



MOLIYA VA BANK ISHI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI BANK-MOLIYA AKADEMIYASI ILMIY JURNALI



Оценка эффективности инновационных проектов на мировом пространстве с помощью модели DEA

Алимова София Розумбаевна

Банковско-финансовая академия Республики Узбекистан

Электронная почта соответствующего автора: sophia.alimova@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Полученный: 30.11.2023

Принято: 02.12.2023

Ключевые слова: модели DEA, единороги, CRS, VRS, инновации, эффективность.

Аннотация

В последнее время эффективность инновационных проектов исследуется с различных аспектов. Одним из них является измерение эффективности торговых компаний по отдельным странам с помощью Data Envelopment Analysis (DEA). Этот аспект исследования эффективности использован в данной статье. Другими словами, в данной статье исследуется эффективность инновационных проектов в отдельных регионах мира, с особым упором на модель. Эффективность инновационных проектов отдельных регионов различается в зависимости от применяемой модели DEA, ориентированной на затраты или результат.

Assessing the effectiveness of innovative projects around the world using the DEA model

Alimova Sofia Rozumbaevna

Banking and Finance Academy of the Republic of Uzbekistan

Corresponding author: email: sophia.alimova@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: 30.11.2023

Accepted: 02.12.2023

Key words: DEA models, unicorns, CRS, VRS, innovation, efficiency.

Abstract

Recently, the effectiveness of innovative projects has been studied from various aspects. One of them is to measure the performance of trading companies in individual countries using Data Envelopment Analysis (DEA). This aspect of effectiveness research is used in this article. In other words, this article examines the effectiveness of innovation projects in selected regions of the world, with particular emphasis on the model. The effectiveness of innovation projects in individual regions varies depending on the DEA model used, focused on costs or results.

Введение.

Методы оценки уровня научной и инновационной активности и различных показателей получают широкое распространение во всем мире. Среди наиболее часто используемых методов комплексной оценки уровня инновационной активности национальных экономик и регионов можно выделить:

Рейтинг Всемирного экономического форума и Международного института развития менеджмента; индексы инновационного потенциала ЮНКТАД; оценка уровня развития экономики знаний Всемирного банка;

Европейские рейтинги: European Innovation Scoreboard, Innobarometer и др.

Однако эти методы, а также индексы и рейтинги характеризуют и оценивают научный и инновационный потенциал социально-

экономической системы, некий «снимок экрана» текущего состояния системы. На сегодняшний день более актуально разработать методологию, которая позволит проводить анализ экономической эффективности с использованием интеллектуальных, финансовых, инфраструктурных и других ресурсов для научного и инновационного развития социально-экономической системы. В качестве альтернативного инструмента для реализации рассматриваемой методологии можно предложить анализ среды функционирования (DEA).

Обзор литературы.

Инновационные проекты являются одним из важнейших факторов экономического развития. Они способствуют повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции, созданию новых рабочих мест и улучшению качества жизни населения. Однако инвестиции в инновации сопряжены с высоким риском, поэтому их оценка является актуальной задачей.

Одним из методов оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты является модель DEA (Data Envelopment Analysis). Данный метод основан на использовании линейного программирования и позволяет оценивать эффективность экономических объектов в сравнении с другими объектами, которые считаются эффективными. Модель DEA была разработана в 1978 году американскими экономистами Чарльзом Фарреллом и Дэвидом Шимпсоном. Она представляет собой математическую модель, которая позволяет определить эффективность производственных процессов или экономических объектов.

Модель DEA может быть использована для оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты по следующим направлениям:

- Оценка эффективности использования финансовых ресурсов.
- Оценка эффективности использования человеческих ресурсов.
- Оценка эффективности использования материальных ресурсов.
- Оценка эффективности внедрения инноваций.

В научной литературе существует большое количество работ, посвященных применению модели DEA для оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты. В этих работах модель DEA использовалась для оценки эффективности инвестиций в различные виды инноваций, такие как:

- Инновации в области производства продукции.
- Инновации в области технологий.
- Инновации в области маркетинга.
- Инновации в области управления.

Руссо и Руссо (1997) показали, что DEA можно использовать для измерения эффективности страны. Насеровский и Арселус (2003) использовали модель, основанную на концепции эффективности Парето-Купмана, которая преобразует минимально возможные единицы затрат в максимальные единицы

выпуска в соответствии с DEA для измерения относительной эффективности в выборке. Непараметрический метод исследования операций применялся в исследованиях Караянниса, Григорудиса и Голециса (2016); Гуань и Чен (2012 г.); Матей и АлДЕА (2012 г.); Пан, Хун и Лу (2010 г.) и Чен, Ху и Ян (2011 г.). Контолайму и др. (2016) исследовали НИС и их эффективность среди европейских стран, а также обсудили показатели инноваций и эффективность НИС. В ходе исследования была создана типология 28 европейских стран на основе показателей эффективности. Методика включала моделирование DEA, а наборы данных двух групп определялись на основе инновационных показателей стран и европейских инновационных рейтингов. Анализ выявил семь стран ЕС как инновационных лидеров с более высокой эффективностью подразделений по сравнению с группами, разделенными по уровню развития инноваций. Лу, Кве и Хуанг (2014) определили инновации как ключевой ресурс конкурентного преимущества и оценили экономическую эффективность НИС с помощью моделирования DEA. Во-первых, был разработан сетевой производственный процесс DEA. Впоследствии были проанализированы НИС в 30 странах. Результаты показали, что эффективность исследований и разработок подразделения выше, чем экономическая эффективность. Второй шаг был сосредоточен на оценке интеллектуального капитала с помощью усеченной регрессии. Окончательные результаты предложили шаги по повышению эффективности НИС. Ли и Парк (2005) изучили эффективность исследований и разработок 27 компаний азиатских стран, а в качестве результатов включил технический баланс, научные статьи и патенты. Исследования Коцемира (2013) и Коу, Чена, Вана и Шао (2016) показали, что моделирование DEA может применяться в форме модели, ориентированной на минимизацию и максимизацию. Насеровский и Арселус (2012) сравнили инновации 2005 и 2010 годов, используя модель, ориентированную на минимизацию ресурсов, считая, что лучше контролировать вводимые ресурсы стран. Относительная эффективность 22 стран была исследована Шармой и Томасом (2008) с использованием модели DEA, ориентированной на затраты, при которой патент, выдаваемый резидентам, был результатом, а валовые внутренние расходы на НИОКР и количество исследователей - в качестве входных данных. Япония, Словения и Южная Корея считались технически эффективными; однако остальные исследованные страны были признаны лишь частично эффективными. Ван и Хуанг (2007) применили DEA в 30 странах, используя форму непараметрической модели, ориентированную на вводимые ресурсы, и результаты показали, что примерно 50% единиц в выборке были эффективны в научно-исследовательской деятельности.

Методология

DEA измеряет относительную эффективность любых единиц, принимающих решения (по сравнению с другими единицами в общей выборке - отсюда относительная эффективность), которая имеет как чисто экономическую интерпретацию (как границу производственных возможностей), так и интерпретацию в духе научного управления, как многокритериальный метод принятия решений (ММР) на основе ключевых показателей эффективности.

DEA был впервые разработан Фаррелом в 1957 году, который позже был модифицирован Чарнсом-Купером и Родсом (CCR) в 1978 году. Это непараметрический метод, который использует линейное программирование для измерения уровня эффективности сопоставимых единиц принятия решений (DMU), используя несколько входов и выходов. Этот метод измерения эффективности был впервые введен Фаррелом в 1957 году на основе базовой теории производства на основе единичных затрат и единичных выпусков, таких как «производительность на час работы» в форме отношения.

$$\text{Эффективность} = \frac{(\text{Выход})\text{Output}}{(\text{Вход})\text{Input}}$$

Однако это измерение не полностью отражает эффективность, поскольку обычно несколько входов используются для получения одного или нескольких выходов, что приводит к модификации исходного уравнения, чтобы включить в него измерения нескольких входов и нескольких выходов. Эта концепция была далее расширена в базовую модель CCR DEA, разработанную CCR в 1978 году, путем изменения исходного уравнения на:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Weighted sum of output}}{\text{Weighted sum of input}}$$

При теоретическом анализе моделей DEA нужно кратко представить модели CCR и ВСС с ориентацией на вход и выход, поскольку эти модели применяются во многих оценках эффективности.

Модель CCR

Модель CCR, названная ее разработчиками Чарнсом, Купером и Родсом, основана на фиксированной или постоянной отдаче от масштаба. Фактически это означает, что пропорциональное увеличение всех входов приводит к одинаковому пропорциональному увеличению всех выходов. Соответственно, математическое уравнение для определения максимальной эффективности DMU с использованием взвешенной меры эффективности ввода-вывода может быть выражено как: (Чарнс и др., 1978)

$$\max \frac{\sum_{j=1}^J v_{mj} y_{mj}}{\sum_{i=1}^I u_{mi} x_{mi}}$$

В том числе

$$0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{mj} y_{mj}}{\sum_{i=1}^I u_{mi} x_{mi}} \leq 1; \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$v_{mj}, u_{mi} \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad J = 1, 2, \dots, J$$

Где:

N: Общее количество единиц принятия решения (DMU)

J: Взвешенная сумма выходов

I: Взвешенная сумма входов

M: Базовая DMU (calculating mth DMU)

N: единицы принятия решений (DMUs)

I: Входы

J: Выходы

vmj: Вес для выхода

umi: Вес для входа

Поскольку приведенное выше уравнение находится в дробной функции, его трудно вычислить, поэтому CCR (1978) преобразовал уравнение в уравнение линейного программирования, установив знаменатель отношения равным единице, чтобы сформировать уравнение линейного программирования Модель 2 или в равной степени. известная как модель CCR с максимизацией выхода: (Чен и др., 2008)

$$\max \sum_{j=1}^J v_{mj} y_{mj}$$

В том числе

$$\sum_{i=1}^I u_{mi} x_{mi} = 1$$

$$\sum_{j=1}^J v_{mj} y_{mj} - \sum_{i=1}^I u_{mi} x_{mi} \leq 0; \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$v_{mj}, u_{mi} \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad J = 1, 2, \dots, J$$

Когда DEA используется для измерения эффективности инвестиций в инновационной деятельности для набора DMU, алгоритм линейного программирования будет вычислять эффективность каждого DMU с учетом идентичных входных и выходных переменных, чтобы найти максимальное отношение взвешенной суммы выхода к взвешенной сумме входных данных (большинство эффективный DMU) и будет использоваться в качестве эталона по сравнению с другими DMU, в результате чего лучшие DMU будут находиться на эффективной границе. Это означает, что единицы передовой практики относительно эффективны и определены по шкале эффективности DEA как 100% (эффективность = 1).

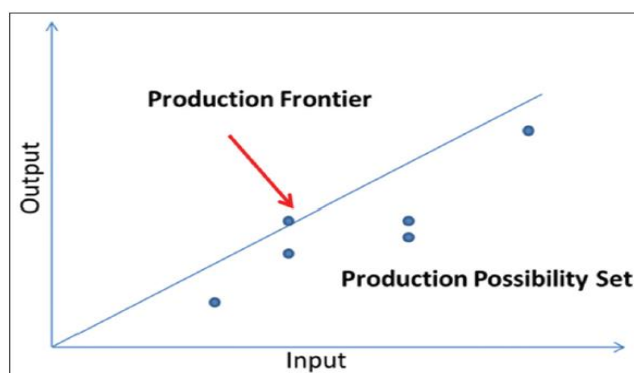


Рисунок 1. Границы производственной модели Чарнеса-Купера и Родса

Чарнес и др. (1979) наложили ограничения не отрицательности, чтобы гарантировать, что входы и выходы имеют положительные весовые значения, так что присвоенная оценка эффективности будет между 1 и 0, а индекс эффективности не будет больше единицы. Менее производительные единицы или неэффективность идентифицируются с показателем эффективности $<100\%$ (эффективность <1). Относительные единицы к этой границе представляют степень неэффективности. Графически рисунок 1 ниже иллюстрирует границу производства модели CCR, где вычисляются наиболее эффективные DMU на диагональной линии через область, где проходит граница и другие DMU (наборы производственных возможностей). (Купер и др., 2006)

Модель ВСС

Концепция модели CCR была изменена введением модели ВСС. Модель названа в честь ее разработчиков Банкера, Чарнеса и Купера, которые заменили постоянную отдачу от масштаба (CRS) на переменную отдачу от масштаба (VRS). DMU работает под VRS, если увеличение входа не приводит к пропорциональным изменениям выхода. Модель ВСС формулируется как: (Банкер и др., 1984)

$$\text{Max}_{u_j, v_i} E_k = \frac{\sum_{j=1}^q u_j Y_{kj} - u_0}{\sum_{i=1}^p v_i X_{ki}}$$

$$\frac{\sum_{j=1}^q u_j Y_{kj} - u_0}{\sum_{i=1}^p v_i X_{ki}}$$

$$Is < 1$$

Где,

E_k : Эффективность k th DMU

Q : выходные данные

P : входные данные

u_j : веса выходов (virtual value)

V : веса входов (virtual value)

u_0 : Скаляр без знака (позитивный или негативный или 0).

По сути, в модели ВСС формула рассчитывает эффективность DMU и наиболее эффективных DMU, которые лежат на выпуклой линии, создавая эффективную границу после прохождения через область DMU (набор производственных возможностей). Рисунок 2 графически иллюстрирует границу производства модели ВСС.

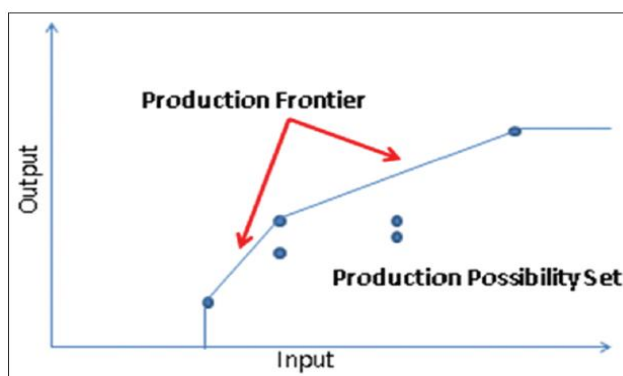


Рисунок 2. Граница производственной модели Банкера-Чарнеса-Купера.

DEA модель в инновационной эффективности

Инновации считаются двигателем экономики и экономического роста. Роль инноваций становится все более важной и является одним из ключевых факторов конкурентоспособности.

Не только метод DEA может быть использован для оценки инновационной эффективности стран. Мамедов, Мовчан и Ищенко-Падукова (2016) представили закон Оукена как альтернативный метод DEA. Измерение эффективности производства может

также может использоваться в стохастическом граничном анализе (Stochastic frontier analysis) или методе FDH (свободный односторонний корпус) (Мамедов и др., 2016). Изучения ученых представили и подтвердили моделирование DEA как наиболее известный метод для объединения факторов инноваций и расчет эффективности НИС.

1. Результаты и предложения

«Единорог» — это термин, используемый в деловом мире для описания частного стартапа стоимостью более 1 миллиарда долларов. На данный момент в мире насчитывается более 1000 компаний-единорогов; включая SpaceX, Monzo, Opensea и Tipalti.

В конце 2020 года был представлен отчет о компаниях-единорогах по всему миру, но с тех пор произошло много изменений. Многие компании

присоединились к клубу единорогов за последние два года, в то время как другие вышли из него, чтобы стать публичными (например, Airbnb, которая занимала 5-е место в 2020 году, прежде чем стать публичной). Информация для исследования была указана с сайта <https://www.practicalecommerce.com/charts-global-unicorn-trends>.

Единороги по мировым регионам в 2016-2023 (в суммарном количестве)

Регионы	Входные данные (кол. единорогов)	Выходные данные (стоимость млрд \$)
Северная Америка	883	3000
Азия	529	1900
Европа	203	663
Латинская Америка- Карибы	24	125
Австралия	7	88
Африка	5	16
Средний Восток	5	8

По состоянию на июнь 2023 года с 2016 года в Северной Америке было произведено 883 единорога, что является самым высоким показателем среди всех регионов, с общей оценкой в 3 триллиона долларов.

Азия занимает второе место с 529 единорогами, а Европа следует с 203.

В рамках исследования были выявлены следующие выводы и результаты на основе выше указанных данных.

Таблица результатов

№	Регионы	CRS – input	CRS – output	VRS – input	VRS – output
1	Северная Америка	0,27	0,27	1	1
2	Азия	0,286	0,286	1	1
3	Европа	0,26	0,26	0,85	0,863
4	Латинская Америка- Карибы	0,414	0,414	0,736	0,85
5	Австралия	1	1	1	1
6	Африка	0,255	0,255	1	1
7	Средний Восток	0,127	0,127	1	0,5

Источник: <http://www.soft.onlineoutput.com/dea>

Данные проанализированы в онлайн программе, которая определяет техническую эффективность по методу DEA. На основе данной таблицы определено, что Австралия является абсолютно эффективной в соотношении стоимости и количества единорогов в данном регионе.

Источники и литература

1. Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. (2006), Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. 2nd ed. New York: Springer.
2. Sherman, H.D., Zhu, J. (2006), Service Productivity Management: Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis, (DEA). New York: Springer
3. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units, „European Journal of Operational Research”, vol. 2 no. 6.
4. Chen, T.Y., Chen, C.B., Peng, S.Y. (2008), Firm operation performance analysis using data

envelopment analysis and balanced scorecard: A case study of a credit cooperative bank. International Journal of Productivity and Performance Management, 57(7), 523-539.

5. Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, „Management Science”, vol. 30 no. 9.
6. Alexander Didenkoon-Measuring Efficiency of Regional Innovation System with DEA and PCA 14 November 2017
7. Mamedov, O., Movchan, I., Ishchenko-Padukova, O., &Grabowska, M. (2016). Traditional economy: Innovations, efficiency and globalization. Economics and Sociology, 9(2), 61-72. doi:10.14254/2071-789X.2016/9-2/4