

## ХРЕСТОМАТИЯ: ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ. МЕТОД DEA

### ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ: ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА DEA (АНАЛИЗА СВЕРТКИ ДАННЫХ)

**Ю. В. ФЕДОТОВ**

*Высшая школа менеджмента СПбГУ*

#### *Измерение эффективности как область исследований*

В основе управления любой организацией, вне зависимости от ее принадлежности к частному или общественному сектору, размера, спектра осуществляемых видов деятельности, равно как и других специфицирующих ее характеристик, лежат измерение и анализ эффективности ее функционирования. В теории и практике управления деятельность организации, будучи многогранной по своему содержанию и, соответственно, многомерной по описанию, рассматривается с разных точек зрения, значимых для анализируемой организации: инженерно-технологической, организационной, социально- и финансово-экономической, а также экологической, политической и др. Взаимодействие этих относительно обособленных и одновременно находящихся в диалектическом единстве сторон деятельности конкретной рассматриваемой единицы (организации, хозяйственной системы, бизнес-структуры,

производственной единицы, компании и т.п.) определяет содержание соответствующего ей (т.е. деятельности или исследуемой единице) понятия эффективности. Последнее представляет собой один из наиболее употребительных терминов как в науке, так и в повседневной практической деятельности людей.

В теоретических и прикладных исследованиях по менеджменту вопросы измерения<sup>1</sup> эффективности имеют ключевое значение в силу особенностей как принятых научных парадигм, так и изучаемых предметных областей [Thorpe, Holloway, 2008]. Как отмечает А. Ниили, «...в академическом сообществе исследования в области измерения эффективности деятельности ведут представители функционально различных отраслей знания. Специалисты таких сфер, как учет, экономика, управление человеческими ресурсами, маркетинг, операционный менеджмент, психология и социология, — все они изучают данный предмет» [Neely, 2008, p. 2]. При

<sup>1</sup> Как отмечал Уильям Кельвин (Уильям Томсон, лорд Кельвин), «если вы можете измерить с помощью числа то, о чем рассуждаете, то вы определенно кое-что знаете о предмете своих рассуждений» [Thomson, Tait, 1867].

этом главенствующее место в исследованиях по измерению эффективности занимают вопросы эффективности деятельности организации (организационной эффективности), составляющие предметную область, изучаемую в экономике (анализ/измерение продуктивности и экономичности — productivity and efficiency analysis/measurement) и менеджменте (управление/измерение эффективности деятельности — performance management/measurement, business performance management).

Не менее важна оценка эффективности для практики управления организацией любого типа<sup>2</sup>. Будучи характеристикой качества ее деятельности, а, следовательно, и ее жизнеспособности (в рыночной среде проявляющейся через конкурентоспособность), эффективность является не только важнейшим направлением теоретических и эмпирических исследований в области экономики и управления, но и объектом самого пристального внимания как руководства самих организаций, так и других заинтересованных сторон. При этом ее измерение осуществляется сообразно природе анализируемой деятельности на основе соответствующих концептуальных моделей, конкретизирующих описание рассматриваемого аспекта (главным образом финансового, стратегического или операционного) функционирования исследуемой единицы (см. напр.: [Verweire, van den Berghe, 2005]), с одной стороны, и субъекта, осуществляющего оценку деятельности организации

<sup>2</sup> Рекламный слоган компании Boeing метко и одновременно броско гласит: «Эффективность — это топливо успеха». В печатной рекламе созданного компанией Boeing самолета Dreamliner 787 он сформулирован так: “Efficiency is the fuel of success” [Economist, 2006, p.64–65]. О важности измерений для практики управления выразительно свидетельствуют принципы построения систем управления, часто употребляемые в форме управленческих лозунгов вроде: «Не можешь измерять — не можешь управлять», «Невозможно управлять тем, что нельзя измерить», «Что измеряется, то и делается», «Неизмеряемое недоступно ни для понимания, ни для управления или улучшения».

(собственники, руководство, работники, потребители продуктов и услуг, поставщики, регуляторы) (см., напр.: [Kennerley, Neely, 2007]) — с другой стороны.

С учетом широкого многообразия опубликованных на тему эффективности организаций монографий и статей, разноплановости проводимых исследований неизбежна множественность трактовок эффективности, методов и мер ее измерения. Результат этого — отсутствие четкого однозначно трактуемого определения данного понятия. Весьма показательны, что неоднозначность и различия в содержательной интерпретации определения обнаруживаются в словарях, энциклопедиях и справочных изданиях, не говоря уже о научных монографиях и статьях. Как отмечается в [Лопатников, 1993, с.418], «эффективность (efficiency, effectiveness) — одно из наиболее общих экономических понятий, не имеющее пока, по-видимому, единого общепризнанного определения». Более того, ряд исследователей полагают, что на концептуальном уровне понятие эффективности не может быть определено в силу того, что его содержание всегда контекстуально относительно рассматриваемой цели и модели оценивания. Так, М.Лебас и К.Юске указывают на то, что «...термин эффективность представляет собой одно из „слов-чемоданов“, внутрь которого каждый помещает подходящие ему понятия, переключая заботу об определении на контекст» [Lebas, Euske, 2007, p.126]. Контекстуальный характер определения эффективности дополняет уже упоминавшийся выше субъективизм ее оценки. Оценка эффективности организации всегда субъективна, поскольку проводится с точки зрения конкретного субъекта оценки, имеющего не только индивидуальное восприятие ее деятельности (подробнее см., напр.: [Neely, Adams, Kennerley, 2002; Neely, Adams, Crowe, 2001]), но и, что особенно важно, индивидуальные предпочтения на множестве ее результатов<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Соответственно, в тех случаях, когда трактовка эффективности не привязана к какому-либо

В исследованиях по экономике и менеджменту в качестве объектов оценки эффективности обычно выступают обособленные процессы (чаще всего, производственные), операции (например, рекламные акции), проекты (например, инновационные), реализуемые организациями или их структурными единицами (подразделениями). При этом рассматриваемые объекты (организации, единицы) описываются определенным набором характеристик, интерпретируемых в качестве параметров или переменных его деятельности. С помощью этих фиксируемых в описании объекта величин и осуществляется измерение того типа эффективности, который представляет интерес для субъекта проводимой оценки (ученого-исследователя, государственного регулирующего органа, руководства компании, консультанта и др.).

#### *Операционализация понятия эффективности организации*

При операционализации понятия эффективности организации принято различать результативность (*effectiveness*) и экономичность (*efficiency*) ее деятельности. Первая измеряет степень достижения установленных для организации целей. Вторая же,

фиксированному свойству и/или показателю эффекта, необходимо как минимум четко специфицировать субъект ее оценки. По этой причине представляется некорректным приводимое, например, в *«Новой экономической энциклопедии»* следующее определение коммерческой эффективности: «Коммерческая эффективность (*commercial efficiency*) — эффективность проекта или программы (не только инвестиционного, но и организационного, не предусматривающего дополнительного финансирования) с позиции организационного инициатора и других участников (как в целом, так и каждого в отдельности)» [Румянцева, 2005, с. 692]. Не вдаваясь в детали такой формулировки понятия, отметим лишь то, что организатор-инициатор и участники в общем случае преследуют разные, часто противоположные, цели. В этой связи едва ли оправданно предположение о том, что существует единое с позиции организационного инициатора и других участников (как в целом, так и каждого в отдельности) понимание эффективности проекта или программы.

сопоставляя получаемые анализируемой единицей результаты со значениями факторов (обычно затратами ресурсов), при которых они были достигнуты, дает представление о том, насколько экономично она функционирует. Наиболее распространено понимание эффективности как производительности или продуктивности (*productivity*) деятельности организации. Оно соответствует понятию экономичности в случае, когда речь идет о соотношении получаемого результата к обеспечивающим его затратам со стороны организации.

В силу того, что деятельность любой организационной единицы сопряжена с потреблением определенного рода ресурсов в целях создания специфичных для нее результатов, как правило, принимающих форму продуктов и/или услуг, ее эффективность обычно анализируется путем соотношения между собой осуществленных организацией затрат и полученных за счет них результатов. В этом смысле хозяйственные системы самого разного уровня, начиная с отдельно взятого рабочего места и заканчивая национальной экономикой в целом, предстают в качестве производственных, а их многогранная по содержанию и, соответственно, многомерная по описанию деятельность — как производственная. Организация при этом выступает в роли преобразователя имеющихся у нее на «входе» ингредиентов (факторов/ресурсов, затрат ресурсов, переменных/параметров «входа») в получаемые на «выходе» результаты (выпуск продукции, продукция, переменные/параметры «выхода»). Таким образом, в самом общем виде содержание задачи оценки эффективности деятельности организации сводится к определению экономичности (продуктивности) осуществляемого ею преобразования потребляемых ресурсов в получаемые результаты.

Измерение эффективности организации через анализ продуктивности ее деятельности, описываемой соответствующим технологическим отображением «затраты — выпуск», приводит к наличию у получаемых оценок ряда универсальных свойств,

которые не связаны ни с конкретным типом организации, ни со спецификой видов деятельности, применительно к которым осуществляется оценка. К числу таких свойств относятся:

- а) системный (обобщающий) характер, или целостность получаемой оценки в том смысле, что она отражает уровень исследуемого типа эффективности, демонстрируемый рассматриваемой организационной единицей в целом<sup>4</sup>;
- б) качественно-количественная определенность в некоторой числовой или порядковой шкале, например, задаваемой с помощью лингвистической переменной, соответствующей анализируемому аспекту деятельности организации, например продуктивности производства или его надежности;
- в) конкретность содержания, которое специфицировано в соответствии с природой деятельности рассматриваемой организационной единицы, используемым методологическим подходом к анализу эффективности<sup>5</sup> и применяемыми для

ее оценки методами количественного анализа<sup>6</sup>.

Операционализация понятия организационной эффективности через отображение, связывающее между собой присутствующие на «входе» в качестве «затрат ресурсов» факторы с получаемыми на «выходе» в качестве «выпуска» результатами ее деятельности, необходимым образом предполагает спецификацию определяющей ее конкретное содержание модели оценивания. Основными элементами модели оценивания являются:

- модель технологии деятельности (производственного процесса) организации, используемая для описания преобразования специфицированных на «входе» факторов в получаемые на «выходе» результаты;
- модель внешней среды, специфицирующая набор характеризующих ее параметров, оказывающих существенное влияние на деятельность рассматриваемой организации;
- цели, преследуемые организацией;
- модель функционирования организации в рассматриваемой внешней среде (модель реализации имеющихся тех-

<sup>4</sup> Данное свойство означает, что определение уровня эффективности осуществляется по результатам деятельности всей, обладающей, как правило, сложной организационно-технологической структурой хозяйственной системы, а не ее отдельных подразделений. Это, однако, никоим образом не исключает целесообразности и возможности анализа эффективности деятельности подразделений, входящих в рассматриваемую систему. В таком случае предметом анализа будет выступать уже деятельность отдельного подразделения, которое опять-таки будет фигурировать в качестве некоей целостной, пусть и более низкого иерархического уровня, структуры, реализующей специфические функции в рамках исходной производственной системы.

<sup>5</sup> В данном случае речь идет о выборе или построении логической (модельной) конструкции, описывающей деятельность анализируемой производственной единицы адекватным цели исследования (типу оцениваемой эффективности) образом. В силу качественно-количественной определенности понятия эффективности, а значит и оценки эффективности, содержание самого понятия и соответствующих ему мер определяется в контексте рассматриваемой модели.

<sup>6</sup> В частности, при оценке продуктивности производства хозяйствующего субъекта могут использоваться индексы производительности разного типа, которые в общем случае приводят к количественно несовпадающим оценкам эффективности. В зависимости от доступности информации и целей исследования оценка эффективности производства может исчисляться на основе данных о затратах используемых ресурсов через так называемый затратный индекс производительности (input based productivity index) или на основе данных об объемах произведенных продуктов через так называемый продуктовый индекс производительности (output based productivity index) [Fisher, Shell, 1998, p. 24]. Кроме того, исчисление по фактическим наблюдениям показателей эффективности (например, производительности деятельности рассматриваемой единицы на протяжении определенного промежутка времени) разными методами (среднего арифметического, среднего геометрического, среднего гармонического) также приводит к разным значениям оценки.

нологических возможностей производства);

- метод измерения эффективности деятельности организации;
- шкалы, выбранные для измерения переменных, используемых в моделях технологии деятельности и измерения эффективности организации.

### Измерение эффективности

Модель технологии преобразования организацией факторов ее деятельности в создаваемые результаты является исходным пунктом при построении оценки ее эффективности. Математически самым общим описанием технологии производственного процесса организации служит множество ее технологических (производственных) возможностей, или технологическое множество. Элементами последнего являются так называемые производственные планы, которые представляют собой упорядоченные пары  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  достижимых сочетаний векторов затрат факторов  $\mathbf{x}$  и выпусков продукции  $\mathbf{y}$ . Достижимость, или реализуемость, производственного плана или вектора  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  означает, что если организационная единица обладает ресурсами  $\mathbf{x}$ , то по истечению заданного периода времени (так называемого производственного цикла) она может получить результаты, (например, объемы изготавливаемых видов продукции), представленные вектором  $\mathbf{y}$ . И наоборот, если задан вектор результатов  $\mathbf{y}$ , то рассматриваемая организация может достичь их в течение производственного цикла при наличии у нее вектора ресурсов  $\mathbf{x}$ . Таким образом, если организация использует  $k$  видов ингредиентов для создания  $m$  видов результатов, то ее технологическое множество является подмножеством множества  $R_+^{k+m}$  неотрицательных векторов «входа» и «выхода», а именно:  $T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in R_+^{k+m} : \mathbf{x} \in R_+^k, \mathbf{y} \in R_+^m, (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \text{ — реализуемое сочетание векторов «входа» и «выхода»}\}$ .

Модель технологии деятельности организации, заданная множеством  $T$ , может быть описана либо отображением выпу-

ска, либо отображением затрат. Отображение выпуска для заданного вектора затрат ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$  имеет своим значением множество  $P(\mathbf{x})$  всех векторов выпуска  $\mathbf{y}$ , которые можно произвести с использованием данного вектора ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$ . Иными словами, множество достижимых результатов для вектора ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$  выглядит следующим образом:  $P(\mathbf{x}) = \{\mathbf{y} \in R_+^m : (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T\}$ . При этом для описывающего технологию отображения выпуска постулируется определенный набор из принятых в микроэкономической теории свойств технологии производственного процесса [Fare, Grosskopf, Lovell, 1994; Федотов, 1997; Coelli, Rao, Bateese, 1998], а именно: (а) возможность для организации определять объемы выпуска в рамках достижимого для каждого вектора затрат ресурсов  $\mathbf{x}$  — для любого вектора ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$  возможен нулевой выпуск продукции; (б) отсутствие беззатратного производства — ненулевой вектор результатов (ненулевых объемов выпуска) не может быть получен с нулевыми затратами всех ресурсов; (в) монотонности и непрерывности — множество  $P(\mathbf{x})$  таково, что если  $\mathbf{y} \in P(\mathbf{x})$  и  $\mathbf{y}^* \preceq \mathbf{y}$ <sup>7</sup>, то  $\mathbf{y}^* \in P(\mathbf{x})$  (достижимость любых векторов результатов, не превышающих полученного для заданного вектора «входов») или, в сильной форме, множество  $P(\mathbf{x})$  таково, что если  $\mathbf{y} \in P(\mathbf{x})$ , то для любого  $\mathbf{x}^* \succeq \mathbf{x}$  выполнено  $\mathbf{y} \in P(\mathbf{x}^*)$  (достижимость заданного вектора результатов при неубывании вектора затрат ресурсов); (г) компактности — множество  $P(\mathbf{x})$  является замкнутым и ограниченным для любого конечнозначного вектора затрат ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$  (компоненты вектора  $\mathbf{x}$  принимают только конечные значения), допущение о замкнутости множества является исключительно математическим требованием, тогда как ограниченность множества  $P(\mathbf{x})$  предполагает, что нельзя получить

<sup>7</sup> Бинарные отношения  $\preceq$  и  $\succeq$  на множестве векторов  $R_+^m$  определены, соответственно, как:  $\mathbf{a} \preceq \mathbf{b} \Leftrightarrow a_i \leq b_i$  и  $\mathbf{a} \succeq \mathbf{b} \Leftrightarrow a_i \geq b_i$  для всех  $i = 1, \dots, m$ .

бесконечно большие результаты (произвести неограниченные объемы выпуска) при конечных объемах имеющихся ресурсов; (д) выпуклости — множество  $P(\mathbf{x})$  является выпуклым для любого конечнозначного вектора затрат ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$ , что означает, что если два различных вектора выпуска могут быть произведены при помощи заданного вектора ресурсов  $\mathbf{x}$ , то любое среднее значение этих векторов выпуска также может быть произведено, что в свою очередь равносильно неявному требованию непрерывной делимости получаемых организацией результатов.

При описании технологии деятельности организации, заданной множеством  $T$ , отображение затрат каждому вектору результатов  $\mathbf{y} \in R_+^m$  ставит в соответствие множество его достижимости  $L(\mathbf{y})$ , включающее все векторы ресурсов  $\mathbf{x} \in R_+^k$ , используя которые организация может обеспечить достижение заданного вектора выпуска  $\mathbf{y}$ . Иными словами, множество достижимости вектора результатов  $\mathbf{y} \in R_+^m$  выглядит следующим образом:  $L(\mathbf{y}) = \{\mathbf{x} \in R_+^k: (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T\}$ . Как и в случае с описывающим технологию отображением выпуска, для отображения затрат постулируется аналогичный набор из принятых в микроэкономической теории свойств технологии производственного процесса [Fare, Grosskopf, Lovell, 1994; Федотов, 1997; Coelli, Rao, Batese, 1998], а именно: (а) возможность для организации определять объемы выпуска в рамках достижимого для каждого вектора затрат ресурсов  $\mathbf{x}$  — нулевой выпуск продукции возможен для любого вектора ресурсов; (б) отсутствие беззатратного производства — при нулевых ресурсах не могут быть получены значения выпуска отличные от нуля; (в) монотонность и непрерывность — множество  $L(\mathbf{y})$  таково, что если  $\mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$  и  $\mathbf{x}^* \succcurlyeq \mathbf{x}$ , то  $\mathbf{x}^* \in L(\mathbf{y})$  (достижимость заданного вектора результатов при неубывании вектора затрат ресурсов) или, в сильной форме, множество  $L(\mathbf{y})$  таково, что если  $\mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$ , то для любого  $\mathbf{x}^* \succcurlyeq \mathbf{x}$  выполнено  $\mathbf{x}^* \in L(\mathbf{y})$  (достижимость заданного вектора резуль-

татов при наличии вектора ресурсов, не превышающих полученного для заданного вектора «входов»); (г) замкнутость и ограниченность снизу — множество  $L(\mathbf{y})$  является замкнутым и ограниченным снизу для любого ненулевого вектора результатов  $\mathbf{y} \in R_+^m$ ; (д) выпуклость — множество  $L(\mathbf{y})$  является выпуклым для любого ненулевого вектора результатов  $\mathbf{y} \in R_+^m$ .

Для организации, деятельность которой сопряжена с преобразованием набора ресурсов  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_k) \in R_+^k, k > 1$ , в создаваемые результаты, представленные вектором «выхода»  $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_m) \in R_+^m, m > 1$ , очевидной мерой эффективности будет совокупная производительность факторов, определяемая как отношение совокупной оценки ценности полученных на «выходе» результатов к совокупной оценке ценности использованных ресурсов:

$$TFP = \frac{V(y_1, \dots, y_m)}{v(x_1, \dots, x_k)},$$

где  $V(y_1, \dots, y_m)$  — числовая оценка совокупной ценности полученных организацией результатов, а  $v(x_1, \dots, x_k)$  — числовая оценка совокупной ценности использованных ресурсов. Таким образом, сравнение по эффективности некоторого числа  $n$  организаций требует построения для каждой из них числовых оценок совокупной ценности полученных результатов и совокупной ценности использованных ресурсов.

Наиболее распространенным подходом к построению показателя совокупной производительности является использование линейных функций совокупной ценности «входов» и «выходов» организации, т.е. мерой эффективности организации  $j$ ,  $j = 1, \dots, n$  служит значение

$$TFP_j = \frac{\sum_{i=1}^m u_i y_i^{(j)}}{\sum_{s=1}^k w_s x_s^{(j)}},$$

где векторы  $\mathbf{y}^{(j)} = (y_1^{(j)}, \dots, y_m^{(j)})$  и  $\mathbf{x}^{(j)} = (x_1^{(j)}, \dots, x_k^{(j)})$  описывают, соответственно, «выход» и «вход» организации  $j$ , компо-

ненты вектора  $\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_m)$  — неотрицательные весовые коэффициенты, характеризующие ценность соответствующих видов создаваемых организациями результатов, а компоненты вектора  $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_k)$  — неотрицательные весовые коэффициенты, отражающие ценность задействованных организацией ресурсов. Таким образом, для сравнения рассматриваемых  $n$  организационных единиц по эффективности их деятельности требуется установить значения векторов весовых коэффициентов  $\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_m)$  и  $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_k)$ . В качестве таковых чаще всего принято использовать цены создаваемых продуктов и услуг, с одной стороны, и цены используемых ресурсов — с другой, и далее, соответственно, анализировать эффективность организаций с помощью разнообразных ценовых и объемных индексов их производственной деятельности [Fisher, Shell, 1998].

Однако при этом возникает ряд проблем, связанных с тем, что: во-первых, существенно сужается круг рассматриваемых организаций, для которых возможно построение такого рода мер эффективности, поскольку из него фактически выпадает преобладающее большинство организаций государственного и некоммерческого секторов, занятых созданием распределяемых нерыночным путем благ и услуг для населения; во-вторых, даже для коммерческих организаций такая мера эффективности является неполной с точки зрения учета создаваемых результатов и используемых факторов из-за того, что во внимание принимаются только те из них, которые имеют стоимостную оценку; и, в-третьих, сравнение эффективности деятельности организаций по совокупной производительности, рассчитываемой на основе фиксированных весовых коэффициентов для переменных «выхода» и «входа» ставит сравниваемые единицы в «неравноправные» условия, поскольку в ситуациях, когда в силу особенности их деятельности у них отсутствует возможность варьировать структуру «выхода» или «входа», задаваемая весами оптимальная структура

«выхода» и «входа» организации<sup>8</sup> благоприятна для одних и неблагоприятна — для других (см., напр.: [Cooper, Seiford, Tone, 2007, p. 12–14]).

Альтернативный подход к измерению эффективности деятельности организаций состоит в том, чтобы оценивать их деятельность относительно существующих у них технологических возможностей. Данная методология была предложена в работах Г. Дебре [Debreu, 1951] и М. Дж. Фаррелла [Farrell, 1957]. Наиболее известной является последняя работа, в которой изложена модель измерения эффективности деятельности организации (максимизирующей прибыль фирмы) относительно имеющихся у нее производственных возможностей, впоследствии получившая название модель Фаррелла (подр. см.: [Федотов, 1992; 1997]).

Ключевым моментом в модели Фаррелла выступает построение границы производственных возможностей (далее — ГПВ) организации, относительно которой и оценивается эффективность ее деятельности. Отправной точкой для решения данной задачи является описание технологии деятельности организации с помощью отображения выпуска или отображения затрат. В зависимости от используемого отображения измерение эффективности будет происходить либо в пространстве выпусков относительно границы множества достижимых выпусков  $P(\mathbf{x})$  при заданном уровне затрат организации, либо в пространстве затрат ресурсов относительно границы множества достижимости  $L(\mathbf{y})$  для заданного вектора выпуска.

Определяемая в рамках отображения выпуска ГПВ организации при заданном векторе «входов»  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_k)$  — это граница множества  $P(\mathbf{x})$ , представляющая собой подмножество его Парето-эффективных

<sup>8</sup> Оптимальная с точки зрения максимизации числовой оценки совокупной ценности получаемых организацией результатов  $V(y_1^{(j)}, \dots, y_m^{(j)})$  и минимизации значения оценки совокупной ценности используемых ресурсов  $v(x_1^{(j)}, \dots, x_k^{(j)})$ .

точек. Иными словами, при описании деятельности организации с помощью отображения выпуска условие ее эффективности заключается в том, что увеличение объема выпуска любого из создаваемых ею результатов сопряжено: (а) либо со снижением выпуска хотя бы одного из остальных; (б) либо с увеличением затрат, по крайней мере, одного из используемых в процессе их создания факторов.

Аналогично, в рамках отображения затрат ГПВ организации при заданном векторе «выходов»  $y = (y_1, \dots, y_m)$  — это граница множества  $L(y)$ , представляющая собой подмножество его Парето-эффективных точек. Соответственно, в пространстве затрат используемых ресурсов критерий эффективности выглядит аналогичным образом — организационная единица будет эффективна в том и только том случае, если уменьшение в уровне затрат любого из ее применяемых факторов требует: (а) либо увеличения затрат остальных задействованных ею факторов (или, по крайней мере, одного из них); (б) либо снижения значения хотя бы одного из создаваемых результатов.

Подмножества эффективных точек в множестве  $P(x)$  и  $L(y)$  формируют ГПВ организации в соответствующем пространстве, и в дальнейшем относительно нее определяется положение организации, которая идентифицирована вектором фактических значений результатов или использованных ресурсов. Радиальная, т.е. направленная по радиусу или лучу, мера эффективности измеряет расстояние от точки, характеризующей рассматриваемую единицу (вектора фактических затрат ресурсов в случае, когда измерение эффективности осуществляется в пространстве затрат ресурсов, и вектора фактического выпуска, когда измерение производится в пространстве выпускаемых продуктов) до соответствующей ГПВ. Расстояние измеряется по лучу, проходящему через точку, демонстрирующую результаты деятельности рассматриваемой единицы и показывает насколько далеко она отстоит от доступных ей эффективных

значений переменных «выхода» или «входа». Соответственно данное расстояние измеряет техническую эффективность деятельности организации, указывая, насколько полно она реализует доступные ей технологически возможности.

При измерении эффективности в пространстве затрат радиальная мера эффективности показывает максимальное равно пропорциональное уменьшение затрат всех ресурсов, которое может осуществить производственная единица, сохранив при этом возможность выпуска заданного вектора выпуска продукции. Иными словами, радиальная мера эффективности в пространстве затрат ресурсов показывает, за счет какой минимальной доли фактических затрат ресурсов производственная единица способна произвести заданный вектор выпуска продукции. Аналогично, при измерении эффективности в пространстве выпускаемых продуктов радиальная мера представляет собой максимальное равно пропорциональное увеличение вектора выпускаемой продукции, которое достижимо для производственной единицы при заданном векторе затрат ресурсов (подробнее см., напр.: [Fare, Grosskopf, Lovell, 1994, ch. 3–4]).

Формальное определение функции расстояния, построенной на множестве выпусков, выглядит следующим образом:  $d_0(x, y) = \max\{\delta: (y/\delta) \in P(x)\}$ , где:  $d_0(x, y)$  — функция расстояния до ГПВ в пространстве выпусков от точки реализованного организацией производственного плана  $(x, y)$ ;  $\delta$  — значение функции расстояния  $d_0(x, y)$ .

Функция расстояния, построенная на множестве выпусков, используется в случаях, когда стоит задача максимизации выпуска при неизменных затратах. В этих условиях функция обладает следующими свойствами: (а)  $d_0(x, y)$  является убывающей по  $y$  и возрастающей по  $x$ ; (б)  $d_0(x, y)$  линейно однородна по  $y$ ; (в) если  $y$  принадлежит множеству производственных возможностей (или достижимых значений выпуска  $x$ ), то  $d_0(x, y) \leq 1$ ;

и (г)  $d_0(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = 1$ , если  $\mathbf{y}$  находится на границе производственных возможностей [Coelli, Rao, Battese, 2005].

Рассмотрим пример функции расстояния для случая с двумя видами результатов  $y_1$  и  $y_2$ , которые организация создает, используя вектор ресурсов  $\mathbf{x}$ . Для заданного вектора ресурсов можно отразить технологию производства в двухмерном пространстве (рис. 1). На рисунке множество достижимых выпусков  $P(\mathbf{x})$ , характеризующее производственные возможности организации, представляет собой область ограниченную осями  $y_1$  и  $y_2$  и кривой, описывающей ГПВ для заданного вектора ресурсов  $\mathbf{x}$ . Значение функции расстояния для фирмы, использующей объем ресурсов  $\mathbf{x}$  для производства некоторого объема выпуска  $\mathbf{y}$ , соответствующее точке  $A$ , равно отношению длин отрезков  $OA$  и  $OB$ :  $\delta = |OA|/|OB|$ .

Расстояние от точки  $A$  до точки  $B$  является величиной, характеризующей потенциал увеличения результатов в существующем в точке  $A$  соотношении  $y_1$  и  $y_2$  при неизменном уровне затрат факторов. В то же время точка  $B$  лежит на границе производственных возможностей и значение функции расстояния в этой точке равно единице [Coelli, Rao, Battese, 2005].

Функции расстояния на множестве ресурсов (или затрат) конструируется аналогичным образом относительно границы множества достижимости заданного вектора результатов  $L(\mathbf{y})$ . Ее определение выглядит так:  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \min\{\rho: (\mathbf{x}/\rho) \in L(\mathbf{y})\}$ , где  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  — функция расстояния до ГПВ в пространстве затрат от точки реализованного организацией производственного плана  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ ;  $\rho$  — числовое значение функции расстояния  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ .

Рассматриваемая функция расстояния оценивает возможности организации по минимизации объемов используемых ресурсов при неизменном выпуске. Функция  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  обладает следующими свойствами: (а)  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  является неубывающей по  $\mathbf{x}$  и возрастающей по  $\mathbf{y}$ ; (б)  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  линейно однородна по  $\mathbf{x}$ ; (в) если  $\mathbf{x}$  принадлежит

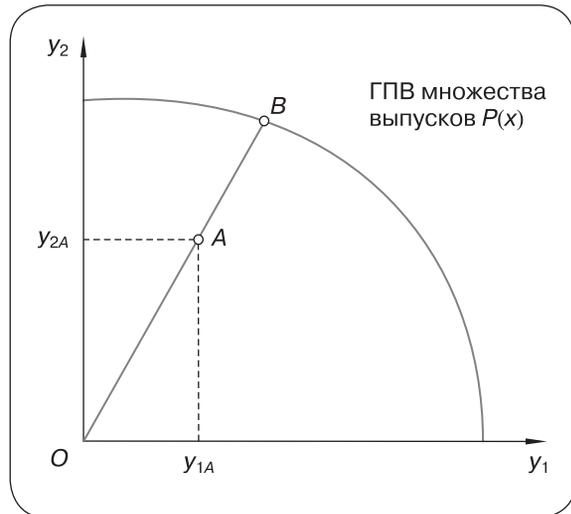


Рис. 1. Измерение расстояния на множестве выпусков продукции

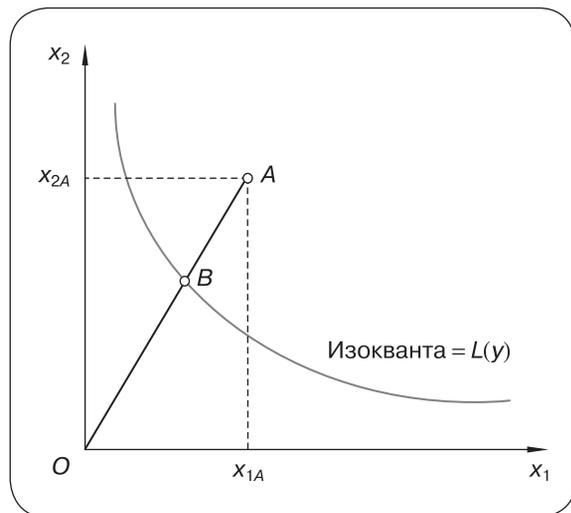


Рис. 2. Измерение расстояния на множестве используемых ресурсов

множеству векторов затрат, то  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \geq 1$ ; (г)  $d_i(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = 1$ , если  $\mathbf{x}$  находится на границе множества векторов затрат (на изокванте) [Coelli, Rao, Battese, 2005].

Для графической иллюстрации этой функции можно использовать пример с двумя видами ресурсов  $(x_1, x_2)$ , используемыми для получения некоторого заданного вектора результатов  $\mathbf{y}$  (рис. 2). На графике множество достижимости вектора

заданных результатов  $L(y)$  ограничено снизу и слева представляющей ГПВ изоквантой. Значение функции расстояния для организации, представленной точкой  $A$  и использующей ресурсы в количествах  $x_{1A}$  и  $x_{2A}$  для получения на «выходе» вектора  $y$ , равно отношению длин отрезков  $OA$  и  $OB$ ,  $\rho = |OA|/|OB|$ .

Представленные функции расстояния  $d_0(x, y)$  и  $d_i(x, y)$  тесно взаимосвязаны. В частности, справедливы следующие утверждения [Coelli, Rao, Battese, 2005]:

1. неравенство  $d_i(x, y) \geq 1$  справедливо тогда и только тогда, когда  $d_0(x, y) \leq 1$ ;
2. если используемая организацией технологией производства имеет постоянную отдачу от масштаба, то для всех  $x$  и  $y$  справедливо:  $d_i(x, y) = 1/d_0(x, y)$ .

Метод DEA (Data Envelopment Analysis — анализ свертки данных) представляет собой инструмент, с помощью которого по совокупности данных о деятельности организаций удается построить ГПВ для рассматриваемых единиц и оценить техническую эффективность их деятельности (подробнее об этом см. в статье [Буссофиане, Дайсон, Танасулис, 2012] в данном номере журнала). Авторство метода DEA принадлежит А. Чарнсу, У. Куперу и Е. Родесу, которые использовали для измерения эффективности деятельности организаций аппарат линейного программирования [Charnes, Cooper, Rhodes, 1978]. Как отмечается в [Førsund, Sarafoglou, 2002], в основе разработанного А. Чарнсом и его коллегами метода лежат идеи М. Фаррелла.

Модель DEA рассматривает совокупность точек наблюдений, описывающих результаты деятельности независимых производственных единиц, так называемых DMU — Decision Making Units (единиц, принимающих решения). Абстрактный характер понятия независимой производственной единицы DMU, представленной в модели векторами переменных «входа» и «выхода», позволяет использовать метод DEA для оценки эффективности деятельности самого широкого круга организаций, применительно к которым удастся специ-

фицировать имеющие самую разную природу количественно измеримые объясняющие и результирующие переменные [Cooper, Seiford, Zhu, 2004].

Метод DEA основан на использовании для этих целей методов линейного программирования и, соответственно, получаемые с его помощью ГПВ имеют кусочно-линейную форму. Получаемая в результате применения DEA оценка эффективности организации представляет собой относительное расстояние в пространстве затрат ресурсов или выпусков продукции от точки, характеризующей реализованный организацией  $j$  производственный план  $(x^{(j)}, y^{(j)})$ , до соответствующего участка кусочно-линейной ГПВ, построенной для рассматриваемой совокупности объектов. Соответственно, она характеризует техническую эффективность  $j$ -й единицы, показывая степень реализации доступных ей технологических возможностей. Результаты использования метода DEA весьма информативны с управленческой точки зрения. Это связано с тем, что наряду с получаемыми оценками эффективности анализируемых объектов исследователь для каждой неэффективной единицы извлекает информацию о составе множества эффективных единиц, формирующих участок ГПВ, по отношению к которому получена ее (неэффективной единицы) оценка. По сути, метод DEA представляет собой инструмент бенчмаркинга, использование которого не только позволяет установить наиболее эффективные организационные единицы, но и выделить из их числа эталоны для неэффективных объектов, определив при этом сколь далеко последние расположены от первых.

Представленные в разделе «Хрестоматия» статьи «Прикладной анализ свертки данных» [Буссофиане, Дайсон, Танасулис, 2012] и «Анализ эффективности процессов в цепях поставок» [Райнер, Хофманн, 2012] весьма удачно дополняют друг друга, наглядно демонстрируя читателю возможности применения метода DEA в целях решения прикладных задач управления.

Статья [Буссофиане, Дайсон, Танасулис, 2012] посвящена главным образом содержанию метода DEA. Авторы особенно подробно останавливаются на интерпретации получаемых с помощью DEA результатов оценивания эффективности организаций и использовании их в бенчмаркинге. Несомненно, почтенный возраст этой публикации не позволяет серьезно относиться к приводимой ссылке на обзор исследований в области дальнейших направлений разработки метода. Самую последнюю в наши дни библиографию и много других полезных материалов читатель найдет на сайте

“*Data Envelopment Analysis Homepage*“ [Emrouznejad, 1995–2011].

Статья [Райнер, Хофманн, 2012] рассказывает об использовании метода DEA при анализе эффективности цепей поставок. Особый интерес в данной статье вызывает рассматриваемая при оценке эффективности организационная система — цепь поставок. Важными представляются предложенное в статье решение проблемы идентификации «входов» и «выходов» для объектов цепи поставок, а также полученные в результате использования DEA эмпирические результаты.

## ЛИТЕРАТУРА

- Буссофиане А., Дайсон Р. Дж., Танасулис Э. 2012. Прикладной анализ свертки данных. *Российский журнал менеджмента* 10 (2): 63–88.
- Лопатников Л. И. 1993. *Экономико-математический словарь*. М.: Наука.
- Райнер Дж., Хофманн П. 2012. Анализ эффективности процессов в цепях поставок. *Российский журнал менеджмента* 10 (2): 89–116.
- Румянцева Е. Е. 2005. *Новая экономическая энциклопедия*. М.: ИНФРА-М.
- Федотов Ю. В. 1992. Оценка эффективности производственной деятельности фирмы с помощью производственной функции. *Вестник С.-Петербургского ун-та. Серия Экономика* (3): 112–118.
- Федотов Ю. В. 1997. *Методы и модели построения эмпирических производственных функций*. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та.
- Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2 (6): 429–444.
- Coelli T., Prasada Rao D. S., Battese G. E. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2nd ed. Springer: N. Y.
- Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J. (eds.). 2004. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer-Nijhoff Publishing: Boston-Dordrecht-Lancaster.
- Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. 2007. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. 2nd ed. Springer: N. Y.
- Debreu G. 1951. The coefficient of resource utilization. *Econometrica* 19 (3): 273–292.
- Emrouznejad A. 1995–2011. *Data Envelopment Analysis Homepage*. <http://www.DEAzone.com>.
- Fare R., Grosskopf S., Lovell K. C. A. 1994. *Production Frontiers*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Farrell M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 120 (3): 253–290.
- Fisher F. M., Shell K. 1998. *Economic Analysis of Production Price Indexes*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Førsund F. R., Sarafoglou N. 2002. On the origins of Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis* 17 (1/2): 23–40.
- Verweire K., van den Berghe L. (eds.). 2005. *Integrated Performance Management: A Guide to Strategy Implementation*. Sage

- Publications: London, Thousand Oaks, New Dehli.
- Kennerley M., Neely A. 2007. Performance measurement frameworks: A review. In: Neely A. (ed.) *Business Performance Measurement: Unifying Theory and Integrating Practice*. Cambridge University Press: Cambridge; 143–162.
- Lebas M., Euske K. 2007. A conceptual and operational delineation of performance. In: Neely A. (ed.) *Business Performance Measurement: Unifying Theory and Integrating Practice*. 2nd edition. Cambridge University Press: Cambridge; 125–139.
- Neely A. (ed.). 2007. *Business Performance Measurement: Unifying Theory and Integrating Practice*. 2nd ed. Cambridge University Press: Cambridge.
- Neely A., Adams C., Crowe P. 2001 The performance prism in practice. *Measuring Business Excellence* 5 (2): 6–12.
- Neely A., Adams C., Kennerley M. 2002. *The Performance Prism: The Scorecard for Measuring and Managing Business Success*. Prentice Hall: NJ.
- The Economist*. 2006. April, 15–21.
- Thomson W., Tait P.G. 1867 (2003). *Treatise on Natural Philosophy* (Elibron Classics Series). Adamant Media Corporation: Boston.
- Thorpe R., Holloway J. (eds.). 2008. *Performance Management: Multidisciplinary Perspectives*. Palgrave Macmillan: N. Y.

**Латинская транслитерация литературы, набранной на кириллице**  
**The List of References in Cyrillic Transliterated into Latin Alphabet**

- Boussofiene A., Dyson R.G., Thanassoulis E. 2012. Prikladnoj analiz svertki dannykh. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta* 10 (2): 63–88.
- Lopatnikov L.I. 1993. *Ekonomiko-matematicheskij slovar'*. M.: Nauka.
- Reiner G., Hofmann P. 2012. Analiz ehffektivnosti protsessov v tsepyakh postavok. *Rossijskij zhurnal menedzhmenta* 10 (2): 89–116.
- Rumyantseva E.E. 2005. *Novaya ekonomicheskaya entsiklopediya*. M.: INFRA-M.
- Fedotov Yu.V. 1997. *Metody i modeli postroeniya ehmpiricheskikh proizvodstvennykh funktsij*. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta.
- Fedotov Yu.V. 1992. Otsenka ehffektivnosti proizvodstvennoj deyatel'nosti firmy s pomoshh'yu proizvodstvennoj funktsii. *Vestnik S.-Peterburgskogo un-ta. Seriya Ekonomika* (3): 112–118.

Статья поступила в редакцию  
 10 июня 2012 г.