

УДК 330.43:338.43:339.9

П. В. Скотний,

к. е. н., доцент, доцент кафедри математики та економіки,

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-8946>

Б. Я. Зварич,

аспірант,

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-9444-0257>

DOI: 10.32702/2306-6792.2026.9.380

НЕПАРАМЕТРИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРАРНОГО СЕКТОРУ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

P. Skotnyy,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Economics, Ivan Franko State Pedagogical University of Drohobych

B. Zvarych,

Postgraduate student, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

NON-PARAMETRIC METHODS FOR MODELING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN THE CONTEXT OF EUROPEAN INTEGRATION

У статті досліджено теоретико-методологічні засади моделювання економічної ефективності аграрного сектору в умовах євроінтеграції. Розкрито сутність економічної ефективності як ключової характеристики функціонування аграрного виробництва. Обґрунтовано необхідність використання сучасних економіко-математичних підходів для її оцінювання. Особливу увагу приділено непараметричним методам моделювання як інструменту аналізу ефективності. Визначено їх роль у дослідженні багатofакторних економічних процесів. Проаналізовано специфіку застосування методів ДЕА у контексті аграрного сектору. Розглянуто моделі з постійною та змінною віддачею від масштабу. Обґрунтовано доцільність їх використання для оцінювання технічної та алокаційної ефективності. Особливу увагу приділено індексу Малмквіста як інструменту аналізу динаміки продуктивності. Досліджено класифікацію непараметричних методів за різними ознаками. Визначено їх основні переваги та обмеження у практичному застосуванні. Показано можливість врахування екологічних та соціальних аспектів ефективності. Обґрунтовано значення цифровізації у підвищенні ефективності аграрного виробництва. Визначено вплив євроінтеграційних процесів на трансформацію аграрного сектору. Підкреслено необхідність адаптації методичного інструментарію до умов національної економіки. Узагальнено сучасні підходи до оцінювання ефективності використання ресурсів. Встановлено, що непараметричні методи забезпечують гнучкість та універсальність моделювання. Доведено доцільність їх застосування для формування обґрунтованих управлінських рішень. Визначено перспективи подальших досліджень у напрямі інтеграції різних методів аналізу. Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності аграрного сектору та забезпечення його сталого розвитку. Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованих підходів органами державного управління та аграрними підприємствами для підвищення конкурентоспроможності в умовах європейської інтеграції.

The article examines the theoretical and methodological foundations of modeling the economic efficiency of the agricultural sector in the context of European integration.

The essence of economic efficiency as a key characteristic of agricultural production is revealed. The necessity of applying modern economic and mathematical approaches for efficiency assessment is substantiated. Special attention is paid to non-parametric methods as an effective analytical tool. Their role in studying complex and multifactor economic processes is determined. The features of applying Data Envelopment Analysis (DEA) in the agricultural sector are analyzed. Models with constant and variable returns to scale are considered. The expediency of their use for evaluating technical and allocative efficiency is justified. Particular attention is given to the Malmquist productivity index as a tool for dynamic analysis. The classification of non-parametric methods according to different criteria is explored. Their main advantages and limitations in practical application are identified. The possibility of considering environmental and social efficiency components is demonstrated. The importance of digitalization in improving agricultural efficiency is emphasized. The impact of European integration processes on the transformation of the agricultural sector is outlined. The need to adapt methodological tools to national economic conditions is highlighted. Modern approaches to evaluating resource use efficiency are summarized.



It is established that non-parametric methods provide flexibility and versatility in modeling. Their application allows obtaining more objective and comprehensive evaluation results. The study proves the feasibility of using these methods for supporting managerial decision-making. Prospects for further research include the integration of different analytical approaches. The practical significance of the research lies in the possibility of applying the proposed methods to enhance the competitiveness and sustainable development of the agricultural sector.

Ключові слова: економічна ефективність, аграрний сектор, непараметричні методи, DEA-моделі, індекс Малмквіста, євроінтеграція, економіко-математичне моделювання.

Key words: economic efficiency, agricultural sector, non-parametric methods, DEA models, Malmquist index, European integration, economic and mathematical modeling.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Проблема підвищення економічної ефективності аграрного сектору є однією з ключових у сучасних умовах трансформації економіки України. Вона набуває особливої актуальності в контексті євроінтеграційних процесів. Аграрний сектор відіграє стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави. Водночас він є важливим джерелом валютних надходжень. Незважаючи на значний потенціал, рівень ефективності аграрного виробництва залишається нерівномірним. Це пов'язано з низкою внутрішніх і зовнішніх факторів. Серед них варто виділити технологічну відсталість окремих підприємств. Значною проблемою є також нераціональне використання ресурсів.

Обмежений доступ до інвестицій негативно впливає на розвиток галузі. Важливим чинником є нестабільність ринкового середовища. Крім того, аграрне виробництво значною мірою залежить від природно-кліматичних умов. Це ускладнює процес управління ефективністю. У сучасних умовах підвищуються вимоги до якості та безпечності продукції. Це зумовлено інтеграцією до європейського економічного простору. Відповідність стандартам ЄС потребує модернізації виробництва. Разом з тим існує проблема недостатнього рівня інноваційної активності.

Недостатній рівень аналітичних інструментів обмежує можливості оцінювання ефективності. Традиційні методи аналізу не завжди враховують багатофакторність аграрного виробництва. У цьому контексті особливої уваги потребує використання сучасних економіко-

математичних методів. Зокрема, актуальним є застосування непараметричних підходів до оцінювання ефективності. Вони дозволяють комплексно враховувати вплив різних факторів. Водночас залишається недостатньо дослідженим питання їх практичного застосування в Україні. Існує потреба адаптації таких методів до умов національної економіки. Особливого значення набуває формування системи показників ефективності. Вона має відповідати вимогам європейських стандартів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемам моделювання економічної ефективності аграрного виробництва, а також формування сучасного методичного інструментарію її оцінювання присвячено значну кількість наукових досліджень, серед яких доцільно виокремити праці Chiabri L. [1], Guo Q., Liu J., Zhang H. Y., Wu Z. M. [2], Дудник О. [3], Кишакевич Б. Ю., Демедюк Б. Т., Сисюк В. І. [4], Кишакевич Б. Ю., Максишко Н. В., Гриценко К. С., Ворончак І. В., Демедюк Б. Т. [5], Костирко Л. А., Соломатіна Т. В., Чернодубова Е. В., Хромяк В. В. [6], Лисюк О. В., Балаш А. І. [7], Сидорук Б. О. [8] та інших. Сучасні наукові публікації здебільшого зосереджені на дослідженні окремих аспектів ефективності функціонування аграрного сектору, зокрема оцінюванні еколого-економічної ефективності виробництва на основі DEA-моделювання, аналізі впливу аграрних послуг на агроекологічну ефективність, а також застосуванні економіко-математичних моделей для прогнозування стратегічного розвитку галузі. Вагома частина досліджень присвячена аналізу ефективності використання ресурсного потенціалу аграрних підприємств, підвищенню продуктивності рослинництва та обґрунтуванню на-

прямів забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва.

Водночас у науковому дискурсі недостатньо уваги приділяється формуванню комплексних методичних підходів до моделювання економічної ефективності аграрного виробництва, які б інтегрували різні інструменти кількісного аналізу в єдину аналітичну систему. Зокрема, потребує подальшого розвитку поєднання непараметричних методів (DEA) із параметричними підходами та іншими економіко-математичними моделями з урахуванням багатофакторності, нелінійності та стохастичної природи економічних процесів.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є обґрунтування теоретико-методологічних засад та розроблення науково-практичних підходів до моделювання економічної ефективності аграрного сектору в умовах євроінтеграції на основі використання непараметричних методів, зокрема DEA-моделей та індексу Малмквіста.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сутність економічної ефективності аграрного сектору є однією з ключових категорій сучасної економічної науки. Вона відображає здатність аграрного виробництва забезпечувати максимальний результат за мінімального використання ресурсів. У широкому розумінні економічна ефективність характеризує співвідношення між витратами та отриманими результатами діяльності. Для аграрного сектору ця категорія має особливе значення через специфіку виробничих процесів. Сільське господарство залежить від природно-кліматичних умов, що ускладнює оцінювання ефективності. Водночас економічна ефективність виступає основою конкурентоспроможності аграрних підприємств. Вона визначає можливості розвитку та інтеграції у міжнародні ринки. У контексті євроінтеграції значення ефективності суттєво зростає. Це пов'язано з необхідністю відповідати стандартам Європейського Союзу [3].

Економічна ефективність включає технічну, алокаційну та економічну складові. Технічна ефективність характеризує здатність виробляти максимальний обсяг продукції з наявних ресурсів. Алокаційна ефективність відображає оптимальність структури використання ресурсів. Економічна ефективність поєднує обидві ці складові. У аграрному секторі важливу роль відіграє також екологічна ефек-

тивність. Вона враховує вплив виробництва на довкілля. Сучасні підходи до оцінювання ефективності враховують принципи сталого розвитку. Це означає баланс між економічними, соціальними та екологічними цілями. Важливим аспектом є також соціальна ефективність аграрного сектору. Вона проявляється у забезпеченні зайнятості населення та розвитку сільських територій.

Економічна ефективність тісно пов'язана з продуктивністю ресурсів. Зокрема, ефективність використання землі, праці та капіталу є визначальною. Земля як основний ресурс має обмежений характер. Тому її раціональне використання є критично важливим. Ефективність праці визначається рівнем механізації та кваліфікації працівників. Капітал у аграрному секторі включає техніку, інфраструктуру та інвестиції. В умовах євроінтеграції підвищуються вимоги до технологічного рівня виробництва. Це стимулює впровадження інновацій. Інновації сприяють зростанню ефективності та продуктивності. Особливе значення має цифровізація аграрного сектору. Вона дозволяє оптимізувати управлінські процеси. Економічна ефективність також залежить від організаційних факторів. До них належать структура управління та система мотивації. Важливу роль відіграє державна політика. Підтримка аграрного сектору впливає на рівень його ефективності. Зокрема, субсидії та дотації можуть стимулювати розвиток. Водночас надмірна підтримка може призводити до неефективності. У міжнародному контексті ефективність визначає конкурентні позиції країни.

Високий рівень ефективності сприяє зростанню експорту. Це особливо актуально для України як аграрної держави. Економічна ефективність також пов'язана з ризиками. Аграрне виробництво є ризикованим через погодні та ринкові фактори. Управління ризиками є важливим елементом підвищення ефективності. Для оцінювання ефективності використовуються різні методи. Серед них особливе місце займають непараметричні підходи. Вони дозволяють враховувати багатофакторний характер виробництва. Економічна ефективність є динамічною категорією. Вона змінюється під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів. Тому її оцінювання потребує регулярного оновлення. У підсумку економічна ефективність аграрного сектору відображає рівень раціонального використання ресурсів. Вона є ключовим індикатором сталого розвитку галузі. Її підвищення є необхідною умовою інтеграції у європейський економічний простір.

Поняття непараметричних методів у економічному моделюванні пов'язане з підходами, що не передбачають задання функціональної форми залежності між змінними. Вони базуються на емпіричних даних та дозволяють оцінювати ефективність без жорстких припущень щодо розподілу. Непараметричні методи широко застосовуються для аналізу економічної ефективності складних систем. Особливої актуальності вони набувають у дослідженні аграрного сектору. Це зумовлено багатофакторністю виробничих процесів.

Непараметричні підходи дозволяють враховувати різні типи ресурсів та результатів. Вони забезпечують гнучкість у моделюванні. Основною перевагою є відсутність необхідності специфікації виробничої функції. Це знижує ризик помилок моделювання. Одним із ключових методів є Data Envelopment Analysis. Він дозволяє оцінювати відносну ефективність виробничих одиниць. DEA базується на побудові ефективної межі. Вона формується на основі найкращих спостережень. Іншим важливим методом є Free Disposal Hull. Цей підхід є спрощеною версією DEA. Він не передбачає опуклості виробничої межі. Непараметричні методи також включають індекс Малмквіста [4]. Він використовується для аналізу динаміки ефективності. Класифікація непараметричних методів здійснюється за різними ознаками. За функціональним призначенням їх поділяють на статичні та динамічні. Статичні методи оцінюють ефективність у певний момент часу. Динамічні дозволяють аналізувати зміни у часі. За підходом до побудови межі виділяють детерміновані методи. Вони не враховують випадкові помилки. Також існують стохастичні підходи, але вони належать до параметричних. За орієнтацією моделі поділяються на орієнтовані на вхід і орієнтовані на вихід. Перші спрямовані на мінімізацію ресурсів. Другі — на максимізацію результатів [5]. Важливим є також поділ за типом ефекту масштабу.

Розрізняють моделі з постійною та змінною віддачею від масштабу. Непараметричні методи дозволяють враховувати ці особливості. Вони забезпечують комплексний

аналіз ефективності. У підсумку такі методи є важливим інструментом сучасного економічного аналізу [3].

Моделі з постійною та змінною віддачею від масштабу є ключовими інструментами оцінювання ефективності у межах непараметричних підходів. Вони широко застосовуються в рамках Data Envelopment Analysis для аналізу діяльності виробничих одиниць. Віддача від масштабу відображає зміну обсягу випуску при пропорційній зміні всіх ресурсів. У випадку постійної віддачі від масштабу передбачається, що збільшення ресурсів у певну кількість разів призводить до такого ж зростання результату. Такий підхід лежить в основі CCR-моделі. Модель CCR була запропонована Чарнсом, Купером і Родсом. Вона передбачає існування оптимального масштабу виробництва. У межах цієї моделі всі підприємства оцінюються за однаковими умовами. Це означає, що масштаб діяльності не впливає на ефективність [6].

Таблиця 1. Сутність економічної ефективності аграрного сектору

Складова	Зміст	Основні показники	Значення для аграрного сектору
Загальна економічна ефективність	Співвідношення результатів і витрат	Валовий випуск, прибуток, рентабельність	Визначає загальну результативність діяльності
Технічна ефективність	Здатність отримати максимальний випуск із заданих ресурсів	Обсяг виробництва, продуктивність	Відображає рівень використання ресурсів
Алокаційна ефективність	Оптимальний розподіл ресурсів за їх вартістю	Витрати ресурсів, ціни факторів	Забезпечує мінімізацію витрат
Економічна (повна) ефективність	Поєднання технічної та алокаційної ефективності	Сукупні витрати, прибуток	Визначає конкурентоспроможність
Ефективність використання землі	Рациональне використання земельних ресурсів	Урожайність, вихід продукції з 1 га	Ключова для аграрного виробництва
Ефективність праці	Продуктивність людських ресурсів	Виріток на працівника	Впливає на собівартість продукції
Ефективність капіталу	Результативність використання основних фондів	Фондовіддача, інвестиційна віддача	Визначає інноваційний розвиток
Екологічна ефективність	Вплив виробництва на довкілля	Викиди, використання ресурсів	Забезпечує сталий розвиток
Соціальна ефективність	Вплив на зайнятість і розвиток села	Рівень зайнятості, доходи населення	Формує соціальну стабільність
Інноваційна ефективність	Результативність впровадження інновацій	Рівень технологій, цифровізація	Підвищує продуктивність
Зовнішньоекономічна ефективність	Результативність участі у міжнародній торгівлі	Експорт, частка на ринку	Визначає інтеграцію у ЄС
Ризикова ефективність	Здатність протидіяти ризикам	Варіація доходів, стабільність	Важлива через сезонність і клімат

Джерело: розроблено авторами.

Модель з постійною віддачею є доцільною у випадках, коли підприємства функціонують у подібних умовах. Водночас у реальній економіці такі умови зустрічаються рідко. Особливо це характерно для аграрного сектору. Тут підприємства значно відрізняються за розмірами та ресурсним забезпеченням. У таких умовах більш адекватною є модель зі змінною віддачею від масштабу. Вона відома як ВСС-модель. Ця модель була запропонована Банкером, Чарнсом і Купером. Вона враховує ефект масштабу виробництва. У межах цієї моделі допускається, що ефективність залежить від розміру підприємства. Змінна віддача може бути зростаючою або спадною.

Зростаюча віддача означає, що збільшення ресурсів призводить до більш ніж пропорційного зростання випуску. Це характерно для малих підприємств на етапі розвитку. Спадна віддача означає, що приріст випуску є меншим за приріст ресурсів. Така ситуація часто спостерігається у великих підприємствах. Модель ВСС дозволяє розділити технічну та масштабну ефективність. Це є важливою перевагою порівняно з CCR-моделлю [7]. У результаті можна визначити, чи неефективність зумовлена неправильним масштабом. Таким чином, вибір між моделями залежить від цілей дослідження.

Нехай розглядається задача оцінювання ефективності n виробничих одиниць (DMU — decision making units), які використовують m видів ресурсів (входів) для формування k ре-

зультатів (виходів). За таких умов CCR-модель може бути представлена у наступному вигляді [4]:

$$\text{Min } \theta_p \quad (1),$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_p x_{ip} \quad (2),$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rp} \quad (3),$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots n, i = 1 \dots m, r = 1 \dots k \quad (4).$$

Сформульована задача дає змогу визначити, чи здатна досліджувана i -та DMU забезпечити наявний рівень виходів за рахунок використання меншого обсягу вхідних ресурсів. Виробнича одиниця вважається ефективною у випадку, якщо скорочення вхідних змінних є неможливим без одночасного зниження обсягів вихідних результатів. Така DMU класифікується як ефективна. Натомість, якщо існує можливість зменшити обсяг використаних ресурсів без втрати рівня виходів, відповідна DMU розглядається як неефективна.

Непараметричні методи моделювання економічної ефективності мають низку суттєвих переваг, що зумовлюють їх широке застосування у сучасних дослідженнях. Передусім вони не потребують задання конкретної функціональної форми виробничої функції.

Важливим є також те, що вони формують еталонну межу ефективності. Це дає змогу ідентифікувати найкращі практики. Крім того,

Таблиця 2. Види непараметричних методів моделювання економічної ефективності

Метод	Сутність	Тип моделі	Основні характеристики	Переваги	Недоліки
Data Envelopment Analysis (CCR)	Оцінювання ефективності за умови постійної віддачі від масштабу	Детермінована, статична	Орієнтація на вхід/вихід, CRS	Простота інтерпретації, універсальність	Не враховує ефект масштабу
DEA (BCC)	Оцінювання ефективності зі змінною віддачею від масштабу	Детермінована, статична	VRS, врахування масштабу	Більш реалістична оцінка	Складніша інтерпретація
SBM (Slack-Based Measure)	Врахування надлишків ресурсів і недовикористання виходів	Детермінована, статична	Безрадіальна модель	Точніша оцінка ефективності	Складність розрахунків
Super-efficiency DEA	Ранжування ефективних одиниць	Детермінована	Розширення DEA	Дає можливість ранжування	Чутливість до викидів
Free Disposal Hull (FDH)	Оцінювання без припущення опуклості	Детермінована	Невипукла межа	Простота, мінімум припущень	Менша точність
Індекс Малмквіста	Оцінка динаміки продуктивності	Динамічна	Декомпозиція змін	Аналіз у часі	Чутливість до даних
Window Analysis (DEA)	Аналіз ефективності у динаміці	Динамічна	Розширення DEA	Врахування часу	Залежність від вибору вікна
Network DEA	Аналіз багатостадійних процесів	Детермінована	Внутрішня структура DMU	Деталізований аналіз	Висока складність
Bootstrap DEA	Статистичне уточнення оцінок DEA	Напів-параметрична	Використання повторних вибірок	Підвищує надійність результатів	Висока обчислювальна складність
Directional Distance Function (DDF)	Оцінка ефективності з урахуванням небажаних виходів	Детермінована	Векторна оптимізація	Врахування екологічних факторів	Складність моделю

Джерело: розроблено авторами.

непараметричні методи дозволяють враховувати ефект масштабу. Це реалізується через використання різних моделей. Зокрема, застосовуються моделі з постійною та змінною віддачею від масштабу. Наявність таких підходів підвищує точність оцінювання. Ще однією перевагою є можливість ранжування ефективних одиниць. Це важливо для формування управлінських рішень. Непараметричні методи також дозволяють здійснювати динамічний аналіз. Зокрема, індекс Малмквіста дає змогу оцінювати зміни продуктивності у часі. Окремо слід відзначити можливість врахування екологічних аспектів. Це відповідає сучасним вимогам сталого розвитку. Водночас непараметричні методи мають і певні обмеження. Одним із основних є чутливість до якості даних [8].

Наявність викидів може суттєво впливати на результати. Також ці методи не враховують випадкові помилки. Це означає, що будь-яке відхилення інтерпретується як неефективність. Результати оцінювання значною мірою залежать від вибірки. Це обмежує можливість їх узагальнення. Крім того, непараметричні методи потребують достатнього обсягу даних. При малих вибірках результати можуть бути нестійкими. Складність інтерпретації також є певним обмеженням. Особливо це стосується розширених моделей. Висока обчислювальна складність може бути проблемою при великих масивах даних. Для підвищення надійності результатів часто використовуються додаткові процедури. Зокрема, застосовується bootstrap-аналіз.

Застосування непараметричних методів моделювання дозволяє отримати комплексну та обґрунтовану оцінку економічної ефективності аграрного сектору в умовах євроінтеграції. Отримані результати можуть бути використані для формування ефективної державної політики та підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва. Перспективи подальших досліджень полягають у поєднанні непараметричних і економетричних підходів, а також розширенні інформаційної бази аналізу.

ВИСНОВКИ

Економічна ефективність аграрного сектору залишається ключовою характеристикою розвитку національної економіки. Вона визна-

Таблиця 3. Переваги та обмеження непараметричних методів моделювання економічної ефективності

Аспект	Переваги	Обмеження
Загальний підхід	Не потребують задання функціональної форми виробничої функції	Не дозволяють перевіряти гіпотези щодо функціональної залежності
Робота з даними	Можуть використовувати множинні входи та виходи одночасно	Чутливі до якості та повноти даних
Гнучкість моделювання	Не потребують припущень щодо розподілу змінних	Не враховують випадкові помилки (шум)
Оцінка ефективності	Дозволяють визначати відносну ефективність DMU	Результати залежать від вибірки
Інтерпретація результатів	Дають можливість визначити еталонні (ефективні) одиниці	Обмежена можливість узагальнення результатів
Масштаб виробництва	Дозволяють враховувати ефект масштабу (CRS, VRS)	Складність у розмежуванні причин неефективності
Практичне застосування	Широко застосовуються у різних галузях, зокрема аграрній	Потребують значного обсягу даних
Ранжування об'єктів	Дають змогу ранжувати ефективні одиниці (super-efficiency)	Чутливість до викидів
Динамічний аналіз	Дозволяють аналізувати зміни у часі (індекс Малмквіста)	Ускладнення інтерпретації результатів
Екологічний аспект	Можуть враховувати небажані виходи (забруднення)	Потребують складніших моделей
Обчислювальні аспекти	Не потребують складної параметричної оцінки	Висока обчислювальна складність при великих вибірках
Надійність результатів	Можливість підвищення точності через bootstrap	Потребують додаткових процедур для статистичної перевірки

Джерело: розроблено авторами.

чає рівень раціонального використання ресурсів у сільському господарстві. У сучасних умовах євроінтеграції її значення суттєво зростає. Це пов'язано з необхідністю адаптації до європейських стандартів. Важливу роль відіграє використання сучасних методів оцінювання ефективності. Особливе місце займають непараметричні підходи. Вони забезпечують можливість комплексного аналізу багатфакторних процесів. Непараметричні методи дозволяють уникати жорстких припущень щодо функціональних залежностей. Це підвищує гнучкість економічного моделювання. Водночас їх застосування потребує якісної інформаційної бази.

Аналіз показує, що ефективність аграрного сектору є неоднорідною. Вона суттєво відрізняється між країнами та підприємствами. Важливим фактором виступає рівень технологічного розвитку. Значення мають також організаційні та управлінські аспекти. Ресурсна забезпеченість впливає на результати

діяльності. Особливе місце займає ефективність використання землі. Вона визначає продуктивність аграрного виробництва. Важливим є також рівень ефективності праці. Інвестиційна активність формує передумови підвищення ефективності.

Література:

1. Chiabri L. Eco Efficiency of Irrigated Agriculture in Arid Oases: DEA Modelling of Moroccan Date Palm Farming. *AgroEnvironmental Sustainability*. 2026. Vol. 4, No. 1. P. 48—58. DOI: <https://doi.org/10.59983/s2026040106>.

2. Guo Q., Liu J., Zhang H. Y., Wu Z. M. Impact and mechanism of agricultural productive services on agro-ecological efficiency. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 2024. Vol. 32, No. 10. P. 1744—1755. DOI: <https://doi.org/10.12357/cjea-20240394>.

3. Дудник О. Економіко-математичне моделювання як інструмент прогнозування впровадження стратегій розвитку в аграрному секторі. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2025. № 2. С. 52—59. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-16-7>.

4. Кишакевич Б. Ю., Демедюк Б. Т., Сисюк В. І. Цифровізація малого та середнього бізнесу: виклики та перспективи. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 2. С. 82—86. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.2.82>.

5. Кишакевич Б. Ю., Максишко Н. В., Гриценко К. С., Ворончак І. В., Демедюк Б. Т. Аналіз ефективності цифровізації малих та середніх підприємств країн ЄС за допомогою DEA-моделей. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. Vol. 3, No. 56. P. 215—229. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.3.56-2024.4344>.

6. Костирко А. А., Соломатіна Т. В., Чернодубова Е. В., Хромьяк В. В. Аналіз і оцінка ефективності використання ресурсного потенціалу аграрних підприємств. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2020. Vol. 3, No. 34. P. 294—302. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptr.v3i34.215547>.

7. Лисюк О. В., Балаш А. І. Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва як запорука поступального розвитку аграрного сектору економіки. *Аграрна економіка*. 2023. Т. 16. № 1—2. С. 132—139. DOI: <https://doi.org/10.31734/agrarecon2023.01-02.132>.

8. Сидорук Б. О. Теоретико-методологічні підходи до оцінки економічної ефективності сільськогосподарського землекористування. *Економічний дискурс*. 2017. № 2. С. 172—180.

URL: <http://ed.pdatu.edu.ua/article/view/126091>.

References:

1. Chiabri, L. (2026), "Eco efficiency of irrigated agriculture in arid oases: DEA modelling of Moroccan date palm farming", *AgroEnvironmental Sustainability*, vol. 4, no. 1, pp. 48—58. <https://doi.org/10.59983/s2026040106>

2. Guo, Q., Liu, J., Zhang, H.Y. and Wu, Z.M. (2024), "Impact and mechanism of agricultural productive services on agro-ecological efficiency", *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, vol. 32, no. 10, pp. 1744—1755. <https://doi.org/10.12357/cjea.20240394>

3. Dudnyk, O. (2025), "Economic and mathematical modelling as a tool for forecasting the implementation of development strategies in the agricultural sector", *Modeling the Development of the Economic Systems*, vol. 2, pp. 52—59. <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-16-7>

4. Kyshakevych, B., Demediuk, B. and Sysiuk, V. (2024), "Digitalisation of small and medium-sized enterprises: challenges and prospects", *Investments: Practice and Experience*, vol. 2, pp. 82—86. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.2.82>

5. Kyshakevych, B., Maksyshko, N., Hrytsenko, K., Voronochak, I. and Demediuk, B. (2024), "Analysis of the efficiency of digitalisation of small and medium-sized enterprises in EU countries using DEA models", *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, vol. 3, no. 56, pp. 215—229. <https://doi.org/10.55643/fcaptr-3.56.2024.4344>

6. Kostyrko, L., Solomatina, T., Chernodubova, E. and Khromiak, V. (2020), "Analysis and evaluation of the efficiency of using the resource potential of agricultural enterprises", *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, vol. 3, no. 34, pp. 294—302. <https://doi.org/10.18371/fcaptr.v3i34.215547>

7. Lysiuk, O. and Balash, L. (2023), "Increasing the efficiency of crop production as a prerequisite for the progressive development of the agricultural sector of the economy", *Agrarian Economy*, vol. 16, no. 1—2, pp. 132—139. <https://doi.org/10.31734/agrarecon2023.01-02.132>

8. Sydoruk, B. (2017), "Theoretical and methodological approaches to assessing the economic efficiency of agricultural land use", *Economic Discourse*, vol. 2, pp. 172—180. Available at: <http://ed.pdatu.edu.ua/article/view/126091> (Accessed 05 April 2026).

Отримано редакцією журналу / Received: 14.04.26

Процеженовано / Revised: 28.04.26

Дата публікації / Published: 12.05.26