

Ірина Анатоліївна НЕЧАЄВА

кандидат економічних наук, доцент,
викладач кафедри менеджменту,
Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна
E-mail: i.nechaeva@i.ua
Телефон: +380617698254

Дарина Сергіївна ПРОСКУРКІНА

магістрант,
Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна
E-mail: minona-online@mail.ru
Телефон: +380617698254

МЕТОД АНАЛІЗУ СЕРЕДОВИЩА ФУНКЦІОНУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУБ'ЄКТА, ЯКИЙ УХВАЛЮЄ РІШЕННЯ, ТА ЙОГО ПЕРЕВАГИ

Нечаєва, І. А. Метод аналізу середовища функціонування для оцінки ефективності роботи суб'єкта, який ухвалює рішення, та його переваги [Текст] / Ірина Анатоліївна Нечаєва, Дарина Сергіївна Проскуркіна // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: С. І. Шкарабан (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2013. – Том 14. – № 3. – С. 162-167. – ISSN 1993-0259.

Анотація

У роботі розглянуто особливості методу аналізу середовища функціонування, умови та обмеження його використання. Аналіз середовища функціонування (АСФ) є непараметричним методом дослідження операцій та економічного дослідження суб'єктів господарювання загалом або їх структурних підрозділів. Його використовують для розрахунку межі продуктивності та оцінки ефективності суб'єкта, який приймає рішення. Перевага непараметричних підходів полягає в тому, що немає необхідності формувати допущення щодо конкретної функціональної форми межі продуктивності. Здійснено комплексну оцінку філіалу компанії, що надає освітні послуги. Сформовано складений філіал, ресурси якого оптимально використовуються організацією для надання максимальної кількості послуг.

Ключові слова: *аналіз середовища функціонування; лінійне програмування; ефективність; порівняльна ефективність.*

**Ірина Анатоліївна НЕЧАЄВА
Дарина Сергіївна ПРОСКУРКІНА**

МЕТОД АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТЫ СУБЪЕКТА, ПРИНИМАЮЩЕГО РЕШЕНИЕ, И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА

Аннотация

В работе рассмотрены методы анализа среды функционирования, условия и ограничения его использования. Анализ среды функционирования (АСФ) – непараметрический метод исследования операций и экономического анализа. Используется для расчетов границы производительности и оценки эффективности лица, принимающего решение. Преимущество непараметрических методов заключается в том, что не формируется допущение о конкретной функциональной форме границы продуктивности. Осуществлена комплексная оценка филиала компании, который предоставляет образовательные услуги. В результате исследования был сформирован составной филиал, ресурсы которого оптимально используются организацией для предоставления максимального количества услуг.

Ключевые слова: анализ среды функционирования; линейное программирование; эффективность; сравнительная эффективность.

Iryna Anatoliyivna NECHAYEVA

PhD in Economics, Associate Professor,
Lecturer of Department of Management,
Zaporizhzhya National Technical University
Zhukovskiy str., 64, Zaporizhzhya, 69063, Ukraine
E-mail: i.nechaeva@i.ua
Phone: +380617698254

Daryna Sergiyivna PROSKURKINA

Postgraduate Student,
Zaporizhzhya National Technical University
Zhukovskiy str., 64, Zaporizhzhya, 69063, Ukraine
E-mail: minona-online@mail.ru
Phone: +380617698254

**THE ADVANTAGES AND METHODOLOGY OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS USE IN
DIVISION EFFICIENCY ASSEMENT**

Abstract

The methods of Data Envelopment Analysis, terms and restrictions of its use have been considered in the paper. Data Envelopment Analysis (DEA) is a non-parametric method of operations research and economic analysis. This method is used for the estimation of the productivity margin and evaluation of the effectiveness of the decision making individual. Non-parametric approaches have the benefit of not assuming a particular functional form for the margin. A comprehensive assessment of the company's affiliated branch that provides educational services has been carried out. As a result of the research there has been formed a composite subdivision the resources of which are used in the most efficient way by the organization to provide maximum number of services.

Keywords: analysis of the operating environment; linear programming; efficiency; comparative efficiency.

JEL classification: C67

Дослідження ефективності функціонування організацій у сучасних умовах є актуальним, оскільки оперативне виявлення проблемних елементів дає можливість найшвидше адаптуватися до швидкоплинних умов оперування на ринку. Гнучкість та своєчасне елімінування вузьких місць в організації є невід'ємними факторами збереження наявних і виявлення нових конкурентних переваг та, як наслідок, утримання або підвищення рівня конкурентоспроможності. Для аналізу використовується багато параметричних методів, таких, як: метод регресійного аналізу, метод порівняльного аналізу питомої ваги основних показників діяльності підприємства, метод експертних оцінок тощо. Однак, попри їх значну кількість та певні переваги, більшість з них базуються на розрахунку параметрів, що не враховують довгострокову перспективу, а лише дають змогу узагальнити наявну інформацію.

Саме тому виникає необхідність у застосуванні нового, більш доведеного методу, який дає аналітикам можливість виконати комплексну оцінку ефективності діяльності суб'єкта господарювання.

Одним з таких є метод порівняльного аналізу середовища функціонування (Data Envelopment Analysis), який за останні кілька десятиріч набув широкого розповсюдження серед закордонних аналітиків.

Уперше цей метод був представлений у роботі А. Чарнза, В. Купера та Е. Роудза «Вимірювання ефективності суб'єктів, що приймають рішення» (1978) [4]. Цей метод базується на принципах лінійного програмування та ідеях, які були сформульовані М. Дж Фареллом у праці «Оцінка виробничої ефективності» (1957) [3].

Спочатку АСФ використовували для аналізу неприбуткових установ. Наразі сфера використання цього методу значно розширилася і орієнтована на різноманітні види бізнесу. Особливою популярністю АСФ користується у аналітиків великих компаній енергетично-ресурсного, фінансового, будівельного та інших секторів.

АСФ – гнучкий метод для вимірювання порівняльної ефективності суб'єктів, які приймають рішення, зокрема: індивідів, частин організацій або організації загалом. Масштаб діяльності об'єкта, що досліджується, не є

суттєвим. Відповідно до методології АСФ, об'єкти, які оцінюються, мають функціонувати в однаковому середовищі та у процесі виробництва товарів чи послуг трансформувати однаковий набір ресурсів на вході в однаковий набір продукції на виході. Оскільки цей метод не є параметричним, замість припущення існування функціонального взаємозв'язку між ресурсами на вході та продукцією на виході використовується система гнучких середньозважених показників. Використання нефіксованих середньозважених показників мінімізує ризики суб'єктивної оцінки з боку аналітика, що проводить дослідження [1, с. 2].

За результатами оцінки ефективності із використанням методу АСФ аналітик отримує оптимальне значення вхідних та вихідних показників. Спираючись на ці показники керівництво об'єкта приймає рішення щодо збільшення або зменшення вхідних або вихідних показників з метою досягнення рівня ефективності, оскільки існують інші об'єкти, реальні або гіпотетичні, які функціонують оптимально. Таким чином, АСФ є не тільки методом оцінки, а також методом управління, що є особливо важливим стосовно проблеми, що досліджується [3, с. 76].

При застосуванні методу АСФ для оцінки ефективності структурних підрозділів модель лінійного програмування розробляється для кожного об'єкта, ефективність якого буде оцінюватися, та має вигляд:

$$\min E \quad , \quad (1)$$

з обмеженнями для показників на вході:

$$\sum_i W_i * X_i \leq X_o * E \quad , \quad (2)$$

з обмеженнями для показників на виході:

$$\sum_i W_i * Y_i \geq Y_o \quad , \quad (3)$$

з обмеженнями для середньозважених показників:

$$\sum_i W_i = 1 \quad , \quad (4)$$

де E – коефіцієнт ефективності об'єкта дослідження;

W_i – середньозважені показники;

X_i – показники на вході усіх об'єктів, що розглядаються;

X_o – показники на вході об'єкта, який за припущенням є неефективним;

Y_i – показники на виході усіх об'єктів, що розглядаються;

Y_o – показники на виході об'єкта, який за припущенням є неефективним.

Також має виконуватися умова $E, W_i \geq 0$

Використовуючи лінійне програмування, ми

будуємо модель складеного філіалу, комбінація значень вхідних та вихідних показників якого є оптимальною за чинних умов. Вихідні показники для складеного філіалу визначаються шляхом розрахунку суми добутку середньозваженого коефіцієнта та значення відповідних вхідних показників для всіх філіалів, що розглядаються в процесі аналізу, та використовуються для оцінки вихідних показників кожного із об'єктів аналізу (формула 2). Вхідні показники складеного філіалу розраховуються як сума добутку тих самих середньозважених коефіцієнтів та значень вхідних показників відповідних філіалів та використовуються для оцінки вхідних показників об'єктів, що аналізуються.

Відповідно до обмежень (формула 3), вихідні показники складеного філіалу мають бути більші або дорівнювати виходу філіалу, що оцінюється. Відповідно до обмежень (формула 2), входи для складеного підрозділу мають бути меншими або дорівнювати входам філіалу, що оцінюється. У разі, якщо умови нерівності задовільняються, складений філіал слід вважати ефективним, оскільки у своїй діяльності він використовує меншу кількість вхідних ресурсів, ніж філіал, що аналізується, та продукує більшу чи однакову кількість продукції на виході, ніж філіал, що підлягає оцінці ефективності. Оскільки складений філіал базується на всіх філіалах, які аналізуються, філіал, що оцінюється, можна вважати відносно неефективним порівняно з іншими філіалами в групі.

Для остаточного формування обмежень вхідних показників формуються вирази для правосторонніх оцінок для кожного обмеження. Правосторонніми оцінками є ресурси, що доступні складеному філіалу, які розраховуються як добуток вхідних показників філіалу, що оцінюється, та коефіцієнтом ефективності об'єкта дослідження ($X_o * E$) (формула 2). Таким чином, вводиться наступна шукана змінна (формула 5):

E = частка вхідних ресурсів філіалу, що досліджується, яка доступна складеному філіалу

$$(5)$$

E є індексом ефективності. Якщо $E=1$, кількість вхідних ресурсів, що доступна для складеного філіалу, дорівнює кількості вхідних ресурсів, яка використовується складеним філіалом. Якщо $E > 1$, складений філіал буде мати у своєму розпорядженні пропорційно більше вхідних ресурсів, а якщо $E < 1$, складений філіал буде мати у своєму розпорядженні пропорційно меншу кількість вхідних ресурсів [2, с. 215-223].

Розглянемо приклад використання АСФ для аналізу філіалу компанії, що надає освітні послуги у сфері викладання іноземної мови. Вхідні та вихідні показники чотирьох філіалів, що наведені у табл. 1 та табл. 2, складені за інформацією

досліджуваної організації.

Таблиця 1. Вхідні показники

Назва філіалу Показник	Філіал 1	Філіал 2	Філіал 3	Філіал 4
Загальна кількість викладачів, осіб	17	15	11	12
Сумарні витрати, тис. грн	194,6	157	162,6	148,7
Кількість студентів, осіб	400	250	340	233

Таблиця 2. Вихідні показники

Назва філіалу Показник	Філіал 1		Філіал 2		Філіал 3		Філіал 4	
	Кількість осіб	Питома вага показника, %	Кількість осіб	Питома вага показника, %	Кількість осіб	Питома вага показника, %	Кількість осіб	Питома вага показника, %
Кількість викладачів, які отримали оцінку 8 балів і вище від студентів	10	58,8	3	20	5	45,5	8	66,7
Кількість викладачів, які отримали оцінку 8 балів і вище від перевіряючого	10	58,8	5	20	9	45,5	9	75
Кількість студентів, які успішно склали фінальний тест	250	53,8	103	41,2	170	50	156	67

У якості вхідних було обрано наступні показники: загальна кількість викладачів, сумарні витрати, кількість студентів. Вибір обумовлений тим, що основні ресурси, які беруть участь у процесі перетворення під час діяльності компанії, є персонал (викладачі, які переробляють інформацію і надають її у вигляді практичних знань), сумарні витрати (витрати, які забезпечують функціонування організації), кількість студентів (клієнти, які безпосередньо беруть участь у процесі перетворення наявних інформаційних ресурсів у грошові кошти).

Серед вихідних показників було зазначено наступні: кількість викладачів, які за десятибальною шкалою отримали оцінку 8 балів і вище від студентів, кількість викладачів, які за десятибальною шкалою отримали оцінку 8 балів і вище від перевіряючого, кількість студентів, які успішно склали фінальний тест, тобто ті показники, що характеризують успішне трансформування вхідних ресурсів у послуги на виході.

Метою нашого дослідження було виявити, який філіал, порівняно із іншими, неефективно працює. Першим кроком є побудова моделі лінійного програмування. Наступним кроком є розрахунок вхідних та вихідних показників для філіалу, який оптимально використовує наявні вхідні ресурси та продукує оптимальну кількість послуг на виході (складений філіал).

Основним підтвердженням ефективної діяльності освітнього закладу є успішне засвоєння студентами знань. У якості об'єкта, ефективність якого буде оцінено, було обрано філіал 2, оскільки питома вага студентів, що успішно здали фінальний тест, у загальній кількості студентів є найменшою. Це свідчить, що якість результатів роботи цього філіалу є найнижчою серед чотирьох філіалів, дані яких використовуються в аналізі.

Для розрахунків використаємо програму Microsoft Excel 2010 та додаток до цієї програми Solver. Результати розрахунків наведено у табл. 3, табл. 4 та табл. 5.

Таблиця 3. Розрахункові значення змінних

Змінна	Розрахункове значення
E	0,947
W1	0
W2	0
W3	0
W4	1

Таблиця 4. Розрахункові значення обмежень для вхідних параметрів моделі

Показник	Розрахункове значення обмеження
Загальна кількість викладачів	$12 \leq 14$
Сумарні витрати	$148,7 \leq 149$
Кількість студентів	$233 \leq 237$

Таблиця 5. Розрахункові значення обмежень для вихідних параметрів моделі

Показник	Розрахункове значення обмеження
Кількість викладачів, які отримали оцінку 8 балів і вище від студентів	$8 \geq 3$
Кількість викладачів, які отримали оцінку 8 балів і вище від перевіряючого	$9 \geq 5$
Кількість студентів, які успішно склали фінальний тест	$156 \geq 103$

Із отриманих розрахунків можна зробити висновок, що філіал 2 ($E=0,947$, табл. 3), ефективність якого оцінювали, є неефективним відносно інших. Філіал, який підлягав оцінці, на 94,7% використовує свої вхідні ресурси. А складений оптимальний філіал за розрахунками використовує меншу кількість ресурсів на вході, ніж філіал 2, продукуючи при цьому більшу кількість послуг (табл. 4, табл. 5).

Вхідні ресурси складеного філіалу на 100 % складаються із ресурсів четвертого філіалу, тобто вхідні ресурси складеного філіалу не містять жодних ресурсів другого філіалу, третього чи першого філіалів, оскільки за результатами розрахунків вони є неефективними (табл. 3).

За чинним рівнем ефективності філіал 2 мав би мати меншу кількість викладачів (табл. 4), а саме 14 осіб замість 15. Однак складений філіал у своїй діяльності потребує ще меншу – 12 осіб. І, як наслідок, необхідна менша кількість коштів для функціонування складеного філіалу (148,7 тис. грн). За розрахунками, загальна кількість студентів складеного філіалу є меншою і складає 233 особи, але кількість студентів, що успішно склали фінальний тест, є більшою та становить 156 осіб, що є більш ефективним порівняно з об'єктом, що досліджується.

Підсумовуючи викладений у статті матеріал, хочемо зазначити, що використання традиційних

методів відносних показників не дозволяє здійснити інтегровану оцінку ефективності структурних одиниць як складної системи, а тому не може використовуватися як метод оцінки для порівняння підрозділів за рівнем їхньої ефективності. Це завдання може бути вирішено з використанням сучасних методів аналізу, які дають змогу оцінити загальну ефективність організації з урахуванням багатьох чинників.

Зазначених цілей можна досягти за допомогою розглянутого в статті методу АСФ. Описана методологія порівняльного оцінювання дозволяє проводити ранжування об'єктів дослідження, при цьому істотне значення має вибір структури критерію оцінки. За допомогою методу АСФ можна оцінювати ефективність об'єктів на основі даних про множину вхідних і вихідних змінних, уникаючи застосування штучних вагових коефіцієнтів, таким чином істотно збільшуючи об'єктивність оцінки. До того ж, метод АСФ не тільки вимірює порівняльну ефективність філіалів, але й визначає необхідний обсяг як споживання ресурсів, так і вироблення послуг для неефективних одиниць. Таким чином, запропонований метод може бути використаний як ефективний інструмент стратегічного управління компаніями, що мають велику кількість структурних підрозділів

Список літератури

1. Sale, R. S. *Data Envelopment Analysis: A Primer for Novice Users and Students at all Levels* Lamar University [Текст] / R. Samuel Sale, Martha Lair Sale. Florida Institute of Technology. P. – 2

2. Anderson, D. R. *Introduction to management science. Quantitative Approaches to Decision Making [Tekcm]* / D. R. Anderson, D. J. Sweeney. University of Cincinnati, South-Western Cengage Learning, 2010. – P. 215-223.
3. Farrell, M. J. *The Measurement of Productive Efficiency [Tekcm]* / M. J. Farrell // *Journal of the Royal Statistical Society*. – 1957. – vol. 120. – Pp. 253-281.
4. Charnes, A. *Measuring the efficiency of decision-making units [Tekcm]* / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // *European Journal of Operation Research*. – 1978. – T. 2. – № 6. – P. 429-444.
5. Cooper, W. W. *DEA. Comprehensive Text with models [Tekcm]* / W. W. Cooper, L. S. Seiford, K. Tone. Springer, 2007. – P. 2-336.
6. Banker, R. *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis [Tekcm]* / R. Banker, A. Charnes, C. Cooper // *Management Science*. – 1984. – № 30. 9. – P. 1078-1092.
7. Banker, R. *Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis [Tekcm]* / R. Banker, R. Thrall // *European Journal of Operational Research*. – 1992. – 62.1. – P. 74-84.
8. Sherman, H. D. *Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA) [Tekcm]* / H. D. Sherman, J. Zhu. Springer, 2006. – XII, 328 p.
9. Cooper, W. W. *Data Envelopment Analysis [Tekcm]* / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone. – Boston: Kluwer Acad. Pubis, 2000.
10. Chang, K. P. *Linear production functions and the DEA [Tekcm]* / K. P. Chang, Y. Y. Guh // *European J. Operat. Res.* – 1991. – V. 52. – P. 215-223.
11. *Management Science [Tekcm]* / S. Gass, C. Harris. – Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 183-191.
12. Tavares, G. *A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001)*. *Rutcor Research Report Piscataway*. – New Jersey: Rutgers University, 2002.

References

1. Sale, R. S. & Sale, M. L. (n. d.). *Data Envelopment Analysis: A Primer for Novice Users and Students at all Levels* Lamar University, Florida Institute of Technology.
2. Anderson, D. R. & Sweeney D. J. (2010). *Introduction to management science. Quantitative Approaches to Decision Making*. University of Cincinnati, South-Western Cengage Learning. (2010).
3. Farrell, M. J. (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 120.
4. Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision-making units*. *European Journal of Operation Research*, 2 (6).
5. Cooper W. W., Seiford L. S., Tone K. (2007). *DEA. A Comprehensive Text with models*. Springer.
6. Banker, R., Charnes, A., Cooper, C. (1984). *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. *Management Science*, 30.9.
7. Banker, R. & Thrall, R. (1992). *Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis*. *European Journal of Operational Research*, 62.1.
8. Sherman, H. D., Zhu J. (2006). *Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Springer XII, 328 p.
9. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. (2000). *Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Acad. Pubis.
10. Chang K. P., Guh Y. Y. (1991). *Linear production functions and the DEA*. *European J. Operat. Res.*, 52.
11. Gass, S. & Harris, C. (2001). *Management Science*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
12. Tavares, G. (2002). *A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001)*. *Rutcor Research Report Piscataway*, New Jersey: Rutgers University.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2013 р.