

УДК 330.46:338.5:519.86

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.218.240-250>**Кулініч Т.В.**

кандидат економічних наук

Національний університет «Львівська політехніка»

Kulinich Tetiana

PhD in Economic Sc.

Lviv Polytechnic National University

<https://orcid.org/0000-0003-0110-7080>**Обушок І.І.**

Національний університет «Львівська політехніка»

Obushok Ihor

Lviv Polytechnic National University

<https://orcid.org/0009-0007-0317-104X>

ЕКОНОМІКА ДАНИХ ЯК ФАКТОР ВИРОБНИЦТВА: МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЗВ'ЯЗКУ З ВИРОБНИЧИМ РЕЗУЛЬТАТОМ

Метою статті є обґрунтування та демонстраційна апробація методичного підходу до оцінювання продуктивного потенціалу даних та його зв'язку з виробничим результатом на основі інтегрального показника та розширеної виробничої функції Кобба–Дугласа. У дослідженні реалізовано розгляд даних як самостійного фактора виробництва та запропоновано методичний підхід до оцінювання їх продуктивного потенціалу і внеску у виробничий результат. Наукова новизна полягає у розробленні методичного підходу до операціоналізації продуктивного потенціалу даних через інтегральний показник продуктивного потенціалу даних, сформований на основі нормованих характеристик якості, повноти, актуальності, доступності та інтегрованості, з подальшим його використанням як окремого фактора розширеної виробничої функції Кобба–Дугласа. Запропонований підхід забезпечив послідовний перехід від удосконалення характеристик даних під впливом організаційних вимог і стандартів сталого розвитку до оцінювання їх продуктивного потенціалу та кількісного оцінювання потенційного зв'язку з виробничим результатом через коефіцієнт еластичності.

Ключові слова: виробнича функція Кобба–Дугласа, сталий розвиток, оцінювання, продуктивний потенціал даних, продуктивність праці та капітал.

THE DATA ECONOMY AS A FACTOR OF PRODUCTION: A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING ITS PRODUCTIVE POTENTIAL AND ITS LINK TO PRODUCTION OUTPUT

The aim of the article is to substantiate and demonstrate the application of a methodological approach to assessing the productive potential of data and its relationship with production output based on an integral indicator and an extended Cobb–Douglas production function. The study considers data as an independent factor of production and proposes a methodological approach to assessing their productive potential and contribution to production output. The scientific novelty lies in developing a methodological approach to operationalizing the productive potential of data through an integral indicator of data productive potential, formed on the basis of normalized characteristics of quality, completeness, timeliness, accessibility, and practical usability, followed by its incorporation as an independent factor into an extended Cobb–Douglas production function. The proposed approach ensures a consistent transition from improving data characteristics under the influence of organizational requirements and sustainable development standards to assessing their productive potential and quantitatively evaluating their potential relationship with production output through an elasticity coefficient. The approach was tested using data from LLC “Friendly Wind Technology”. The calculations showed an increase in the integral indicator of data productive potential of approximately 134% from 2021 to September 2026. The demonstration assessment yielded a value which, under the specified model specification, corresponds to an approximately 0.199% change in production output when the productive potential of data D increases by 1%, ceteris

ISSN друкованої версії: 2224-6282

ISSN електронної версії: 2224-6290

© Кулініч Т.В., Обушок І.І., 2026

paribus. At the same time, the proposed approach has a methodological limitation related to the potential endogeneity of the indicator D, particularly due to the inclusion of the practical usability criterion in its composition; therefore, the relationship between D and Y established in the demonstration example should not be interpreted as a proven causal effect. The practical value of the proposed approach lies in the possibility of using the indicator D to monitor the productive potential of data and substantiate measures aimed at increasing it and, provided that a sufficiently large set of observations is available, to econometrically estimate the contribution of data to production output. Further research should focus on constructing extended time-series or panel datasets that provide sufficient variation in the indicators of capital, labour, and data productive potential. This will make it possible to diagnose model quality and assess the robustness of the results obtained.

Keywords: Cobb–Douglas production function, sustainable development, assessment, data productive potential, labour productivity, capital.

JEL Classification: C23, C51, D24, O33.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку економіки характеризується стрімким зростанням ролі даних у процесах створення економічної цінності. Зокрема, цифровізація виробництва, розвиток платформної економіки, штучного інтелекту, хмарних технологій та аналітичних систем перетворюють накопичені обсяги структурованої та неструктурованої інформації із допоміжного інформаційного ресурсу на один із ключових ресурсів сучасного виробництва. Дані використовуються підприємствами для оптимізації виробничих процесів, прогнозування попиту, сталого управління ресурсами, розроблення нових продуктів і прийняття управлінських рішень. У зв'язку з цим виникає необхідність теоретичного переосмислення ролі даних, які трансформуються з допоміжного інформаційного ресурсу на окремий фактор сучасного виробництва, що зумовлює необхідність теоретичного переосмислення їхньої ролі та формування методичних підходів до оцінювання їхнього продуктивного потенціалу і зв'язку з виробничим результатом.

Фактично актуальність окресленого дослідження визначається тим, що традиційні підходи до оцінки факторів виробництва переважно сформуливалися в умовах, коли основними ресурсами виступали праця, капітал і природні ресурси. Водночас економічні характеристики даних істотно відрізняються від характеристик традиційних факторів. Однак дані характеризуються можливістю багаторазового використання, поєднання з іншими ресурсами, набуття додаткової цінності в процесі обробки та генерування економічного ефекту не лише безпосередньо, а й через підвищення продуктивності праці та капіталу. Це ускладнює застосування до даних стандартних підходів до кількісного оцінювання факторів виробництва та потребує формування спеціального підходу до визначення їхнього продуктивного потенціалу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зростання ролі даних у сучасних економічних процесах зумовило формування окремого напрямку досліджень, спрямованого на визначення їхньої економічної природи, способів оцінювання та впливу на результати господарської діяльності. Одним із важливих напрямів окресленого дослідницького поля є розгляд даних не лише як інформаційного ресурсу, а й як економічного активу та фактора, здатного брати участь у створенні доданої вартості.

У цьому контексті важливий внесок у формування

методологічної основи оцінювання економічної ролі даних зробили К. Коррадо, Дж. Хаскел, М. Юммі та К. Йона-Ласінію [2] запропонували підходи до визначення та вимірювання інвестицій у дані, а також надали експериментальні оцінки обсягу таких активів на галузевому рівні. Цінними також є дослідження Організації економічного співробітництва та розвитку [7] у сфері економічного вимірювання даних, зокрема розгляд підходів до оцінювання вартості даних, їхні переваги, обмеження та сфери застосування. Однак дослідження має переважно прикладну спрямованість, оскільки основну увагу в ньому приділено саме монетарному оцінюванню даних, а також впливу механізмів управління даними на можливості створення, обміну та використання. Теоретичні особливості даних як економічного ресурсу розглядають К. І. Джонс та К. Тонетті [5], які досліджують наслідки використання даних для продуктивності, структури ринку, розподілу прав власності та економічних стимулів до накопичення й поширення даних.

Разом з тим методологічною основою кількісного аналізу виробничих процесів є теорія виробничих функцій. У працях Г. Р. Веріана [8], Н. Г. Менк'ю [6], С. А. Грінлоу, Д. Шапіро та Д. Макдональда [3] представлено широкий спектр функціональних форм для опису залежності результату виробництва від використаних факторів. Водночас застосування різних форм виробничих функцій саме по собі не вирішує проблеми кількісного визначення якісних характеристик окремого виробничого фактора. Особливо проблемним є те, що в таких моделях дані вже розглядаються як окремий виробничий фактор.

Основною проблемою наведених досліджень є наявність методичної прогалини щодо оцінювання продуктивного потенціалу даних та їхнього зв'язку з виробничим результатом. У роботах, присвячених економічній природі та вартості даних, основна увага приділяється їх економічному значенню, оцінюванню вартості, накопиченню та особливостям використання, тоді як у моделях виробничих функцій дані вже можуть виступати окремим фактором, проте проблема їх внутрішньої кількісної характеристики як виробничого ресурсу залишається недостатньо конкретизованою.

Метою статті є обґрунтування та демонстраційна апробація методичного підходу до оцінювання продуктивного потенціалу даних та його зв'язку з виробничим результатом на основі інтегрального показника та

розширеної виробничої функції Кобба–Дугласа.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в дослідженні застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів економічного аналізу, зокрема: класичний метод узагальнення – для обґрунтування доцільності розгляду даних як окремого фактора виробництва; метод нормування та інтегрального оцінювання – для кількісного представлення характеристик даних і формування інтегрального показника продуктивного потенціалу (D); економіко-математичне моделювання (зокрема формування розширеної виробничої функції Кобба–Дугласа) – для формалізації зв'язку між продуктивним потенціалом даних та виробничим результатом; кейс-метод - для демонстраційної апробації запропонованого підходу.

Виклад основних результатів дослідження. У [2] дані концептуалізуються як нематеріальний актив та фактор виробництва, який може зберігатися та лише частково відображається в наявних макроекономічних і фінансово-статистичних даних. Автори розглядають процес формування вартості даних через їх перетворення з первинних записів у бази даних та, надалі, в аналітику даних, що формує аналітичні результати, які можуть бути використані у виробничій діяльності [2]. Також у [7] фахівці Організації економічного

співробітництва та розвитку прямо зазначають, що дані є ключовим ресурсом або виробничим фактором у створенні багатьох товарів і послуг. Відтак, спираючись на зазначений підхід, дані розглядаються як фактор виробництва, залучення якого у поєднанні з працею, капіталом і технологіями може забезпечувати створення економічної цінності.

Віднесення даних до факторів виробництва ґрунтується насамперед на їхній здатності бути залученими до виробничого процесу та впливати на його результати. На основі сучасних досліджень можна виокремити низку специфічних властивостей, які дають змогу розглядати дані саме як фактор виробництва (табл. 1): (i) участь у виробництві (зокрема, [2] концептуалізує дані як актив, який робить внесок у кінцеве виробництво економіки); (ii) масштабованість та потенціал зростання продуктивної віддачі (за [7] ширший доступ до даних створює можливості для отримання додаткових економічних ефектів, зокрема зростання віддачі від масштабу); (iii) здатність до зберігання та накопичення ([2] прямо визначає дані як фактор виробництва, що підлягає зберіганню (storable factor input)); (iv) невичерпність та можливість багаторазового використання (за [5] один і той самий масив даних може багаторазово використовуватися багатьма фірмами одночасно).

Таблиця 1

Характеристики специфічні властивості даних як фактора виробництва

Характеристики даних	Прояв характеристики як фактора виробництва
Участь у виробництві	Дані можуть виступати вхідним ресурсом виробничого процесу, оскільки залучаються до створення товарів і послуг та роблять внесок у кінцевий продукт.
Масштабованість та потенціал зростання продуктивної віддачі	Розширення масиву доступних даних за умови збереження їх якості, релевантності та можливості практичного використання може створювати додаткові можливості для підвищення продуктивності, інновацій та навчання алгоритмів.
Здатність до зберігання та накопичення	Однією з особливостей даних як фактора виробництва є можливість їх накопичення та зберігання для подальшого використання у виробничій діяльності.
Невичерпність та можливість багаторазового використання	Зауважимо, що використання певного набору даних одним суб'єктом не обов'язково позбавляє можливості використовувати його іншим суб'єктом.

Джерело: сформовано авторами на основі [2; 7; 5].

Наведені характеристики свідчать про специфічну природу даних як фактора виробництва, що поєднує здатність брати участь у створенні економічної цінності з можливістю накопичення, багаторазового використання та отримання додаткових ефектів від розширення масштабів їх застосування». Водночас саме ці властивості зумовлюють відмінність даних від традиційних факторів виробництва та ускладнюють їх кількісне представлення у виробничих моделях.

На відміну від традиційних факторів, для даних недостатньо характеризувати лише обсяг залученого ресурсу, оскільки однаковий за фізичним або інформаційним обсягом масив може мати різну здатність забезпечувати виробничий ефект залежно від його якості,

повноти, актуальності, доступності та можливості практичного використання. Тому методичне завдання дослідження полягає не у визначенні ринкової чи бухгалтерської вартості даних, а у формуванні кількісного показника їхнього продуктивного потенціалу та подальшому оцінюванні його зв'язку з виробничим результатом.

Для кількісного дослідження такого зв'язку доцільно використати виробничу функцію як інструмент моделювання залежності результатів виробництва від використаних факторів [8]. У класичному вигляді за [6] загальний запис такої функції відображає залежність максимального обсягу випуску від кількості залучених факторів виробництва:

$$Y=F(K,L), \quad (1)$$

де:

Y – обсяг виробництва;

K – капітал;

L – праця.

Наведений загальний (абстрактний) запис виробничої функції сам по собі не дає змоги оцінити якісні характеристики даних, оскільки описує залежність обсягу випуску від кількості залучених факторів виробництва. Відтак, за традиційної специфікації, що враховує лише працю та капітал, вплив даних на виробничий результат безпосередньо не відображається. Водночас виробнича функція концептуально не обмежується двома факторами, оскільки технологічний зв'язок може формалізуватися через множину комбінацій

входів і відповідних їм виходів [4]. Тому склад факторів у виробничій функції може визначатися особливостями досліджуваного виробничого процесу та доповнюватися іншими факторами, якщо їхній вплив на результати виробництва має відповідне теоретичне й емпіричне обґрунтування [3].

Зокрема, якщо дані розглядаються як самостійний фактор виробництва, до виробничої функції може бути включено показник, що характеризує їх продуктивне використання у виробничому процесі:

$$Y=F(K,L,D), \quad (2)$$

де:

D – кількісна оцінка продуктивного потенціалу та використання даних у виробничому процесі.

Сучасні дослідження вже розглядають дані як окремий фактор виробництва. Зокрема, автори [9] включають дані до виробничої функції поряд із капіталом і працею та досліджують їхній вплив на обсяг випуску і взаємозаміщення факторів у межах виробничої функції зі змінною еластичністю заміщення. Водночас у запропонованому підході акцент зроблено не на самому факті включення даних до виробничої функції, а на їх операціоналізації.

Таке розширення дає змогу перейти від традиційного аналізу залежності результатів виробництва від праці та капіталу до оцінювання внеску даних у формування виробничого результату. Водночас принциповим є не лише включення даних до складу факторів виробництва, а й визначення способу їх кількісного представлення у моделі. Показник D доцільно формувати так, щоб відбивати не лише фізичний або інформаційний обсяг накопичених даних, а й їхню здатність

генерувати виробничий та економічний ефект. Закономірно постає питання, яким чином побудувати D так, щоб він був економічно змістовним показником і відображав саме продуктивну характеристику даних.

На нашу думку, кількісне представлення даних у виробничій функції не повинно обмежуватися фізичним обсягом накопиченої інформації, оскільки однаковий за обсягом масив даних може мати різну економічну цінність залежно від його якості, актуальності, повноти, доступності та можливості практичного використання. Тому показник (D) доцільно формувати як інтегральну характеристику продуктивного потенціалу даних, яка враховує сукупність їхніх властивостей, що визначають здатність генерувати виробничий та економічний ефект.

У загальному вигляді такий показник може бути представлений як зважена сума нормалізованих характеристик даних:

$$D = \sum_{i=1}^n w_i X_i, \quad (3)$$

де:

X_i – нормалізовані характеристики даних;

w_i – вагові коефіцієнти відповідних характеристик;

n – кількість характеристик, включених до оцінювання, враховуючи що $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

Важливо підкреслити, що запропонований інтегральний показник (D) не є безпосередньою оцінкою вартості даних. Його призначення полягає у кількісному представленні продуктивного потенціалу даних для подальшого включення до економетричної моделі виробничого процесу. Це дає змогу перейти від оцінювання окремих характеристик даних до визначення їхнього впливу на обсяг виробництва.

Наведений загальний запис виробничої функції

визначає лише принцип залежності результату виробництва від сукупності залучених факторів, але не задає конкретної функціональної форми та параметрів цієї залежності. Тому для кількісного оцінювання внеску окремого фактора, зокрема даних, необхідно обрати конкретну специфікацію виробничої функції та визначити спосіб вимірювання відповідного фактора. Основні підходи до специфікації виробничої функції наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Основні види виробничих функцій та особливості їх використання

Вид виробничої функції*	Загальний вигляд	Основна характеристика виробничих функцій	Можливість урахування даних як фактора
Кобба–Дугласа (1)	$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$	Відображає нелінійну залежність випуску від факторів та дає змогу оцінити еластичність випуску за кожним фактором.	Найпридатніша для поставленого завдання, оскільки D може бути включено як окремий фактор із власною еластичністю.
Леонтьєва (2)	$Y = \min \frac{K}{a}, \frac{L}{b}$	Передбачає використання факторів у фіксованих пропорціях та практичну відсутність їх взаємозамінності.	Може враховувати D, але менш придатна для аналізу ситуації, коли дані можуть частково доповнювати або підсилювати дію праці й капіталу.
CES (3)	$Y = A[\Delta K^{\rho} + (1 - \Delta)L^{\rho}]^{\frac{1}{\rho}}$	Дає змогу моделювати різний ступінь взаємозамінності факторів через параметр заміщення.	Може бути розширена включенням D, однак потребує більшої кількості параметрів і складнішої емпіричної оцінки.
Транс-логістична (4)	$\ln Y = f(\ln K, \ln L)$	Відображає нелінійні залежності та взаємодію між факторами без жорсткого припущення про конкретну форму технології.	Дає широкі можливості для включення D, але потребує значного обсягу даних і складнішої економетричної оцінки.

Примітка

* Основні особливості використання: (1) Фактори можуть замінювати один одного, але не є досконалими замінниками; зручна для оцінювання внеску праці, капіталу та інших факторів; (2) Фактори використовуються у фіксованих пропорціях (збільшення одного ресурсу без відповідного збільшення іншого не збільшує випуск); (3) Дає змогу моделювати різний ступінь взаємозаміщення факторів; є узагальненою формою, що включає окремі функції як граничні випадки; (4) Гнучке моделювання нелінійної взаємодії факторів і змінної еластичності їх заміщення.

Джерело: сформовано авторами на основі [1; 8].

Для подальшого кількісного оцінювання такого впливу обрано розширену виробничу функцію Кобба–

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}D^{\gamma}, \quad (4)$$

де:

D – інтегральний показник продуктивного потенціалу даних;

Y – виробничий результат підприємства;

K – капітал; L – праця;

A – параметр масштабу виробничої функції, який оцінюється разом із α , β , γ під час оцінювання виробничої функції;

 α – еластичність за капіталом; β – еластичність за працею; γ – еластичність виробничого результату за продуктивним потенціалом даних.

Доцільність вибору функції Кобба–Дугласа зумовлена насамперед можливістю представити дані як окремий фактор виробництва та безпосередньо оцінити еластичність виробничого результату за цим фактором. Додатковою перевагою є відносна простота параметричної оцінки: після логарифмічного перетворення ($\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln D$) функція набуває лінійної за параметрами форми, що дає змогу оцінювати параметри стандартними методами регресійного аналізу $D \rightarrow Y \rightarrow \gamma$ ($\gamma = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln D}$).

Застосування інших наведених в табл. 2 функцій потребує оцінювання додаткових параметрів або врахування складніших взаємозв'язків між факторами.

Фактично мультиплікативна форма функції Кобба–

Дугласа надає змогу включити показник продуктивного потенціалу даних як самостійний фактор виробництва поряд із капіталом і працею та кількісно оцінити його внесок у виробничий результат через параметр еластичності. При цьому зауважимо, що ми пропонуємо не вводити в модель просто «обсяг даних», а пропонуємо сформулювати D як інтегральний показник продуктивного потенціалу даних (3).

Цей показник ми включаємо у розширену функцію Кобба–Дугласа як безрозмірний індекс (а не фізичну кількість ресурсу) і через γ пропонуємо кількісно оцінювати еластичність виробничого результату за продуктивним потенціалом даних. Так, розширена специфікація функції має вигляд:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}D^{\gamma}, \quad (3)$$

де:

Y – обсяг виробництва;

A – параметр сукупної факторної продуктивності, що відображає вплив технологічних та інших факторів, не включених безпосередньо до моделі;

K – обсяг використаного капіталу;

L – обсяг використаної праці;

D – інтегральний показник продуктивного потенціалу даних;

α , β та γ – параметри еластичності випуску відповідно за капіталом, працею та продуктивним потенціалом даних.

У запропонованому підході оцінювання здійснюється послідовно на трьох взаємопов'язаних рівнях. На першому рівні визначаються нормалізовані значення окремих характеристик продуктивного потенціалу даних X_i , які відображають якість, повноту, актуальність, доступність та практичну використовуваність даних. На другому рівні на основі отриманих характеристик та їхніх вагових коефіцієнтів формується інтегральний показник продуктивного потенціалу даних D. На третьому рівні показник D включається до розширеної виробничої функції Кобба—Дугласа, що дає змогу оцінити параметр γ , який характеризує еластичність виробничого результату за продуктивним потенціалом даних. Послідовність оцінювання можна представити за схемою $X_i \rightarrow D \rightarrow \gamma \rightarrow \Delta Y$. Вибір характеристик продуктивного потенціалу даних має ґрунтуватися на характеристиках, які безпосередньо визначають можливість використання даних у виробничому процесі.

Для практичної апробації запропонованого підходу використано дані, пов'язані з виробничим напрямом вітроенергетичного машинобудування, який історично функціонував на базі ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (КЗВВ) у м. Краматорську за участю компанії «Фурлендер Віндтехнологжі». У 2022 році, у зв'язку з повномасштабною війною, виробничі потужності релоковано до м. Перечин Закарпатської області, де продовжено відповідний напрям діяльності в межах ТОВ «Френдлі Вінд Технологжі»,

зареєстрованого в жовтні 2022 р. Таким чином, у дослідженні під назвою ТОВ «Френдлі Вінд Технологжі» розглядається сучасний етап розвитку виробничого напрямку (2023–2026 рр.), тоді як для попередніх періодів (2021–2022 рр.) використовуються доступні дані цього самого виробничого напрямку, сформовані до релокації (тобто на базі Краматорського виробничого майданчика). Мова йде про дані щодо традиційних факторів виробництва – капіталу та праці. Додатково дані розглядаються як самостійний фактор виробництва, представлений інтегральним показником їхнього продуктивного потенціалу.

Формування показника D здійснюється на основі п'яти характеристик (X_1 – X_5), зміст яких окреслено в табл. 3. При цьому вагові коефіцієнти визначено методом аналізу ієрархій (АНР) та використано для оцінювання показника D у кожному досліджуваному періоді. Зокрема, за результатами попарного порівняння критеріїв та нормування локальних пріоритетів отримано такі вагові коефіцієнти: якість (w_1) – 0,2, повнота (w_2) – 0,2, актуальність (w_3) – 0,2, доступність (w_4) – 0,15, інтегрованість даних (w_5) – 0,25. Значення кожної характеристики нормовано в діапазоні від 0 до 1, де 0 відповідає мінімальному, а 1 – максимально можливому рівню відповідної характеристики. Отже, інтегральний показник продуктивного потенціалу даних визначається як:

$$D = 0,20X_1 + 0,20X_2 + 0,20X_3 + 0,15X_4 + 0,25X_5, \quad (4)$$

Таблиця 3

Характеристики продуктивного потенціалу даних ТОВ «Френдлі Вінд Технологжі» та процедура визначення їхніх ваг методом аналізу ієрархій (АНР)

Характеристика*	Зміст характеристики у виробничому процесі	Масиви даних, що оцінюються	Етапи визначення ваг методом АНР.**
1	2	3	4
Якість даних (X_1)	Точність, достовірність та відсутність помилок у даних, що використовуються під час проектування, виготовлення та контролю вітроенергетичного обладнання	Конструкторсько-технічний масив: креслення, специфікації, технічні параметри вузлів і комплектуючих; виробничий масив: результати вимірювань і технологічних операцій; контрольний масив: результати випробувань та контролю якості	Етап 1. Експертами сформовано ієрархію критеріїв продуктивного потенціалу даних, що включає якість, повноту, актуальність, доступність та практичну використовуваність. Етап 2. Експерти здійснили попарне порівняння критеріїв за їхньою відносною значущістю для виробничого процесу (за шкалою Сааті від 1 до 9). Етап 3. Експертами здійснено агрегування індивідуальних експертних оцінок здійснюється за геометричним середнім елементів матриць попарних порівнянь.
Повнота даних (X_2)	Наявність необхідного обсягу інформації для забезпечення повного циклу виробництва та контролю обладнання	Конструкторський масив: комплекти креслень і специфікацій; матеріальний масив: дані про матеріали та комплектуючі; виробничий масив: інформація про технологічні операції; контрольний масив: результати перевірок і випробувань	

Продовження табл. 3

1	2	3	4
Актуальність даних (X3)	Відповідність даних поточному стану виробництва, актуальним технічним вимогам та використовуваним технологіям	Технічний масив: актуальні версії креслень, специфікацій і технічних вимог; виробничий масив: поточні параметри технологічних операцій; ресурсний масив: актуальні залишки матеріалів і комплектуючих; обліковий масив: поточний стан виробничих замовлень	Етап 4. На основі агрегованої матриці визначено локальні пріоритети характеристик, які після нормалізації утворюють вагові коефіцієнти. При цьому $CR < 0,10$, що свідчить про прийнятну узгодженість матриці парних порівнянь.
Доступність даних (X4)	Можливість своєчасного отримання необхідної інформації працівниками, залученими до виробництва та контролю обладнання	Технічний масив: доступ до конструкторської документації; виробничий масив: доступ до технологічних параметрів і виробничих показників; контрольний масив: доступ до результатів вимірювань та випробувань; ресурсний масив: доступ до інформації про матеріали та комплектуючі	
Інтегрованість (X5)	Ступінь взаємопов'язаності та узгодженості даних різних інформаційних масивів, що забезпечує їх спільне використання на різних етапах проєктування, виробництва, контролю та експлуатації вітроенергетичного обладнання.	Проектний масив: дані для коригування конструкції та параметрів обладнання; виробничий масив: дані для планування і налаштування технологічних операцій; ресурсний масив: дані для управління матеріалами та комплектуючими; контрольний масив: дані для виявлення відхилень і дефектів; експлуатаційний масив: дані про результати роботи обладнання.	

Примітка

* Вибір п'яти характеристик не передбачає вичерпного представлення всіх властивостей даних. Він орієнтований на ті характеристики, які безпосередньо визначають можливість використання даних у виробничому процесі ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі».

** У процедурі брали участь 5 експертів, компетентних у питаннях управління даними, цифровізації та організації виробничих процесів ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі». Для забезпечення різнопрофільності оцінювання до складу експертної групи було включено: 2 науково-педагогічних працівників економічного профілю (зовнішні експерти), 1 фахівця з цифрової трансформації, 1 фахівця з управління даними та 1 представника підприємства, який відповідає за використання інформаційних ресурсів у виробничій діяльності.

Джерело: сформовано автором за матеріалами підприємства та результатами експертного оцінювання.

Зокрема, враховуючи надані ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі» значення характеристик X_1 – X_5 у кожному періоді, які характеризують нормалізований рівень відповідних властивостей даних, визначені вагові

коефіцієнти та динаміку інтегрального показника продуктивного потенціалу даних ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі» наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Динаміка інтегрального показника продуктивного потенціалу даних
ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі», 2021 р. – вересень 2026 р.**

Період	X1	X2	X3	X4	X5	D
2021	0,4	0,33	0,5	0,4	0,4	0,406
2022	0,45	0,4	0,53	0,5	0,47	0,469
2023	0,60	0,55	0,65	0,60	0,60	0,6
2024	0,80	0,75	0,85	0,80	0,80	0,8
2025	0,92	0,88	0,94	0,90	0,94	0,918
09.2026	0,95	0,93	0,96	0,94	0,97	0,953

Джерело: сформовано авторами за матеріалами підприємства та результатами експертного оцінювання.

Таким чином, у наведеному прикладі значення інтегрального показника D зросло з 0,406 у 2021 р. до

0,953 у вересні 2026 р., тобто $\approx$ на 134,7%. Це свідчить про підвищення рівня якості, повноти, актуальності,

доступності та інтегрованості даних, залучених до виробничого процесу. Вагомим чинником такого підвищення в умовах досліджуваного підприємства є впровадження принципів і стандартів сталого розвитку, які передбачають систематизацію інформації про використання ресурсів, енергоспоживання, виробничі процеси, екологічні показники, якість продукції та пов'язані з ними ризики. Їх застосування зумовлює необхідність регулярного збору, структуризації, перевірки та актуалізації відповідної інформації, що безпосередньо впливає на характеристики продуктивного потенціалу даних.

Зокрема, стандартизація процедур формування та документування інформації сприяє підвищенню її

повноти та якості, регулярне оновлення показників – актуальності, формування єдиних інформаційних процедур і доступу відповідальних працівників до необхідних масивів – доступності, а використання отриманих даних для моніторингу ресурсів, виявлення відхилень, оцінювання ризиків та прийняття виробничих рішень – практичної інтегрованості. Водночас саме по собі зростання D ще не означає автоматичного зростання економічного результату.

Для ілюстрації зв'язку між продуктивним потенціалом даних та виробничим результатом продемонстровано включення інтегрального показника продуктивного потенціалу даних D до виробничої функції (табл. 5).

Таблиця 5

Демонстраційне оцінювання параметра зв'язку між продуктивним потенціалом даних та виробничим результатом ТОВ «Френді Вінд Технолоджі», 2021 р.- вересень 2026 р.

Період	Y, од	K, млн грн	L, осіб	D	Демонстраційне си- стема	Демонстра- ційне оціню- вання парамет- рів логарифмі- чної форми ви- робничої функ- ції за МНК	Демонстра- ційне прогнозне значення $\hat{Y}$	lnD	lnY	$\hat{Y}$
2021	92	9*	47*	0,406	$\ln 92 = n A + \alpha \ln 9$ $+ \beta \ln 47 + \gamma \ln 0,406$; $\ln$ $96 = \ln A + \alpha$ $\ln 9 + \beta \ln 48 + \gamma \ln$ $0,4685$; $\ln 100 = \ln$ $A + \alpha \ln$ $10 + \beta \ln 49 + \gamma \ln 0,6$; $\ln 105 = \ln A + \alpha \ln$ $10 + \beta \ln 50 + \gamma \ln 0,8$; $\ln 107 = \ln A + \alpha \ln 12 + \beta$ $\ln 55 + \gamma \ln 0,918$; $\ln 112 = \ln A + \alpha \ln 13 +$ $\beta \ln 51 + \gamma \ln 0,953$	$\ln A = 5,748$ $A = 313,73$ $\alpha = 0,119$ $\beta = -0,3378^*$ $\gamma = 0,1988$	$\hat{Y} = 313,73$ $K^{0,119} L^{-0,3378} D^{0,1988}$	-0,9014	4,5218	92,81
2022	96	9*	48*	0,4685				-0,7582	4,5643	94,82
2023	100	10*	49	0,6				-0,5108	4,6052	100,2
2024	105	10*	50	0,8				-0,223	4,654	105,33
2025	107	12*	55	0,918				-0,0855	4,6728	107,13
09. 2026	112	13	51*	0,953				-0,0497	4,7185	111,69

Примітка

* Наведені K, L та D, мають демонстраційний характер і використовуються виключно для ілюстрації запропонованої послідовності оцінювання.

** Від'ємне значення оціненого параметра β у наведеній демонстраційній специфікації не означає, що збільшення чисельності працівників технологічно зменшує виробничий результат підприємства. В емпіричних оцінках виробничих функцій знак окремого коефіцієнта може залежати від взаємозв'язку між факторами, мультиколінеарності, ендогенності вибору виробничих ресурсів, вимірювальних похибок, специфікації моделі, а також особливостей демонстраційної вибірки та обмеженої кількості спостережень.

Джерело: сформовано авторами на основі доступних даних ТОВ «Френді Вінд Технолоджі» та авторських розрахунків; частина показників (*) має умовно-ілюстративний характер (не є офіційними статистичними показниками підприємства).

У розширеній функції Кобба–Дугласа коефіцієнт γ інтерпретується як еластичність виробничого результату щодо продуктивного потенціалу даних. Разом з тим у наведеному прикладі отримана оцінка має демонстраційний, а не причинно-наслідковий характер. По-перше керівництвом ТОВ «Френді Вінд Технолоджі» не було надано достатнього за обсягом часового масиву даних щодо капіталу, праці, продуктивного потенціалу даних та виробничого результату, необхідного для повноцінного економетричного оцінювання моделі. По-друге для повноцінного економетричного оцінювання необхідний істотно більший часовий або панельний масив спостережень. Лише за наявності повноцінного економетричного оцінювання можна статистично надійно оцінити параметри виробничої

функції, перевірити їх статистичну значущість або встановити причинно-наслідковий зв'язок. Отже отримане у розрахунку значення γ лише умовно показує, що за заданої специфікації моделі збільшення інтегрального показника продуктивного потенціалу даних D на 1 % могло б відповідати приблизно 0,199 % зміни виробничого результату Y, за інших незмінних умов.

За результатами оцінювання станом на вересень 2026 р. для ТОВ «Френді Вінд Технолоджі» найнижче значення серед окремих характеристик має повнота даних ($X_2=0,93$), далі — доступність ($X_4=0,94$) та якість ($X_1=0,95$). Водночас урахування вагових коефіцієнтів показує, що найбільший зважений резерв підвищення має саме характеристика повноти даних: $(0,20(1-0,93)=0,014)$. Для доступності цей показник становить

0,009, а для якості — 0,010. Отже, величина поточного відставання характеристики від максимального рівня сама по собі не є достатньою для визначення пріоритетності: необхідно також враховувати її вагу в інтегральному показнику (D). Саме для цього в методичний

підхід введено зважений резерв підвищення характеристики, який дає змогу обґрунтувати послідовність управлінських заходів щодо підвищення продуктивного потенціалу даних (табл. 6).

Таблиця 6

**Заходи щодо підвищення інтегрального показника продуктивного потенціалу даних
ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі» до кінця 2026 р.**

Характеристика	Результат оцінювання, 09.2026	Запропонований захід	Очікуваний результат	Зважений резерв підвищення w_i ($1-X_i$)
Повнота	0,93	Проведення інвентаризації виробничих і технічних масивів даних; виявлення відсутніх показників, документів та історичних записів; формування єдиних вимог до обов'язкових даних на етапах проектування, виробництва та контролю.	Зменшення інформаційних прогалин та підвищення повноти даних	0,014
Доступність	0,94	Створення єдиного структурованого середовища доступу до актуальних технічних, виробничих, ресурсних і контрольних даних із розмежуванням прав доступу.	Скорочення часу пошуку інформації та підвищення оперативності її використання	0,009
Якість	0,95	Запровадження регулярної перевірки даних, контролю помилок, дублювання та невідповідностей між технічними й виробничими масивами.	Підвищення точності та достовірності даних	0,01
Актуальність	0,96	Регламентування періодичності оновлення технічної документації, виробничих параметрів, ресурсних залишків та інших критичних даних.	Зменшення використання застарілої інформації	0,008
Інтегрованість	0,97	Узгодження технічних, виробничих, ресурсних і контрольних даних між інформаційними системами; усунення дублювання та забезпечення взаємозв'язку даних між етапами виробничого циклу.	Підвищення узгодженості інформації та забезпечення її комплексного використання під час прийняття виробничих і управлінських рішень	0,0075

Джерело: сформовано авторами за результатами оцінювання продуктивного потенціалу даних ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі» та авторських пропозицій щодо його підвищення; окремі розрахункові показники мають ілюстративний характер.

За результатами наведеного ілюстративного оцінювання найбільший потенційний приріст інтегрального показника (D) пов'язаний із підвищенням повноти даних, що визначає доцільність першочергового спрямування заходів на усунення інформаційних прогалин, доповнення відсутніх показників, документів та історичних записів. Наступними за величиною зваженого резерву є якість, доступність, актуальність і практична використовуваність даних. Відповідно, сформований підхід дає змогу не лише оцінити поточний рівень продуктивного потенціалу даних, а й сформувати обґрунтовану послідовність заходів щодо його подальшого підвищення.

Водночас наведені результати не слід трактувати як фактично встановлений економічний ефект діяльності ТОВ «Френдлі Вінд Технолоджі», оскільки використаний масив даних має умовно-ілюстративний характер. Значення $w_i(1-X_i)$ також не є оцінкою економічного ефекту або приросту виробничого результату (Y); вони

характеризують лише внутрішній резерв підвищення інтегрального показника продуктивного потенціалу даних (D). У цьому полягає практична функція показника: він забезпечує зв'язок між оцінюванням окремих характеристик даних та визначенням пріоритетів їх удосконалення.

Отже, запропонований підхід може використовуватися для регулярного моніторингу продуктивного потенціалу даних, виявлення характеристик із найбільшим резервом його підвищення та формування відповідних управлінських заходів. За наявності достатнього часового або панельного масиву спостережень інтегральний показник (D) може бути також використаний у розширеній виробничій функції для економетричного оцінювання статистичного зв'язку між продуктивним потенціалом даних і виробничим результатом та визначення параметра еластичності.

Висновки. Таким чином, у дослідженні реалізовано розгляд даних як самостійного фактора

виробництва та запропоновано методичний підхід до оцінювання їх продуктивного потенціалу і внеску у виробничий результат. На думку авторів, наукова новизна полягає у розробленні методичного підходу до операціоналізації продуктивного потенціалу даних через інтегральний показник продуктивного потенціалу даних, сформований на основі нормованих характеристик якості, повноти, актуальності, доступності та інтегрованості, з подальшим його використанням як окремого фактора розширеної виробничої функції Кобба—Дугласа. Запропонований підхід забезпечив послідовний перехід від удосконалення характеристик даних під впливом організаційних вимог і стандартів сталого розвитку до оцінювання їх продуктивного потенціалу та кількісного оцінювання потенційного зв'язку з виробничим результатом через коефіцієнт еластичності.

Розрахунки на даних ТОВ «Френдлі Вінд Технологі» показали зростання інтегрального показника продуктивного потенціалу даних з 2021 р. до вересня 2026 р. $\approx$ на 134%. Демонстраційна оцінка дала значення, що за заданої специфікації моделі відповідає приблизно 0,199 % зміни виробничого результату при збільшенні продуктивного потенціалу даних D на 1 %, за інших незмінних умов. Водночас запропонований підхід має методичне обмеження, пов'язане з потенційною ендогенністю показника D , зокрема через включення до його складу критерію практичної використовуваності

даних; тому встановлений у демонстраційному прикладі зв'язок між D та Y не слід трактувати як доведений причинно-наслідковий ефект.

Практична цінність запропонованого підходу полягає у можливості використання показника D для моніторингу продуктивного потенціалу даних та обґрунтування заходів щодо його підвищення, а за наявності достатнього масиву спостережень — для економетричного оцінювання внеску даних у виробничий результат.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на формування розширених часових або панельних масивів даних, що забезпечуватимуть достатню варіацію показників капіталу, праці та продуктивного потенціалу даних. Це дозволить провести діагностику якості моделі та оцінити стійкість отриманих результатів.

Декларація щодо використання інструментів штучного інтелекту. Під час підготовки цієї статті було використано інструменти ШІ (зокрема, ChatGPT-4, OpenAI, 2025). Запевняємо, що використання ШІ обмежувалося редагуванням англomовного тексту анотації та структуруванням й упорядкуванням тексту та даних таблиць з обов'язковою прикінцевою перевіркою та погодженням авторами. Автори несуть повну відповідальність за науковість, зміст, дані, висновки та актуальний перелік джерел.

Список використаних джерел:

1. Christensen L. R., Jorgenson D. W., Lau L. J. Transcendental Logarithmic Production Frontiers. *The Review of Economics and Statistics*. 1973. Vol. 55, No. 1. Pp. 28–45. DOI: <https://doi.org/10.2307/1927992>
2. Corrado C., Haskel J., Iommi M., Jona-Lasinio C. Measuring data as an asset: Framework, methods and preliminary estimates. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1731. OECD Publishing. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/b840fb01-en>
3. Greenlaw S. A., Shapiro D., MacDonald D. *Principles of Economics 3e*. OpenStax, Rice University. 2022. URL: <https://openstax.org/details/books/principles-economics-3e> (дата звернення: 19.06.2026).
4. Hallam A. A Brief Overview of Nonparametric Methods in Economics. *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics*. 1992. Vol. 21(2). Pp. 98–112. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0899367X00002610>
5. Jones C. I., Tonetti C. Nonrivalry and the Economics of Data. *American Economic Review*. 2020. Vol. 110, No. 9. Pp. 2819–2858. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.20191330>
6. Mankiw N. G. *Macroeconomics*. Worth Publishers. 11th ed. 2022. URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/macroeconomics-11th-edition-n-gregory-mankiw-11-ed/278924699#1> (дата звернення: 19.06.2026).
7. OECD. Measuring the value of data and data flows. *OECD Digital Economy Papers*, No. 345. OECD Publishing. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/923230a6-en>
8. Varian H. R. *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*. W. W. Norton & Company. 9th ed. 2014. URL: https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/microeco-_varian.pdf (дата звернення: 19.06.2026).
9. Wu C., Gong X. Data as A Factor of Production, Elasticity of Substitution, and Economic Growth — A Neoclassical Growth Model Based on a VES Production Function. SSRN. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.6064959> URL: <https://ssrn.com/abstract=6064959> (дата звернення: 19.06.2026).

References:

1. Christensen, L. R., Jorgenson, D. W., & Lau, L. J. (1973). Transcendental logarithmic production frontiers. *The Review of Economics and Statistics*, 55(1), 28–45. <https://doi.org/10.2307/1927992> [in English].
2. Corrado, C., Haskel, J., Iommi, M., & Jona-Lasinio, C. (2022). Measuring data as an asset: Framework, methods and preliminary estimates (OECD Economics Department Working Papers No. 1731). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b840fb01-en> [in English].
3. Greenlaw, S. A., Shapiro, D., & MacDonald, D. (2022). Principles of economics 3e. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/principles-economics-3e> [in English].

4. Hallam, A. A (1992). Brief Overview of Nonparametric Methods in Economics. *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics*. 21(2). 98-112. <https://doi.org/10.1017/S0899367X00002610> [in English].
5. Jones, C. I., & Tonetti, C. (2020). Nonrivalry and the economics of data. *American Economic Review*, 110(9), 2819–2858. <https://doi.org/10.1257/aer.20191330> [in English].
6. Mankiw, N. G. (2022). *Macroeconomics* (11th ed.). Worth Publishers. [in English].
7. OECD. (2022). Measuring the value of data and data flows (OECD Digital Economy Papers No. 345). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/923230a6-en> [in English].
8. Varian, H. R. (2014). *Intermediate microeconomics: A modern approach* (9th ed.). W. W. Norton & Company. [in English].
9. Wu, C., & Gong, X. (n.d.). Data as a factor of production, elasticity of substitution, and economic growth — A neoclassical growth model based on a VES production function. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.6064959> [in English].

Дата надходження статті: 04.09.2026 р.

Дата прийняття статті до друку: 16.10.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті: 27.10.2026 р.

Стаття поширюється на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License International CC-BY.