

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.2

ВЫЯВЛЕНИЕ ОТРАСЛЕЙ – ЛИДЕРОВ В РЕГИОНЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СВЕРТКИ ДАННЫХ (DEA)**Фридман Юрий Абрамович¹,**доктор экон. наук, профессор, главный науч. сотрудник, e-mail: yurifridman@mail.ru**Блам Юрий Шабсович¹,**канд. экон. наук, доцент, зав. отделом, e-mail: blam@ieie.nsc.ru**Речко Галина Николаевна^{1,2},**канд. экон. наук, доцент, зав. лабораторией, e-mail: rgn.vt@kuzstu.ru

¹ Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17

² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация. Статья посвящена применению метода свертки данных (DEA) для оценки сравнительной эффективности функционирования отраслей в экономике региона. Используются основные элементы модельного и методического обеспечения технологии DEA. Анализируются результаты пилотных расчетов (экспериментальная апробация разработанной методики) по оценке сравнительной эффективности базовых отраслей в экономике Кемеровской области.

Ключевые слова: отрасль, регион, сравнительная эффективность, метод свертки данных (DEA), оптимизация.

Введение

Определение драйверов – один из самых ответственных этапов построения экономических моделей развития регионов. В работах [1-4 и др.] нами было показано, к чему приводят ошибки в выборе драйверов. На ранних стадиях исследований для определения отраслей – драйверов экономического развития в регионе мы использовали набор эмпирических методов. И хотя с их помощью можно назвать драйвер развития, однако без ответа остаются вопросы относительной эффективности выбора. Для этих целей, как показало исследование [5], в качестве метода оценки сравнительной эффективности функционирования отраслей в регионе применим *метод свертки данных (Data Envelopment Analysis – DEA)*, называемый иногда в отечественных публикациях АСФ – Анализ Среды Функционирования, либо АОД – Анализ Оболочки Данных.

Метод DEA впервые предложен в 1978 г. [6] и весьма востребован за рубежом – в зависимости от специфики конкретных задач в рамках технологии DEA используются различные модификации базовой модели [7].

В последние годы в отечественной теории и практике отмечается повышенный интерес к методологии DEA в целях оценки эффективности функционирования различных субъектов хозяйствования (Т. Бабицева, Н. Светлов, Е. Кочуров, Ю. Кошелюк, А. Кузнецов, Е. Борисова, Ю. Федотов и др. [7-13 и др.]).

Концептуально методические основы для

оценки количественной меры эффективности функционирования отраслей в регионе описаны нами в [14].

Настоящая статья посвящена вопросам разработки основных элементов модельного и методического обеспечения технологии DEA, его настройки на исследование разнородных объектов, анализу результатов пилотных расчетов (на примере Кемеровской области)¹.

Основные элементы модельного и методического обеспечения

Метод DEA – это инструмент для измерения относительной эффективности объектов с несколькими разнородными и несоизмеримыми «входами» и «выходами», когда невозможно воспользоваться обычными мерами эффективности для сопоставления объектов.

Удобство метода DEA заключается в получении обобщенного показателя (коэффициента относительной эффективности), учитывающего множество факторов (играющих роль переменных «входа») и многомерность получаемого результата (описываемого набором переменных «выхода»). При этом не требуется традиционного нормирования значений «входных» и «выходных» переменных.

В соответствии с технологией DEA для отрас-

¹ Статья подготовлена в рамках исследования, выполняемого при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 14-02-00274а).

ли (вида экономической деятельности), в том числе связанной с формированием инновационной составляющей региона, можно найти *числовую меру эффективности (назовем ее технической), которая позволяет измерить отношение совокупной ценности «результата» к оценке совокупной ценности «затрат».*

Предполагается, что «техническая» эффективность функционирования отрасли (вида экономической деятельности) может быть определена как отношение суммы взвешенных «выходов» (результатов экономической деятельности) к сумме взвешенных «входов» (использованных ресурсов или затрат):

$$\text{Техническая эффективность} = \frac{\text{Сумма взвешенных «выходных» параметров}}{\text{Сумма взвешенных «входных» параметров}}$$

при ограничениях, которые отражают деятельность других отраслей (иначе отношение будет неограниченным).

Рассчитывая значения технической эффективности видов экономической деятельности по годам анализируемого периода можно оценить: (1) динамику изменения этих показателей; (2) динамику факторов, определяющих их численные оценки.

Для описания метода и соответствующей модели DEA введем *обозначения*:

k – индекс отрасли (вида экономической деятельности), $k=1, \dots, K$;

s – индекс вида ресурса (затрат, играющих роль переменных «входа»), связанного с функционированием отрасли (вида экономической деятельности), $s=1, \dots, n$;

r – индекс результирующего показателя («выхода»), связанного с функционированием отрасли (вида экономической деятельности), $r=1, \dots, m$;

I_{sk} – числовое значение s -го ресурса («входа»), связанного с функционированием k -ой отрасли (вида экономической деятельности);

O_{rk} – числовое значение r -го результирующего показателя («выхода»), связанного с функционированием k -ой отрасли (вида экономической деятельности);

P_k – расчетный показатель относительной эффективности функционирования k -ой отрасли (вида экономической деятельности).

Искомые величины:

v_r – неотрицательные весовые коэффициенты, характеризующие ценность соответствующего ($r=1, \dots, m$) результирующего ингредиента;

u_s – неотрицательные весовые коэффициенты, отражающие ценность соответствующего ($s=1, \dots, n$) компонента «затрат».

DEA-метод рассматривает значение «входов» I_{sk} и «выходов» O_{rk} , как константы, и позволяет подобрать такие значения весовых коэффициентов (v_r, u_s), которые максимизируют значение эффек-

тивности функционирования оцениваемого объекта (отрасли) по отношению к деятельности других объектов (отраслей).

Для оценки эффективности функционирования k -ой отрасли (вида экономической деятельности) с использованием искомым весовых коэффициентов, можно записать соотношение:

$$P_k = \frac{\sum_r O_{rk} v_r}{\sum_s I_{sk} u_s}$$

В соответствии с технологией DEA каждому виду экономической деятельности (отрасли) должна быть предоставлена возможность *определить набор весов (дать оценку ценности компонентов «затрат» и ингредиентов многомерного «результата»)*, которые наиболее благоприятны для неё относительно других отраслей в анализируемой группе ($k=1, \dots, K$). То есть *весовые коэффициенты*, в соответствии с методикой DEA, *определяются из оптимизационных моделей*, в которых одна из отраслей является целевой (её относительная эффективность максимизируется), а остальные отрасли учитываются в виде ограничений. Если в качестве целеполагающего выбрать вид деятельности k_0 , то соответствующая оптимизационная модель запишется следующим образом:

$$P_{k_0} = \frac{\sum_r O_{rk_0} v_r}{\sum_s I_{sk_0} u_s} \Rightarrow \max \quad (1)$$

$$\frac{\sum_r O_{rk} v_r}{\sum_s I_{sk} u_s} \geq 1 \quad \text{для } k = 1, \dots, K; \quad (2)$$

$$v_r \geq \varepsilon \geq 0 \quad \text{для } r = 1, \dots, m; \quad (3)$$

$$u_s \geq \varepsilon \geq 0 \quad \text{для } s = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Как видим, модель DEA (1)-(4) является дробно-линейной задачей оптимизации. Для её решения методами линейного программирования необходимо осуществить процесс линеаризации. Весовые коэффициенты являются величинами относительными и, если зафиксировать в (1) знаменатель (оценка суммарного использования ресурсов) на задаваемом уровне (например, 100), а также привести к линейному виду ограничения (2), то соответствующая *оптимизационная модель* запишется следующим образом:

$$P_{k_0} = \sum_r O_{rk_0} v_r \Rightarrow \max \quad (1')$$

$$\sum_s I_{sk_0} u_s = 100 \quad (\text{ожидаемая величина}) \quad (2')$$

$$\sum_s I_{sk} u_s - \sum_r O_{rk} v_r \leq 0, k = 1 \dots K \quad (2')$$

$$v_r \geq \varepsilon \geq 0 \quad r = 1, \dots, m \quad (3')$$

$$u_s \geq \varepsilon \geq 0 \quad s = 1, \dots, n \quad (4')$$

Следующий шаг применения методики DEA –

Таблица 1. Показатели «входа» и «выхода» в модели DEA для оценки сравнительной эффективности функционирования отраслей в экономике региона

Затратные характеристики (входные параметры, «input»)		Результирующие показатели (выходные параметры, «output»)	
<i>ресурс</i>	для каждой <i>k</i> -ой отрасли региона ($k=1, \dots, K$)	<i>рез-т</i>	для каждой <i>k</i> -ой отрасли региона ($k=1, \dots, K$)
<i>s=1</i>	затраты на технологические инновации, млн. руб.	<i>r=1</i>	финансовая результативность рабочего места, тыс. руб./чел.
<i>s=2</i>	удельный вес лиц с высшим профессиональным образованием в составе занятых, %	<i>r=2</i>	использовано передовых производственных технологий, единиц;
<i>s=3</i>	капиталоемкость рабочего места, тыс. руб./чел.	<i>r=3</i>	валовой выпуск, млрд. руб.
<i>s=4</i>	общие затраты производства (промежуточное потребление), млрд. руб.	<i>r=4</i>	валовая добавленная стоимость, млрд. руб.
<i>s=5</i>	производительность труда, тыс. руб./чел.		

нахождение согласованного набора весовых коэффициентов – реализуется путем нахождения решений соответствующих K задач линейной оптимизации.

Решение серии задач (1¹)-(4) для каждой исследуемой отрасли (вида экономической деятельности) ($k=1, \dots, K$) дает численное значение оптимизируемого индекса технической эффективности (числовую меру эффективности) функционирования каждой отрасли, наиболее благоприятного относительно других отраслей в анализируемом регионе, а также значения весовых коэффициентов, которые ведут к этому «максимуму».

Для количественного сравнения уровней технической эффективности анализируемых K видов экономической деятельности (отраслей) в регионе требуется *идентифицировать «входы» и «выходы» модели применительно к доступной информационной базе.*

Известно, что оценка положения любого объекта дается с использованием показателей системы, в которую этот объект входит. В нашем случае систему образуют компоненты отраслевого участия в экономической деятельности региона, в том числе в региональной инновационной деятельности. Состояние данной системы, как хотелось бы ожидать, должна характеризовать официальная статистическая информация, но казус заключается: (1) в отсутствии адекватной информации об инновационной деятельности отраслей в экономическом пространстве региона, (2) в ограниченной возможности получения даже имеющихся показателей инновационной деятельности отраслей в экономике региона из доступных статистических баз².

² Для обеспечения конфиденциальности первичных статданных, полученных от организаций (ФЗ от 29.11.2007 №282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в РФ»: п.5 ст.4, ч.1 ст.9), во избежание наличия информации, косвенно раскрывающей единственных производителей в регионе, часть

Адаптация предложенного методического подхода к реальной информационной базе (на материалах Кемеровской области) позволила сформировать два блока показателей (табл. 1). На данном этапе исследований мы рассматриваем их лишь как некий базовый вариант для экспериментальной апробации разработанной методики в контексте проводимого исследования. Набор показателей, которым мы в настоящее время оперируем в рамках пилотных расчетов, не является догмой и может уточняться в зависимости от целей исследования и доступности информации.

Отраслевая структура кузбасской экономики представлена в модели двумя уровнями: *на первом уровне* все отрасли объединены в мега-отрасль «экономика региона в целом», *на втором уровне* выделены отрасли, которые на разных этапах экономического развития региона выступали в роли отраслей - драйверов:

(1) *угольная промышленность* (в связи с переходом Росстата на статистику по видам экономической деятельности – ОКВЭД – показатели угольной промышленности рассмотрены по виду производства «добыча топливно-энергетических полезных ископаемых»);

(2) *металлургия* («металлургическое производство и производство готовых металлических изделий»);

(3) *химическая промышленность* («химическое производство» и «производство резиновых и пластмассовых изделий»);

(4) *машиностроение* («производство машин и оборудования», «производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования» и «производство транспортных средств и оборудования»);

(5) *экономика Кемеровской области* в целом.

Значения приведенных в таблице 1 показателей, рассчитанных для каждой базовой отрасли кузбасской экономики и экономики региона в це-

данных в материалах региональной статистики не публикуется.

Таблица 2. Относительная эффективность отраслей в модели «Кузбасс»

		2008	2009	2010	2011	2012
Output/Input =	КО	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Output/Input =	уголь	1.00	1.00	0.54	0.55	1.00
Output/Input =	мет	0.45	0.39	0.37	0.29	0.67
Output/Input =	хим	0.51	0.55	0.49	0.44	0.50
Output/Input =	маш	0.09	0.04	0.05	0.07	0.08

лом за период 2008-2012 гг., послужили исходными данными для оценки сравнительной эффективности функционирования отраслей в регионе (на примере Кемеровской области) на основе метода свертки данных (DEA). Расчеты произведены на каждый год исследуемого периода³: для нахождения оптимальных планов соответствующих задач использовался встроенный оптимизатор «Поиск решения» электронной таблицы Excel, входящей в ППП Microsoft 2010.

Некоторые результаты расчетов

В основном цикле расчетов при решении серии задач (1¹)-(4) для каждой исследуемой отрасли ($k=1, \dots, 5$) величина \mathcal{E} задавалась на уровне 0,01⁴.

Расчеты проводились автономно, по каждому году изучаемого периода – в приводимых ниже таблицах и графиках результаты объединены для наглядности динамики показателей.

В приводимых ниже таблицах и графиках используется следующая мнемоника для обозначения видов экономической деятельности: «уголь» – угольная промышленность; «мет» – металлургия; «хим» – химическая промышленность; «маш» – машиностроение; «КО» – экономика Кемеровской области в целом.

Суммарные «входы» и «выходы» обозначим следующим образом:

$$input = \sum_s I_{sk} u_s, \quad output = \sum_r O_{rk} v_r$$

Расчёты проведены для двух сценариев развития региональной экономики:

- в первом сценарии эталоном эффективности выступает экономика региона как мегаотрасль (модель «Кузбасс»);
- во втором сценарии эталоном эффективности выступает угольная промышленность (модель «Уголь»).

Модель «Кузбасс». В табл. 2 приведены показатели эффективности (некая её числовая мера, трактуемая индексом технической эффективности⁵) функционирования отраслей кузбасской ин-

дустрии в 2008-2012 гг., как отношения:

$$Output = \frac{\text{Сумма взвешенных результирующих показателей}}{\text{Сумма взвешенных затратных характеристик}}$$

$$Input = \frac{\text{Сумма взвешенных затратных характеристик}}{\text{Сумма взвешенных результирующих показателей}}$$

при использовании весов ингредиентов, рассчитанных по *оптимизационной модели максимизации относительной эффективности* функционирования «экономики Кемеровской области» в целом (при условии, что аналогичные индексы для всех рассматриваемых отраслей не превосходят задаваемой в модели величины).

Полученные численные значения индекса относительной эффективности отраслей позволяют оценить эффективность их функционирования, наиболее благоприятную для экономики Кемеровской области в целом:

– отрасли, для которых индекс эффективности равен единице (отрасли, обеспечивающие максимум многомерного «результата» на единицу совокупных затрат) будем считать эффективными относительно других отраслей;

– отрасли, для которых индекс эффективности меньше единицы. Мера удаления этих отраслей от единицы определяет степень неэффективности их деятельности относительно «лучших представителей».

Как видно из табл. 2, с позиции эффективного функционирования экономики Кемеровской области в течение всего рассматриваемого периода только угольную промышленность можно считать достаточно устойчиво эффективной среди базовых отраслей кузбасской экономики. Металлургическая и химическая отрасли кузбасской индустрии существенно уступают лидеру по эффективности использования своих ресурсов. Вместе с тем необходимо отметить, что если в металлургии колебание индексов эффективности в рассматриваемом периоде весьма существенно, то в химической отрасли они достаточно устойчивы. Это может говорить о том, что хотя уровень воздействия химической отрасли на экономику региона весьма низок, сама модель развития отрасли весьма устойчивая. С сожалением нужно отметить чрезвычайно низкий уровень индексов эффективности в кузбасском машиностроении на протяжении пятилетнего периода (2008-2012), что говорит, в первую очередь, об отсутствии в регионе такого мощного драйвера инновационного развития.

Таким образом, в сформировавшемся «каркасе» кузбасской экономики основным источником

³ Для сопоставимости результатов расчетов за различные годы информация приведена в сопоставимые цены 2008 г.

⁴ Оценку влияния этой величины на уровень конечных показателей обсудим позднее.

⁵ По определению значения этой меры эффективности всегда находятся в интервале от 0 до 1.

роста является, в первую очередь, угольная промышленность.

На рис. 1 приведена динамика взвешенных оценок *совокупных* затратных (а) и результирующих (б) показателей, рассчитанных по модели «Кузбасс» (задаваемая в модели фиксированная величина «взвешенных затрат» для экономики региона равна 100). Большинство оценок характеризуется снижающейся тенденцией при опережающем падении результирующих оценок (Output) над затратными (Input). Наиболее «пострадавшей» за период 2008-2012 гг. в контексте эффективности экономической деятельности относительно других отраслей кузбасской экономики выглядит угольная промышленность. Именно в этот период угольную отрасль «накрыл» кризис: резко снизились инвестиции в основной капитал (индекс их физического объема в 2009 г. упал до 59% к уровню 2008 г., и эти потери удалось восстановить только в 2012 г.); удельный вес убыточных предприятий превысил 55%-ую отметку (2012), а сумма убытка с 4 млрд. руб. (2008) выросла до 15

млрд. (2012); рентабельность проданных товаров в отрасли упала почти в 4 раза (с 44,2% до 11,8% в 2008 и 2012 гг. соответственно); рентабельность активов снизилась до 5,5% (2012) при том, что ещё в 2008 г. этот показатель превышал 21%; индекс физического объема добавленной стоимости в угольной отрасли только за 2012 г. упал без малого на 10%.

Что касается весовых коэффициентов (*оценок ценности или важности компонентов «затрат» и ингредиентов «результата»*), которые ведут к «максимуму» относительной эффективности кузбасской экономики – часть из них совпадает с нижней границей (0,01), а динамика остальных приведена на рис. 2. Это соответственно:

v_3 – весовой коэффициент, характеризующий валовой выпуск;

u_1 – весовой коэффициент, характеризующий затраты на технологические инновации;

u_3 – весовой коэффициент, характеризующий капиталоемкость рабочего места.

Из «входных» компонентов в качестве наибо-

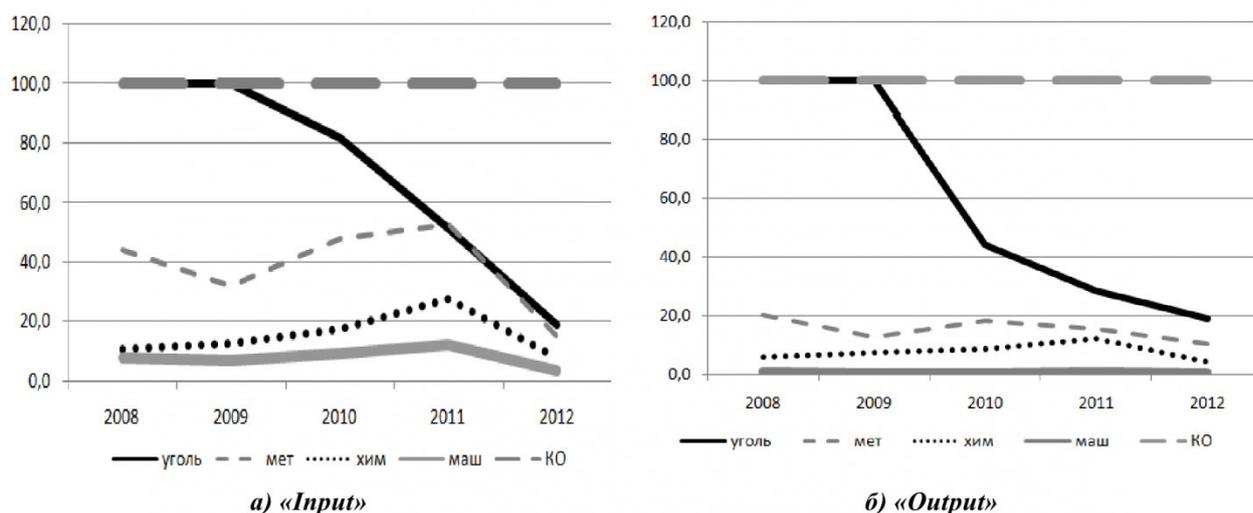


Рис. 1. Динамика относительных взвешенных совокупных затратных (а) и результирующих (б) параметров в модели «Кузбасс»

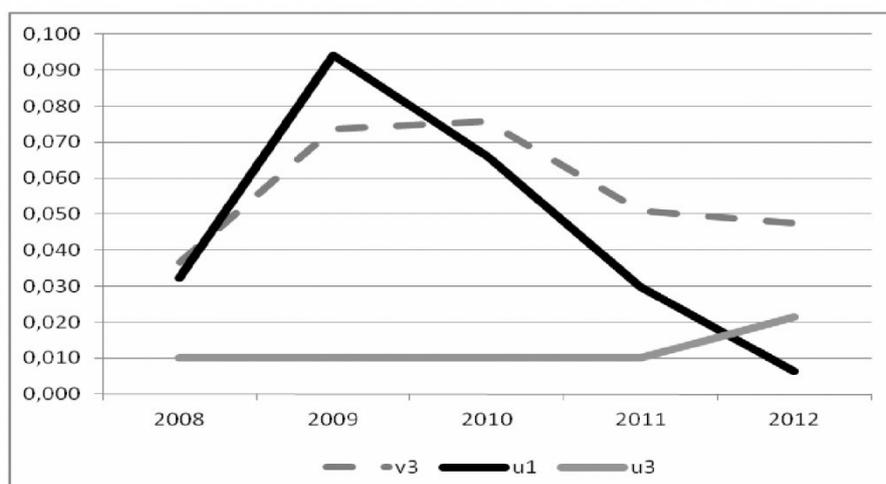


Рис. 2. Динамика «существенных» весовых коэффициентов в модели «Кузбасс»

Таблица 3. Относительная эффективность отраслей в модели «Уголь»

		2008	2009	2010	2011	2012
Output/Input =	уголь	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Output/Input =	мет	1.00	1.00	0.75	0.79	0.68
Output/Input =	хим	0.54	0.32	0.94	1.00	0.50
Output/Input =	маш	0.05	0.02	0.18	0.35	0.08

лее важных для эффективного функционирования кузбасской экономики выделены, согласно расчетам, затраты на технологические инновации (пиковый рост приходится на кризисные 2008-2009 гг.) и капиталоемкость рабочего места (ценность создания «дорогих» рабочих мест в экономике региона заметно начала расти с 2011 г.).

Из «выходных» (результатирующих) параметров функционирования кузбасской экономики в качестве самого ценного (важного), согласно расчетам, выделен «валовой выпуск продукции». В рассматриваемый период (2008-2012) именно такая система «ценности» результатов отвечала критерию эффективного функционирования региональной экономики.

Модель «Уголь». Как видно из табл. 3, с позиции эффективного функционирования угольной промышленности Кузбасса в течение рассматриваемого периода наиболее благоприятным по эффективности использования своих ресурсов относительно других отраслей в регионе можно считать металлургическое производство, а в 2010-2011 гг. – кузбасскую химию. Положение кузбасского машиностроения (удаленность индекса его эффективности от единицы) только в 2010-2011 гг. положительно выделяется на фоне извечного аутсайдера: именно в тот период обозначился хотя бы незначительный проблеск «отдачи» от затратных вложений в машиностроительную отрасль (рис. 3).

Динамика оценок взвешенных совокупных затрат (а) и результатов (б), рассчитанных по модели «Уголь», приведена на рис. 3. Характер кривых для «совокупных затрат» (Input) и «совокупного результата» (Output) в металлургии региона практически идентичен. Можно предположить, что значимость этих факторов для этой отрасли коррелирует с весовыми коэффициентами для угольной промышленности, при более низкой сравнительной эффективности.

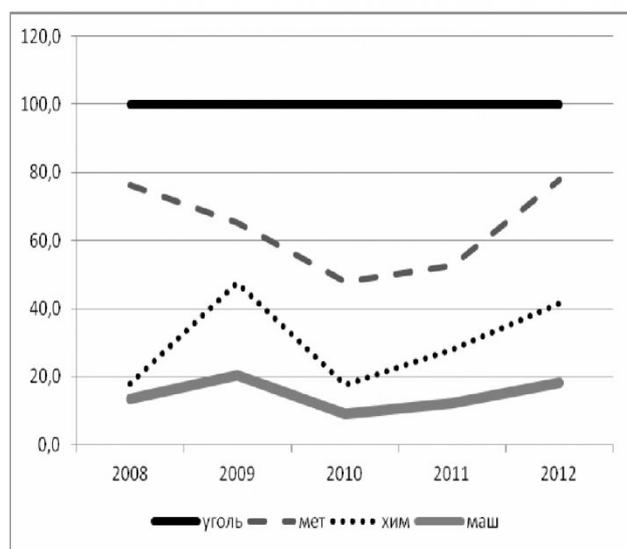
«Ломаные кривые» трендов для кузбасской химии и машиностроения иллюстрируют кратное превышение оценок совокупных затрат (Input) над результатом (Output) (за исключением химической отрасли 2010-2011 гг.). Изменение ценности различных входных и выходных параметров по годам периода связано со спецификой данных отраслей.

Что касается оптимального набора весовых коэффициентов для угольной промышленности Кузбасса (рассчитанных по модели «Уголь»), то часть из них совпадает с нижней границей (0.01), а динамика остальных приведена на рис.4. Это соответственно:

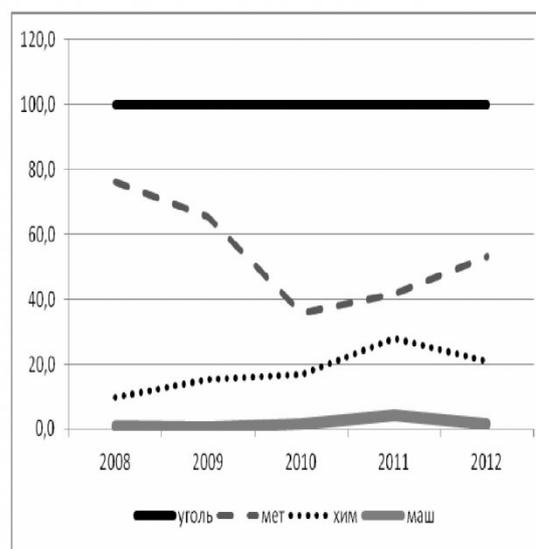
v_1 – коэффициент, характеризующий финансовую результативность рабочего места;

v_3 – коэффициент, характеризующий валовой выпуск;

v_4 – коэффициент, характеризующий валовую добавленную стоимость;



а) «Input»



б) «Output»

Рис. 3. Динамика относительных взвешенных совокупных затратных (а) и результирующих (б) параметров отраслей кузбасской индустрии в модели «Уголь»

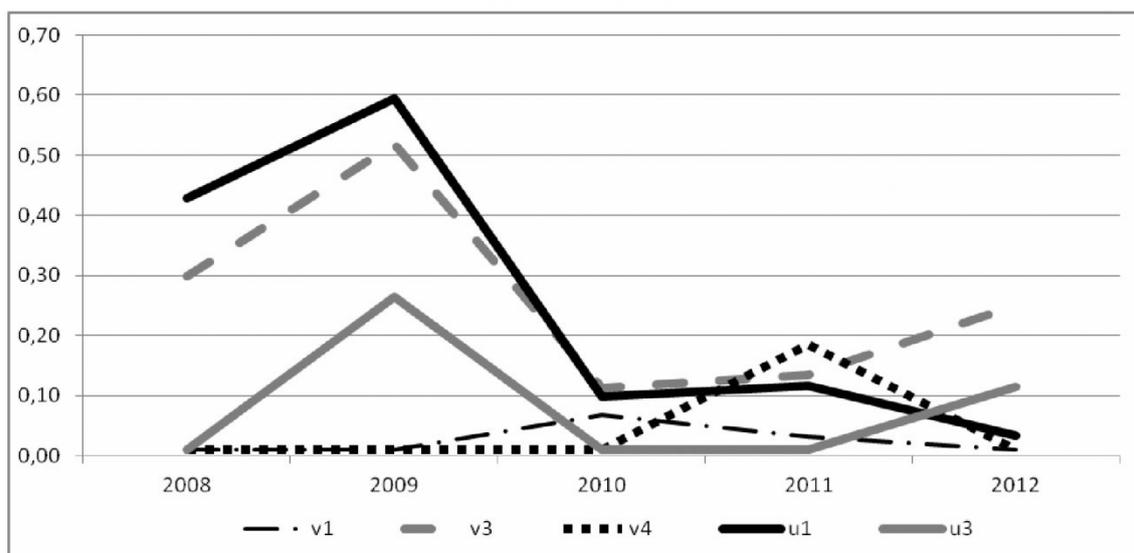


Рис. 4. Динамика «существенных» весовых коэффициентов в модели «Уголь»

u_1 – коэффициент, характеризующий затраты на технологические инновации;

u_3 – коэффициент, характеризующий капиталоемкость рабочего места.

Чем выше вес параметра («входа» или «выхода»), тем важнее этот параметр для угольной промышленности относительно остальных отраслей региона (из числа рассматриваемых), и наоборот. На основе динамики этих весов можно судить о динамике сильных и слабых сторонах угольной промышленности Кузбасса.

Сделаем несколько замечаний по поводу интерпретации полученных результатов. Метод DEA позволяет оценивать техническую эффективность отраслей относительно друг друга (которая в немалой степени связана с инновационным индексом – по крайней мере, показатель, характеризующий затраты на технологические инновации, является наиболее существенным), но, учитывая неоднородность сравниваемых видов экономической деятельности, при интерпретации полученных результатов следует соблюдать известную осторожность.

В целом технология DEA является эффективным инструментом сравнительного анализа инновационной активности отраслей. Однако следует отметить, что представление обобщенных затрат (результата) в виде линейной комбинации всех затрат (многомерного результата) является существенным упрощением с практической точки зрения. Построение самих моделей и придание им содержательного смысла (а также содержательная оценка результатов расчетов) в каждом конкретном случае затруднительны без привлечения накопленного практического опыта и знаний экспертов в соответствующей предметной области.

Вместе с тем очень важно то, что результаты использования метода DEA весьма информативны с управленческой точки зрения: наряду с получаемыми оценками инновационной активности от-

раслей в регионе, мы получаем возможность выделить отрасль – лидера конкурентоспособности региона, а также дать относительную оценку отстающих от лидера отраслей региональной экономики (определить, как далеко последние расположены от первых).

Отметим влияние значения минимальной оценки результирующих и затратных параметров (величины ϵ) на результаты проводимых расчетов. В модели «Кузбасс» при расчетах за 2012 год, значение ϵ на уровне 0.01 для искомым весов не дает допустимого решения задачи и приведенные в таблицах и графиках параметры получены для этого года при значении $\epsilon = 0.002$. Варьирование показателя ϵ в модели «Уголь» не столь существенно и не меняет порядка полученных значений. Отказ от ограничений «снизу» на весовые параметры (если считать их только неотрицательными) приводит к неограниченному решению.

Выводы

1. Наши предположения [5, 14 и др.], что метод DEA может быть использован в трехуровневой модельной конструкции для исследования влияния инновационного развития сырьевых отраслей на конкурентоспособность региона, в основном подтвердились.

2. Метод DEA может быть использован для исследования уровня относительной эффективности даже разнородных экономических объектов, какими и являются экономика региона в целом и составляющие её отрасли.

3. Расчёты на основе метода свертки данных (DEA) показали, что угольная промышленность Кузбасса наиболее эффективно использует внутренние ресурсы для своего развития и оказывает наибольшее влияние на состояние и тренды развития региональной экономики. И тем самым реально является драйвером регионального развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридман, Ю. А. Реконструкция модели регионального развития: инновационный подход / Ю. А. Фридман, Г. Н. Речко // 21 century: fundamental science and technology IV = 21 век: фундаментальная наука и технологии: материалы IV междунар. науч.-практич. конф. Vol. 1: Proceedings of the Conference. North Charleston, 16-17.06.2014. – North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2014. – С. 190-193.
2. Фридман, Ю. А. Кузбасс: структурный пасьянс / Ю. А. Фридман, Г. Н. Речко // ЭКО. – 2011. – № 9. – С. 34-50.
3. Фридман, Ю. А. Кузбасская экономическая модель: в поисках новой парадигмы роста / Ю. А. Фридман, Г. Н. Речко, Н. А. Оськина, Э. В. Алексеенко // Региональная экономическая политика субъекта Федерации: принципы, формы и методы реализации / под ред. А.С. Новосёлова. – Новосибирск, 2010. – Гл. 4. – С. 139-165.
4. Фридман, Ю. А. Кузбасская экономическая модель (проверка на прочность) / Ю. А. Фридман, Г. Н. Речко // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2005. – № 6. – С. 91-96.
5. Фридман, Ю.А. Подходы к оценке инновационности и конкурентоспособности в системе «отрасль-регион» / Ю.А. Фридман, Г.Н. Речко, Ю.Ш. Блам // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – №6. – С. 143–146.
6. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 1978, no. 2 (6), pp. 429–444.
7. Лисситса, А. Анализ оболочки данных (DEA): современная методика определения эффективности производства / А. Лисситса, Т. Бабичева. – Halle (Saale): IAMO, 2003. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:3:2-23263> (дата обращения: 17.02.2015).
8. Светлов, Н.М. Использование метода DEA для выявления резервов повышения эффективности сельскохозяйственных организаций Московской области / Н.М. Светлов // Проблемы экономики и управления социально-экономическими процессами в АПК. – Москва: МСХА, 2004. – С. 281–286. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://nsvetlov.narod.ru/sci/p139.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).
9. Кочуров, Е.В. Оценка эффективности деятельности лечебно – профилактических учреждений: сравнительный анализ методов и моделей / Е.В. Кочуров // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Сер. 8. – 2005. – №3. – С. 110–128. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.vestnikmanagement.spbu.ru/archive/pdf/201.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).
10. Кошелюк, Ю.М. Граничный анализ эффективности функционирования российских банков в период 2004–2005 гг. / Ю.М. Кошелюк // Модернизация экономики и общественное развитие / отв. ред. Е.Г. Ясин. – Москва: Изд. Дом ГУ–ВШЭ, 2007. – С. 113–121.
11. Кузнецов, А. Метод DEA для изучения эффективности контейнерных терминалов / А. Кузнецов, Е. Козлова // Морской флот. – 2007. – №4. – С. 52–55. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.morflot.ru/archives/articles1573file.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).
12. Борисова, Е. Анализ эффективности некоммерческих ассоциаций методом стохастической границы (на примере товариществ собственников жилья) / Е. Борисова, А. Пересецкий, Л. Полищук // Прикладная экономика. – 2010. – №4: – С. 75–101.
13. Федотов, Ю.В. Измерение эффективности деятельности организации: особенности метода DEA (анализа свертки данных) / Ю.В. Федотов // Российский журнал менеджмента. – 2012. – №2. – С. 51–62.
14. Фридман, Ю. А. Оценка инновационной активности отраслей: региональный аспект / Ю. А. Фридман, Г. Н. Речко, Ю. Ш. Блам // Региональная экономика. Юг России. – 2015. – № 2 (8). – С. 4-10.

Поступило в редакцию 28.09.2015

UDC 338.2

IDENTIFICATION OF INDUSTRIES-LEADER IN THE REGION BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

Friedman Yuriy A.¹,

D.Sc. (Economic), Professor, Chief Researcher, e-mail: yurifridman@mail.ru

Blam Yuriy Sh.¹,

C.Sc. (Economic), Associate Professor, Head of Department, e-mail: blam@ieie.nsc.ru

Rechko Galina N.^{1,2},

C.Sc. (Economic), Associate Professor, Head of Laboratory, e-mail: rgn.vt@kuzstu.ru

¹ Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 17 Acad. Lavrentyev Av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to adaptation of data envelopment analysis (DEA) to evaluate the comparative effectiveness of industries functioning in regional economy. The main elements of the modeling and methodical provision of technology DEA are used in the article. The results of the pilot calculations (testing of developed methods) to evaluate the comparative effectiveness of the basic industries in Kemerovo regional economy are analyzed in the article.

Keywords: industry, region, comparative effectiveness, Data Envelopment Analysis (DEA), optimization.

REFERENCES

1. Friedman Yu.A., Rechko G.N. Rekonstruktsiya modeli regional'nogo razvitiya: innovatsionnyy podkhod [Reconstruction model of regional development: an innovative approach]. 21 vek: fundamental'naya nauka i tekhnologii: materialy IV mezhdunar. nauch.-praktich. konf. [21 century: fundamental science and technology IV]. Vol. 1: Proceedings of the Conference. North Charleston, 16-17.06.2014. North Charleston, SC, USA: *CreateSpace*, 2014. Pp. 190-193. (rus)
2. Friedman Yu.A., Rechko G.N. Kuzbass: strukturnyy pas'yans [Kuzbass: structural solitaire]. EKO [ECO]. 2011, no. 9. Pp. 34-50. (rus)
3. Friedman Yu.A., Rechko G.N., Oskina N.A., Alekseenko E.V. Kuzbasskaya ekonomicheskaya model': v poiskakh novoy paradigmy rosta [Kuzbass economic model: in search of a new paradigm of growth]. Regional'naya ekonomicheskaya politika sub"ekta Federatsii: printsipy, formy i metody realizatsii [Regional economic policy subject of Federation: principles, forms and methods of realization]. Ed. Novoselov A.S. Novosibirsk. *IEIE SB RAS*, 2010, vol. 4. Pp.139-165. (rus)
4. Friedman Yu.A., Rechko G.N. Kuzbasskaya ekonomicheskaya model' (proverka na prochnost') [Kuzbass economic model (test of strength)]. Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University]. 2005, no. 6. Pp. 91-96 (rus)
5. Friedman Yu. A., Rechko G. N., Blam Yu. S. Podkhody k otsenke innovatsionnosti i konkurentosposobnosti v sisteme "otrasl – region" [Approaches to evaluating innovativeness and competitiveness in the system "industry – region"]. Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University]. 2014, no. 6. Pp. 143–146. (rus)
6. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978, no. 2 (6). Pp. 429–444. (engl)
7. Lissitsa A., Babicheva T. Analiz obolochki dannykh (DEA): sovremennaya metodika opredeleniya effektivnosti proizvodstva [Data Envelopment Analysis (DEA): a modern method of definition efficiency of production]. Halle (Saale). *IAMO*, 2003. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:3:2-23263> (accessed 17.08.2015). (rus)
8. Svetlov N. M. Ispolzovanie metoda DEA dlya vviyavleniya rezervov povyisheniya effektivnosti sel'skohozyaystvennykh organizatsiy Moskovskoy oblasti [Using DEA method to identify the reserves for increasing the efficiency of agricultural organizations of the Moscow region]. Problemy ekonomiki i upravleniya sotsialno-ekonomicheskimi protsessami v APK [In: Problems of economy and management of social and economic processes in the agricultural sector]. Moscow. *MSHA*, 2004. Pp. 281–286. URL: <http://nsvetlov.narod.ru/sci/p139.pdf> (accessed 03.09.2015). (rus)
9. Kochurov E. V. Otsenka effektivnosti deyatelnosti lechebno – profilakticheskikh uchrezhdeniy: sravnitelnyy analiz metodov i modeley [Evaluation of efficiency of activity treatment – preventive institutions of: a comparative analysis of methods and models]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of St. Petersburg University]. 2005, vol. 8, no. 3. Pp. 110–128. URL: <http://www.vestnikmanagement.spbu.ru/archive/pdf/201.pdf> (accessed 03.09.2015). (rus)
10. Koshelyuk Yu. M. Granichnyy analiz effektivnosti funktsionirovaniya rossiyskikh bankov v period 2004–2005 gg. [Frontier analysis efficiency of the Russian banks in the period 2004–2005]. In: Modernizatsiya ekonomiki i obshchestvennoe razvitiye [Modernization of the economy and social development]. E.G. Yasin (Ed.). Moscow. *GU-VShE*, 2007. Pp. 113–121. (rus)
11. Kuznetsov A., Kozlova E. Metod DEA dlya izucheniya effektivnosti konteynernykh terminalov [DEA Method to study the efficiency of container terminals]. Morskoy flot [Maritime fleet]. 2007, no. 4. Pp. 52–55. URL: <http://www.morflot.su/archives/articles1573file.pdf> (accessed 03.08.2015). (rus)
12. Borisova E., Peretskiy A., Polischuk L. Analiz effektivnosti nekommercheskikh assotsiatsiy metodom stokhasticheskoy granitsyi (na primere tovarishestv sobstvennikov zhilya) [Stochastic frontier in non-profit associations' performance assessment (the case of homeowners' associations)]. Prikladnaya ekonometrika [Applied econometrics]. 2010, no. 4. Pp. 75–101. (rus)
13. Fedotov Yu.V. Izmerenie effektivnosti deyatelnosti organizatsii: osobennosti metoda DEA (analiza svertki dannykh) [Measuring the effectiveness activity of the organization: features of the method DEA (data analysis convolution)]. Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta [Russian Management Journal]. 2012, vol. 10, no. 2. Pp. 51–62. (rus)
14. Friedman Yu. A., Rechko G. N., Blam Yu. S. Otsenka innovatsionnoy aktivnosti otrasley: regional'nyy aspekt [Evaluation of innovative activity of industries: regional aspect]. Regional'naya ekonomika. Yug Rossii [Regional economy. South of Russia]. 2015, no. 2(8). Pp. 4–10. (rus)

Received 28 September 2015