

ОБЗОР РУССКОЯЗЫЧНЫХ НАИМЕНОВАНИЙ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

г. Красноярск

emorgunov@mail.ru



Взгляд на понятие эффективности с двух позиций

- Эффективность — степень достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени
 - По-английски — «effectiveness»

- Эффективность =
$$\frac{\text{Результаты}}{\text{Затраты}}$$
 - По-английски — «efficiency»



Эффективность системы

Эффективность — комплексное свойство любой целенаправленной деятельности

- проявляется только в процессе функционирования системы
- отражает степень пригодности системы для ее использования по назначению

Эффективность системы определяется

- используемой технологией функционирования
- качеством управления
- условиями функционирования
- качеством ресурсов
- структурой системы



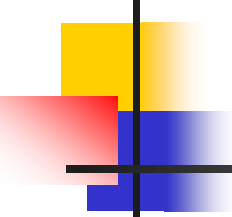
История возникновения метода

Метод Data Envelopment Analysis (DEA) предложили в 1978 г. американские ученые A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes

Charnes, A. Measuring the efficiency of Decision Making Units [Text] / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European journal of operational research. – 1978. – Vol. 2. – P. 429–444.

Они основывались на идеях, изложенных в статье M. J. Farrell, опубликованной в 1957 г.

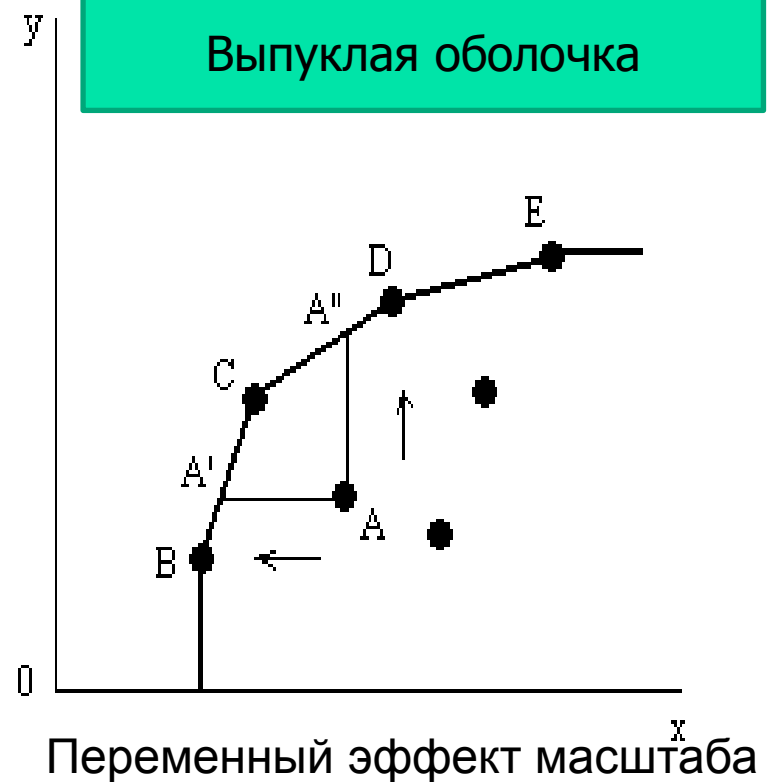
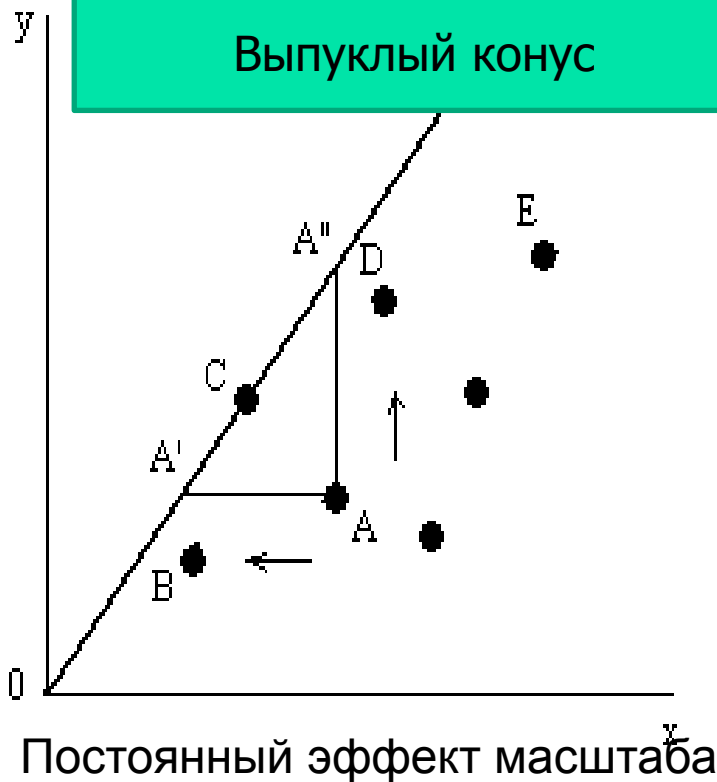
Farrell, M. J. The measurement of productive efficiency [Text] / M. J. Farrell // Journal of The Royal Statistical Society, Series A (General), Part III. – 1957. – Vol. 120. – P. 253–281.



Пример русскоязычного названия – метод анализа иерархий (МАИ)

- По-английски – Analytic Hierarchy Process
- Предложен Т. Саати в 1970-х гг.
- Имеет устоявшееся название на русском языке
- В предисловии к русскому переводу книги Т. Саати «Принятие решений. Метод анализа иерархий» говорится: «В отдельных библиографических ссылках на русском языке это название переводилось по-разному: „процесс аналитической иерархии“, „аналитический иерархический метод“ и т. п. Выбор вынесенного в заглавие книги названия обусловлен тем, что оно наиболее точно отражает **суть разработанной Т. Саати методологии**». А в книге О. И. Ларичева используется очень похожий перевод – «подход аналитической иерархии».

Идея метода DEA



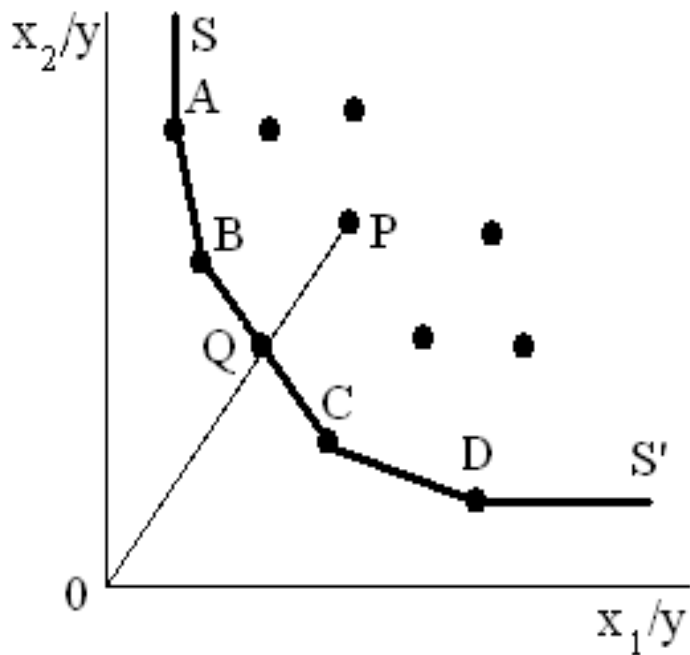
Стрелками показано направление проецирования объектов на границу эффективности (ориентация на вход или на выход)



Метод Data Envelopment Analysis (DEA)

- Метод является способом оценки производственной функции
- Граница эффективности является базовым понятием метода
- Она строится в многомерном пространстве входных и выходных показателей, описывающих оцениваемые объекты
- Входные показатели – ресурсы, выходные показатели – продукция
- Степень эффективности конкретного объекта определяется расстоянием между точкой, соответствующей ему, и границей эффективности

Два входа и один выход (ориентация на вход)



- Эффективность объекта P :
$$\text{Eff} = OQ / OP$$
- A , B , C и D – эффективные объекты
- SS' – граница эффективности

Модель метода DEA (ориентация на вход)

$$\min_{\theta, \lambda} (\theta),$$

$$-y_j + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_j - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0.$$

дополнительное ограничение

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

скаляр $\theta \leq 1$ – мера (показатель) эффективности j -го объекта

- n – число объектов
 m – число входных показателей
 s – число выходных показателей
- X – матрица входных показателей для всех n объектов (размерность $m \times n$)
- Y – матрица выходных показателей для всех n объектов (размерность $s \times n$)
- x_j и y_j – вектор-столбцы входных и выходных показателей для j -го – оцениваемого – объекта
- λ – вектор констант (размерность $n \times 1$)

Модель метода DEA (ориентация на выход)

$$\max_{\varphi, \lambda} (\varphi),$$

$$-\varphi y_j + Y\lambda \geq \mathbf{0},$$

$$x_j - X\lambda \geq \mathbf{0},$$

$$\lambda \geq \mathbf{0}.$$

дополнительное ограничение

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

- n – число объектов
 m – число входных показателей
 s – число выходных показателей
- X – матрица входных показателей для всех n объектов (размерность $m \times n$)
- Y – матрица выходных показателей для всех n объектов (размерность $s \times n$)
- x_j и y_j – вектор-столбцы входных и выходных показателей для j -го – оцениваемого – объекта
- λ – вектор констант (размерность $n \times 1$)

скаляр $\varphi \geq 1$ – мера (показатель) эффективности j -го объекта



Правила применения метода DEA

- Задача решается N раз (т. е. для каждого объекта):
 - если $\theta = 1$ ($\varphi = 1$), то объект эффективен;
 - если $\theta < 1$ ($\varphi > 1$), то объект неэффективен
- Неэффективные объекты можно спроецировать на границу эффективности, получив линейную комбинацию $(X\lambda, Y\lambda)$ – гипотетический эталонный объект
- Для объектов с $\theta < 1$ могут быть установлены **цели**:
пропорциональное сокращение их входных показателей в θ раз при сохранении выходных показателей на прежнем уровне
- Для объектов с $\varphi > 1$ могут быть установлены **цели**:
пропорциональное увеличение их выходных показателей в φ раз при сохранении входных показателей на прежнем уровне

Привлекательные свойства метода DEA (1)



- позволяет вычислить один агрегированный – скалярный – показатель для каждого объекта
- может одновременно обрабатывать много входов и много выходов, каждый из которых при этом может измеряться в различных единицах измерения
- производит конкретные оценки желательных изменений во входах/выходах, которые позволили бы вывести неэффективные объекты на границу эффективности
- не требует априорного указания весовых коэффициентов для переменных, соответствующих входным и выходным показателям при решении задачи оптимизации

Привлекательные свойства метода DEA (2)



- не налагает никаких ограничений на функциональную форму зависимости между входами и выходами
- позволяет при необходимости учесть предпочтения менеджеров, касающиеся важности тех или иных входных или выходных переменных
- позволяет учитывать внешние по отношению к рассматриваемой системе переменные – факторы окружающей среды
- формирует Парето-оптимальное множество точек, соответствующих эффективным объектам
- концентрируется на выявлении примеров так называемой *лучшей практики* (best practice), а не на каких-либо усредненных тенденциях, как, например, регрессионный анализ



Сферы применения метода

- государственное управление
- промышленность и сельское хозяйство
- военная сфера
- образование и здравоохранение
- транспорт
- финансовая сфера и торговля
- энергетика и энергоснабжение
- спорт



Метод DEA в России

- Первые в России – профессор В. Е. Кривоножко и его аспиранты и коллеги из Института системного анализа РАН. Их первые статьи по этому методу вышли еще в конце 90-х годов прошлого столетия

Анализ эффективности функционирования сложных систем [Текст] / В. Е. Кривоножко, А. И. Пропой, Р. В. Сеньков, И. В. Родченков, П. М. Анохин // Автоматизация проектирования. – 1999. – № 1. – С. 2–7.

- Города России, в которых «знают» о методе DEA
 - Москва
 - Санкт-Петербург (СПбГУ, Ю. В. Федотов)
 - Барнаул
 - Иваново
 - Красноярск
 - Нижний Новгород
 - Самара



Публикации в России

- Защищено более 10 диссертаций (физико-математические, технические и экономические науки)
- Статьи в журналах (в т. ч. «Экономика и математические методы»)
- Доклады на конференциях
- Учебник

Кривоножко, В. Е. Анализ деятельности сложных социально-экономических систем [Текст] / В. Е. Кривоножко, А. В. Лычев. – М. : Издательский отдел факультета ВМ и К МГУ ; МАКС Пресс, 2010. – 208 с.



Подходы к формированию русскоязычного наименования метода

- буквальный пословный перевод оригинального названия
- наименование в честь авторов метода
- наименование, отражающее назначение метода или сферу применения
- наименование, отражающее механизм, принцип работы или основную идею (суть) метода

Критерии выбора названия:

- соответствие теории метода, оригинальность и благозвучие

envelop – 1. обвертывать; обволакивать; окружать
2. огибать, окружать



Русскоязычные эквиваленты названия метода

- В. Е. Кривоножко и его коллеги используют такой – «Анализ Среды Функционирования» (АСФ)

В оригинальном названии метода есть слово envelopment (обертывание). Граница эффективности как бы огибает, или обертывает, точки, соответствующие исследуемым объектам в многомерном пространстве

- «метод обволакивающей поверхности»
- «метод оболочки данных»
- «анализ свертки данных»
- «непараметрический метод анализа оболочки данных (АОД)»
- «анализ „упаковки“ (охвата) данных»
- DEA-анализ



Конференция в Красноярске

XXI Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика Михаила Федоровича Решетнева «РЕШЕТНЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»

08–11 ноября 2017 г.

Секция 13. Эффективность функционирования сложных систем (теория эффективности, методы исследования, Data Envelopment Analysis / Анализ Среды Функционирования)



Спасибо за внимание
