

УДК:658.51:332.155:338.58(100)

С. В. Северина,
аспірант кафедри фінансів та кредиту,
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

ЗАСТОСУВАННЯ "МОДЕЛІ МУЛЬТИПЛІКАТОРІВ" DEA АНАЛІЗУ НА ПРАКТИЦІ

S. Severina,
graduate student of finance and credit,
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhya

THE USE OF "MODEL MULTIPLIERS" DEA ANALYSIS IN PRACTICE

Стаття присвячена провідній методиці управління ефективністю діяльності підприємства, яка останнім часом набула поширення на Заході. Ефективність - це ключовий індикатор доцільності функціонування підприємств, тому дуже важливо, щоб цей показник знаходився на високому рівні. Актуальність дослідження зумовлена нестабільною ситуацією на ринку, що стимулює підприємства до пошуку провідних технологій у сфері менеджменту та виробництва. В статті дається короткий опис DEA методології. З її допомогою можна оцінити ступінь ефективності конкретної господарської одиниці в сукупності підприємств всієї галузі і на основі отриманих результатів можна привести рекомендації по управлінню ефективністю, які будуть сприяти зростанню результативних показників. На практиці було використано одну з методик DEA аналізу - "модель мультиплікаторів", а також на основі отриманих результатів було надано рекомендації з подальшої діяльності підприємств машинобудівної галузі.

The article is dedicated to leading methods of performance management of the company, which recently has spread abroad. Efficiency - a key indicator usefulness of enterprises, so it is important that this figure was high. Relevance of the study caused the unstable situation on the market, enabling the company to find the best technology in management and production. This article provides a brief description of DEA methodology. It allows to assess the effectiveness of a particular entity in the aggregate of all industries and enterprises based on the results can lead to performance management recommendations that will contribute to the growth of output indicators. In practice, we used one of the techniques DEA analysis - "model multipliers" and based on the results was provided recommendations for follow-up machine building industry.

Ключові слова: ефективність діяльності, DEA аналіз, входи, результативний показник, витрати.

Keywords: efficiency of, DEA analysis, inputs, output indicators, costs.

Постановка проблеми. Посилення конкуренції, а також нестабільність світової економіки спонукають підприємства шукати нові шляхи зменшення витрат і підвищення обсягів виробництва. Особливо гостро ця проблема стоїть перед найбільш ресурсоемними галузями економіки - промисловістю. Для управління ефективністю діяльності підприємств, необхідна розробка та застосування нових технологій, які б відповідали вимогам часу. Традиційні методики оцінки ефективності є або надто загальними, що не дозволяє визначити проблеми, які стримують зростання ефективності галузі, або надто складними, що вимагає значних витрат часу і ресурсів, знижуючи тим самим ефект від їх проведення. В зв'язку з цим виникає необхідність у розробці нових аналітичних підходів і моделей, які б враховували існуючі методи аналізу ефективності та надавали необхідну інформацію про можливі резерви зниження витрат, шляхів і потенціалу підвищення ефективності з мінімальними витратами часу та ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями аналізу і підвищення ефективності виробництва на макро- і мікрорівні, в промисловому виробництві займалися провідні вітчизняні і зарубіжні вчені-економісти, серед яких Ю. Васильєва, С. Струмиліна, В. Яценко, Л. Дейнеко, А. Маршал, В. Парето і багато інших. Однак варто зазначити, що вітчизняні наукові розробки у сфері аналізу і підвищення ефективності відносяться до періоду соціалізму та перехідного періоду економіки. В сучасних умовах актуальними є розробки дієвих механізмів здійснення оцінки та аналізу ефективності, які б відповідали критеріям ринкової економіки.

Сучасна ринкова методологія оцінки і аналізу ефективності виробництва на макро- та мікрорівні ґрунтується на працях Д. Айгнера, Р. Банкера, Л. Канторовича, В. Кулера, Х. Лейбенштайна, К. Леонтьєва, М. Фаррела, А. Чарнсона, Е. Родеса та інших. Враховуючі дослідження даних науковців і враховуючі структурні особливості української економіки, необхідно побудувати адекватну модель аналізу ефективності промислового підприємства, яка б мала місце на всіх рівнях управління.

Метою даного дослідження є висвітлення самої методики оцінки ефективності за допомогою DEA технології, а також можливості побудови універсальної та маловитратної моделі здійснення аналізу ефективності промислового виробництва на основі використання даної методології. Окрім того, не менш важливим питанням є підняття інтересу у вітчизняних наукових та академічних колах до використання даної методики, а також адаптація її до вимог української економіки.

Виклад основного матеріалу. DEA аналіз дозволяє оцінити роботу підприємств однієї галузі у порівнянні з "ідеальним підприємством", яке на фоні інших використовує наявні ресурси найбільш оптимально.

В усьому світі DEA аналіз використовують для оцінки ефективності систем однорідних об'єктів, які займаються однаковими видами діяльності, та використовують при цьому однакові ресурси. При цьому під ефективністю розуміють відношення сукупності значень вхідних параметрів до сукупності значень вихідних параметрів [1].

DEA засновано на використанні лінійного програмування для побудови непараметричної лінійної поверхні (лінія виробничих можливостей) на основі даних, які існують. Оцінку ефективності в подальшому проводять по відношенню до цієї поверхні або лінії виробничих можливостей. Вперше дану методику запропонував Фаррел у 1957 році, а протягом 20 років лише деякі автори звертали увагу на неї. Боулз (1966 р.) і Ефріат (1972 р.) запропонували використовувати низку методів математичного програмування для того, щоб вирішити зазначену задачу. Однак, включно до 1978 року належної уваги цим розробкам ніхто і не надав.

Тільки після того, коли в друк вийшла робота Чарнса, Купера і Родеса, в якій вперше було використано термін DEA, з'явилась велика кількість наукових публікацій, в яких ідеї Фаррела зазнали подальшого розвитку [2].

DEA аналіз набув значної популярності за кордоном. Сьогодні розроблено різні моделі, які використовуються як для вирішення проблем економіки, так і менеджменту, їх реалізація дає корисні результати. Орієнтація моделей різна. Вони можуть бути орієнтовані на вхід (ресурси), вихід (досягнуті результати), на вхід та вихід одночасно. В них також може враховуватись зростаюча, спадна норма віддачі на одиницю потужності, що має місце у виробництві з узагальненням на випадок значної кількості виходів [3].

Останнім часом спостерігається ажітаж на використання цієї технології для аналізу як галузей економіки, регіонів, великих компаній, так і підприємств нефінансової сфери. Провідні світові наукові видання присвячують методиці DEA спеціальні випуски.

Для реалізації даної технології використовуються сучасні досягнення в області математичного програмування, теорії і методи вирішення задач оптимізації великої розмірності, а також комп'ютерного моделювання [4].

Для реалізації моделей використовується математичне програмування як метод отримання оптимального результату. В DEA аналізі кожний об'єкт розглядається як приймаюча рішення одиниця (Decision Making Unit – DMU).

В загальному вигляді DEA модель має вигляд:

$$E_{\max} = \frac{k_1 y_{10} + k_2 y_{20} + \dots + k_r y_{r0}}{n_1 x_{10} + n_2 x_{20} + \dots + n_m x_{m0}} = \frac{\sum_{r=1}^s k_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m n_i x_{i0}} \quad (1)$$

(максимальна ефективність для певного господарського об'єкта), де

j - кількість господарських одиниць (ГО), які ми використовуємо для аналізу;

GO_j - господарська одиниця, яка приймає рішення під номером j ;

E - оцінка ефективності, яка була визначена за допомогою DEA;

yrj - обсяг ресурсу r , який використовує підприємство j ;

xij - обсяг результату i , який отримало підприємство j ;

i - кількість ресурсів, які використовують ГО в своїй діяльності;

r - кількість результуючих показників ГО;

kr - ваговий коефіцієнт ресурсів r , який присвоєно DEA;

nr - ваговий коефіцієнт результатів i , який присвоєно DEA.

Дані, які необхідні для оцінки DEA – це виходи виробництва yrj і входи xij за граничний період часу на заданому об'єкті в певному наборі господарських одиниць. Таким чином, xij показує обсяг i вхідного параметру, який застосовує j господарська одиниця, а yrj - це обсяг r параметру на виході для j господарської одиниці.

Якщо E для окремого об'єкта, що досліджується менше одиниці, то це свідчить про неефективність його діяльності і існує можливість виробництва заданого об'єму продукції з меншим обсягом вхідних параметрів.

Всі результати інтерпретуються у відповідності до першочергових завдань, а також із зазначенням наслідків, які будуть мати ті чи інші рішення на управління ефективністю.

Для пошуку множини коефіцієнтів (k 's та n 's), які призведуть до максимальної ефективності, необхідно використати метод лінійного програмування.

Окрім того, необхідно внести певні обмеження для коефіцієнтів k та n , таким чином, щоб розрахована ефективність не була більшою від 100%:

$$GO_j \dots \frac{k_1 y_{1j} + k_2 y_{2j} + \dots + k_r y_{rj}}{n_1 x_{1j} + n_2 x_{2j} + \dots + n_m x_{mj}} = \frac{\sum_{r=1}^s k_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m n_i x_{ij}} \leq 1 \quad (2)$$

де $k_1, \dots, k_s > 0$ та $n_1, \dots, n_m \geq 0$.

[5]

Для того, щоб застосувати DEA в стандартному пакеті лінійного програмування, слід цільову функцію перетворити наступним чином:

$$\text{Max } E = k_1 y_{10} + k_2 y_{20} + \dots + k_r y_{r0} \left(= \sum_{r=1}^s k_r y_{r0} \right) \quad (3)$$

Згідно з обмеженнями, що

$$n_1 x_{10} + n_2 x_{20} + \dots + n_m x_{m0} = \sum_{i=1}^m n_i x_{i0} = 1 \quad (4)$$

$$k_1 y_{1j} + k_2 y_{2j} + \dots + k_r y_{rj} \leq n_1 x_{1j} + n_2 x_{2j} + \dots + n_m x_{mj} \quad (5)$$

Наведений вище вираз приведемо в стандартний математичний вигляд:

$$\sum_{r=1}^s k_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m n_i x_{ij} \quad (6)$$

Вагові коефіцієнти ми визначимо за допомогою "моделі охоплення", де буде наочно показана їх управлінська та аналітична цінність. Модель подвійного лінійного програмування буде виконуватись при $E \rightarrow \text{min}$ за дотримання умов:

$$\sum_{j=1}^s \lambda_j x_{ij} \leq E x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (a)$$

$$\sum_{j=1}^s \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad (b)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, Z. \quad (c)$$

Двоїста модель ефективності мінімізує значення E , за умови дотримання обмеження (а), що сума зважених входів господарських одиниць менше або дорівнює входу підприємства, для якого проводиться оцінка, (б) зважена сума виходів господарських одиниць більше або дорівнює виходу підприємства, яке оцінюється. λ - це значення вагового коефіцієнта. Всі підприємства, які мають не нульове значення показника λ складають набір ефективних господарських одиниць.

Ті підприємства, для яких значення показника ефективності E дорівнює одиниці, знаходяться на межі ефективності. Підприємства, у яких показник ефективності E менше одиниці потрібно виводити на межу ефективності і по ним можна дати певні рекомендації з покращення діяльності. Ці рекомендації даються на основі порівняння неефективного підприємства з його найближчим еталоном, у якого $E=1$. Рекомендації - це не що інше, як пропозиції по пропорційному скороченню об'ємів ресурсів, що витрачаються при збереженні вихідних параметрів на тому самому рівні. Ці рекомендації по зміні ресурсів у моделі в подальшому будуть представлені як λ [6].

Всі розрахунки ми проводимо за допомогою MS Excel. В якості результативного показника ми обираємо виручку від реалізації, а вхідними показниками для моделі стануть витрати підприємства, які формують собівартість продукції. Слід зазначити, що таке співвідношення витрат характеризує обсяг витрат всіх видів ресурсів, задіяних у діяльності підприємства у грошовому виразі.

Об'єктом дослідження ми обрали 6 підприємств машинобудівної галузі. Зауважимо, що підприємства мають працювати в одній сфері, тобто продукція, яку вони виготовляють, має бути ідентичною, так само як і ресурси, які використовуються у виробництві.

Всі статистичні дані ми формуємо у таблицю. Модель DEA містить чотири основні компоненти: клітинки, що містять в собі змінні рішення (λ_j), клітинка для цільової функції (ефективність E), клітинки, що містять формули для обчислення DEA з певним набором послань та обмежень (6).

Таблиця 1.
Показники діяльності підприємств, які будуть використані при оцінці ефективності DEA

	Матеріальні витрати	Витрати на оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	Амортизація	Інші витрати	Виручка від реалізації
ПАТ "ЗТР"	1957710	227479	84397	55092	307089	3947828
ПАТ "Перетворювач"	456	154	52	34	377	174
ПАТ "Запорізький кабельний завод"	51160	18288	7080	4345	12092	121082
ПАТ "Запорізький завод надпотужних трансформаторів"	11419	20107	7647	9628	7705	101764
ПАТ "Завод малогабаритних трансформаторів"	42785	4146	1554	314	3620	63504
ПАТ "Український науково-дослідний проектно-конструкторський та технологічний інститут трансформаторів"	10369	26515	9507	2372	7278	47221

За допомогою функції «Пошук рішень» ми будемо знаходити значення λ_j та ефективності E . Для визначення еталонової ефективності серед усіх підприємств за допомогою DEA моделі, також необхідно ввести в таблицю Excel формули для підрахунку зваженої суми входів та виходів для всіх підприємств.

Окрім того, внесемо в Excel фактичні значення входів і виходів, які знаходяться з правої сторони рівняння моделі DEA (6).

Для того, щоб отримати кінцевий вигляд DEA моделі ми будемо використовувати «Пошук рішень», додаючи відповідні обмеження у вигляді рівнянь (а) та (б) "моделі мультиплікаторів". Крім того, ми вносимо діапазон клітинок, значення яких нас цікавить, та додаємо умову стосовно того, що ми шукаємо мінімальне значення цільової функції. Як тільки обмеження і пошук рішень запрацюють ми знайдемо оцінку ефективності за допомогою DEA та значення коефіцієнта λ для кожного підприємства.

Відповідно до обмежень, які зазначені в моделі, цільова функція має бути зведена до мінімуму. Окрім того, у процедуру «Пошук рішень» ми додаємо обмеження, які внесені до діапазонів клітинок з рівняннями правої та лівої сторони моделі.

Після запуску «Пошуку рішень» знаходимо ефективність для всього набору підприємств. З урахуванням отриманої інформації необхідно перед підприємствами, що функціонують не в повну силу, поставити нові цілі для того, щоб покращити ефективність їх діяльності.

Так, менш ефективні підприємства можуть виробляти ту саму кількість продукції при зменшенні кількості входів [7].

У відповідності з отриманими результатами розрахункова ефективність ПАТ "Перетворювач" дорівнює 0,15, а ПАТ "Запорізький кабельний завод" - 0,77. Ці підприємства з поміж всіх останніх є найменш ефективними. Всі останні, у яких рівень ефективності дорівнює 1, є ефективними і вони найбільш оптимально направляють витрати на виробництво.

Для того, щоб покращити ефективність цих двох підприємств, необхідно оптимізувати витрати у відповідності до об'ємів виробництва.

Як було визначено, ефективність ПАТ "Перетворювач" має більш раціонально управляти своїми витратами. Підприємство може досягти 100% ефективності, якщо скоротить витрати, при цьому обсяг виручки від реалізації залишиться на попередньому рівні. Оптиміальне значення кожної статті витрат, згідно значенням λ , які ми отримали в процесі аналізу, матиме такий вигляд:

- матеріальні витрати - 68,53;
- витрати на оплату праці - 21,22;
- відрахування на соціальні заходи - 7,81;
- амортизація - 5,11;
- інші витрати - 14,17.

Аналогічні розрахунки ми отримуємо і для ПАТ " Запорізький кабельний завод".

Ефективність даного підприємства складає 0,77 або 77,33%. Згідно отриманим розрахункам, керівництво підприємства має скоротити витрати по всім напрямкам, тоді можна буде досягти покращення результатів діяльності. Отримуємо такі значення вхідних параметрів:

- матеріальні витрати - 45130,23;
- витрати на оплату праці - 11967,43;
- відрахування на соціальні заходи - 4509,19;
- амортизація - 4558,41;
- інші витрати - 8940,52.

Отримані результати найбільш точно демонструють як саме працює DEA, окрім того є можливість оцінити наслідки рішень в сфері управління

ефективністю. Менеджер робить висновок стосовно того, як при зміні комбінації вхідних параметрів можна досягти того ж обсягу виходу, при цьому ефективність підприємства буде покращена. Всі розрахунки проводяться автоматично, тому процес управління доволі простий у застосуванні.

Висновки. Як показало дослідження, систематизація знань з питання оцінки діяльності підприємств за допомогою ДЕА методика може стати основою для розробки управлінських рішень, які спрямовані на підвищення ефективності як на окремих господарських об'єктах, так і в галузі, і в промисловості в цілому. Продовження досліджень даного напрямку дозволить менеджерам проаналізувати і оцінити значення використання баз даних в їх повсякденній діяльності з управління ефективністю.

Література.

1. Шакирова Д.Ю. Методы оценки эффективности деятельности предприятия / Д.Ю. Шакирова // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник. – 2010. – № 2 (16). – С. 138-143.
2. Баландин Д.В. Анализ эффективности государственного регулирования тарифов на электроэнергию (на примере генерации) [Электронный ресурс] / Д.В. Баландин // Труды конференции «Международная научно-практическая конференция: Реформирование общественного сектора: поиск путей повышения эффективности». – СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета. – 2005. – 1,1 п. л. – Режим доступа: <http://www.aspe.spb.ru/reports/balandin.doc/2005>
3. Щербак Д. Применение методологии анализа среды функционирования для оценки эффективности управления набором стратегических бизнес-единиц промышленных корпораций / Д. Щербак // Вестник удмуртского университета. – 2012. – Вып. 2. – С. 76-81.
4. Программный комплекс «EffiVision» для анализа деятельности сложных систем / В.Е. Кривоножко, М.М. Сафин, О.Б. Уткин, А.В. Лычев // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2005. – № 3. – С. 85-94.
5. Sherman H.D., Zhu J. Service productivity management improving service performance using data envelopment analysis (DEA). – 2006, XXII. – 328 illus. With CD-ROM., Hardcover.
6. Сборник лучших выпускных работ – 2011 / Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики", ф-т экономики; науч. ред. К.А. Букин. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012.
7. Иванов С.Н. Математические методы исследования операций: Учеб. пособие. / Иванов С.Н. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2002. – 681 с.

References.

1. Shakirova D.Ju., Methods of evaluating the performance of the enterprise, *Proektirovanie i issledovanie tehniceskikh sistem: mezhvuzovskij nauchnyj sbornik*, vol. 2 (16), pp. 138–143.
2. Balandin D.V. "Analysis of the effectiveness of state regulation of electricity tariffs (example of generation)", *Trudy konferencii «Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija: Reformirovanie obshhestvennogo sektora: poisk putej povyshenija jeffektivnosti»*. [Proceedings of the conference "International Scientific Conference: Public Sector: find ways to improve."], Sankt-Peterburg, Moskva, available at: <http://www.aspe.spb.ru/reports/balandin.doc/2005> (Accessed 4 January 2014).
3. Shherbak D., "The use of a methodology for analyzing operational environment for assessing management effectiveness of a set of strategic business units, industrial corporations", *Vestnik udmurtskogo universiteta*, vol. 2, pp. 76–81.
4. Krivonozhko V.E., Safin M.M., Utkin O.B., Lychev A.V., "Software complex "EffiVision" for analysis of complex systems", *Informacionnye tehnologii i vychislitel'nye sistemy*, vol. 3, pp. 85–94.
5. Sherman H.D., Zhu J. (2006), *Service productivity management improving service performance using data envelopment analysis (DEA)*, Hardcover.
6. K.A. Bukin (2012), *Sbornik luchshih vypusknyh rabot – 2011* [Collection of the best graduate work - 2011], Izd. dom Vyshej shkoly jekonomiki, Moskva, Rossija
7. Ivanov S.N. (2002), *Matematicheskie metody issledovanija operacij* [Mathematical Methods of Operations Research], Doneckij nacional'nyj universitet, Doneck, Ukraina.

Стаття надійшла до редакції 19.10.2014 р.



ТОВ "ДКС Центр"