оценки при подготовке данного исследования автор выбрал второй метод DEA.

Эмпирическое исследование эффективности

Система оценки регионального экономического развития представляет собой сложную совокупность с многофакторными входными и многоиндексными выходными данными. В данной работе выбрана 31 административная единица провинциального уровня в качестве DMU для оценки эффективности экономического развития.

После анализа соответствующих предварительных данных для исследования в качестве факторов, характеризующих затраты (input), в этой работе определены труд, капитал и земля, а в качестве конкретных показателей для оценки этих факторов использованы: численность занятых в экономике ($s^-(1)$); общий объем инвестиций в основной капитал провинции ($s^-(2)$); площадь земли, занятой в провинции под городскую застройку ($s^-(3)$). Выпуск (output) в этой работе оценивается по четырем блокам: экономика, образование, медицинское обслуживание и провинциальные финансы, каждый из которых оценен соответствующими четырьмя показателями: валовой региональный продукт на душу населения ($s^+(1)$); численность обучающихся в системе высшего образования ($s^+(2)$); число больничных коек в расчете на 10 тыс. чел. населения ($s^+(3)$); общие доходы местных бюджетов ($s^+(4)$) (табл. 2).

Все исходные данные по показателям, приведенным в табл. 2, взяты из «Годовых данных Национального статистического бюро Китая» за период времени с 2000 по 2020 г. [21].

В качестве первой базовой предпосылки для использования DEA-модели CCR является предположение о постоянной отдаче от масштаба (Constant Returns to Scale, CRS). Однако на практике существует три типа отдачи от масштаба: возрастающая, убывающая и постоянная. Поэтому чтобы учесть их все, автор выбрал более подходящую для этого DEA-модель BCC в качестве инструмента для анализа изменений эффективности регионального развития провинций Китая за отмеченный выше двадцатилетний период. Кроме того, была использована модификация модели BCC-I (т. е. ориентированная на input). При условии, что объем выпуска является постоянным, ставится задача минимизировать затраты.

Таблица 2

Система показателей для оценки эффективности социально-экономического развития провинций

Table 2

Systems of indicators for evaluating the efficiency of socio-economic development of the provinces

Факторы и показатели для их измерения		
Input	Труд	$s^-(1)$ Численность занятых в экономике ($\times 10$ тыс.).
	Капитал	$s^-(2)$ Общий объем инвестиций в основной капитал провинции ($\times 100$ млн юаней).
	Земля	$s^-(3)$ Площадь земли, занятой под городскую застройку (км^2)
Output	Экономика	$s^+(1)$ ВРП на душу населения (юаней).
	Образование	$s^+(2)$ Численность обучающихся в системе высшего образования ($\times 10$ тыс. чел.).
	Медицинское обслуживание	$s^+(3)$ Число больничных коек в расчете на 10 тыс. чел. населения.
	Провинциальные финансы	$s^+(4)$ Общие доходы местных бюджетов ($\times 100$ млн юаней)

И с т о ч н и к: разработано автором на основе [21].

S o u r c e: author's developed on the basis of [21].

На первом шаге расчетов были выстроены границы производственных возможностей, т. е. определено оптимальное множество всех оцениваемых объектов (DMU) на данный момент:

$$T_{BCC} = \left\{ (x, y) \mid x \geq \sum_{i=1}^m \lambda_i x_i, y \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j, e\lambda = 1, \lambda \geq 0 \right\}, \quad (1)$$

где T_{BCC} — оптимальное множество всех оцениваемых объектов; x_i — затраты ввода i -го оцениваемого объекта, $i = 1, 2, 3, \dots, m$; y_j — выходы j -го оцениваемого объекта, $j = 1, 2, 3, \dots, n$; λ — неотрицательный вектор-столбец всех оцениваемых объектов. В приведенной выше формуле $e\lambda = 1$ является предположением о выпуклости, чтобы избежать постоянной отдачи от масштаба [15, с. 90].

На втором шаге были рассчитаны расстояния от каждого DMU до границы производственных возможностей. Модель BCC выражается в следующем виде:

$$\begin{aligned} & \text{Solve}(BCC_1): \quad \min_{\theta_B, \lambda} \theta_B; \\ & \text{Subject to} \quad \begin{cases} \theta_B x_0 - \sum_{i=1}^m \lambda_i x_i \geq 0, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \geq y_0, \\ e\lambda = 1, \lambda \geq 0, \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

где θ_B — скаляр [15, с. 91].

С помощью программного обеспечения DEA Solver-Pro 5.0 по модели BCC-I были обработаны данные по 31 провинции с 2000 по 2020 г., однако из-за ограниченного объема табл. 3 в ней показаны результаты только по пятилеткам.

Таблица 3

Эффективность экономического развития и отдача от масштаба провинций Китая в 2000–2020 гг.

Table 3

Economic development efficiency and returns to scale of China's provinces in 2000–2020

DMU	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	DMU	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Пекин	1	1	1	1	1	Хубэй	1↓	1↓	1	1↓	0,937↓
Тяньцзинь	1↓	1	1	1	1	Хунань	1↓	1↓	1	1	1
Хэбэй	1↓	1↓	0,916↓	0,828↓	0,895	Гуандун	1	1↓	1↓	1↓	1↓

Окончание табл. 3

Ending of the table 3

DMU	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	DMU	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Шаньси	1	1	1	0,893↑	1	Гуанси	1	0,901	0,779↓	0,804↑	0,847↑
Внутренняя Монголия	1	0,667	0,709	0,869	0,889↓	Хайнань	1	1	1	0,977	1
Ляонин	1	1↓	1↓	0,990↓	1	Чунцин	0,961	0,699	0,788	0,924	0,943
Цзилинь	1	0,968	0,782↓	0,876	0,937↑	Сычуань	1↓	1↓	1↓	1	1↓
Хэйлунцзян	0,979↑	1	0,946↓	1	1	Гуйчжоу	0,967	1	1	1	1
Шанхай	1	1	1	1	1	Юньнань	1	1	1↓	0,961↑	1
Цзянсу	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	Тибет	1	1	1	1	1
Чжэцзян	0,707↓	0,758↓	0,794↓	0,791↓	0,835↓	Шэньси	1	1	1	1	1
Аньхой	0,951	0,822↓	0,717↓	0,757↓	0,833↓	Ганьсу	0,851	1	1	0,915↑	1
Фуцзянь	0,926↓	0,770↓	0,694	0,704	0,774	Цинхай	1	1	1	1	1
Цзянси	1	0,704↑	0,861	0,835↑	0,961	Нинся	0,844↓	0,838	0,902	0,997	1
Шаньдун	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	Синьцзян	1	1	1	1	0,843
Хэнань	1↓	1↓	1↓	1↓	1						

Источники: разработано автором.

Source: author's developed.

Условные обозначения в табл. 3: «↓» — убывающая отдача от масштаба; «↑» — возрастающая отдача от масштаба; цифры без стрелок означают, что постоянная отдача от масштаба за текущий год. Цифры представляют чистую техническую эффективность (PTE) провинции.

Как свидетельствуют представленные в табл. 3 результаты, в период с 2000 по 2020 г. из общего количества исследованных регионов в восточном Китае было зарегистрировано 6 административных единиц провинциального уровня, где чистая техническая эффективность всегда достигала 100 %, а именно: Пекин, Тяньцзинь, Шанхай, Цзянсу, Шаньдун и Гуандун. В центральном Китае к таковым относились только провинции Хэнань и Хунань, а в западном Китае — Сычуань, Тибет, Шэньси, Цинхай. Эти данные показывают, что указанные выше провинции в экономическом плане на протяжении достаточно длительного периода развиваются эффективно. С другой стороны, такие единицы провинциального уровня, как Внутренняя Монголия, Цзилинь, Чжэцзян, Аньхой, Фуцзянь, Цзянси, Гуанси, Хайнань, Чунцин и Нинся, в большинстве из показанных лет демонстрировали относительно низкую эффективность экономического развития. Провинция Хубэй не достигла 100 % уровня только в 2020 г., что может быть связано со вспышкой COVID-19 в столице провинции Хубэй (г. Ухань) в декабре 2019 г. Эпидемия продолжалась до апреля 2020 г., что привело к серьезному экономическому спаду в провинции Хубэй в том же году. В числе провинций с долгосрочной постоянной отдачей от масштаба оказались: Пекин, Шанхай, Хайнань, Чунцин, Гуйчжоу, Тибет, Шэньси, Цинхай, Синьцзян. В провинциях Хэбэй, Цзянсу, Чжэцзян, Аньхой, Шаньдун, Хэнань, Хубэй, Гуандун и Сычуань в большинстве лет за исследуемый период была зарегистрирована убывающая отдача от масштаба. Возрастающая отдача от масштаба проявилась только в отдельные годы в некоторых провинциях, таких как Шаньси (2015), Цзилинь (2020), Хэйлунцзян (2000), Цзянси (2005, 2015), Гуанси (2015, 2020), Юньнань (2015), Ганьсу (2015).

Полученные результаты свидетельствуют о высоком экономическом развитии в последние годы ряда провинций. Например, Пекин, Шанхай имеют высокий ВВП на душу населения, богатые образовательные ресурсы и большие поступления в местные бюджеты. В то же время Цзянсу, Чжэцзян, Гуандун и другие регионы также относятся к экономически развитым, однако в них зарегистрирована убывающая отдача от масштаба. В большинстве таких регионов размещены трудоемкие производства, требующие большого объема капиталовложений. В них затраты по фак-

торам производства не удалось преобразовать эффективно в эквивалентный выпуск продукции, образование, медицинское обслуживание и бюджетные доходы.

Важная характеристика общей эффективности экономического развития состоит в том, что при достижении чистой технической эффективности 100 % выполняется также постоянная от-дача от масштаба [15, с. 153]. Судя по данным 2020 г., этому условию соответствуют провинции: Пекин, Тяньцзинь, Шаньси, Ляонин, Хэйлунцзян, Шанхай, Хэнань, Хунань, Хайнань, Гуйчжоу, Юньнань, Тибет, Шэньси, Ганьсу, Цинхай, Нинся. Остальные провинции не отвечают этому условию.

Для дальнейшего анализа взаимосвязи между входом и выходом в этих провинциях целесо-образно использовать DEA-модель Super SBM для оптимизации избыточных затрат и недоста-ющего выпуска. Модель Super-Efficiency SBM (неориентированная) находит свое конкретное выражение в следующем виде:

$$\min \theta^* = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s_j^+ / y_{j0}}, \quad (3)$$

$$\text{subject to } \begin{cases} x_0 = \sum_{i=1}^m \lambda_i x_i + s_i^-, \\ y_0 = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s_j^+, \\ s_i^-, s_j^+, \lambda \geq 0, \end{cases} \quad (4)$$

где θ^* — значение эффективности $DMU(x_0, y_0)$; s_i^- — избыточная переменная; s_j^+ — недостающая переменная [15, с. 100].

При повторном использовании для расчета по данной модели программным обеспечением DEA Solver-Pro 5.0 были получены новые результаты, однако прежде чем их изложить, огово-римся, что в них автор оставил только те провинции, эффективность которых необходимо было оптимизировать. Эти регионы оказались либо в числе нерационально растративших входные факторы, либо выход в них оказался ниже соответствующих ожиданий. В табл. 4 избыточная часть относится к тем провинциям, где фактическое значение факторного ввода превышает ожидаемое значение, а недостающая часть относится к тем регионам, где фактическое значе-ние выхода не достигает ожидаемого значения. Конкретные значения показателей также взяты из официальных данных Национального статистического бюро Китая за 2020 г. [21]. Ожидаемое значение является оптимальным по Парето.

Таблица 4

Анализ затрат-выпуска провинций в 2020 г. на основе модели Super SBM

Table 4

Input-output analysis of provinces in 2020 based on the Super SBM model

DMU	Оценка	Избыточная часть			Недостающая часть			
		Труд $s^-(1)$	Капитал $s^-(2)$	Земля $s^-(3)$	Экономика $s^+(1)$	Образование $s^+(2)$	Медицина $s^+(3)$	Финансы $s^+(4)$
Чунцин	0,738	0	2 009	0	29 796	0	0	1 808
Цзянси	0,712	0	405	0	56 563	0	0	1 505
Внутренняя Монголия	0,647	0	1 925	7	35 909	4 662	0	2 577
Сычуань	0,626	97	0	0	87 443	94 815	0	2 631
Цзилинь	0,571	0	0	0	52 602	0	0	2 136
Хэбэй	0,546	419	1 029	0	117 511	0	0	2 104

Окончание табл. 4

Ending of the table 4

DMU	Оценка	Избыточная часть			Недостающая часть			
		Труд $s^-(1)$	Капитал $s^-(2)$	Земля $s^-(3)$	Экономика $s^+(1)$	Образование $s^+(2)$	Медицина $s^+(3)$	Финансы $s^+(4)$
Цзянсу	0,539	457	19 764	1 444	143 156	0	1,7	3 650
Фуцзянь	0,484	264	19 752	0	66 507	0	0,9	4 634
Гуандун	0,474	2 199	6 763	2 830	169 247	0	2,5	0
Синьцзян	0,474	0	1 223	104	57 511	59 288	0	3 254
Гуанси	0,465	317	1 891	0	82 107	0	0	3 746
Хубэй	0,456	0	0	0	155 488	0	0	6 692
Шаньдун	0,449	428	6 824	1 972	173 872	0	0	5 619
Чжэцзян	0,422	724	18 205	458	201 571	18 671	0	6 526
Аньхой	0,403	130	9 188	0	172 317	0	0	7 162

Источники: разработано автором.

Source: author's developed.

Результаты расчетов свидетельствуют о следующем:

— важной характеристикой экономики Китая является избыток трудовых ресурсов. Эффективное использование этого фактора производства может позволить предприятиям различных регионов на протяжении относительно длительного периода времени иметь большое количество дешевой рабочей силы, тем самым снижая затраты на оплату труда. Однако, как показано в табл. 4, количество работников в каждой провинции относительно избыточно, и местное самоуправление плохо организует этот труд, что приводит к растрате трудовых затрат;

— государственные инвестиции являются важным средством развития экономики, и следует признать, что в таких провинциях, как Цзянсу, Фуцзянь, Чжэцзян, их объемы достаточно велики. Тем не менее следует признать, что скорость оборота капитала, вкладываемого местными органами власти, достаточно низкая, и поэтому эта часть затрат (входа) не была эффективно использована и не нашла отражение в увеличении стоимости выпуска. Необходимо улучшить использование местного капитала;

— следует признать, что городское строительство не должно расширяться вслепую. «Национальный план урбанизации нового типа (2014–2020)» предусматривал меры, направленные на то, чтобы в экономическом развитии городов постепенно осуществлялся переход от экстенсивного хозяйства к интенсивному, а не на слепое увеличение использования всех ресурсов. Как видно из табл. 4, в административных единицах Цзянсу, Гуандун, Шаньдун и Чжэцзян не удалось строго придерживаться этого курса.

Заключение

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

— рассмотрены возможности некоторых методических инструментов для оценки технической эффективности экономического развития регионов, в частности, метода анализа стохастических границ (Stochastic Frontier Analysis – SFA) и метода DEA;

— с применением метода DEA проведен эмпирический анализ эффективности экономического развития провинций Китая в период с 2000 по 2020 г.;

— на основе результатов этого анализа сформулированы рекомендации по решению отдельных из проблем тех китайских провинций, в которых наблюдается относительно более низкая эффективность регионального развития, а также по использованию метода DEA в арсенале методов оценивания государственного регулирования регионального развития.

По результатам данной работы, основанной на использовании метода DEA и его частных моделей, можно сделать следующие выводы:

— выполненные расчеты позволяют отнести провинции Пекин, Тяньцзинь, Шаньси, Ляонин, Хэйлунцзян, Шанхай, Хэнань, Хунань, Хайнань, Гуйчжоу, Юньнань, Тибет, Шэньси, Ганьсу, Цинхай, Нинся к регионам, продемонстрировавшим в 2000–2020 гг. относительно высокий уровень технической эффективности экономического развития. Несмотря на то что объем затрачиваемых в их экономике ресурсов был недостаточен, он все же позволил сохранять в исследуемом периоде относительно более высокие объемы производства. И наоборот, в провинциях Хэбэй, Внутренняя Монголия, Цилинь, Цзянсу, Чжэцзян, Аньхой, Фуцзянь, Цзянси, Шаньдун, Хубэй, Гуандун, Гуанси, Чунцин, Сычуань, Синьцзян в этот период был зарегистрирован низкий уровень эффективности экономического развития. Чрезмерное вовлечение в региональную экономику факторов производства привело к их расточительству, в то время как выпуск не достиг ожидаемого значения;

— судя по данным за 2020 г., в провинциях с низкой эффективностью экономического развития в этом году не полностью был достигнут оптимум по Парето в распределении ресурсов.

Приведенные выше результаты исследования также позволяют сформулировать следующие предложения и рекомендации:

— правительству КНР целесообразно больше уделять внимания вопросам межотраслевого и межрегионального перераспределения рабочей силы. Например, в провинции Гуандун большое количество занятых сосредоточено в обрабатывающих отраслях, которые в основном являются трудоемкими и в значительной мере зависят от внешней торговли. Доля рабочей силы, занятой в первичном и третичном секторах экономики, относительно невелика, что нельзя признать в качестве рациональной структуры для современной экономики. С 2020 г. рост мировых торговых издержек, вызванный эпидемией, серьезно повлиял на экономическое развитие таких провинций, как Гуандун, Фуцзянь и Чжэцзян. Поэтому местным органам в этих регионах предстоит пересмотреть структуру занятости в соответствии с особенностями современного этапа их социально-экономического развития;

— провинциальным органам власти следует уделить больше внимания применению современных научно обоснованных методов оценки основных средств, а также обеспечить в требуемом объеме и структуре инвестирование в основные средства. Например, провинции Цзянсу, Фуцзянь и Чжэцзян уже давно занимают высокие позиции в стране по объему инвестиций в основной капитал, однако эффективность использования этого капитала все еще остается на относительно низком уровне;

— на провинциальном уровне также целесообразно уделить больше внимания формированию новых и развитию уже созданных промышленных кластеров для повышения эффективности экономического развития. В качестве примеров относительно успешных кластерных структур можно привести опыт создания Центра распределения товаров в городском уезде Иу провинции Чжэцзян и кластер фотоэлектрической промышленности в западном Китае.

Список использованных источников

1. World Development Indicators. Economy. GDP growth (annual %) [Electronic resource] // The World Bank Group. — 2022. — Mode of access: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>. — Date of access: 10.08.2022.

2. Федотов, Ю. В. Измерение эффективности деятельности организации: особенности метода DEA (анализа свертки данных) [Электронный ресурс] / Ю. В. Федотов // Рос. журн. менеджмента. — 2012. — Т. 10, № 2. — С. 51–62. — Режим доступа: <https://www.cfin.ru/press/practical/2012-03/02.shtml>. — Дата доступа: 21.06.2022.

3. Хаммершмидт, М. Применение метода анализа среды функционирования (АСФ) для оценки эффективности деятельности бизнес-структур предприятия [Электронный ресурс] / М. Хаммершмидт, А. М. Макаров, А. Д. Щербак // Практ. маркетинг. — 2012. — № 3. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-analiza-sredy-funktsionirovaniya-asf-dlya-otsenki-effektivnosti-deyatelnosti-biznes-struktur-predpriyatiya/pdf>. — Дата доступа: 22.06.2022.

4. Cobb, C. W. A Theory of Production [Electronic resource] / C. W. Cobb, P. H. Douglas // The American Economic Review. — 1928. — Vol. 18, № 1. — P. 139–165. — Mode of access: <http://piketty.pse.ens.fr/files/CobbDouglasAER1928.pdf>. — Date of access: 10.08.2022.
5. Ayres, R. Accounting for growth: the role of physical work [Electronic resource] / R. Ayres, B. Warr // Structural Change and Economic Dynamics. — 2005. — T. 16, № 2. — P. 181–209. — Mode of access: https://www.academia.edu/5771930/Accounting_for_growth_the_role_of_physical_work. — Date of access: 01.08.2022.
6. Ayres, R. Economic Growth, Technological Progress and Energy Use in the US Over the Last Century: Identifying Common Trends and Structural Change in Macroeconomics Time Series [Electronic resource] / R. Ayres, B. Warr // INSEAD Publishing. — 2006. — Mode of access: <https://www.semanticscholar.org/paper/Economic-growth%2C-technological-progress-and-energy-Warr-Ayres/49c23b7f3bc64b95e0bc26de5b71dd936684e353>. — Date of access: 01.08.2022.
7. Debreu, G. The Coefficient of Resource Utilization / G. Debreu // Econometrica. — 1951. — Vol. 19, № 3. — P. 273–292.
8. Farrell, M. J. The Measurement of Productive Efficiency / M. J. Farrell // J. of the Royal Statistical Society. — 1957. — Ser. A (General). — Vol. 120, № 3. — P. 253–290.
9. Aigner, D. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models / D. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmidt // J. of Econometrics. — 1977. — Vol. 6. — P. 21–37.
10. Battese, G. E. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India / G. E. Battese, T. J. Coelli // J. of Productivity Analysis. — 1992. — Vol. 3, № 1. — P. 153–169.
11. Battese, G. E. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data / G. E. Battese, T. J. Coelli // Empirical Economics. — 1995. — Vol. 20, № 2. — P. 325–332.
12. Малахов, Д. И. Методы оценки показателя эффективности в моделях стохастической производственной границы / Д. И. Малахов, Н. П. Пильник // Экон. журн. ВШЭ. — 2013. — № 4. — С. 660–686.
13. Лиссйтса, А. Анализ оболочки данных (DEA) — современная методика определения эффективности производства. Discussion Paper No. 50 [Электронный ресурс] / А. Лиссйтса, Т. Бабицева ; Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe. — Режим доступа: <https://www.cfin.ru/press/practical/2012-03/02.shtml>. — Дата доступа: 20.06.2022.
14. Charnes, A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European J. of Operation Research. — 1978. — Vol. 2, iss. 6. — P. 429–444.
15. Cooper, W. W. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone. — New York : Springer, 2007. — 492 p.
16. Banker, R. D. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis / R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper // Management Science. — 1984. — T. 30, № 9. — P. 1078–1092.
17. Tone, K. A Slacks-Based measure of efficiency in data envelopment analysis / K. Tone // European J. of Operation Research. — 2001. — T. 130, № 3. — P. 498–509.
18. Andersen, P. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis / P. Andersen, N. C. Petersen // Management Science. — 1993. — T. 39, № 10. — P. 1261–1264.
19. Tone, K. A Slacks-Based measure of Super-Efficiency in data envelopment analysis / K. Tone // European J. of Operation Research. — 2002. — T. 143, № 1. — P. 32–41.
20. Кочуров, Е. В. Оценка эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений: сравнительный анализ методов и моделей / Е. В. Кочуров // Вестн. СПбГУ. — 2005. — Сер. 8. — Вып. 3. — С. 110–128.
21. National Bureau of Statistics of China [Electronic resource] // Regional Data-Annual by Province. — Mode of access: <https://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=E0103>. — Date of access: 12.07.2022.

References

1. World Development Indicators, Economy, GDP growth (annual %). The World Bank Group, 2022. Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG> (accessed 10 August 2022).
2. Fedotov Yu. V. Measurement of the efficiency of the organization's activities: features of the DEA (Data Envelopment Analysis) method. *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta* [Russian Journal of Management]. St. Petersburg, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 51–62. Available at: <https://www.cfin.ru/press/practical/2012-03/02.shtml> (accessed 21 June 2022) (in Russian).
3. Hammerschmidt M., Makarov A. M., Shcherbak A. D. Application of the method of Data Envelopment Analysis (DEA) to assess the effectiveness of the business structures of the enterprise. *Prakticheskiy marketing* [Practical marketing]. Moscow, 2012, no. 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-analiza-sredy-funktsionirovaniya-asf-dlya-otsenki-effektivnosti-deyatelnosti-biznes-struktur-predpriyatiya/pdf> (accessed 22 June 2022) (in Russian).

4. Cobb C. W., Douglas, P. H. A Theory of Production. The American Economic Review. Nashville, 1928, vol. 18, no. 1, pp. 139–165. Available at: <http://piketty.pse.ens.fr/files/CobbDouglasAER1928.pdf> (accessed 10 August 2022).
5. Ayres R., Warr B. Accounting for growth: the role of physical work. Structural Change and Economic Dynamics. Amsterdam, 2005, vol. 16, no. 2, pp. 181–209. Available at: https://www.academia.edu/5771930/Accounting_for_growth_the_role_of_physical_work (accessed 1 August 2022).
6. Ayres R., Warr B. Economic Growth, Technological Progress and Energy Use in the US Over the Last Century: Identifying Common Trends and Structural Change in Macroeconomics Time Series. INSEAD Publishing. Fontainebleau, 2006. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Economic-growth%2C-technological-progress-and-energy-Warr-Ayres/49c23b7f3bc64b95e0bc26de5b71dd936684e353> (accessed 1 August 2022).
7. Debreu G. The Coefficient of Resource Utilization. Econometrica. Hoboken, 1951, vol. 19, no. 3, pp. 273–292. <https://doi.org/10.2307/1906814>
8. Farrell M. J. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, series A (General). New York, 1957, vol. 120, no. 3, pp. 253–290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
9. Aigner D., Lovell C. A. K., Schmidt P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. Journal of Econometrics. Amsterdam, 1977, vol. 6, pp. 21–37.
10. Battese G. E., Coelli T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. Journal of Productivity Analysis. Berlin, 1992, vol. 3, no. 1, pp. 153–169. <https://doi.org/10.1007/BF00158774>
11. Battese G. E., Coelli T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. Empirical Economics. Berlin, 1995, vol. 20, no. 2, pp. 325–332. <https://doi.org/10.1007/BF01205442>
12. Malakhov D. I., Pilnik N. P. Methods for Evaluating the Efficiency Indicator in Stochastic Production Frontier Models. *Ekonomicheskii zhurnal VSHE* [HSE Economic Journal], 2013, no. 4, pp. 660–686 (in Russian).
13. Lissitsa A., Babicheva T. The Data Envelopment Analysis (DEA) for determining the efficiency of a production. IAMO Discussion Papers 50, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies, 2003. Available at: <https://www.cfin.ru/press/practical/2012-03/02.shtml> (accessed 20 June 2022) (in Russian).
14. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operation Research, 1978, vol. 2, no. 6, pp. 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
15. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. New York, 2007. 492 p.
16. Banker R. D., Charnes A., Cooper W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, 1984, vol. 30, no. 9, pp. 1078–1092.
17. Tone K. A Slacks-Based measure of efficiency in data envelopment analysis. European Journal of Operation Research, 2001, vol. 130, no. 3, pp. 498–509.
18. Andersen P., Petersen N. C. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. Management Science, 1993, vol. 39, no. 10, pp. 1261–1264.
19. Tone K. A Slacks-Based measure of Super-Efficiency in data envelopment analysis. European Journal of Operation Research, 2022, vol. 143, no. 1, pp. 32–41.
20. Kochurov Ye. V. Evaluation of efficiency of Activities in Healthcare Organizations: A Comparative Analysis of Methods and Models. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta* [Bulletin of St. Petersburg University], 2005, no. 3, pp. 110–128.
21. Regional Data-Annual by Province. National Bureau of Statistics of China, 2022. Available at: <https://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=E0103> (accessed 12 July 2022).

Информация об авторе

Фэйлун Чжан — аспирант кафедры национальной экономики и государственного управления, Белорусский государственный экономический университет, e-mail: zhangfeilong1991@gmail.com

Information about the author

Feilong Zhang — PhD student in the Department of national economy and public administration; Belarusian State Economic University, e-mail: zhangfeilong1991@gmail.com

Статья поступила в редколлегию 24.10.2022

Received by editorial board 24.10.2022