

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА DEA

Аде Елизавета Витальевна

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, студентка экономического факультета, e-mail: e.ade@g.nsu.ru

Ирина Викторовна Филимонова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга 3, д.э.н., профессор, заведующая Центром экономики недропользования нефти и газа, e-mail: FilimonovaIV@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2, заведующая кафедрой политэкономии экономического факультета

В статье описан метод DEA, который используется для оценки эффективности функционирования социально-экономических систем. Особенности применения его для нефтегазовых компаний. Показаны преимущества и недостатки данного метода, а также особенности при выборе параметров модели.

Ключевые слова: эффективность, DEA, нефтегазовый сектор

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF OIL AND GAS COMPANIES USING THE DEA METHOD

Elizaveta V. Ade

Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova st. 2, student, e-mail: e.ade@g.nsu.ru

Irina V. Filimonova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia, Dr. Sc., Professor, Head of the Center for Economics of Subsoil Use of Oil and Gas, tel.: +7 (913) 900-41-70, e-mail: FilimonovaIV@list.ru

The article presents the DEA method. This method is used to assess the efficiency of socio-economic systems. The features of its application for oil and gas companies are considered. The advantages and disadvantages of this method are described. The features of selecting the model parameters are described.

Keywords: efficiency, DEA, oil and gas sector

В основе анализа свертки данных (DEA) лежит применение линейного программирования. Первое описание метода было представлено в 1978 году исследователями Р. Д. Банкером, А. Чарнесом и В.В. Купером. Применение метода предназначалось для измерения производительности конкретного предприятия, позже его стали использовать для сравнения эффективности компаний, которые используют большое количество схожих входных параметров для производства.

Метод DEA – один из существующих методов оценки эффективности, который представляет собой построение выпуклой «кривой» эффективности – аналог производственной функции, когда выпуск является векторной величиной, а не скалярной [1]. Это характерно для случая, когда производство включает несколько продуктов. Граница эффективности строится на основе двух переменных – переменные входа (input) и выхода (output). Она имеет форму выпуклой оболочки, которая располагается на плоскости значений двух переменных, а каждое значение характеризует отдельный объект исследуемой совокупности в многомерном пространстве. Для сравниваемых объектов граница эффективности – эталон, или Парето-эффективное множество значений. Степень эффективности каждого объекта соответствует тому, насколько близко он находится к построенной кривой эффективности. Построение границы эффективности реализуется путем многократного решения оптимизационной задачи линейного программирования.

В методологии DEA используется термин «эффективность функционирования». Этот термин отражает эффективность, с которой исследуемые объекты преобразуют входы в выходы.

Рассмотрим суть метода DEA. Пусть имеются данные для K входных параметров и M выходных параметров для каждого из N объектов (под термином «объект» могут подразумеваться регионы, отрасли хозяйства, предприятия, учебные заведения и т.д.). Для i -го объекта они представлены вектор-столбцами x_i и y_i соответственно. Тогда матрица X размерности $K \times N$ представляет матрицу входных параметров для всех N объектов, а матрица Y размерности $M \times N$ представляет матрицу выходных параметров для всех N объектов. Можно прийти к задаче математического программирования и, используя теорию двойственности, сформулировать ее в такой форме [2]:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} & (\theta) \\ -y_i + Y\lambda & \geq 0 \\ \theta x_i - X\lambda & \geq 0 \\ \lambda & \geq 0, \end{aligned}$$

где θ – скаляр, а λ является вектором констант размерности $N \times 1$. Значение θ , полученное в результате решения задачи, является мерой эффективности i -го объекта. Эффективность всегда будет меньше или равна единице. Аналогичная задача решается N раз, т.е. для каждого объекта. Объекты с эффективностью равной единице находятся на границе эффективности. В результате может быть сформирована кусочно-линейная граница эффективности. Точки, соответствующие тем объектам, у которых показатель эффективности оказался меньше единицы, можно спроецировать на границу эффективности таким образом, что каждая из этих точек будет равна линейной комбинации $(X\lambda, Y\lambda)$. Часть элементов вектора λ имеют ненулевые значения. Эти элементы соответствуют тем объектам, которые являются эталонными для оцениваемого объекта. Линейная комби-

нация эталонных объектов и образует гипотетический объект, находящийся на границе эффективности. Гипотетический объект был бы эффективным, если бы существовал в действительности. Значения его переменных являются целью для реального – неэффективного – объекта. Таким образом для неэффективных объектов могут быть установлены целевые значения входных и выходных параметров, которые позволят повысить эффективность их деятельности до единицы. Чем ближе точка, соответствующая данному объекту, к границе эффективности, тем выше эффективность этого объекта. [3].

Описанная модель называется моделью, ориентированной на вход. Она характеризуется постоянным эффектом масштаба. Чтобы получить модель, которая будет учитывать переменный эффект масштаба, необходимо в данную модель добавить ограничение на сумму весовых коэффициентов λ [4]:

$$\sum \lambda_i = 1.$$

Дополнение такого ограничения формирует выпуклую линейную комбинацию эффективных объектов.

Преимущества метода DEA [5]:

- позволяет вычислить один агрегированный показатель для каждого объекта в терминах использования входных факторов (независимые переменные) для производства желаемых выходных продуктов (зависимые переменные);
- позволяет обрабатывать большое число входов и выходов, которые могут иметь различные единицы измерения;
- позволяет учитывать внешние факторы (факторы окружающей среды);
- не требует указания весовых коэффициентов для параметров входа и выхода;
- не требует функциональной зависимости между входными и выходными переменными (в отличие от регрессионного анализа);
- позволяет учесть предпочтения менеджеров, касающиеся важности определенных показателей входа и выхода;
- дает возможность оценить необходимые изменения в входах и выходах, которые способствовали бы перемещению неэффективных DMU на границу эффективности;
- сосредоточен на нахождении примеров так называемой лучшей практики (best practice) в отличие от регрессионного анализа, который сосредоточен на усредненных тенденциях [6].

Недостатки метода DEA:

- достаточно сложно обосновать выбор параметров входа и выхода;
- возникают трудности с выбором модели DEA;
- оценки эффективности имеют достаточно сильную зависимость от состава исследуемых объектов (при добавлении нового DMU результаты модели могут значительно поменяться);

- при маленьком количестве DMU и большом количестве переменных можно получить некорректные результаты.

Метод DEA корректно использовать при сравнении компаний, которые осуществляют свою деятельность в одной отрасли и на идентичных рынках сбыта. Нефтегазовые компании однозначно подходят для такой оценки.

Анализ свертки данных предполагает, что нужно выбрать входные и выходные параметры модели. Как уже было сказано ранее, иногда с выбором и распределением показателей возникают трудности. Причиной этого может являться то, что метод не требует технологической взаимосвязи между параметрами. Для решения этой проблемы может быть применен следующий подход: если уменьшение показателя положительно влияет на деятельность компании, то его следует относить к входным параметрам. А если увеличение показателя оказывает положительный эффект на деятельность объекта исследования, то такой показатель следует отнести к параметрам выхода. Обычно входные параметры являются ресурсами, которые компания затрачивает в процессе своей деятельности и условиями, при которых эта деятельность осуществляется. А параметры выходы – это результаты деятельности компании. Это наиболее часто используемая схема определения параметров в исследованиях, но возможны и другие подходы к определению и распределению показателей [7].

Для определения входных и выходных параметров модели были рассмотрены различные исследования, в которых проводился сравнительный анализ эффективности нефтегазовых компаний с помощью метода DEA. Исследования, авторы работ и выбранные параметры представлены в таблице.

Из таблицы видно, что метод DEA может быть использован для решения различных задач. Выбор параметров зависит от цели исследования. Один и тот же показатель может выступать как в качестве входного параметра, так и в качестве выходного. Так, например, для оценки производственной эффективности добычу нефти следует отнести к параметрам выхода, а при оценке эффективности реализации и переработки компании данный параметр будет выступать в качестве входа [8].

Это далеко не весь перечень исследований по оценке эффективности нефтегазовых компаний с помощью метода DEA. Существует множество способов сравнения эффективности компаний по различным группам критериев: рентабельность, надежность, устойчивость, ликвидность, стратегия развития, производственная эффективность, инвестиционная привлекательность, экологичность и т.д.

В исследовании нефтегазовые компании будут сравниваться по уровню производственной эффективности. Будут рассмотрены несколько моделей с разными вариациями входных и выходных параметров.

Таким образом, исходя из рассмотренных исследований и цели работы, были выбраны следующие показатели выходов: добыча нефти и добыча газа. Это основные результаты производственной деятельности нефтегазовых предприятий. Такие показатели полностью удовлетворяют классическому выбору параметров для модели DEA. Увеличение добычи нефти и газа положительно влияет на деятельность компании [7].

Определение входных и выходных параметров в задачах, решаемых методом DEA

Авторы	Исследование	Входы	Выходы
Капустина Л.М, Крылов Д.С., 2008	Сравнительный анализ эфф-ти частных и гос. нефтяных компаний	1. Запасы 2. Персонал	1. Выручка
Abdullah Al-Obaidan, Gerald Scully, 1991	Сравнительная эффективность государственных нефтяных компаний	1. Активы 2. Количество сотрудников	1. Выручка 2. Объем добычи и переработки нефти
О.Б. Уткин, 2000	Оценка рентабельности нефтяных компаний по производственным показателям	1. Затраты на бурение разведочное и эксплуатационное 2. Затраты на промышленное строительство 3. Затраты на закупку оборудования	1.1. Добыча нефти с газовым конденсатом или 1.2. Прибыль отчетного периода
		1. Затраты на бурение разведочное и эксплуатационное 2. Затраты на строительство и оборудование 3. Эксплуатационный фонд скважин	1. Добыча нефти с газовым конденсатом
	Оценка стратегии развития	1. Затраты на бурение 2. Затраты на промышленное строительство 3. Затраты на непроизведенное строительство	1. Прирост промышленных запасов 2. Добыча нефти с газовым конденсатом
	Оценка эффективности реализации и переработки	1. Добыча нефти с газовым конденсатом 2. Нефть на переработку 3. Нефть на экспорт	1. Прибыль отчетного периода
	Оценка надежности компании	1. Затраты на бурение 2. Затраты на промышленное строительство 3. Эксплуатационный фонд скважин	1. Обеспеченность запасами категории А+В+С1 2. Добыча нефти с газовым конденсатом
	Оценка эфф-ти компаний по фин. показателям (Оценка рентабельности по текущим показателям)	1. Прямые затраты по основной деятельности 2. Расходы от неосновной деятельности и прочие расходы	1. Выручка от реализации 2. Доходы от неосновной деятельности
	Оценка эфф-ти компаний по фин. показателям (Оценка рентаб-ти с учетом долгосрочных характеристик)	1. Суммарные расходы 2. Основные средства	1. Суммарная выручка
Оценка ликвидности компаний	1. Краткосрочные пассивы 2. Внеоборотные активы	1. Ден. сред-ва предприятия и цен. бумаги 2. Деб. задолженность и оценка товарных запасов	
Е.Н. Акерман и др., 2020	Расчет технической эффективности	1. Основные средства 2. Фонд оплаты труда	1. Выручка
Lei Li, Mingyue Li, Chunlin Wu, 2012	Production efficiency evaluation of energy companies based on the improved super-efficiency data envelopment analysis considering undesirable outputs (Оценка произв-ной эффективности)	1. Капитальные расходы 2. Операционные расходы 3. Амортизация основных средств	1. Добыча нефти 2. Добыча газа
Вирабян С.Н., 2017	Измерение эффективности сделок по слиянию и поглощению	1. Активы 2. Расходы	1. Выручка от реализации 2. Чистая прибыль
Vikas, Rohit Bansal, 2018	Efficiency evaluation of Indian oil and gas sector	1. Капитальные вложения 2. Фонд оплаты труда 3. Производственные расходы	1. Операционная прибыль 2. Чистая прибыль

Для выбора параметров входа нужно рассмотреть ресурсы, которые компании нефтегазового сектора затрачивают в процессе своей деятельности. Так как в работе анализируется именно производственная эффективность, то показатели входа должны характеризовать производственные ресурсы предприятий. К таким показателям можно отнести численность персонала и активы.

Во второй модели параметры выхода останутся прежними, а в качестве входных параметров выбраны следующие показатели: операционные затраты и капитальные вложения. Такие входные параметры выбраны не случайно. Капитальные вложения и операционные затраты – это основные виды затрат в бизнес-цикле предприятия. Капитальные вложения играют важную роль в деятельности нефтегазовых компаний, так как нефтегазовая отрасль является очень капиталоемкой. Нефтегазовые компании инвестируют большие средства в такие сектора как разведка, добыча, переработка нефти и газа. Операционные расходы тоже играют не менее важную роль в процессе деятельности предприятия [8]. Они отражают текущие затраты производства, реализации сырья и продуктов его переработки и оказывают сильное влияние на уровень эффективности работы компаний.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта № 0331-2019-0028 в рамках государственной программы «Выполнение фундаментальных научных исследований»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карасева М. В., Новожилов А. А., Рукавицына Т. А. К вопросу оценки эффективности функционирования организационно-технических систем // Сибирский журнал науки и технологий. – 2011. – №4. – С. 40-42.
2. Mosbah Ez., Zaibet L., Dharmapala P. S. A new methodology to measure efficiencies of inputs (outputs) of decision making units in Data Envelopment Analysis with application to agriculture // Socio-Economic Planning Sciences. – 2020. – Vol. 72. P. – 345-352.
3. Vásquez-Ibarra L., Rebolledo-Leiva R., Angulo-Meza L., González-Araya M. C., Iriarte A. The joint use of life cycle assessment and data envelopment analysis methodologies for eco-efficiency assessment: A critical review, taxonomy and future research // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 738. – P. 189-195.
4. Ghimire S., Hassanzadeh S. A., Wardley L. J. Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities // Journal of Informetrics. – 2021. – Vol. 15. – P. 81-86.
5. Капустина Л.М, Крылов Д.С. Сравнительный анализ эффективности частных и государственных нефтяных компаний // Journal of new economy. – 2008. – №3 – (22). – С. 25-31.
6. Toloo M., Keshavarz E., Hatami-Marbini A. Selecting data envelopment analysis models: A data-driven application to EU countries // Omega. – 2021. – Vol. – 101. – P. 361-368.
7. Уткин О.Б. Технология анализа Среды функционирования и оценка деятельности нефтяных компаний // Вестник РУДН. Серия: Экономика. – 2002. – №1. – С. 148-152.
8. Акерман Е.Н., Михальчук А.А., Спицын В.В., Чистякова Н.О. Инновационное развитие и оценка DEA-динамической эффективности высокотехнологичных отраслей экономики России // Вестник Томского государственного университета. – 2020. – №51. – С. 173-193.

REFERENCES

1. Karaseva M. V., Novozhilov A. A., Rukavitsyna T. A. K voprosu otsenki effektivnosti funktsionirovaniya organizatsionno-tekhnicheskikh sistem // *Sibirskiy zhurnal nauki i tekhnologii*. – 2011. – №4. – S. 40-42.
2. Mosbah Ez., Zaibet L., Dharmapala P. S. A new methodology to measure efficiencies of inputs (outputs) of decision making units in Data Envelopment Analysis with application to agriculture // *Socio-Economic Planning Sciences*. – 2020. – Vol. 72. P. – 345-352.
3. Vásquez-Ibarra L., Rebolledo-Leiva R., Angulo-Meza L., González-Araya M. C., Iriarte A. The joint use of life cycle assessment and data envelopment analysis methodologies for eco-efficiency assessment: A critical review, taxonomy and future research // *Science of The Total Environment*. – 2020. – Vol. 738. – P. 189-195.
4. Ghimire S., Hassanzadeh S. A., Wardley L. J. Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities // *Journal of Informetrics*. – 2021. – Vol. 15. – P. 81-86.
5. Kapustina L.M, Krylov D.S. Sravnitel'nyy analiz effektivnosti chastnykh i gosudarstvennykh neftyanykh kompaniy // *Journal of new economy*. – 2008. – №3 – (22). – С. 25-31.
6. Toloo M., Keshavarz E., Hatami-Marbini A. Selecting data envelopment analysis models: A data-driven application to EU countries // *Omega*. – 2021. – Vol. – 101. – P. 361-368.
7. Utkin O.B. Tekhnologiya analiza Sredy funktsionirovaniya i otsenka deyatelnosti neftyanykh kompaniy // *Vestnik RUDN. Seriya: Ekonomika*. – 2002. – №1. – S. 148-152.
8. Akerman Ye.N., Mikhail'chuk A.A., Spitsyn V.V., Chistyakova N.O. Innovatsionnoye razvitiye i otsenka DEA-dinamicheskoy effektivnosti vysokotekhnologichnykh otrasley ekonomiki Rossii // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2020. – №51. – S. 173-193.

© *Е. В. Аде, И. В. Филимонова, 2021*