

## СЕКЦІЯ 8 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.46:[519.86]

**Мандріка А.Ю.**

*аспірант відділу економіко-соціальних систем  
та інформаційних технологій  
Міжнародного науково-навчального центру  
інформаційних технологій та систем  
Національної академії наук України  
та Міністерства освіти і науки України*

### **ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ПІДХОДУ ДО ОБОЛОНКОВОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОРОЗПОДІЛЬЧИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ**

У цій роботі проведена оцінка ефективності функціонування ключових енергорозподільчих підприємств України на основі використання такого непараметричного методу, як оболонковий аналіз даних. Розроблена модель оцінювання сукупної ефективності виробництва, що враховує міжчасову діяльність підприємств енергетичного комплексу України. Здійснений порівняльний аналіз показників ефективності за статичними та динамічними моделями.

**Ключові слова:** ефективність, оболонковий аналіз даних, Data Envelopment Analysis, міжчасове виробництво, енергорозподільчі підприємства України.

### **Мандріка А.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДХОДА К ОБОЛОЧЕЧНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭНЕРГОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ**

В данной работе была проведена оценка эффективности функционирования ключевых энергораспределяющих предприятий Украины на основе использования такого непараметрического метода, как анализ среды функционирования. Разработана модель оценки общей эффективности производства, которая учитывает межвременной характер деятельности энергетического комплекса Украины. Сделан сравнительный анализ показателей эффективности статических и динамических моделей.

**Ключевые слова:** эффективность, анализ среды функционирования, Data Envelopment Analysis, межвременной характер производства, энергораспределяющие предприятия Украины.

### **Mandrika A.Yu. USAGE OF DYNAMIC MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF POWER DISTRIBUTION COMPANIES OF UKRAINE BASED ON APPROACH OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

This paper evaluated the efficiency of key electricity distribution enterprises of Ukraine through the use of non-parametric method such as Data Envelopment Analysis. Developed the model for evaluation the overall efficiency of the production, which takes into account the intertemporal nature of activity of the energy complex of Ukraine. Done a comparative analysis of the performance using static and dynamic models.

**Keywords:** efficiency, Data Envelopment Analysis, intertemporal nature of production, electricity distribution enterprises of Ukraine.

**Постановка проблеми.** Для визначення ефективності окремо взятого економічного суб'єкта потрібно дослідити цілий комплекс економічних показників, які безпосередньо впливають на кінцевий результат діяльності підприємства. Складність полягає в тому, що ефективність визначається досить великою кількістю показників різної фізичної природи й розмірності. Тобто на самому початку постає проблема багатокритеріального оцінювання і, як наслідок, приводить до проблеми визначення виду ефективності та обґрунтування її значення.

Отже, необхідно отримати таку кількісну оцінку, яка дала б змогу визначити як внутрішній сукупний стан підприємства, так і його зовнішні складники. На цей момент існує значна кількість різноманітних методів, які пропонують вирішення зазначеної проблеми.

Зважаючи на загальне завдання побудови оцінювання ефективності діяльності економічного суб'єкта як окремого підприємства в складі певної економічної системи, наразі не існує єдиної дедуктивної теорії, яку можна було б рекомендувати як єдино правильний підхід. Отже, необхідно розробити підхід,

який дасть змогу вирішити завдання оцінювання ефективності з врахуванням галузі, народно-господарського комплексу, наявності й повноти даних про функціонування економічного суб'єкта тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для будь-яких національних економік питання про ефективність діяльності економічного суб'єкта було, є і буде актуальним.

Розглянемо це питання в контексті груп методів кількісного оцінювання ефективності діяльності досліджуваного суб'єкта.

1. Рейтингове оцінювання ефективності.
2. Методика оцінювання з використанням виробничих функцій.
3. Непараметричні методи оцінювання ефективності шляхом встановлення залежності між входними й вихідними показниками.

Український ринок рейтингових послуг почав інтенсивно розвиватись з початку 2000 р., особливо з моменту ухвалення в 2004 р. Концепції створення системи рейтингової оцінки регіонів, галузей національної економіки, суб'єктів господарювання. Ідея

рейтингового оцінювання універсальна, проте найбільшу популярність набула в банківській справі.

Для цього дослідження поняття «рейтинг», в першу чергу, включає порівняльний аспект [1, с. 236; 2, с. 117], оскільки інтерпретувати отриману в процесі формування рейтингу оцінку можливо тільки під час порівняльного аналізу, коли досліджуваний об'єкт займає своє місце за рейтинговою оцінкою серед таких саме об'єктів. Встановлено, що аналізовані методики базуються на розрахунку різних фінансових коефіцієнтів, які на цей момент вважаються нерелевантними для оцінювання діяльності об'єктів господарювання.

Альтернативою рейтинговому підходу є методика, який використовує побудову виробничих функцій. Проблематикою застосування виробничої функції для моделювання процесів виробництва займалися такі дослідники, як П. Дуглас, Ч. Кобб, В. Леонт'єв, П. Самуельсон, Я. Тінберген, Р. Солоу, С. Кузнец, Е. Денісон, А. Меддісон, А. Уолтерс та інші. Аналіз публікацій, присвячених питанням розробки й застосування виробничих функцій, говорить про те, що головна увага в них приділяється переважно макrorівню. Водночас недостатньо представлені виробничі функції на мікрорівні, зокрема, для підприємств енергетичного комплексу України, що є одним із ключових секторів України. Справа в тому, що технологічна концепція фірми виділяє основні фактори виробництва й абстрагується від усіх інших факторів, характеризуючи їх дію, як інші рівні умови. До цих інших умов, наприклад, належать неефективна система оплати праці, необґрунтоване і шкідливе втручання держави в діяльність фірми, рівень мотивації персоналу, його кваліфікацію, витрати на навчання є факторами неефективності, що знижують обсяг випуску. Ця ідея привела до появи концепції граничної виробничої функції, а далі – до стохастичного граничного аналізу (SFA), оскільки зазначені фактори важко вимірюються, і тому апріорі є невизначеними, що часто трактуються як випадкові [3, с. 21–37]. Ця теорія виробничих функцій видається більш релевантною порівняно з класичною. Проте для того, щоб стати інструментом прикладного аналізу оцінювання ефективності, треба як мінімум побудувати адекватну граничну виробничу функцію. Сьогодні відомі різні методології її побудови, проте вони потребують великого обсягу даних, що включає в себе різні сфери діяльності фірми. Як правило, прикладні аналітики в кращому випадку мають обмежені дані, що зображені в офіційній звітності діяльності підприємства. Крім того, для багатокритеріального оцінювання необхідно ще побудувати множину Парето, таким чином, отримання оцінки ефективності підприємства за таких умов за цією методологією є дуже складним завданням.

Таку оцінку дає змогу знайти клас непараметричних економетричних завдань під назвою Data Envelopment Analysis (далі – DEA), або оболонковий аналіз даних. Метод DEA являє собою інструмент, за допомогою якого за сукупністю даних про діяльність організацій вдається побудувати оцінку для розглянутих одиниць й оцінити технічну ефективність їх діяльності. Авторами методу DEA є А. Чарнсу, У. Куперу та Е. Родосу, які використовували для вимірювання ефективності діяльності організацій апарат лінійного програмування [4, с. 429–444]. Модель DEA розглядає сукупність точок спостережень, що зображають результати діяльності незалежних виробничих одиниць, так званих DMU – Decision Making Units (одиниць, що приймають рішення).

Абстрактний характер поняття незалежної виробничої одиниці DMU, представленої в моделі векторами змінних «входу» і «виходу», дає змогу використовувати метод DEA для оцінювання ефективності діяльності багатьох організацій, відповідно до якого вдається специфікувати кількісно вимірні зрозумілі й результативні змінні. Чи не головною обставиною, що привела до популярності цього методу в прикладних дослідженнях, є те, що зазначені змінні можна знайти в офіційних формах звітності підприємств. Другою не мало важливою причиною є те, що процедура побудова множини Парето закладена в самому методі. Крім того, обчислення оцінки ефективності суб'єкта господарювання базується на добре відомому методі лінійного програмування.

**Визначення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Виробництво та розподіл електроенергії є основою функціонування та розвитку промисловості будь-якого регіону. А від ефективності роботи електроенергетичних систем залежить здібність промислових комплексів зберігати та збільшувати свій виробничий потенціал, що напряму впливає на рівень економічної стабільності та зростання. Українська економіка є однією з найбільш енергоємних у світі: на виробництво одиниці ВВП витрачається у 3–5 разів більше енергії, ніж у країнах Європи. Це приводить до збільшення навантаження на державний бюджет через необхідність закупівлі надлишкової кількості енергоресурсів, а це створює проблеми для конкурентоспроможності економіки в майбутньому.

Одним із найкритичніших місць в електроенергетиці України є система енергопередачі, яка є зв'язувальним складником між виробниками електроенергії та кінцевими її споживачами. В Україні така система включає магістральні лінії електропередач (ЛЕП) напругою 220–800 кВ, місцеві енергорозподільчі мережі напругою 0,4–150 кВ та відповідний комплекс підстанцій і трансформаторів [5]. У середині 1990-х рр. на базі українських електромереж були створені юридичні особи – регіональні постачальники електроенергії у кожній області та містах Києві та Севастополі (усього – 27 облэнерго). До сьогодні облэнерго забезпечують переважну частину обсягів електропередачі в Україні. Більшість з них є публічними компаніями, акції яких торгуються на фондовому ринку. Проте всі регіональні постачальники електроенергії (облэнерго) мають статус природних монополій, що додатково приводить до ризиків у регулюванні їх діяльності [6, с. 233–239].

За таких умов необхідно розробити та впровадити дієві важелі управління ефективністю функціонування суб'єктів електроенергетичного комплексу України як складної економічної системи та особливо енергорозподільчих підприємств цієї системи. А це, в першу чергу, потребує оцінювання ефективності її елементів та виділення серед них передових ділянок, які є запорукою зростання ефективності всієї системи, а також вузьких місць, що стримують це зростання.

Як було описано вище, одним із дієвих інструментів для багатокритеріального оцінювання ефективності подібних елементів економічної системи може бути підхід до оболонкового аналізу даних. Цей інструмент показує досить непогані результати для сукупності схожих суб'єктів економічних відносин, що існують у межах однієї системи. Проте базові DEA моделі не враховують взаємозв'язок виробництва одного періоду з іншим. Саме для енергорозподільчих підприємств з їх тривалим технологічним циклом таке припущення знижує надійність оцінки ефективності, оскільки в умовах нерівномірного попиту й пропози-

ції помітно зростає фактор впливу попередніх періодів на стан поточного періоду. Ця обставина вимагає розгляду моделі з динамічним підходом, який визнає існування міжчасових відносин між вхідними ресурсами та результатами виробництва.

**Метою статті** є розробка та застосування такої економетричної моделі, яка дала б змогу успішно оцінити ефективність функціонування низки енергорозподільчих підприємств України на прикладі обленерго та яка б враховувала міжчасове виробництво цих суб'єктів економічних відносин, визначити слабкі місця у виробничому процесі як окремого підприємства, так і всієї системи, сформулювати шляхи подальшої оптимізації процесу промислових комплексів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Деякі дослідження ефективності на основі використання непараметричного DEA аналізу брали участь у розробці таких моделей, які включали динамічне бачення виробничої діяльності для того, щоб розглянути взаємозв'язок між технологією, що використовується в різні періоди. За цим новим напрямком досліджень Сенгупта (1995 р.) зображає динамічну модель DEA, яка використовує методи лінійного програмування для вимірювання ефективності значень квазіфіксованих ресурсів, або входів, і їх оптимальної структури змін [7, с. 198].

Фар та Гросскопф (1996 р.) пропонують низку моделей, які включають кілька типів часової залежності основних технологій різних періодів. Зокрема, вони ввели поняття технологічної мережі, яка визнає проміжні результати виробництва. У такій методології вже не є можливим вимір зміни ефективності на основі низки статичних моделей, як це відбувалося під час оцінювання ефективності на основі розрахунку показників продуктивності Малмквіста [8, с. 44–56]. Ці нові динамічні моделі з'єднували виробничі технології кожного періоду, використовуючи проміжні входи й виходи, які робили внесок у майбутнє виробництво. За допомогою цих моделей було відкинуто припущення про чітке розмежування часу, як це використовувалося у статичних DEA моделях.

Крім того, Фар та Гросскопф (1998 р.) розробили новий вигляд динамічних моделей, що описують технології виробництва, на основі дистанційної функції та функції вартості, які включають в себе міжчасове бюджетне обмеження [9, с. 118–132].

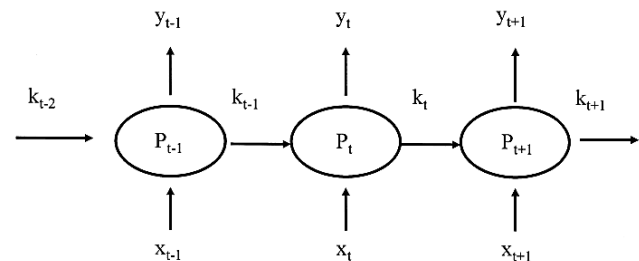
Зважаючи на динамічне бачення виробничої діяльності, Немото і Гото (1999 і 2003 рр. відповідно) пропонують процедуру, що заснована на використанні динамічної DEA методології для вимірювання економічної ефективності виробничої діяльності, де використовуються квазіфіксовані входи [10, с. 51–56]. Вони запропонували розглядати доступні рівні квазіфіксованих входів у кінці періоду як іншого роду виходи зазначеного періоду, але які потім використовуються як вхідні ресурси для наступного періоду. Таким чином, якщо за допомогою загальної кількості вхідних ресурсів виробничий агент вирішить збільшити наявну величину квазіфіксованих входів, то це приведе до зменшення поточного виробництва виходів, але збільшить обсяги майбутнього виробництва. У такому міжчасовому формулюванні проблеми процедура, запропонована Немото і Гото, оцінює ефективність виробництва як мінімізацію дисконтованої суми виробничих витрат з плином часу [11, с. 191–210].

Emrouznejad і Thanassoulis (2005 р.) визначили такий набір динамічних можливостей виробництва, який оцінює поведінку підприємства не за один часовий період, а за певний інтервал, що складається з декількох часових періодів [12, с. 363–378]. Така

динаміка, як міжчасовий фактор, розглядає рівень капіталу в певний період часу в якості внеску, який допомагає виробництву в майбутніх періодах. Зважаючи на це, рівень нинішнього акціонерного капіталу був отриманий в результаті виробництва за минулий період часу з інтервалу та буде пущений у виробничий процес, щоб в кінці періоду отримати новий його рівень. На додаток до вимірювання ефективності техніка DEA була також використана для вимірювання змін в часі продуктивності й визначення його технічні зміни та ефективність компонентів.

Інший аспект, який тісно пов'язаний з квазіфіксованими входами в динамічному DEA, є наявність регулятивних витрат, тобто таких, які понесені фірмою в результаті регулювання величини входів. Наявність таких витрат Де Матео (2006 р.) пояснює як результат обмеженості інвестиційного бюджету підприємства [13, с. 221–227].

У результаті можна сформулювати схему міжчасового виробничого процесу з використанням квазіфіксованих змінних (див. рис. 1).



**Рис. 1. Технологія виробництва з використанням міжчасових параметрів**

*Примітка:*  $x_t$  – вектор змінних входів, розмірністю  $l \times 1$ , що використовуються в період  $t$ ;  $k_{t-1}$  – вектор квазіфіксованих входів на початку періоду  $t$ , розмірністю  $m \times 1$ , отриманий в кінці попереднього періоду;  $y_t$  – вектор виходів, розмірністю  $n \times 1$ , отриманий в результаті виробничого процесу в кінці періоду  $t$ ;  $k_t$  – вектор квазіфіксованих входів, розмірністю  $l \times 1$ , отриманий в результаті виробничого процесу в кінці періоду  $t$ .

Зважаючи на таке формулювання виробничої технології змінні, входи  $x_t$  та квазіфіксовані входи  $k_{t-1}$  поступають у виробничий процес  $P_t$  та трансформуються в звичайні виходи  $y_t$  та квазіфіксовані входи  $k_t$  на кінець періоду  $t$ .

Таким чином, виробничий ефект від квазіфіксованих входів буде враховуватися не лише в періоді, де вони вперше були використані, а й надалі в майбутньому.

Будь-яка комбінація виходів  $(k_t, y_t) \in R^{n+m}$  виникає в результаті поєднання змінних та квазіфіксованих входів  $(k_{t-1}, x_t) \in R^{l+m}$ , які включаються в так званий набір виробничих можливостей періоду  $t$ :  $\Phi_t = \{(k_{t-1}, x_t, k_t, y_t) \in R^{n+m} \times R^{l+m} | (k_{t-1}, x_t) \text{ дає змогу виробити } (k_t, y_t)\}$ .

Для цього необхідно, щоб  $\Phi_t$  задовольняло умовам регулярності:

- 1) якщо  $(\tilde{k}_{t-1}, \tilde{x}_t, k_t, y_t) \in \Phi_t$  та  $(\tilde{k}_{t-1}, \tilde{x}_t) \leq (k_{t-1}, x_t)$ , тоді  $(k_{t-1}, x_t, k_t, y_t) \in \Phi_t$ ;
- 2) якщо  $(k_{t-1}, x_t, \tilde{k}_t, \tilde{y}_t) \in \Phi_t$  та  $(\tilde{k}_t, \tilde{y}_t) \geq (k_t, y_t)$ , тоді  $(k_{t-1}, x_t, k_t, y_t) \in \Phi_t$ ;
- 3)  $\Phi_t$  замкнуте й опукле.

Припустимо, що в період  $t$  функціонує  $N$  підприємств, тоді:

$X_t = (x_{t1}, \dots, x_{tN})$  – матриця змінних входів.

$K_{t-1} = (k_{t-11}, \dots, k_{t-1N})$  – матриця квазіфіксованих входів в початку періоду  $t$ .



$Y_t = (y_{t1}, \dots, y_{tN})$  – матриця виходів.

$K_t = (k_{t1}, \dots, k_{tN})$  – матриця квазіфіксованих виходів на кінець періоду  $t$ .

$\lambda_t = (\lambda_{t1}, \dots, \lambda_{tN})$  – матриця ваг-констант, що з'єднує входи та виходи кожного з  $N$  підприємств. Така матриця використовується для подальшої ідентифікації посилань на підприємства.

Таким чином, враховуючи обмеження 1–3 для кожного підприємства, можна отримати такий вигляд виробничого фронту:

$$\Phi_t = \{(k_{t-1}, x_t, k_t, y_t) \in R^{n+m} \times R^{l+m} | X_t \lambda_t \leq x_t, K_{t-1} \lambda_t \leq k_{t-1}, K_t \lambda_t \geq k_t, Y_t \lambda_t \geq y_t, \sum_{j=1}^N \lambda_{tj} = 1, \lambda_t \geq 0\} \quad (1)$$

Виходячи з вищевказаного, можна сформулювати головне завдання динамічної DEA методології: використовуючи міжчасову границю витрат потрібно мінімізувати дисконтовану суму виробничих витрат за групами часових періодів, що беруть участь в аналізі. Це дасть змогу розрахувати необхідні рівні виробничих витрат, що необхідні для оцінення загальної ефективності кожного аналізованого підприємства з вибірки. Також така постановка завдання дасть можливість розкласти сукупну ефективність на три її основні компоненти: технічну ефективність, ефективність розподілу ресурсів та динамічну ефективність [14, с. 253] Отже, сформуємо для кожного досліджуваного підприємства задачу лінійного програмування так:

$$\hat{C}(\bar{k}_0) = \min_{\{x_t, k_t, \lambda_t\}_{t=1}^T} \sum_{t=1}^T \gamma^t (w_t x_t + v_t k_{t-1}) \quad (2)$$

за наступних умов:

$$\begin{aligned} X_t \lambda_t &\leq x_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \\ K_{t-1} \lambda_t &\leq k_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, T \\ K_t \lambda_t &\geq k_t, \quad t = 1, 2, \dots, T-1 \\ Y_t \lambda_t &\geq y_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \\ e \lambda_t &= 1, \quad t = 1, 2, \dots, T \end{aligned}$$

$$k_0 = \bar{k}_0, x_t \geq 0, k_t \geq 0, \lambda_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, T,$$

де  $\gamma^t$  – коефіцієнт дисконтування;

$w_t$  та  $v_t$  – ціни змінних входів та квазіфіксованих входів за період  $t$ , відповідно.

Початкові значення квазіфіксованих входів  $k_0$  визначені  $\bar{k}_0$ .

$e \lambda_t = 1$  – це означає, що висується припущення про змінний ефект масштабу на підприємстві, де  $e$  – одиничний вектор, розмірністю  $N \times 1$ .

Загальна ефективність розраховується як співвідношення між значенням ефективною вартості виробництва й дисконтованою сумою витрат за період від 1 до  $T$ , а саме:

$$OE = C(k_0) / \bar{C} \quad (3)$$

Значення цього індексу менше одиниці означає наявність накопиченої неефективності протягом періоду. Неефективність дорівнює  $1 - OE$ .

Далі ця міра загальної ефективності розкладається на три типи ефективності: технічну статичну (TE), розподілу ресурсів статичну (AE) і динамічну (DE).

$$OE = TE \times AE \times DE \quad (4)$$

Перші два компоненти визначені як статичні, тому що вони роблять посилання на неефективне використання змінних входів і приймають рішення щодо наявних значень квазіфіксованих входів. Динамічна складова заходів з підвищення ефективності впливу на вартість означає, що підприємство не використовує квазіфіксовані фактори оптимально, що вказує на можливість скорочення витрат внаслідок скорочення використання квазіфіксованих входів.

Для того, щоб обчислити ці три компоненти загальної ефективності, потрібно, в першу чергу, оцінити статичну ефективність (SE) як добуток техніч-

ної ефективності та статичної ефективності розподілу ресурсів, тобто  $SE = TE \times AE$ . Динамічна ефективність розраховується як частина загальної ефективності, яка не залежить від статичної ефективності.

Вплив на витрати, що пов'язані з використанням неоптимальних змінних входів, враховуючи їх ціни, вимірюється за допомогою статичного індексу ефективності розподілу ресурсів, запропонованого Фареллом:

$$AE = SE / TE \quad (5)$$

Початковими даними дослідження була стандартна фінансова звітність основних операторів розподільчих електричних мереж всіх областей України та в місті Києві, за винятком тимчасово окупованих Донецької та Луганської областей, а також Автономної республіки Крим та міста Севастополь. Дані отримані у вигляді річних звітів фінансових результатів та бухгалтерським балансам публічних акціонерних товариств типу «Обленерго» за останні три роки [15].

Після аналізу виробничої діяльності та специфіки функціонування кожного з досліджуваних підприємств були відібрані дев'ять параметрів, які в комплексі характеризують технологію виробництва на підприємствах-операторах розподільчих електричних мереж України. У якості змінних входів у виробничому процесі виступають такі параметри:

–  $x_1$  – середньорічна чисельність персоналу, осіб/рік;

–  $x_2$  – вартість закупленої електроенергії, тис. грн;

–  $x_3$  – матеріальні витрати на виробництво продукції, тис. грн;

–  $x_4$  – відрахування на оплату праці, тис. грн;

–  $x_5$  – відрахування на соціальні заходи, тис. грн;

–  $x_6$  – амортизація, тис. грн;

–  $x_7$  – інші операційні витрати, тис. грн.

Величина кожного з обраних вхідних параметрів напряму впливає на виробничий процес та його результати.

Вихідними параметрами були обрані такі:

–  $y_1$  – обсяг розподіленої електроенергії, тис. грн;

–  $y_2$  – чистий прибуток від реалізації, тис. грн.

Доцільність вибору таких вихідних параметрів полягає в тому, що їх значення є тотожне результатам виробничого циклу на енергорозподільчих підприємствах. Як квазіфіксований параметр була обрана величина чистого прибутку підприємства за повний календарний рік, тис. грн –  $k_t$ . Оскільки дослідження має справу з грошима та певним інтервалом часових періодів, необхідно врахувати те, що гроші мають властивість змінювати свою вартість в часі. Відповідно, потрібно ввести фактор дисконтування  $\gamma$ .

Для дослідження була вибрана стала середня номінальна ставка дисконтування на рівні 10%. Після специфікації всіх параметрів дослідження можна для кожного підприємства записати дисконтовану суму витрат на виробництво, що включає змінні витрати і валові інвестиції у вигляді квазіфіксованих входів:

$$\sum_{t=1}^T \gamma^t (w_t x_t + v_t k_{t-1}) \quad (6)$$

Розраховані показники ефективності для кожного підприємства наведені в табл. 1.

Результати показують середню загальну ефективність 88,7% за період з 2011 до I квартал 2016 р. Це означає, що неправильно використання змінних та квазіфіксованих входів привело до перевитрати коштів у середньому на 11,3%. Розкладання загальної неефективності підкреслює важливість динамічного компонента, тому що надмірне використання квазіфіксованих входів приводить до неефективності в середньому на 7,9%.

Таблиця 1

## Показники ефективності для кожного підприємства

Підприємство	Технічна ефективність (TE)	Ефективність розподілу ресурсів (AE)	Статична ефективність (SE)	Динамічна ефективність (DE)	Загальна ефективність (OE)
ПАТ «Вінницяобленерго»	0,928	0,982	0,912	0,709	0,646
ПАТ «Черкасиобленерго»	0,887	0,976	0,866	0,791	0,685
ПАТ «Харківобленерго»	0,963	1	0,963	0,994	0,957
ПАТ «Тернопільобленерго»	1	1	1	1	1
ПАТ «Чернігівобленерго»	0,988	0,987	0,975	0,811	0,791
ПАТ «Полтаваобленерго»	1	1	1	1	1
ПАТ «Сумиобленерго»	0,893	1	0,893	1	0,893
ПАТ «Миколаївобленерго»	0,988	1	0,988	0,982	0,970
ПАТ «Київобленерго»	1	1	1	1	1
ПАТ «Одесаобленерго»	0,979	1	0,979	0,853	0,835

Як видно з табл. 1, з наведеної вибірки підприємств триє ефективними за Парето-Купмансом. Ці підприємства знаходяться на межі ефективності та є еталонами для неефективних підприємств.

Також з результатів можна виділити явних аутсайдерів, значення ефективності в таких підприємствах на багато нижче майже за всіма компонентами. Більш докладний аналіз результатів на рівні галузі показує, що рейтинг для загальної ефективності та для кожного з її компонентів є дуже схожими. Ефективними виявилися підприємства з найбільшими масштабами виробництва, отже, можна зробити висновок, що масштаб підприємства напряму впливає на її ефективність.

Наступним кроком дослідження є розрахунок ефективності за статичними моделями, які не враховують міжчасові зв'язки між періодами виробництва.

Результати розрахунків за статично моделлю про діяльність підприємств свідчать, що статична модель завищує загальну неефективність, яка в цьому випадку в середньому дорівнює 16,4%, або на 5,1% вище, ніж під час використання динамічної моделі. Те саме відбувається і з технічною неефективністю та неефективністю розподілу ресурсів, які переоцінені на 6,2 і 6,8% відповідно.

На рівні підприємств аналіз показує найбільш важливі аспекти порівняння між цими двома моделями. По-перше, всі підприємства, які є ефективними в статичній моделі, також є ефективними і в динамічній, і навпаки. По-друге, заниження ефективності за статичної моделі проявляється для кожного неефективного підприємства. Також цей результат поширюється на всі компоненти ефективності, що означає, що не лише загальна ефективність недооцінюється в статичній моделі, а й технічна ефективність та ефективність розподілу.

Очевидно, що підприємства, які є ефективними в межах обох моделей, дають результат для цього індексу, що дорівнює одиниці. Для інших підприємств – індекс більше одиниці. З кількісної точки зору, середня недооцінка технічного індексу ефективності становить 8,3%. Але на рівні підприємств аналіз показує дуже суттєві відмінності. Це стосується, наприклад «Чернігівобленерго» та «Київобленерго», де різниця в значеннях статичних показників ефективності та динамічних становить 35,8 і 27,5% відповідно. Цей результат підтверджує такі численні факти оприлюднені в літературі, наприклад, для японських енергетичних компаній [11, с. 191–210] та в комерційному банківському секторі [13, с. 211–217]. Важливо зазначити, що така різниця виникає за такою самою схемою, що й для ефективності розподілу ресурсів. У результаті загальний показник ефективності недооцінюється в статичній моделі. Ці

результати як ігнорування динамічних складників приводять до спотворень як в технічній ефективності, так і в ефективності розподілу.

**Висновки.** Отже, кількісне оцінювання ефективності підприємств може бути успішно реалізована на основі методології DEA. Ця методологія не потребує використання значних обсягів даних про діяльність підприємств, водночас дає об'єктивні оцінки ефективності для багатокритеріального оцінювання. Наявність об'єктивного багатокритеріального оцінювання дає змогу гнучко приймати рішення щодо адекватних заходів для покращення діяльності об'єктів господарювання. Методику перевірено для енергорозподільчих підприємств України. Причому специфіка діяльності виробництв цього комплексу потребує використання динамічного варіанту методології DEA, бо дає можливість враховувати міжчасові фактори. Проведені розрахунки показують більш точну оцінку сукупної ефективності діяльності підприємств за динамічними моделями порівняно зі статичними. Наступним кроком цього дослідження може бути розгляд неефективності діяльності підприємств за кожним зі складником показника загальної ефективності. Це дасть змогу сформулювати адекватні шляхи усунення недоліків виробничого процесу, а отже, збільшити сукупний рівень ефективності всього енергорозподільчого комплексу України.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Карминский А. Рейтинги в экономике: методология и практика / А. Карминский, А. Пересецкий, А. Петров. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 236 с.
- Белый А. Комплексные оценки в системе рейтингового управления предприятием: [монография] / А. Белый, Ю. Лысенко, А. Мадых, К. Макаров. – Донецк: Юго-Восток, 2003. – 117 с.
- Kumbhakar S. Stochastic Frontier analysis / S. Kumbhakar // C.A.K. Lovell. – Cambridge, 2000. – P. 121–145.
- Charnes A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W. Cooper, L. Rhodes. // European journal of operational research. – 1978. – № 2. – P. 429–444.
- Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів: Закон України від 9 липня 2010 р. № 2480-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2480-17>.
- Середа М. Електричні мережі та системи: [підручник] / М. Середа. – Львів: Львівська політехніка, 2009. – 488 с.
- Sengupta K. Dynamics of Data Envelopment Analysis: Theory of System Efficiency, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht / K. Sengupta. – London, 1995. – 198 p.
- Fare R. Production Frontiers / R. Fare, S. Grosskopf // C.A.K. Lovell: Cambridge University Press. – Cambridge, 1994. – P. 44–56
- Fare R. Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA / R. Fare, S. Grosskopf // Kluwer Academic Publishers. – 1996. – P. 118–132.

10. Nemoto J. Dynamic Data Envelopment Analysis: modelling intertemporal behaviour of a firm in the presence of productive inefficiencies / J. Nemoto, M. Goto // *Economics Letters*. – 1999. – P. 51–56.
11. Nemoto J. Measurement of dynamic efficiency in productions: an application of Data Envelopment Analysis to Japanese electric utilities / J. Nemoto, M. Goto // *Journal of Productivity Analysis*. – 2003. – P. 191–210.
12. Emrouznejad A. A mathematical model for dynamic efficiency using data envelopment analysis / A. Emrouznejad, E. Thanassoulis // *Applied Mathematics and Computation*. – 2005. – P. 363–378.
13. De Mateo F. Optimal paths and costs of adjustment in dynamic DEA models: with application to Chilean department stores / F. De Mateo, T. Coelli, C. O'Donnell // *Annals Operations Research*. – 2006. – P. 211–227.
14. Farrell M. The Measurement of Productive Efficiency / M. Farrell // *Journal of the Royal Statistical Society. Serie A, General*. – 1957. – 253 p.
15. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smida.gov.ua>.

УДК 330.46:338.1

**Ревенко Д.С.**  
кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри економіки та маркетингу  
Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

## КОНЦЕПЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГНОСТИКИ Й УПРАВЛІННЯ СТІЙКІСТЮ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

У статті наведено опис розробленої концепції моделювання діагностики й управління стійкістю соціально-економічних систем. Концепція складається з двох рівнів: на першому рівні проводиться діагностика стійкості макроекономічної системи, а на другому – забезпечується діагностика й управління стійкістю соціально-економічної системи мікрорівня. В основу цієї концепції покладено методологію діагностики й управління стійкістю соціально-економічних систем, яка ґрунтується на трьох підходах до моделювання: детермінованому, стохастичному та структурному.

**Ключові слова:** стійкість, макро- і мікроекономічна соціально-економічна системи, діагностика, управління, структурний підхід, детермінований підхід, стохастичний підхід.

### Ревенко Д.С. КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье приведено описание разработанной концепции моделирования диагностики и управления устойчивостью социально-экономических систем. Концепция состоит из двух уровней: на первом уровне проводится диагностика устойчивости макроекономической системы, а на втором уровне обеспечивается диагностика и управление устойчивостью социально-экономической системы микроуровня. В основу разработанной концепции положена методология диагностики и управления устойчивостью социально-экономических систем, которая основана на трех подходах к моделированию: детерминированном, стохастическом и структурном.

**Ключевые слова:** устойчивость, макро- и микроэкономическая социально-экономическая системы, диагностика, управление, структурный подход, детерминированный подход, стохастический подход.

### Revenko D.S. CONCEPT OF MODELING OF DIAGNOSTICS AND MANAGEMENT OF SUSTAINABILITY OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

The article describes the developed concept modeling of diagnostics and management of sustainability of socio-economic systems. The concept consists of two levels, on the first level is held diagnostics sustainability of macroeconomic system, and on the second level is provided diagnostics and management of sustainability of socio-economic system on micro level. Developed concept based on the methodology of diagnostics and management of sustainability of socio-economic system, which integrates three approaches to modeling: deterministic, stochastic and structural.

**Keywords:** sustainability, macro- and microeconomic socio-economic system, diagnostics, management, structured approach, deterministic approach, stochastic approach.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах першочерговими завданнями для дослідників стійкості соціально-економічних систем є розкрити природу і фактори стійкої поведінки соціально-економічних систем, а також причини й характер втрати їх стійкості, аргументувати закономірності збереження стійкості соціально-економічної системи в умовах стабілізації їх ефективної діяльності, розробити методологічний і прикладний інструментарій підтримки стійкості систем з урахуванням структурних перетворень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основний внесок у розвиток понятійного та методологічного апарату діагностики та управління стійкістю соціально-економічних систем різного рівня зробили такі вчені: О. Ареф'єва, Г. Бакурова, В. Вовк, В. Гросул,

Л. Донець, Г. Клейнер, К. Ковальчук, Г. Козаченко, Л. Мельник, О. Пушкар, С. Рамазанов, Л. Сергеева і О. Шмідт. Однак питання методології моделювання й управління стійкістю соціально-економічних систем потребують подальшого дослідження.

**Метою статті** є розроблення концепції моделювання управління й діагностики стійкості соціально-економічної системи на основі детермінованого, стохастичного та структурного підходів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розроблення методологічних підходів до формування стійкого розвитку систем різного рівня, які даватимуть змогу проводити оцінювання динамічної стійкості, має вагомe значення для виявлення резервів і можливостей підвищення ефективності функціонування