



ПРОДВИЖЕНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS В РОССИИ

Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова

Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М. Ф. Решетнева

г. Красноярск

emorgunov@mail.ru



«Лучшим каждому кажется то, к чему он имеет охоту»
(К. Прутков)

Цель доклада — проинформировать уважаемых коллег о методе Data Envelopment Analysis (DEA) и способствовать его продвижению в ваших вузах



Эффективность системы

- эффективность — комплексное свойство любой целенаправленной деятельности
- проявляется только в процессе функционирования системы
- отражает степень пригодности системы для ее использования по назначению



Официальное мнение

В паспортах научных специальностей

05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»

05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»

большое внимание уделено именно проблеме
повышения эффективности систем

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 определяется

- Используемой технологией функционирования
- Качеством управления
- Условиями функционирования
- Качеством ресурсов
- Структурой системы

История возникновения метода



Метод 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.

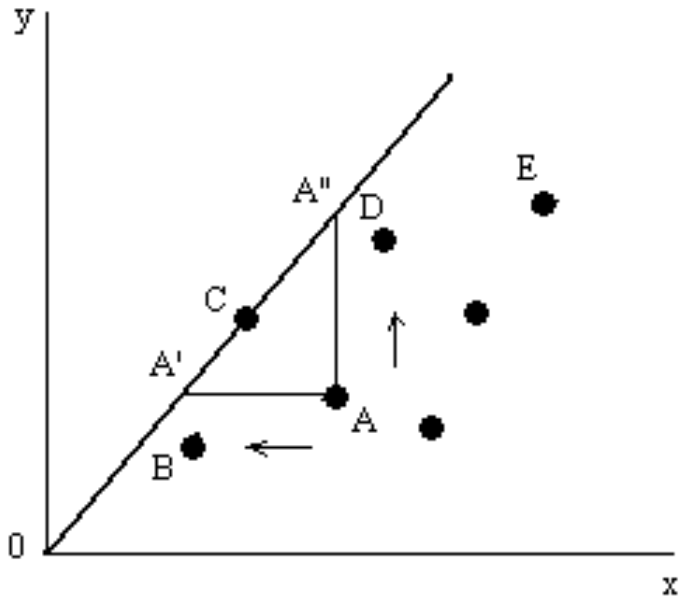
Farrell, M. J. The measurement of productive efficiency [Text] / M. J. Farrell //
Journal of The Royal Statistical Society, Series A (General), Part III. – 1957. –
Vol. 120. – P. 253–281.



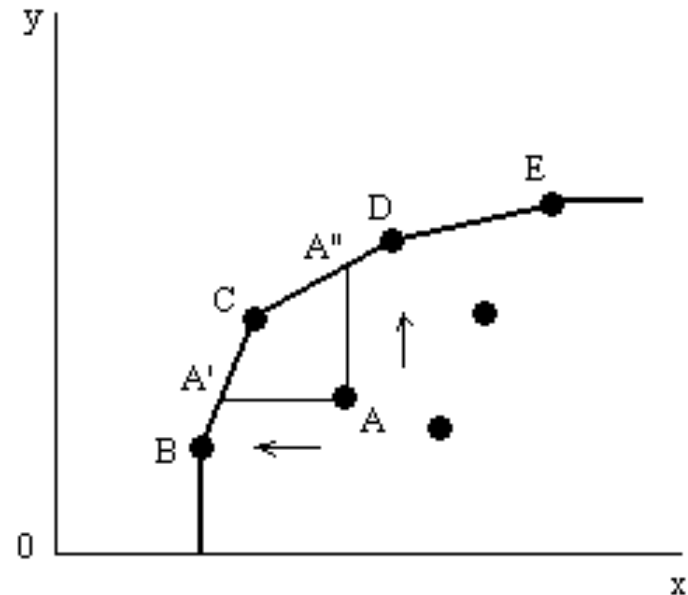
Метод Data Envelopment Analysis (DEA)

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

Граница эффективности



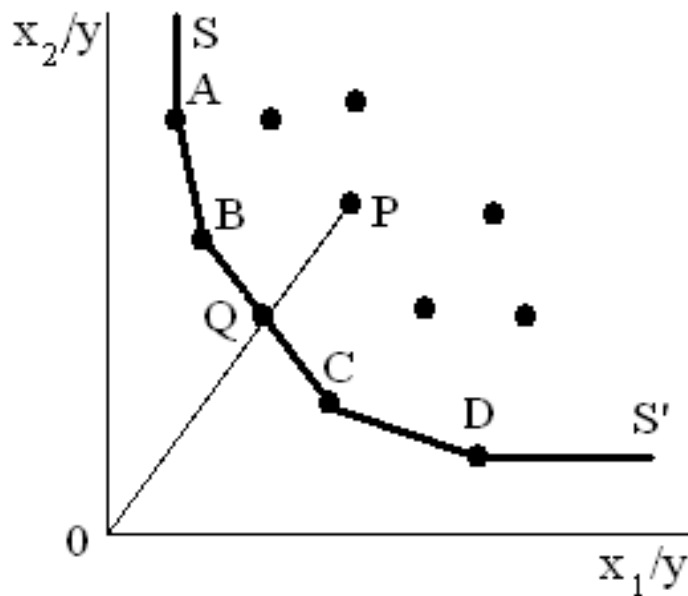
Постоянный
эффект масштаба



Переменный
эффект масштаба

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

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)

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

$$- \mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0},$$

$$\theta \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0},$$

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

- N – число объектов
 K – число входных параметров
 M – число выходных параметров
- X – матрица входных параметров для всех N объектов (размерность $K \times N$)
- Y – матрица выходных параметров для всех N объектов (размерность $M \times N$)
- x_i и y_i – вектор-столбцы входных и выходных параметров для i -го – оцениваемого – объекта

скаляр $\theta \leq 1$ – мера (показатель) эффективности i -го объекта;
 $\boldsymbol{\lambda}$ – вектор констант (размерность $N \times 1$)

Модель метода DEA (ориентация на выход)

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

$$\mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0},$$

$$\varphi \mathbf{y}_i - \mathbf{Y}\lambda \leq \mathbf{0},$$

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

- N – число объектов
 K – число входных параметров
 M – число выходных параметров
- X – матрица входных параметров для всех N объектов (размерность $K \times N$)
- Y – матрица выходных параметров для всех N объектов (размерность $M \times N$)
- x_j и y_j – вектор-столбцы входных и выходных параметров для j -го – оцениваемого – объекта

скаляр $\varphi \geq 1$ – мера (показатель) эффективности i -го объекта;
 λ – вектор констант (размерность $N \times 1$)

Правила применения метода DEA (1)

- Задача решается M 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



Правила применения метода DEA (2)

- Для объектов с $\theta < 1$ могут быть установлены **цели**: пропорциональное сокращение их входных факторов на величину θ (в θ раз) при сохранении выходных значений на прежнем уровне
- Для объектов с $\varphi > 1$ могут быть установлены **цели**: пропорциональное увеличение их выходных факторов в φ раз при сохранении входных значений 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
- позволяет учитывать внешние по отношению к рассматриваемой системе переменные – факторы окружающей среды
- не требует априорного указания весовых коэффициентов для переменных, соответствующих входным и выходным параметрам 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
- производит конкретные оценки желательных изменений во входах/выходах, которые позволили бы вывести неэффективные объекты на границу эффективности
- 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
- агропромышленная сфера
- военная сфера
- образование
- здравоохранение
- транспорт
- спорт
- и др.



Сферы применения метода в России

- финансовая сфера
- нефтегазовая промышленность
- агропромышленная сфера
- торговля
- энергетика и энергоснабжение

- управление воспроизводством человеческого капитала
- сравнительная оценка эффективности регионов России



Программное обеспечение

- PIM-DEA Soft (Performance Improvement Management Software) (<http://deazone.com/en/software>)
Это коммерческое ПО
- DEAOS (DEA Online Software) (<https://www.deaos.com>)
Это web-приложение
- DEAP (<http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php>)
Одна из самых популярных и известных программ
Автор – австралийский профессор Т. Coelli
Эта программа является свободным ПО
Консольное приложение
- И другое ПО...



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.

Русскоязычный эквивалент 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»



Веб-ресурсы

- <http://www.deazone.com>

Его поддерживает профессор Ali Emrouznejad

- в российском сегменте Интернета аналогичного web-ресурса нам найти не удалось



Наш веб-ресурс

<http://www.morgunov.org/efficiency.html>

- краткое введение в метод DEA
- практический пример проведения небольшого исследования
- кандидатские диссертации авторов настоящего доклада
- доклады на конференциях и статьи, в которых рассматривается, развивается или используется метод DEA
- авторская компьютерная программа. Эта программа пока что реализует только две модели метода DEA, которые называются моделями CCR и BCC (в их названиях используются первые буквы фамилий их авторов)
- полезные ссылки на литературу и другие сайты



Планы и надежды

- Мы надеемся, что наш web-ресурс будет способствовать продвижению метода DEA среди студентов и преподавателей российских вузов, а также среди аналитиков-практиков
- Мы надеемся, что в будущем удастся провести конференцию, посвященную вопросам эффективности систем, или организовать специализированную секцию «Эффективность систем» в рамках конференции «Системный анализ»



Спасибо за внимание
