

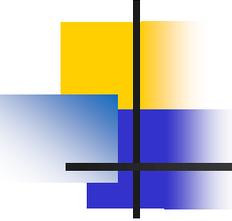
**Модификация методики
компании Quacquarelli Symonds
для оценки систем высшего образования
стран мира**

Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова

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

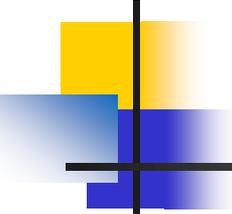
г. Красноярск

emorgunov@mail.ru



Введение

- Актуальная проблема – повышение качества образования.
- Общепринятое средство для оценки достигнутого уровня качества – различные международные рейтинги университетов, например, Шанхайский рейтинг.
- Однако в этих рейтингах фигурируют *отдельные* университеты, а не системы высшего образования стран мира в целом.
- Компания Quacquarelli Symonds в 2016 г. предприняла попытку сравнить также и системы образования разных стран.
- Она разработала специальную методику и на ее основе сформировала рейтинг стран с лучшей системой высшего образования – QS Higher Education System Strength Rankings.



Методика компании Quacquarelli Symonds

Показатели:

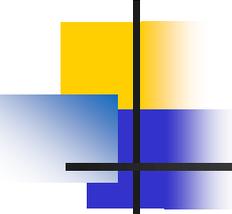
1. Общий уровень системы образования (System strength).

Значение показателя вычисляется путем деления числа университетов данной страны, входящих в число первых 700 лучших университетов по рейтингу Quacquarelli Symonds, на среднюю позицию этих университетов в данном рейтинге.

2. Доступность качественного образования (Access).

Значение показателя вычисляется путем деления общего количества студентов в вузах данной страны, входящих в число 500 лучших университетов по рейтингу Quacquarelli Symonds, на квадратный корень из численности населения этой страны.

Число студентов приводится к числу студентов очной формы обучения.



Методика компании Quacquarelli Symonds

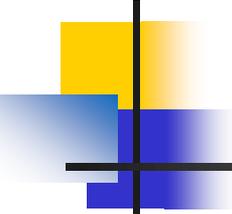
Показатели (продолжение):

3. Ведущий университет (Flagship institution).

Значение показателя определяется на основе того места, которое занимает лучший университет данной страны в рейтинге университетов Quacquarelli Symonds. Это нормализованная оценка. При использовании этого показателя исходят из того, что успехи лучшего университета обусловлены наличием всей системы высшего образования данной страны.

4. Экономическая ситуация (Economic context).

Цель этого показателя – оценить влияние национальных инвестиций в высшее образование. Его значение рассчитывается следующим образом: каждый университет получает определенное количество баллов в соответствии с тем местом, которое он занял в рейтинге университетов. При попадании в первые сто лучших университетов начисляется 7 баллов, во вторую сотню – 6 баллов, а в седьмую сотню – 1 балл. Затем сумма этих баллов соотносится с показателем валового внутреннего продукта на душу населения.

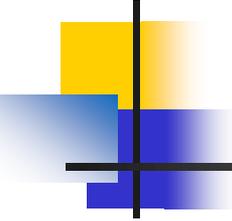


Методика компании Quacquarelli Symonds

- Значения показателей нормированы таким образом, что максимальное значение равно 100.
- Для получения итогового результата используется *линейная свертка* этих частных показателей.
- При этом веса им присваиваются *одинаковые*.
- Однако никакого обоснования выбора таких весов не приводится.
- Итоговые результаты публикуются для первых пятидесяти стран.

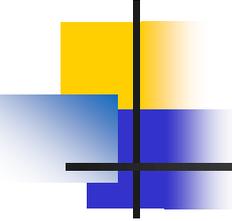
Итоговые индексы стран-лидеров

Ранг	Страна	Индекс	Показатели			
			1	2	3	4
1	США	100	100	100	100	100
2	Великобритания	98,5	98,6	96,7	99,8	99
3	Германия	94	93,9	97,9	92,2	91,9
4	Австралия	92,6	89	98,6	97,8	85
5	Канада	90,2	85,9	97,6	97,2	80,2
6	Франция	89	86,6	85,9	97,3	86,2
7	Нидерланды	84,8	89,3	85,1	92,9	71,8
8	Китай	83,5	87,9	49,3	97	99,9
9	Южная Корея	80,1	77,9	67,6	95,6	79,4
10	Япония	78,5	83	53,1	95,3	82,8
	...					
26	Россия	59,8	63,5	19	84,4	72,1



Предлагаемая модификация методики

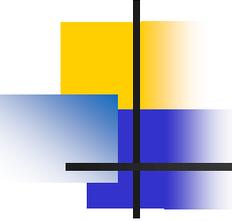
- На наш взгляд, недостатком существующей методики является назначение частным показателям *одинаковых весов*. Такой выбор трудно обосновать, поэтому он представляется весьма субъективным.
- Предлагается модифицировать методику, применив на ее *финальной стадии* метод Data Envelopment Analysis (DEA) вместо простой линейной свертки частных показателей.
- Метод Data Envelopment Analysis применяется для оценки *эффективности функционирования* 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»



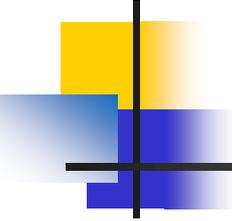
Эффективность системы

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

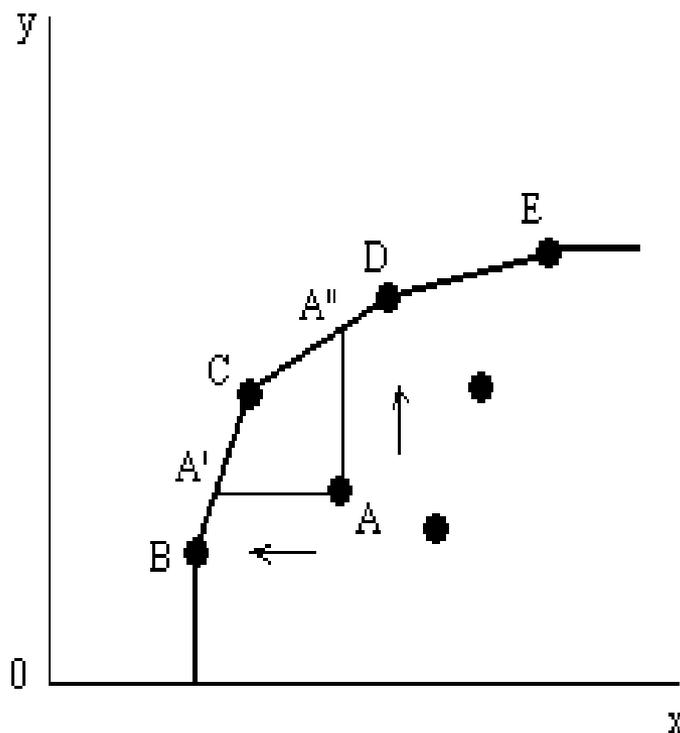


История возникновения метода

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

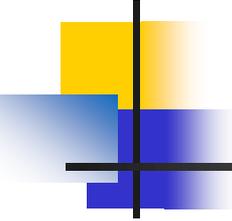
Charnes, A. Measuring the efficiency of Decision Making Units [Text] / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European journal of operational research. – 1978. – Vol. 2. – P. 429–444.

Идея метода DEA



Выпуклая оболочка

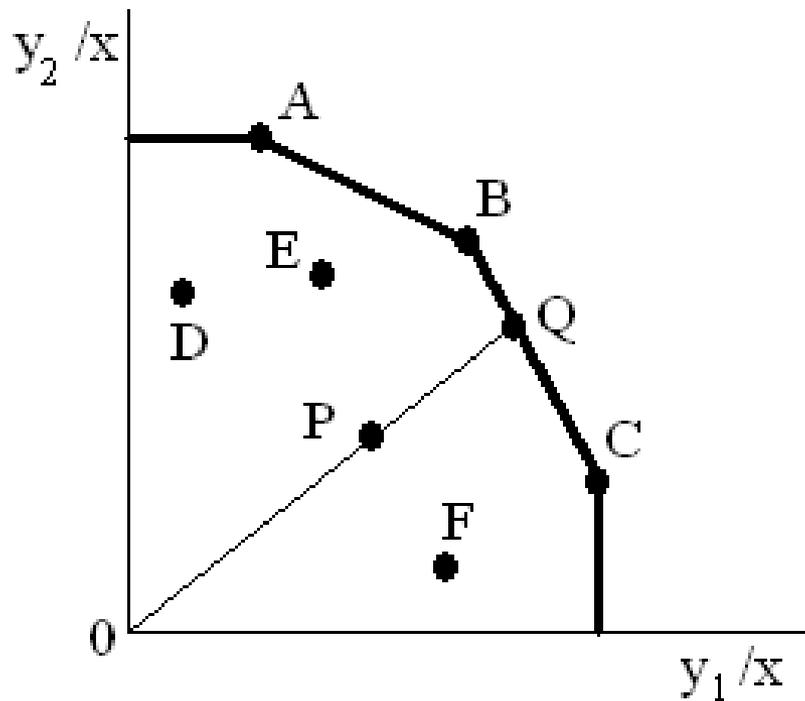
Стрелками показано направление *проецирования* объектов на границу эффективности (ориентация на вход или на выход)



Идея метода DEA (продолжение)

- 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.
- Объекты, находящиеся на границе, считаются эффективными.

Один вход и два выхода (ориентация на выход)



Входная переменная – x

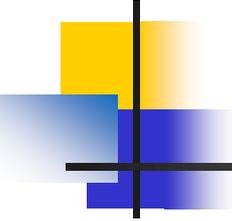
Выходные переменные – y_1, y_2

Эффективность объекта P

$$\text{Eff}_P = \frac{OP}{OQ}$$

A, B и C – эффективные объекты

D, E, F и P – неэффективные
объекты



Модель ВСС (Banker, Charnes, Cooper)

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

$$\mathbf{X}\lambda \leq \mathbf{x}_0,$$

$$\varphi \mathbf{y}_0 - \mathbf{Y}\lambda \leq \mathbf{0},$$

$$\mathbf{e}\lambda = 1,$$

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

n – число объектов

m – число входных показателей

s – число выходных показателей

\mathbf{X} – матрица входных показателей для всех n объектов (размерность $m \times n$)

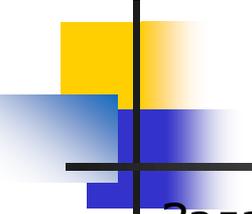
\mathbf{Y} – матрица выходных показателей для всех n объектов (размерность $s \times n$)

\mathbf{x}_0 и \mathbf{y}_0 – вектор-столбцы входных и выходных показателей для оцениваемого объекта

λ – вектор констант (размерность $n \times 1$)

\mathbf{e} – единичный вектор-строка

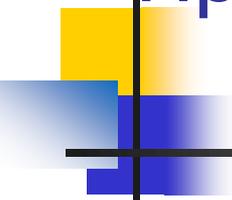
Скаляр $\varphi \geq 1$ – мера (показатель) эффективности объекта



Правила применения метода DEA

- Задача решается M раз (т. е. для каждого объекта): если $\varphi = 1$, то объект эффективен, если $\varphi > 1$, то объект неэффективен.
- Неэффективные объекты можно спроецировать на границу эффективности, получив линейную комбинацию $(X\lambda, Y\lambda)$ – гипотетический эталонный объект.
- В этой линейной комбинации веса эффективных (эталонных) объектов будут ненулевыми, а веса неэффективных объектов будут равны нулю (т. е. $\lambda_j = 0$).
- Значения коэффициентов λ_j отражают степень подобия неэффективного объекта эталонным объектам с точки зрения соотношения значений его показателей и соотношения значений показателей эффективных эталонных объектов.
- Для объектов с $\varphi > 1$ могут быть установлены **цели**: пропорциональное увеличение их выходных показателей в φ раз при сохранении входных показателей на прежнем уровне.

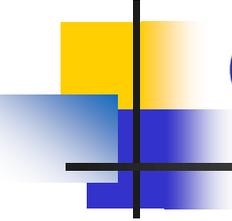
Привлекательные свойства метода DEA (1)



- 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)

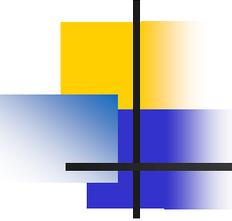
- не налагает никаких ограничений на функциональную форму зависимости между входами и выходами
- позволяет при необходимости учесть предпочтения менеджеров, касающиеся важности тех или иных входных или выходных переменных
- позволяет учитывать внешние по отношению к рассматриваемой системе переменные – 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 особенно полезен в тех сферах, в которых неприменимы финансовые показатели эффективности: прибыль и т. п.



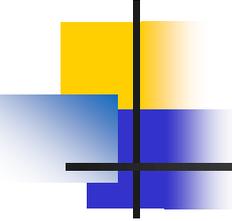
Метод DEA в России

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

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.

Русскоязычное название

- В. Е. Кривоножко и его коллеги используют название – «Анализ Среды Функционирования» (АСФ).
- Другие варианты: «метод обволакивающей поверхности», «метод оболочки данных», «анализ свертки данных», «непараметрический метод анализа оболочки данных (АОД)», «анализ „упаковки“ (охвата) данных», DEA-анализ.

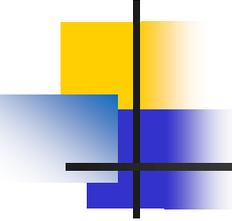


Модель и показатели

- ❑ Метод требует разделения показателей на так называемые входные (входы, inputs) и выходные (выходы, outputs).
- ❑ Входные показатели – это используемые ресурсы, а выходные – это полученные результаты.
- ❑ Входной показатель: «Экономическая ситуация».
- ❑ Выходные показатели (результаты): «Общий уровень системы образования», «Доступность качественного образования» и «Ведущий университет».
- ❑ Воспользуемся моделью ВСС, *ориентированной на выход*, поскольку желательным изменением значений показателей для неэффективных объектов будет их увеличение.

Результаты исследования

Ранг DEA (АСФ)	Страна	Эффективность	Прежний ранг
1–8	Австралия	1,000	4
1–8	Бельгия	1,000	15
1–8	Дания	1,000	23
1–8	Италия	1,000	13
1–8	Канада	1,000	5
1–8	Норвегия	1,000	32
1–8	Сингапур	1,000	21
1–8	США	1,000	1
9	Великобритания	0,998	2
10	Швейцария	0,998	12
	...		
26	Россия	0,847	26



Результаты исследования

Места в первой десятке сохранили только 4 страны: Австралия, Канада, США и Великобритания. Остальные члены первой десятки из нее выбыли.

Прежние страны-лидеры

Ранг DEA (АСФ)	Страна	Эффективность	Прежний ранг
11	Германия	0,991	3
13	Франция	0,975	6
16	Китай	0,970	8
17	Южная Корея	0,959	9
18	Нидерланды	0,958	7
19	Япония	0,955	10

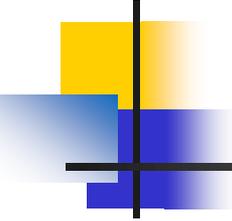
Результаты исследования

В качестве эталонных объектов для России «назначены» США и Сингапур с весами 0,709 и 0,291 соответственно.

Страна	Показатели			
	1	2	3	4
США	100	100	100	100
Сингапур	95,6	50,6	98,7	4,2
Россия	63,5	19	84,4	72,1

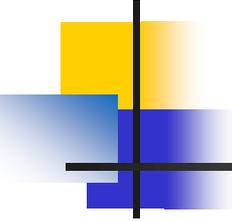
Результаты для России

Показатель	Исходное значение	Рекомендуемое значение
Общий уровень системы образования	63,5	98,719
Доступность качественного образования	19	85,613
Ведущий университет	84,4	99,621



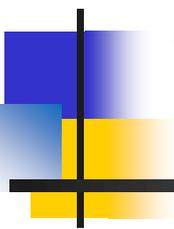
Попытка анализа

- В результате оказалось, что 8 стран получили наивысший показатель эффективности – 1,000.
- Точки, соответствующие этим странам, образуют Парето-оптимальное множество, поэтому выявление абсолютного победителя требует привлечения дополнительной информации.
- Положение России в рейтинге не изменилось. Однако следует учесть, что если в прежнем рейтинге ее итоговый индекс составлял 59,8, т. е. 59,8 процентов от максимального, то в новом рейтинге при том же самом ранге (26-е место) ее эффективность составляет 0,847, т. е. 84,7 процента от уровня наивысшей фактической эффективности.
- Очень низкое значение показателя «Доступность качественного образования» – 19.



Конференция в Красноярске

- XII Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика Михаила Федоровича Решетнева «РЕШЕТНЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»
- https://reshetnev.sibsau.ru/main_page
- Ориентировочные даты проведения: 08–11 ноября 2018 г.
- Секция 24. Эффективность функционирования сложных систем (теория эффективности, методы исследования, Data Envelopment Analysis / Анализ Среды Функционирования)



Спасибо за внимание
