



NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ КОЛЛЕКТИВОВ

Ф.Т. АЛЕСКЕРОВ, С.С. ДЕМИН (НИУ ВШЭ, ИПУ РАН)

Семинар по МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ ЦЭМИ (рук. В.И. Данилов, В.М. Полтерович)
Москва, 2020



ЧТО ТАКОЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ?

Достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов.

Экономика. Толковый словарь. Дж. Блэк. 2000



МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

В случае сравнения нескольких объектов, охарактеризованных несколькими критериями одним из способов является пороговое агрегирование.

Например, у нас имеется L альтернатив, описанных P параметрами.

Каждый из параметров принимает целые значения в интервале от 1 до w (предполагается, что чем выше значение, тем лучше).

Тогда опишем каждую альтернативу вектором

$$V_i = (v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{wi})$$

где v_{ji} – количество параметров, принимающих значение j для i -ой альтернативы.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для сравнения двух объектов (i и j) в данном случае применяется пороговое агрегирование:

- 1) Если $v_{1i} < v_{1j}$ (то есть у объекта i меньше оценок 1, чем у объекта j), то объект i превосходит объект j .
- 2) Если же $v_{1i} = v_{1j}$, то происходит аналогичное сравнение v_{2i} и v_{2j}, \dots
- 3) Если же вектора V_i и V_j полностью совпадают, то объекты i и j признаются несравнимыми.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для сравнения двух объектов (i и j) в данном случае применяется пороговое агрегирование:

- 1) Если $v_{1i} < v_{1j}$ (то есть у объекта i меньше оценок 1, чем у объекта j), то объект i превосходит объект j .
- 2) Если же $v_{1i} = v_{1j}$, то происходит аналогичное сравнение v_{2i} и v_{2j}, \dots
- 3) Если же вектора V_i и V_j полностью совпадают, то объекты i и j признаются несравнимыми.

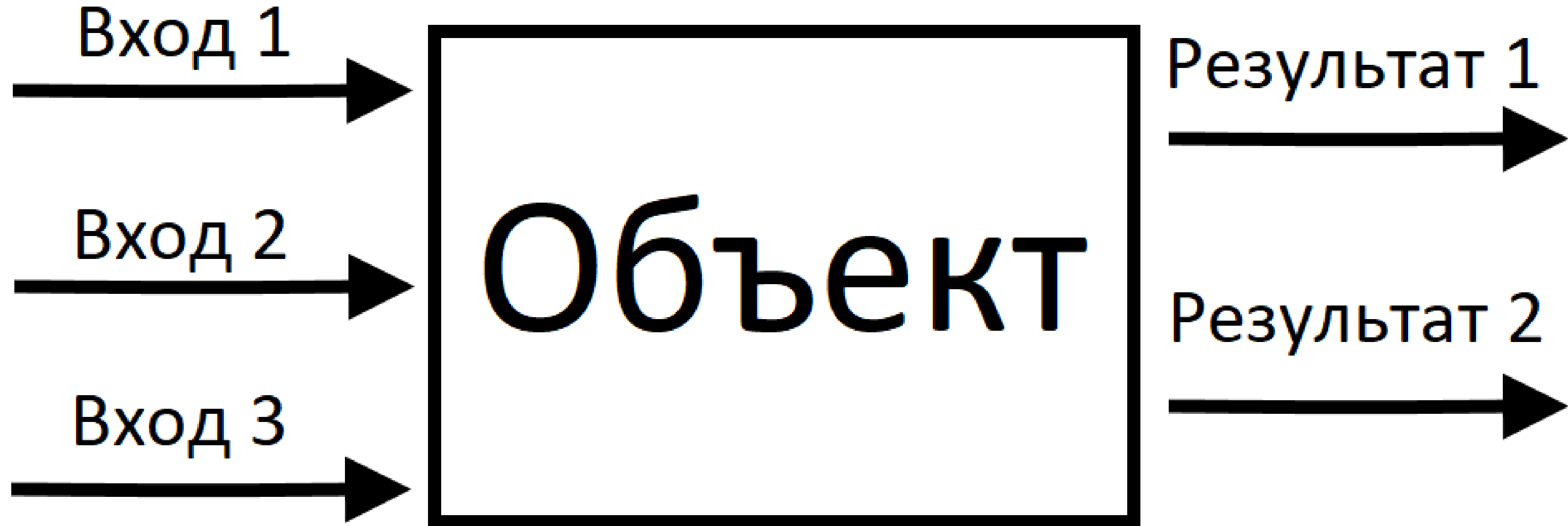
Рассмотрим пример:

	Кол-во публикаций	Кол-во привлечённых контрактов	Кол-во новых сотрудников младше 30 лет
Лаборатория 1	2	2	2
Лаборатория 2	3	1	3

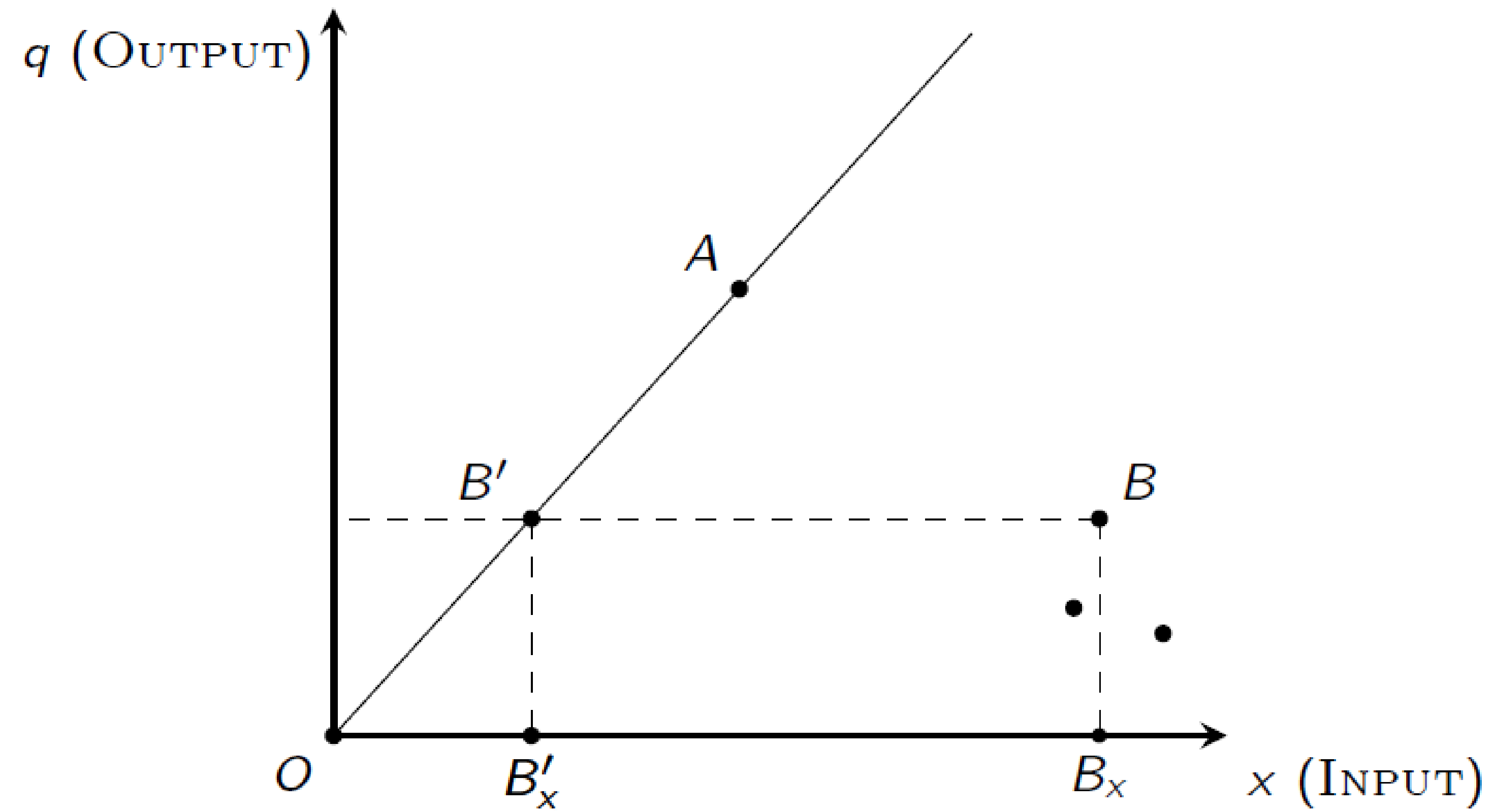
$$V_1 = (0,3,0)$$

$$V_2 = (1,0,2)$$

КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ DEA



КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ DEA





КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ DEA

$$e_k = \frac{\sum_{i=1}^M u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^N v_j x_{jk}}$$

e_k – эффективность k -го объекта

u_i, v_j – весовые коэффициенты, показывающие вклад каждого из параметров

x_{ik} – входные параметры, показывающие затраты

y_{jk} – выходные параметры, иллюстрирующие полученные результаты

M – количество выходных параметров; N – количество входных параметров

КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ DEA

$$\max_{u_i, v_j} \left(e_k = \frac{\sum_{i=1}^M u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^N v_j x_{jk}} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^M u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^N v_j x_{jk}} \leq 1, \quad k = 1, \dots, R \\ u_i > 0 \quad \forall i \\ v_j > 0 \quad \forall j \end{array} \right.$$



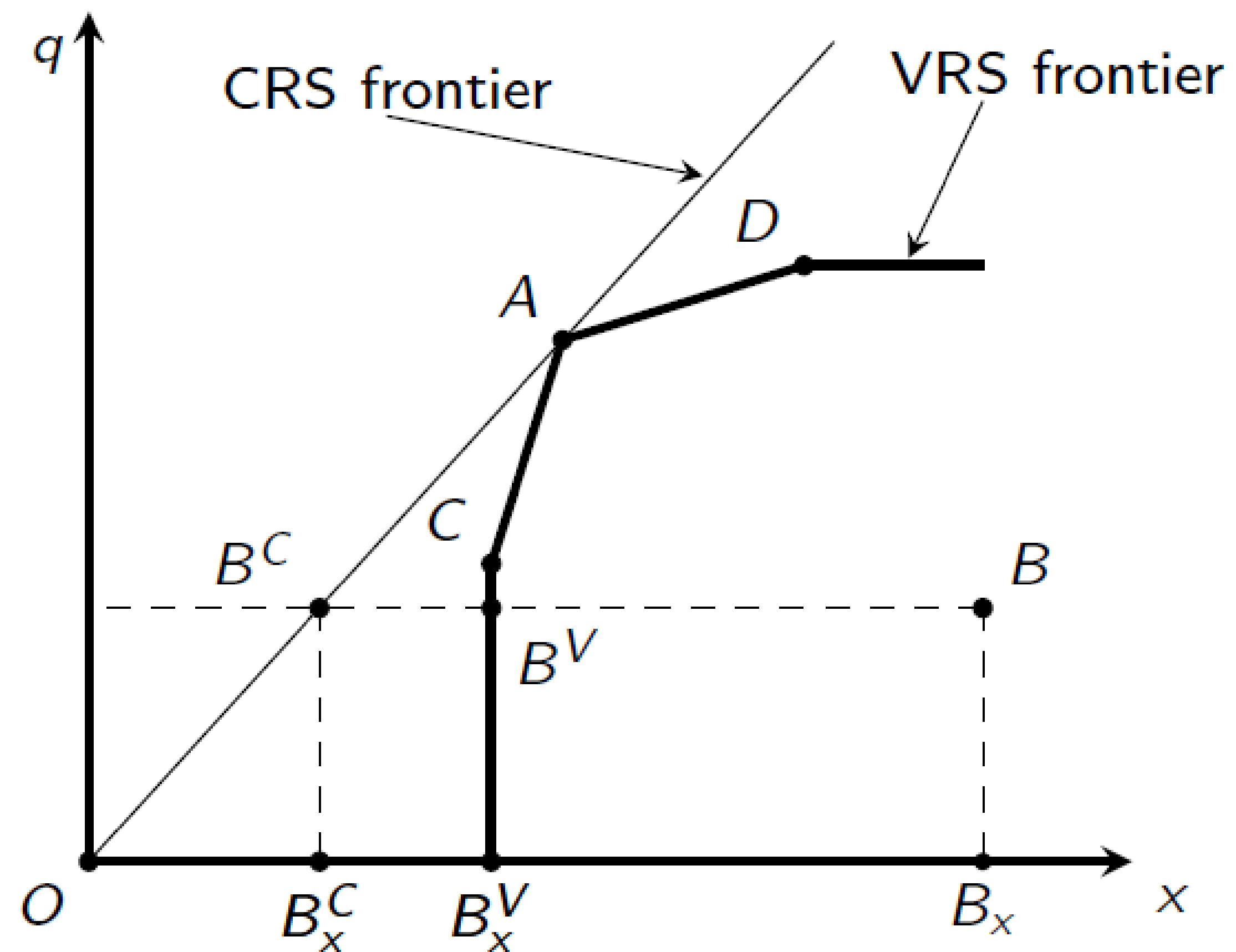
ОТДАЧА ОТ МАСШТАБА ПРОИЗВОДСТВА

Классическая модель DEA работает с учётом гипотезы о постоянной отдаче от масштаба (CRS – Constant Return to Scale).

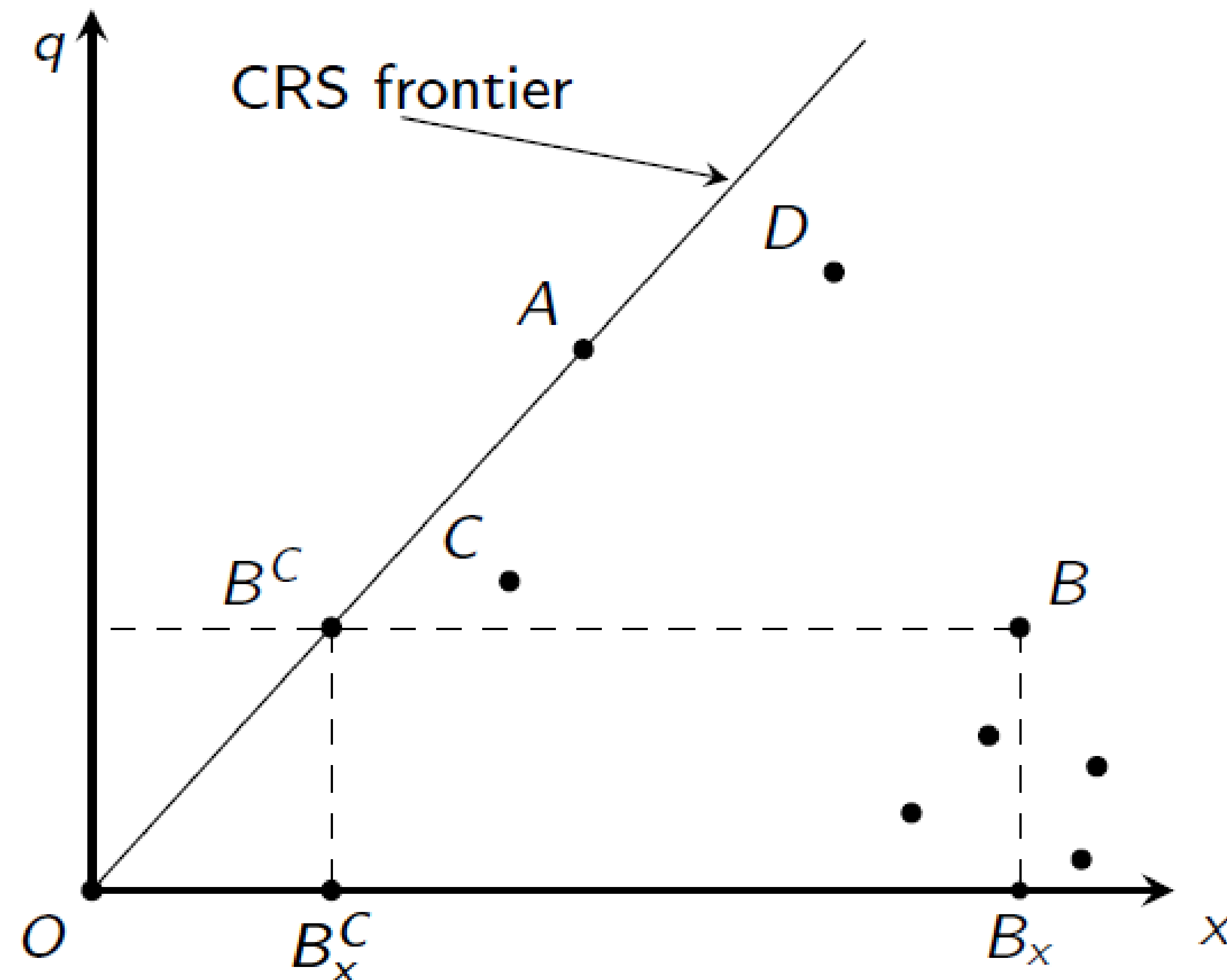
Альтернативная модель не принимает данную гипотезу (VRS – Variable Return to Scale).

Граница эффективности – выпуклая оболочка существующих в выборке объектов.

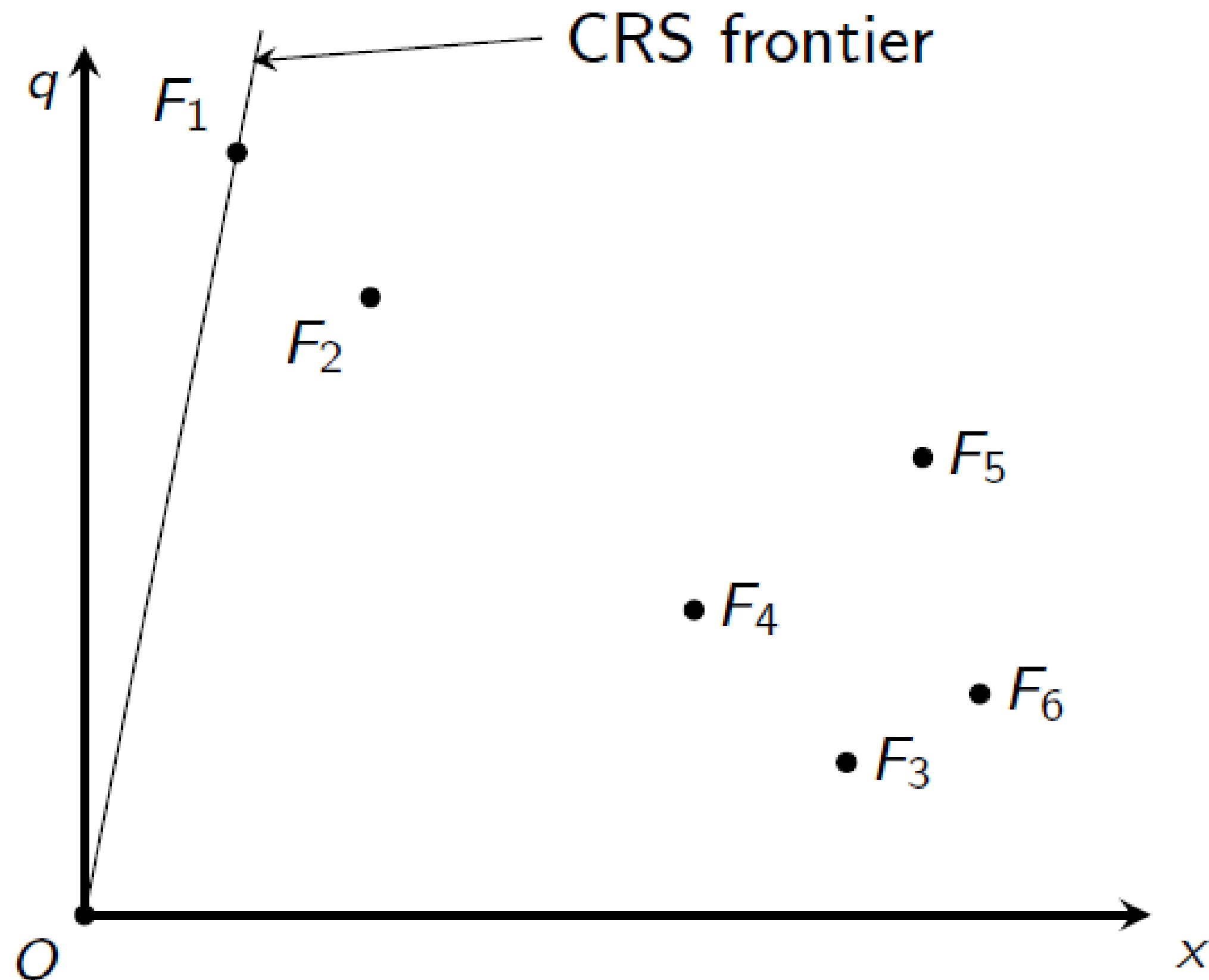
ОТДАЧА ОТ МАСШТАБА ПРОИЗВОДСТВА. CRS/VRS



НЕ СЛИШКОМ ЛИ ЖЁСТКО КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ DEA ОЦЕНИВАЕТ ОБЪЕКТЫ?

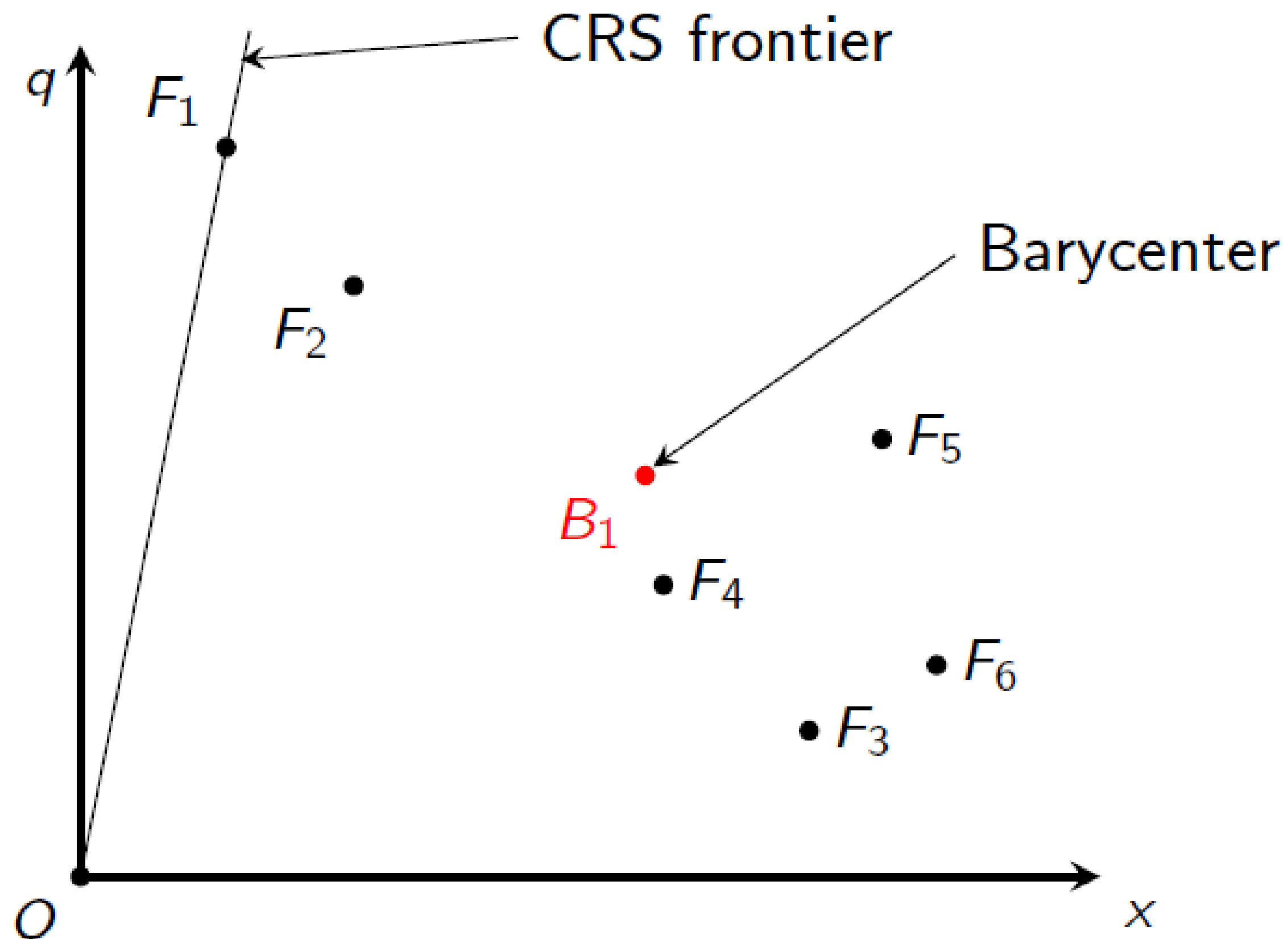


DEA С ИСКЛЮЧЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВ



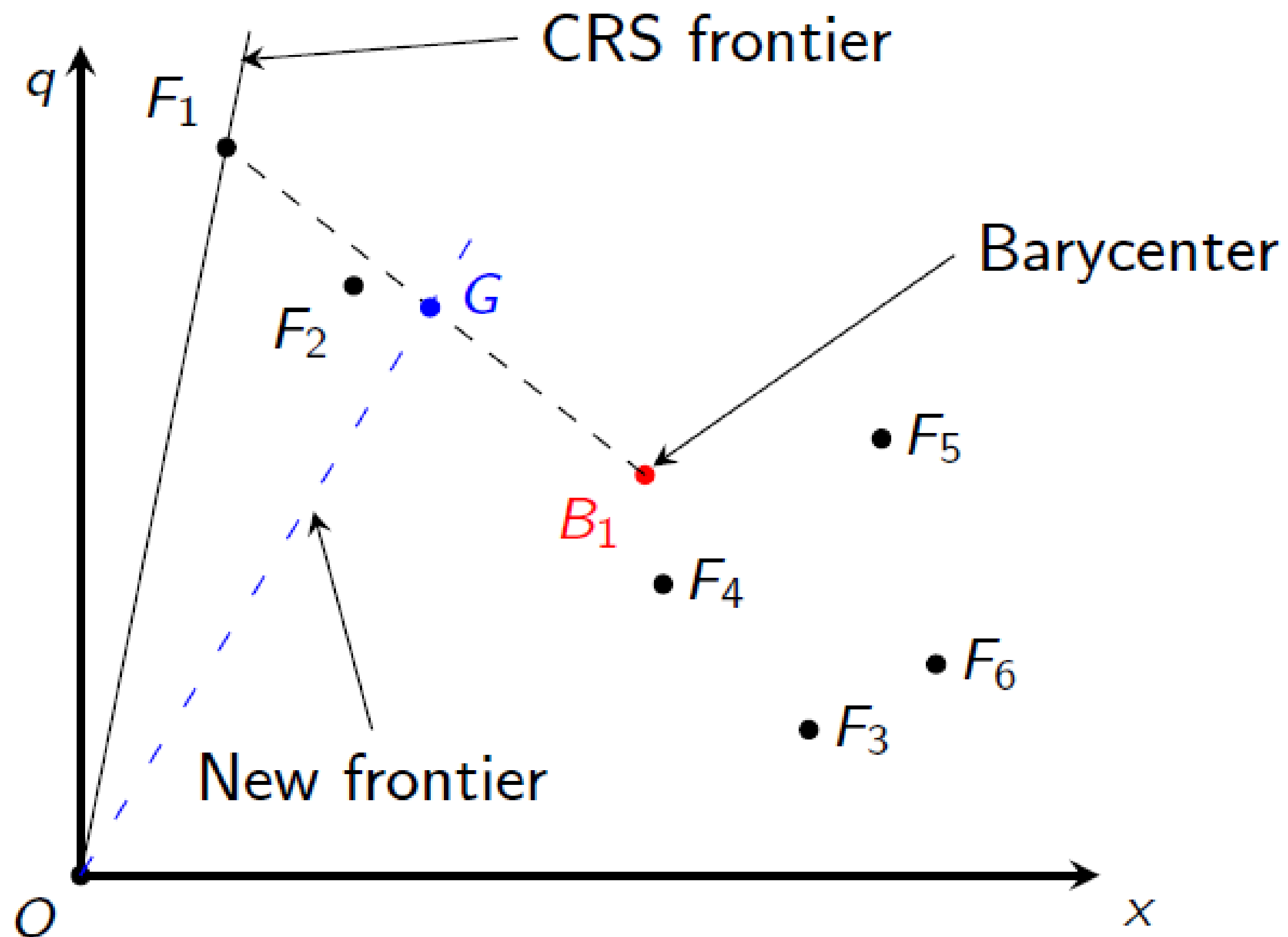
- Находим границу эффективности и вычисляем эффективность всех объектов с помощью классического DEA

DEA С ИСКЛЮЧЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВ



- Находим границу эффективности и вычисляем эффективность всех объектов с помощью классического DEA
- Находим центр масс выборки

DEA С ИСКЛЮЧЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВ



- Находим границу эффективности и вычисляем эффективность всех объектов с помощью классического DEA
- Находим центр масс выборки
- Строим новую границу эффективности (NEF)

$$NEF = \mu * Barycenter + (1 - \mu) * EF$$
- Выбрасываем все объекты, находящиеся выше новой границы эффективности



ПРИМЕНЕНИЕ К РЕАЛЬНЫМ ДАННЫМ

DEA

Входные параметры:

- Соотношение бюджетного финансирования к количеству бюджетных студентов
- Соотношение докторов и кандидатов наук в преподавательском составе
- Средний проходной балл по ЕГЭ

Выходные параметры:

- Отношение внебюджетных доходов к числу студентов, оплачивающих обучение
- Рейтинг научной и публикационной активности



ПРИМЕНЕНИЕ К РЕАЛЬНЫМ ДАННЫМ

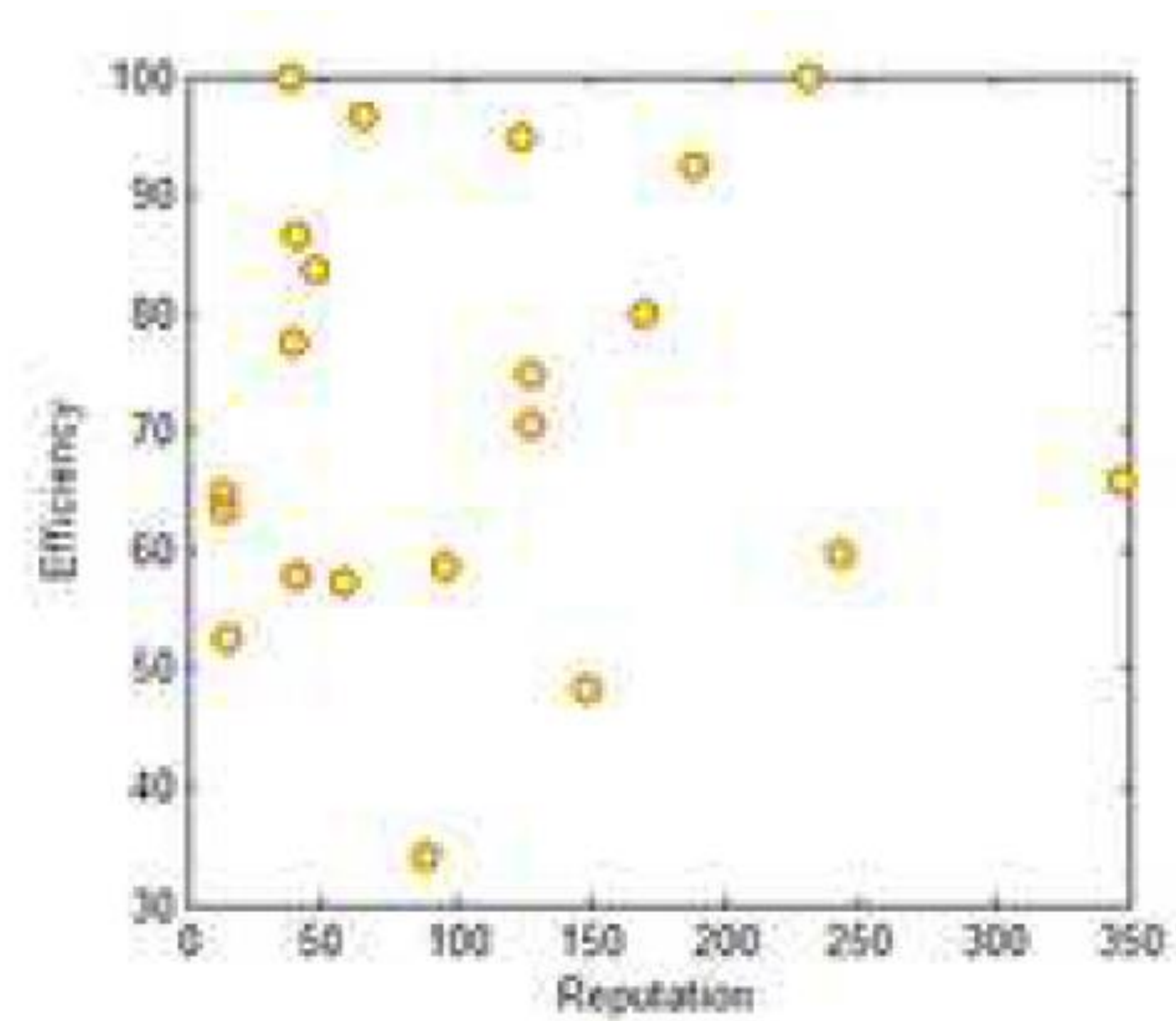
ПОРОГОВОЕ АГРЕГИРОВАНИЕ

Список параметров:

- Образование
- Спорт, культура и социальная активность
- Трудоустройство
- Бизнес
- Наука и инновации
- Университетская инфраструктура
- Экспертиза
- Студенты

ПРИМЕНЕНИЕ К РЕАЛЬНЫМ ДАННЫМ

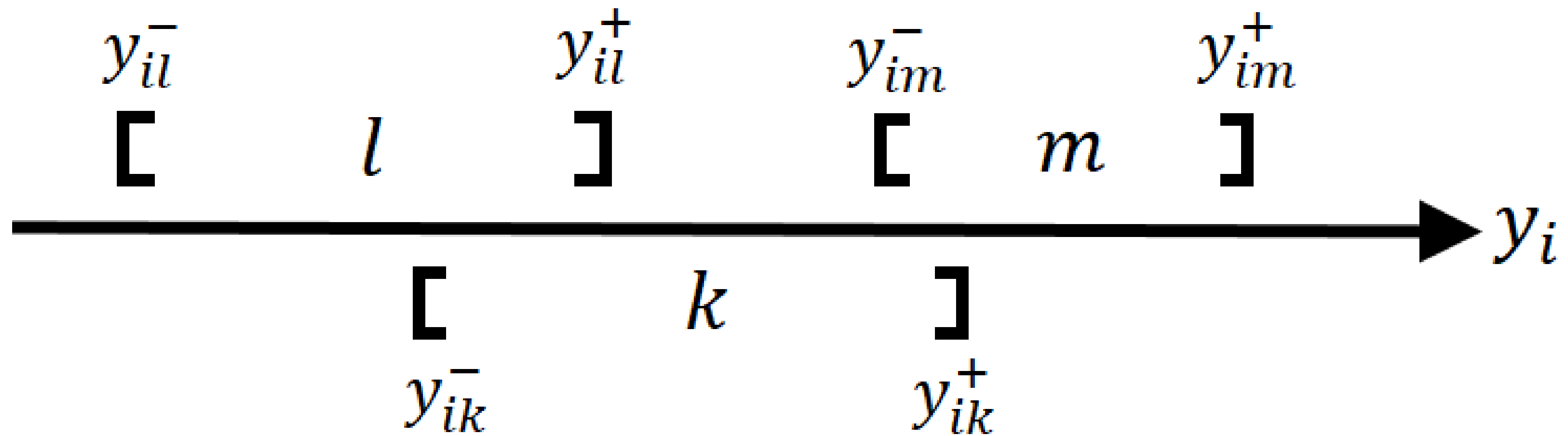
СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



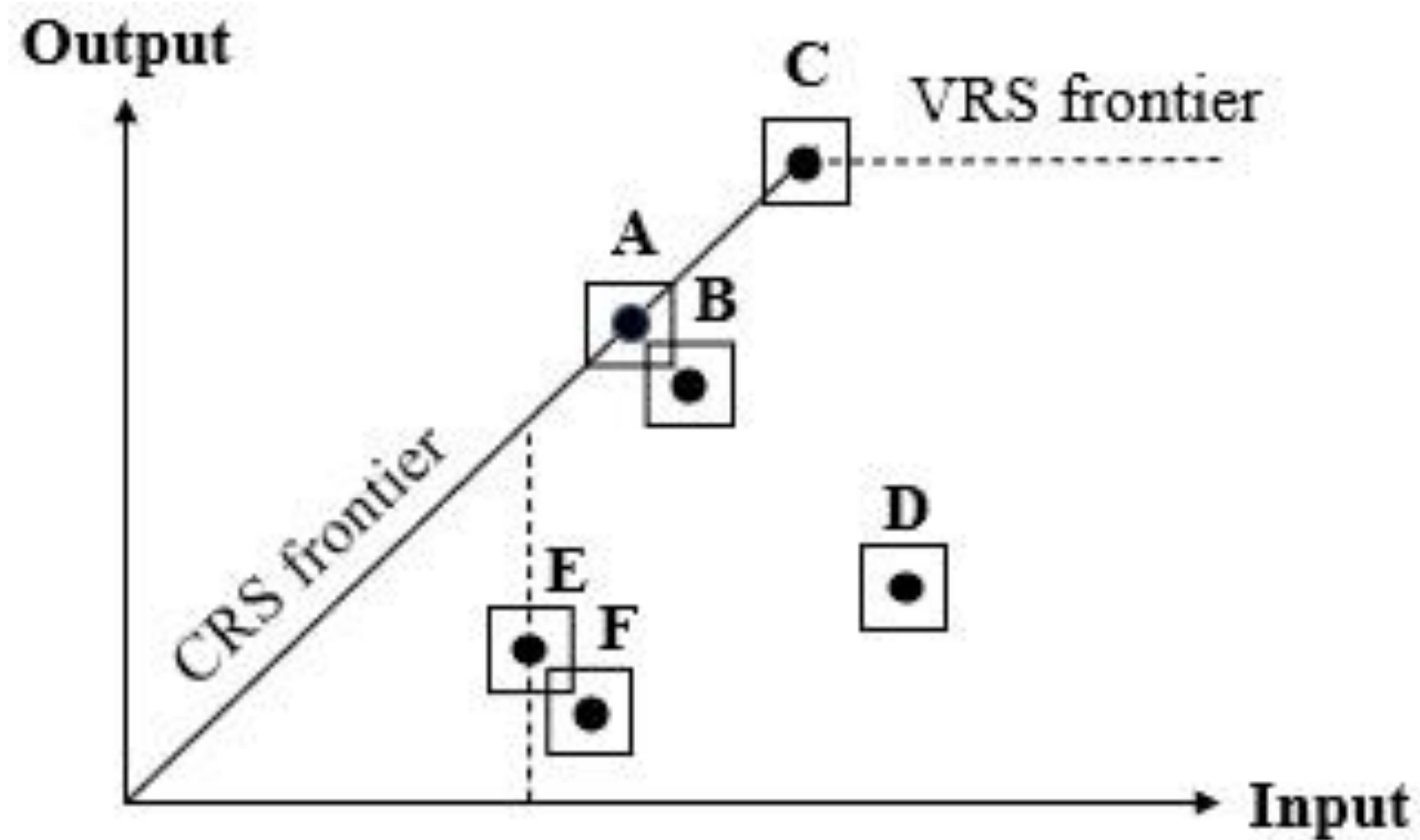


А ЧТО ЕСЛИ НЕТ ТОЧНЫХ ДАННЫХ?

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЙ

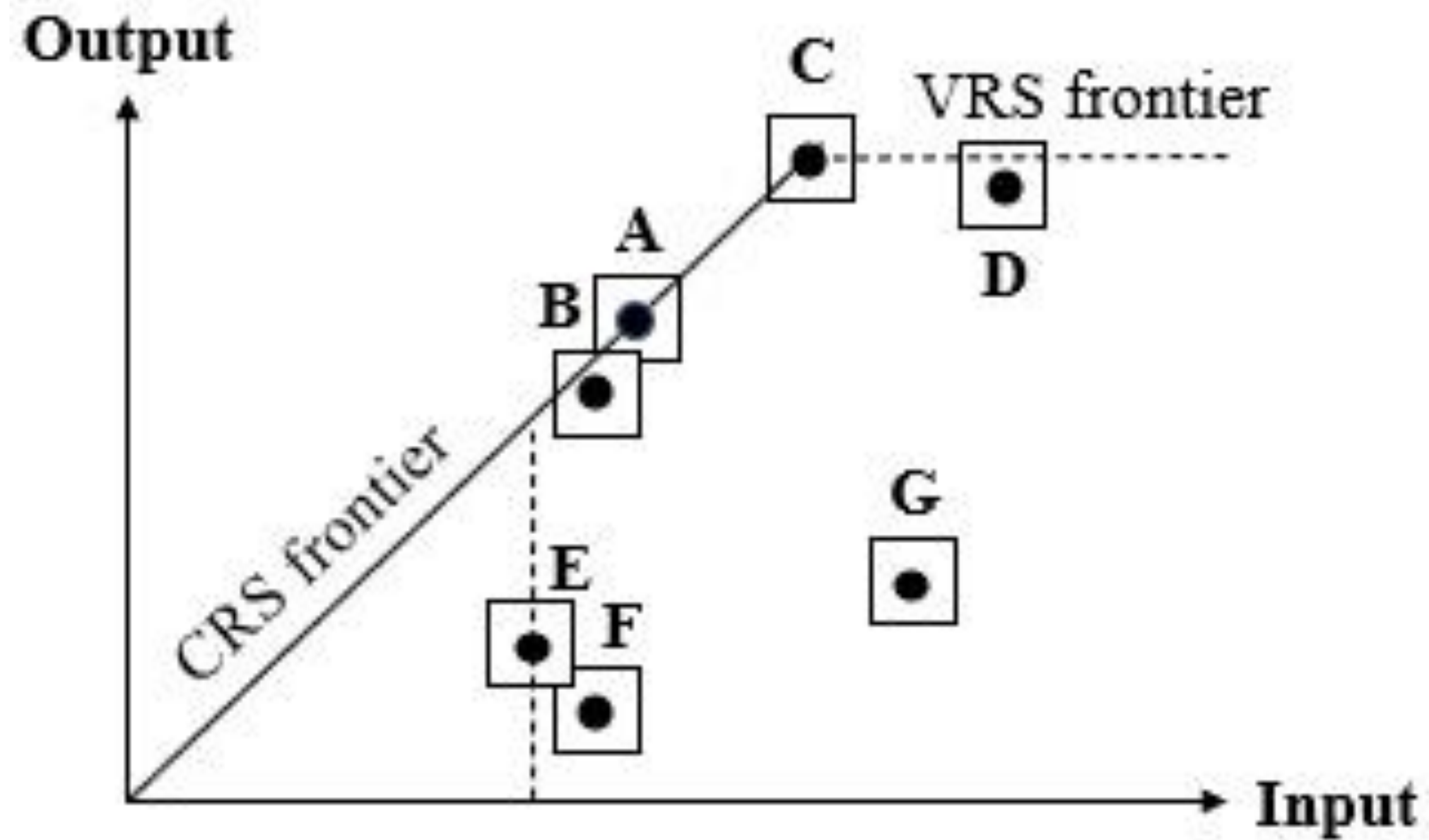


БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA (BASIC BEST TUBE INTERVAL DEA)



- Оценка эффективности согласно классическому DEA
- Поиск несравнимых объектов с эффективными фирмами
- Оценивание несравнимых объектов как эффективных
- Остальные фирмы оцениваются относительно «худших» версий эффективных организаций

ПОЛНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA (FULL BEST TUBE INTERVAL DEA)



- Оценка эффективности согласно классическому DEA
- Поиск несравнимых объектов с границей эффективности
- Оценивание несравнимых объектов как эффективных
- Остальные фирмы оцениваются относительно «худших» версий эффективных организаций



ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ

Входные переменные:

- Общая численность НПР
- Доходы вуза из всех источников
- Средний проходной балл по ЕГЭ

Выходные переменные:

- Численность приведённого контингента
- Количество цитирований публикаций, индексируемых в WoS, Scopus и РИНЦ
- Объём НИОКР



ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ

Ограничения:

- Численность НПР > 100
- Приведённый контингент > 500
- Количество цитирований > 0
- Объём НИОКР > 0
- **Только** государственные и головные вузы
- Спортивные и творческие вузы **исключены**

Итого: 344 вуза за 2014-2018 года

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA (РЕЗУЛЬТАТЫ)

- **100% эффективные вузы в 2014 и 2018 гг. согласно классическому DEA:** МГУ, МФТИ, ИТМО, Дагестанский гос., Кубанский гос. аграрный университеты
- **К 100% эффективным вузам в 2014 и 2018 гг. согласно basic best tube DEA добавляются:** Московский гос. лингвистический, Рязанский гос., Южно-Уральский гос., Сибирский федеральный и Казанский гос. аграрный университеты
- **К эффективным вузам в 2014 и 2018 гг. согласно full best tube DEA 0.05 добавляются:** МГУТУ, НГУ, ГУАП, Брянский гос., Кубанский гос., Липецкий гос. педагогический, Пензенский гос., Смоленский гос., Ульяновский гос. Чеченский гос., Чувашский гос., Южный федеральный, Казанский федеральный университеты, УрФУ, Саратовская государственная юридическая академия.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО DEA (РЕЗУЛЬТАТЫ)

КОРРЕЛЯЦИЯ КЕНДАЛЛА

	CRS DEA	Basic best tube IDEA 0.05	Basic best tube IDEA 0.1	Full best tube IDEA 0.05	Full best tube IDEA 0.1
CRS DEA	1	0.96	0.87	0.96	0.87
Basic best tube IDEA 0.05		1	0.90	0.95	0.89
Basic best tube IDEA 0.1			1	0.89	0.90
Full best tube IDEA 0.05				1	0.91
Full best tube IDEA 0.1					1

ИНДЕКС МАЛМКВИСТА

MPI_i = отношение прирост эффективности *
коэффициент изменения эффективности выборки

$$MPI_i = \left(\frac{E_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i^t(x^t, y^t)} \right) \times \left(\frac{E_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{E_i^t(x^t, y^t)}{E_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

MPI_i – значение индекса Малмквиста i -й организации

$E_i^t(x^t, y^t)$ – оценка эффективности i -й фирмы относительно границы эффективности периода t ,
используя данные за период t

ИНДЕКС МАЛМКВИСТА ДЛЯ КЛАССИЧЕСКОГО DEA

	Среднее	Медиана	Стд. отклонение	Минимум	Максимум
2014/2015	0.983	0.975	0.106	0.580	1.600
2015/2016	1.053	1.034	0.127	0.745	1.798
2016/2017	1.003	0.995	0.114	0.684	1.790
2017/2018	0.939	0.932	0.101	0.633	1.650
За все годы	0.9945	0.984	0.112	0.661	1.710

ИНДЕКС МАЛМКВИСТА ДЛЯ BASIC BEST TUBE IDEA 0.05

	Среднее	Медиана	Стд. отклонение	Минимум	Максимум
2014/2015	1.006	0.995	0.109	0.602	1.681
2015/2016	1.057	1.043	0.124	0.770	1.806
2016/2017	0.975	0.964	0.110	0.658	1.703
2017/2018	0.968	0.963	0.103	0.661	1.650
За все годы	1.002	0.991	0.112	0.673	1.710

ИНДЕКС МАЛМКВИСТА ДЛЯ КЛАССИЧЕСКОГО DEA

	Среднее	Медиана	Стд. отклонение	Минимум	Максимум
2014/2015	0.983	0.975	0.106	0.580	1.600
2015/2016	1.053	1.034	0.127	0.745	1.798
2016/2017	1.003	0.995	0.114	0.684	1.790
2017/2018	0.939	0.932	0.101	0.633	1.650
За все годы	0.9945	0.984	0.112	0.661	1.710

ИНДЕКС МАЛМКВИСТА ДЛЯ FULL BEST TUBE IDEA 0.05

	Среднее	Медиана	Стд. отклонение	Минимум	Максимум
2014/2015	0.978	0.976	0.102	0.581	1.605
2015/2016	1.060	1.050	0.125	0.757	1.799
2016/2017	1.000	1.000	0.109	0.656	1.703
2017/2018	0.941	0.933	0.100	0.633	1.659
За все годы	0.995	0.990	0.109	0.657	1.692



ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 2018 ГОДА

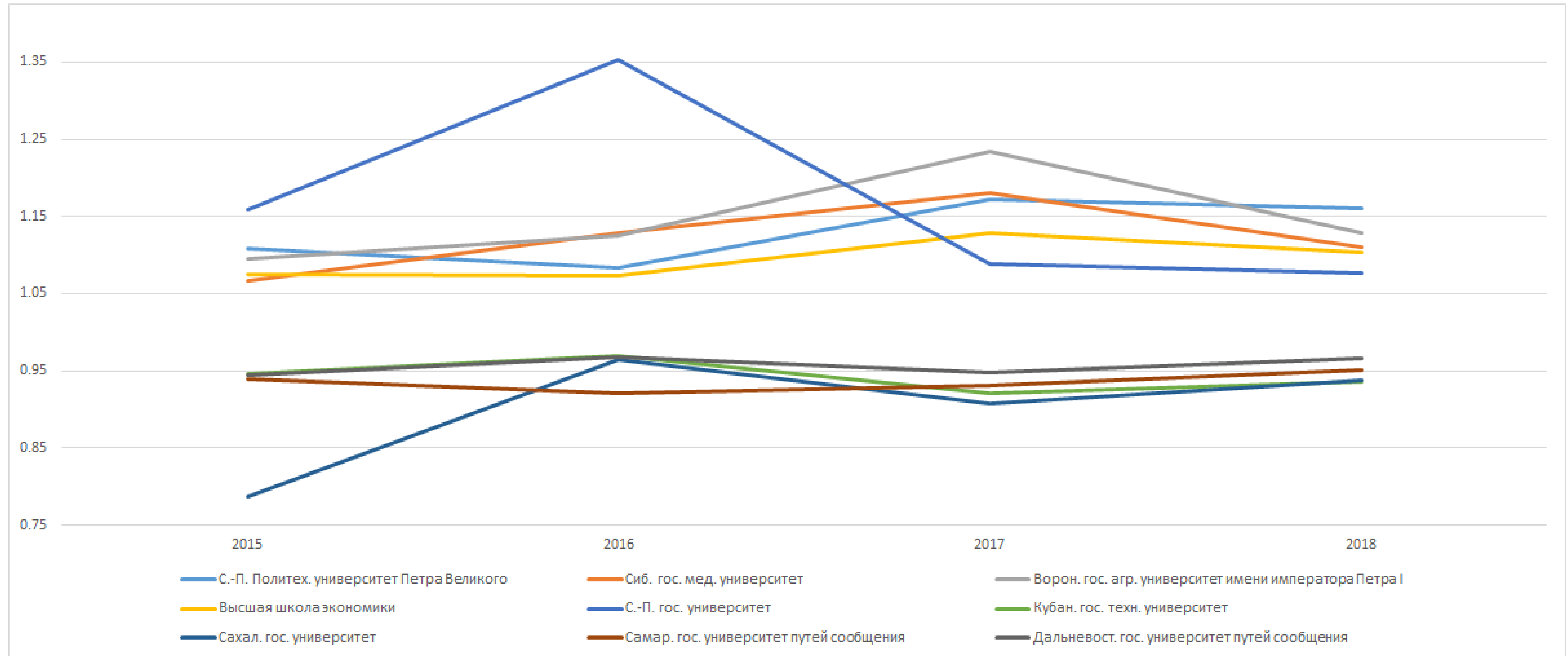
ЛУЧШИЕ ИЗМЕНЕНИЯ (MPI > 1.1)

	DEA	basic IDEA	full IDEA
Российский гос. университет правосудия	1.312	1.312	1.301
Всероссийская академия внешней торговли	1.236	1.256	1.246
Ульяновская государственная с/х академия	1.180	1.185	1.170
МФТИ	1.155	1.169	1.155
Адыгейский гос. университет	1.147	1.150	1.147
Воронежский гос. аграрный университет	1.148	1.146	1.222

ХУДШИЕ ИЗМЕНЕНИЯ (MPI < 0.9)

	DEA	basic IDEA	full IDEA
Московский гос. университет геодезии и картографии	0.879	0.888	0.879
Сахалинский гос. университет	0.900	0.899	0.892
Псковский гос. университет	0.887	0.891	0.883
Мурманский гос. технический университет	0.882	0.893	0.882
Волжский гос. университет водного транспорта	0.890	0.897	0.894

ЛУЧШИЕ И ХУДШИЕ ИСТОРИИ ИЗМЕНЕНИЙ



БУДУЩЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Входные параметры:

- Средний возраст лаборатории
- Кол-во сотрудников в лаборатории
- Кол-во сотрудников со степенями
- Кол-во публикаций в пред. отчётный период
- Зарплатный фонд
- Кол-во привлечённых контрактов в пред. отчётный период
- Объём привлечённых контрактов в пред. отчётный период

Выходные параметры:

- Кол-во публикаций
- Кол-во монографий
- Показатель результативности научной деятельности (ПРНД)
- Кол-во привлечённых контрактов
- Объём привлечённых контрактов
- Кол-во новых сотрудников младше 30 лет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- **Предложенные методы позволяют оценить эффективность в случаях, когда нельзя заранее определить относительную важность параметров.**
- **DEA с исключением альтернатив позволяет учитывать гетерогенность выборки.**
- **Интервальные методы DEA позволяют работать в ситуациях отсутствия точных данных.**



ЛИТЕРАТУРА

- M.J. Farrell, The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3) (1957) pp. 253–281
- A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2 (1978) pp. 429–444
- Abankina I., F.Aleskerov, V.Belousova, A. B. Osmolovskaya, V. Petruschenko, D. Ogorodniychuk, V. Yakuba and K. Zinkovsky “University efficiency evaluation with using its reputational component”, *Lecture Notes in Management Science* (2012), Tadbir Operational Research Group Ltd. ISSN 2008-0050 (Print), ISSN 1927-0097 (Online), Vol. 4: 244 – 253
- F. Aleskerov, S. Demin, An Assessment of the Impact of Natural and Technological Disasters Using a DEA Approach, *Dynamics of Disasters – Key Concepts, Models, Algorithms, and Insights* (2016) pp. 1–14
- F. Aleskerov, V. Petrushenko, DEA by sequential exclusion of alternatives in heterogeneous samples, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(01) (2016) pp. 5–22
- F.T. Aleskerov, V. Belousova, S. Petrushchenko, Models of Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis in the Efficiency Assessment of Universities, *Automation and Remote Control*. 78(5) (2017) pp. 902–923



ЛИТЕРАТУРА

- Ф.Т. Алескеров, И.В. Шерман, Р.М. Энтов. Анализ эффективности конкурсного управления при банкротстве банков, *Банковское дело*, 2008, №12, 70-76
- И.В. Абанкина, Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова, К.В. Зиньковский, В.В. Петрущенко. Оценка результативности университетов с помощью оболочечного анализа данных, *Вопросы образования*, №2, 2013, 15-48
- И.В. Абанкина, Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова, Л.М. Гохберг, К.В. Зиньковский, С.Г. Кисельгоф, С.В. Швыдун. Типология и анализ научно-образовательной результативности российских вузов, *Форсайт*, т.7, №3, 2013, 50-65
- Ф.Т. Алескеров, Ю.И. Мартынова, В.М. Солодков. Анализ и оценка эффективности функционирования банков и банковских систем, *Модернизация экономики и общественное развитие* (ред. Е.Г.Ясин), т.3, М., Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2007, 65-79



NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY

Спасибо
за внимание!

www.hse.ru/DeCA/

sdemin@hse.ru