

UDC 330.4

Designing the Fronts of Research Efficiency *

Mikhail V. Tsapenko

Samara State Technical University, Russia
443100, Samara, Molodogvardeyskaya st, 244, main building
PhD (Economy), Associate Professor
E-mail: mcap@mail.ru

Abstract. This article describes multi-criteria efficiency comparison of research and designing the fronts of efficiency in a parameters-weights spaces.

Keywords: Efficiency of Research; Data Envelopment Analysis; Efficiency Front; Major Ways of Economy Improvement.

Введение. В статье рассмотрены вопросы сравнительной многокритериальной оценки эффективности научных исследований на основе алгоритмов методологии Data Envelopment Analysis [1] (далее по тексту – DEA), которая получила широкое распространение для решения задач оценивания сравнительной эффективности широкого класса объектов и явлений, например [2].

По результатам полученных оценок построены фронты эффективности в двухмерном пространстве параметров и трёхмерном пространстве весов.

В качестве базовой структуры анализируемых направлений НИР были взяты пять приоритетов модернизации российской экономики, утверждённые Президентом России Дмитрием Медведевым 18 июня 2009 на первом заседании комиссии по модернизации российской экономики.

Исходные данные. В соответствие пяти приоритетам модернизации экономики собрана информация о частных показателях эффективности научных исследований крупной научно-образовательной структуры – таблица 1, сформулированных в работе [3].

Таблица 1

Локальные характеристики научных исследований

№ п/п	Приоритеты модернизации российской экономики	Количество выполняемых НИР	Число участников НИР	Объем НИР, тыс. руб.	DEA-оценки
		(x_1)	(x_2)	(x_3)	
1.	Энергоэффективность и энергосбережение, в том числе вопросы разработки новых видов топлива	745	315	219255,99	1,0000
2.	Медицинские технологии, прежде всего диагностическое оборудование, а также лекарственные средства	154	56	163615,89	0,7462
3.	Стратегические информационные технологии, включая вопросы создания	63	81	17421,23	0,2571

* Настоящее исследование проведено в рамках выполнения Государственного контракта Министерства образования и науки РФ № 16.740.11.0749 от 21 октября 2011 года.

№ п/п	Приоритеты модернизации российской экономики	Количество выполняемых НИР	Число участников НИР	Объем НИР, тыс. руб.	DEA-оценки
		(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	
	суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения				
4.	Космические технологии, связанные с телекоммуникациями, включая и ГЛОНАСС, и программу развития наземной инфраструктуры	103	34	12860,27	0,1383
5.	Ядерные технологии	17	15	6854,59	0,0476

В соответствии с методологией DEA был сформирован обобщенный критерий эффективности в виде оптимизируемого функционала:

$$J_i = \max_i (u_{1i}x_1 + u_{2i}x_2 + u_{3i}x_3), i = 1, 2, \dots, 5. \quad (1)$$

Путем решения пяти задач линейного математического программирования (далее по тексту – ЗЛП), для каждого из приоритетов, с функционалом (1) и системой ограничений, постулируемой DEA-методикой,

$$\begin{cases} u_{11} \cdot 745 + u_{21} \cdot 315 + u_{31} \cdot 219255,99 \leq 1; \\ u_{12} \cdot 154 + u_{22} \cdot 56 + u_{32} \cdot 163615,89 \leq 1; \\ u_{13} \cdot 63 + u_{23} \cdot 81 + u_{33} \cdot 17421,23 \leq 1; \\ u_{14} \cdot 103 + u_{24} \cdot 34 + u_{34} \cdot 12860,27 \leq 1; \\ u_{15} \cdot 17 + u_{25} \cdot 15 + u_{35} \cdot 6854,59 \leq 1; \\ u_{ji} \geq 0, j = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, 5, \end{cases} \quad (2)$$

были получены обобщенные сравнительные DEA-оценки эффективности научных исследований на основе инструментальных средств [4].

Как видно из данных таблицы 1 максимальную сравнительную оценку эффективности имеет первый приоритет, также достаточно высокую оценку получило направление «Медицинские технологии ...» (75%), среднее значение эффективности имеет третий приоритет «Стратегические информационные технологии ...» (26%), низкие оценки получили: «Космические технологии, связанные с телекоммуникациями ...», а также «Ядерные технологии» – 14% и 5%, соответственно.

Двухмерный фронт эффективности в пространстве параметров. Построим в двумерном пространстве параметров совокупность оценок эффективности по двум частным характеристикам: количество участников НИР (ось абсцисс) и объёмы финансирования НИР (ось ординат) – рис. 1.

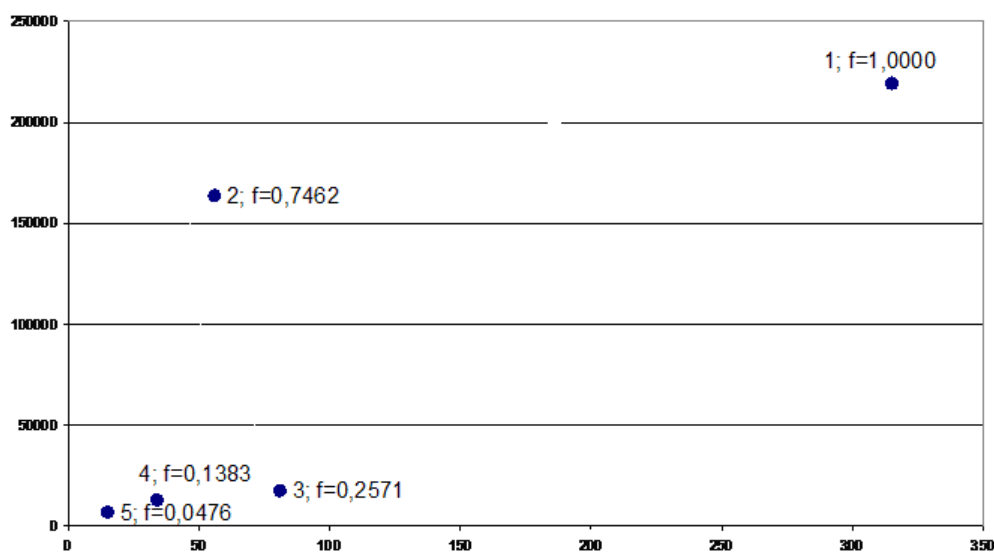


Рис. 1. Совокупность эффективной и неэффективных оценок приоритетов модернизации экономики

Как видно из расположения оценок эффективности научных исследований по направлениям модернизации экономики фронт эффективности является вырожденным, состоящим из одной эффективной точки, соответствующей первому приоритету.

Для того чтобы другим направлениям достигнуть эквивалентной обобщённой эффективности следует, для структуры расположения неэффективных точек, приведённой на рисунке 1, повысить частные показатели двух компонент эффективности, соответственно в Y_1/Y_n и X_1/X_n , $n=2, 3, 4, 5$ раз.

При этом величина, обратная DEA-оценке, совпадает с коэффициентом необходимого увеличения частного показателя $\sup\left\{\frac{Y_1}{Y_n}, \frac{X_1}{X_n}\right\}$, отвечающим наибольшей координатной близости к эффективной точке.

Трёхмерные фронты в пространстве весов. Построим фронт эффективности в трёхмерном пространстве весов. Такой фронт формируется объединением плоскостей, заданных уравнениями вида $v_1x_1 + v_2x_2 + v_3x_3 = 1$, где v_1, v_2, v_3 – численные значения весов, определяемые из решения ЗЛП типа (1, 2), x_1, x_2, x_3 – значения параметров.

Для оценок приоритетов модернизации экономики эффективный фронт формируется одной плоскостью, заданной уравнением $v_1*745 + v_2*315 + v_3*21925,99 = 1$, которое соответствует первому приоритету – рис. 2.

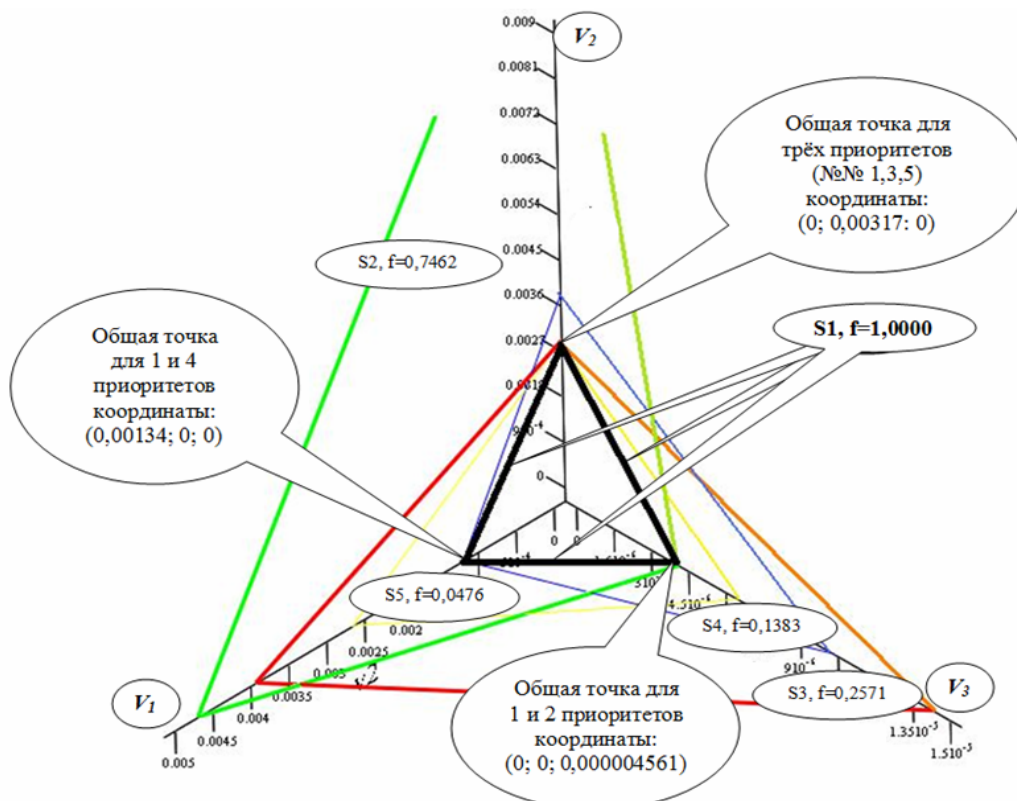


Рис. 2. Эффективный фронт приоритетов экономики в пространстве весов

Как видно из рисунка 2 плоскости эффективного фронта принадлежат точки, характерные для четырёх остальных приоритетов. Эти точки отвечают пересечениям плоскости фронта с осями координат.

Также на этом рисунке показаны плоскости (S2, S3, S4, S5), формируемые уравнениями остальных неэффективных объектов оценки:

$$S1(v_2, v_3) = \frac{1 - 315 \cdot v_2 - 219255.99 \cdot v_3}{745}, \quad S2(v_2, v_3) = \frac{0.7462 - 56 \cdot v_2 - 163615.89 \cdot v_3}{154},$$

$$S3(v_2, v_3) = \frac{0.2571 - 81 \cdot v_2 - 17421.23 \cdot v_3}{63}, \quad S4(v_2, v_3) = \frac{0.1383 - 34 \cdot v_2 - 12860.27 \cdot v_3}{103},$$

$$S5(v_2, v_3) = \frac{0.0476 - 15 \cdot v_2 - 6854.59 \cdot v_3}{17}.$$

В таблице 2 представлены значения координат точек, характерных для остальных четырёх приоритетов, найденные на основе решения DEA-модели.

Таблица 2

Значения координат

Порядковый номер приоритета	DEA-оценка	Значения весов (координаты точек)		
		v_1	v_2	v_3
1	1.0000	0.00134	0	0
		0	0.00317	0
		0	0	0.000004561
2	0.7462	0	0	0.000004561
3	0.2571	0	0.00317	0
4	0.1383	0.00134	0	0
5	0.0476	0	0.00317	0

Как видно из данных таблицы 2 плоскость эффективного фронта определяется тремя точками, расположенными на осях координат. Эти точки также определяют координаты остальных неэффективных объектов.

Выводы. Предложены подходы формирования фронтов эффективности оценок научных исследований в пространстве частных показателей эффективности и весовых коэффициентов значимости характеристик, а также принципы их интерпретации.

Примечания:

1. HANDBOOK ON DATA ENVELOPMENT ANALYSIS edited by: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu // Kluwer Academic Publishers, 2004. 593 p.

2. Diligenskiy N.V., Tsapenko M.V. Multicriterion Comparative Estimation of Consumer Properties of Passenger Cars // European Researcher, 2012, Vol.(20), № 5-1. P. 561–565.

3. Дилигенский Н.В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н. Иерархическая система обобщённых характеристики эффективности научных исследований // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 2. / Материалы 14 всероссийского симпозиума. Москва, 9-10 апреля 2013 г. Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. М.: ЦЭМИ РАН, 2013 г. (с. 61–63).

4. Дилигенский Н.В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н., Барболин Д.А. Программно-аналитический инструмент для многокритериального оценивания эффективности научных исследований // Вестник СамГТУ №4 (36), серия «Технические науки», Самара, 2012 год. С. 39–45.

УДК 330.4

Построение фронтов эффективности научных исследований

Михаил Владимирович Цапенко

Самарский государственный технический университет, Россия
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус
кандидат экономических наук, доцент
E-mail: mcap@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы многокритериальной сравнительной оценки эффективности научных исследований и построения фронтов эффективности в пространствах параметров и весов.

Ключевые слова: эффективность научных исследований; Data Envelopment Analysis; фронт эффективности; приоритетные направления модернизации экономики.