Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2026. № 5.
ISSN 2307-2105

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

DOI: http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.5.147

УДК 657.6:004.9:519.237.5

М. О. Милашко,
аспірант кафедри бухгалтерського обліку, аналізу та аудиту,
Одеський національний економічний університет
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-9935-8291

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ІТ-СФЕРИ

M. Mylashko,
Postgraduate student of the Department of Accounting, Analysis and Audit,
Odesa National Economic University

METHODS FOR EVALUATING CORRELATIONAL RELATIONSHIPS BETWEEN PERFORMANCE INDICATORS OF IT COMPANIES

Стаття присвячена систематизації теоретико-методологічних підходів до оцінювання кореляційних зв'язків між показниками господарської діяльності підприємств ІТ-сфери. Актуальність дослідження зумовлена стрімким зростанням значущості сектору інформаційних технологій в економіці України та одночасно недостатньою адаптованістю класичного інструментарію економічного аналізу до специфіки ІТ-підприємств, для яких

характерним є домінування нематеріальних активів, висока питома вага витрат на людський капітал, експортна орієнтація, валютна залежність та значна волатильність фінансових показників. Метою дослідження є систематизація методів оцінювання кореляційних зв'язків та формулювання методичних рекомендацій щодо їх застосування для аналізу показників діяльності ІТ-підприємств. Методологічну основу статті становлять методи наукового узагальнення, порівняльного аналізу, класифікації та системного підходу. Здійснено порівняльний аналіз параметричних (коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона) та непараметричних (рангові коефіцієнти Спірмена і Кендалла) методів оцінювання тісноти зв'язку, виокремлено передумови та обмеження їх застосування. Розглянуто сучасні методи виявлення нелінійних і нефункціональних залежностей. Запропоновано класифікацію методів за трьома ознаками: вимогами до розподілу даних, кількістю змінних та характером залежності. Розроблено чотириетапний методичний алгоритм оцінювання кореляційних зв'язків для ІТ-підприємств, що передбачає послідовний перехід від розвідувального аналізу даних до парних, багатовимірних та нелінійних методів з обов'язковою верифікацією одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх застосування для побудови обліково-аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень на підприємствах ІТ-сектору.

The article is devoted to the systematisation of theoretical and methodological approaches to the assessment of correlations between performance indicators of IT-sector enterprises. The relevance of the study is determined by the rapid growth of the importance of the information technology sector in the Ukrainian economy and, at the same time, by the insufficient adaptation of the classical economic analysis toolkit to the specifics of IT enterprises, which are characterised by the predominance of intangible assets, the high share of human capital expenditures, export orientation, currency dependence, and considerable volatility of financial indicators. The aim of the study is to systematise the methods

of assessing correlations and to formulate methodological recommendations for their application in the analysis of performance indicators of IT enterprises. The methodological basis of the article comprises the methods of scientific generalisation, comparative analysis, classification, and the systems approach. A comparative analysis of parametric (Pearson's linear correlation coefficient) and non-parametric (Spearman's and Kendall's rank correlation coefficients) methods is carried out, and the prerequisites and limitations of their application are identified. Particular attention is paid to multivariate methods – partial, multiple, and canonical correlation – the latter being recognised as the most relevant for analysing relationships between blocks of heterogeneous indicators of IT enterprises (financial, operational, personnel, investment). Modern techniques for detecting non-linear and non-functional dependencies are examined: distance correlation and the maximal information coefficient (MIC), which make it possible to capture complex forms of association that are missed by classical coefficients. A classification of the methods is proposed according to three criteria: requirements for the distribution of data, the number of variables, and the nature of the dependence. A four-stage methodological algorithm for assessing correlations at IT enterprises is developed, which envisages a consistent transition from exploratory data analysis to pairwise, multivariate, and non-linear methods with mandatory verification of the obtained results. The practical significance of the results lies in the possibility of their application for the development of accounting and analytical support for management decision-making at IT-sector enterprises.

Ключові слова: *кореляційний аналіз, ІТ-підприємства, коефіцієнт Пірсона, коефіцієнт Спірмена, канонічна кореляція, відстаннєва кореляція, максимальний інформаційний коефіцієнт, економічний аналіз.*

Keywords: *correlation analysis, IT enterprises, Pearson coefficient, Spearman coefficient, canonical correlation, distance correlation, maximal information coefficient, economic analysis.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сектор інформаційних технологій є одним із найбільш динамічних секторів української економіки і одним із ключових експортерів послуг. Стійке зростання галузі спостерігається навіть в умовах геополітичної нестабільності, що актуалізує потребу в адекватному аналітичному інструментарії, здатному коректно описувати складні взаємозв'язки між фінансовими, операційними та нефінансовими показниками ІТ-підприємств.

Класичний економічний аналіз, орієнтований переважно на матеріаломісткі виробничі підприємства, обмежено застосовний до ІТ-сектору, оскільки тут результат діяльності формується значною мірою за рахунок інтелектуального капіталу, а ключові показники (продуктивність розробників, відтік кадрів, виручка на одного працівника, частка R&D-витрат) перебувають у нелінійних, опосередкованих та часто стохастичних зв'язках з традиційними фінансовими індикаторами. Внаслідок цього використання лише класичних коефіцієнтів лінійної кореляції Пірсона може давати викривлене уявлення про справжню силу зв'язку. Постає потреба у системному огляді методів оцінювання кореляційних зв'язків та їх адаптації до специфіки ІТ-сфери.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні засади кореляційно-регресійного аналізу в економічних дослідженнях розкрито у працях Г. І. Купалової [1], а методичні підходи до його застосування для оцінки фінансових і інноваційних показників – у дослідженнях М. М. Петращука [2] та Р. І. Лопатюка [3]. Емпіричне використання коефіцієнтів кореляції в аналізі діяльності телекомунікаційних підприємств України представлене у роботі О. Г. Старинця [4], яка має значення як методичний прецедент для близького за структурою активів ІТ-сектору.

Питання обліково-аналітичного відображення інтелектуального капіталу та нематеріальних активів – ключових ресурсів ІТ-підприємств – досліджували Т. В. Понедільчук [5], а також О. О. Фоміна і С. М. Семенова [6]. Особливості функціонування ІТ-підприємств в умовах цифрової економіки, у тому числі питання їхньої фінансової безпеки, проаналізовано у

роботі [7]. Методичні матеріали з економічного аналізу [8] закладають основу класифікації параметричних і непараметричних методів.

Закордонні дослідження приділяють значну увагу статистичним властивостям різних мір залежності. Класичні роботи Г. Й. Секеї та співавторів [9] заклали основи відстаннєвої кореляції; Д. Н. Решефа та ін. дослідники [10] – методу максимального інформаційного коефіцієнта (MIC), розвиненого та критично переосмисленого у праці Дж. Кінні і Г. Атвала [11]. Методам канонічного кореляційного аналізу присвячені фундаментальні огляди В. Уртіо та співавторів [12] та сучасний огляд А. Биховської і В. Горіна [13]. Порівняльний аналіз різних мір залежності здійснено О. Райніо [14] та А. Мегротрою і Р. Агарвалом [15]. Водночас у вітчизняній науковій літературі бракує комплексного розгляду цих методів з акцентом саме на специфіку ІТ-сфери, що й обумовлює актуальність даного дослідження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є систематизація та порівняльна характеристика методів оцінювання кореляційних зв'язків у контексті їх застосування для аналізу показників діяльності підприємств ІТ-сфери, а також формулювання рекомендацій щодо вибору адекватного методу залежно від характеру даних та аналітичного завдання.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: розкрити особливості ІТ-підприємства як об'єкта економічного аналізу, що впливають на вибір методів оцінювання зв'язків; систематизувати методи оцінювання кореляційних зв'язків; здійснити порівняльний аналіз параметричних і непараметричних методів; розглянути методи аналізу багатовимірних та нелінійних залежностей; сформулювати методологічні рекомендації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підприємства ІТ-сфери мають низку специфічних рис, що відрізняють їх від традиційних виробничих суб'єктів і безпосередньо впливають на постановку завдань аналізу. По-перше, основу їхніх активів становлять не основні засоби, а нематеріальні активи: програмне забезпечення, ліцензії, бренди, ноу-хау, а також невіддільний від персоналу інтелектуальний капітал [5; 6]. Це зумовлює низьку чутливість традиційних показників, побудованих на

матеріальних активах (фондовіддача, фондомісткість), та підвищує значущість нефінансових індикаторів – кількості розробників, ставок утримання клієнтів, частки реінвестованих у R&D коштів.

По-друге, IT-сектор характеризується високою експортною орієнтацією та валютною залежністю, що додає до фінансових показників курсову компоненту і породжує лагові ефекти між операційними та фінансовими індикаторами [7]. По-третє, домінування людського капіталу у структурі витрат і висока мобільність персоналу (значний відтік кадрів) робить ключовими нелінійні зв'язки між кадровими та фінансовими показниками [7]. Нарешті, малий обсяг порівняних вибірок для окремих ніш (наприклад, продуктових компаній певного профілю) обмежує застосування методів, які потребують значного обсягу спостережень.

Сукупність цих особливостей зумовлює необхідність використання не одного «універсального» методу, а певної ієрархії методів оцінювання кореляційних зв'язків, кожен із яких має чітко визначені передумови застосування.

Кореляційний аналіз – метод дослідження взаємозалежності ознак у генеральній сукупності, що розглядаються як випадкові величини [8]. Він дозволяє вирішувати три основні завдання економічного аналізу: встановлювати характер і тісноту зв'язку між явищами; кількісно вимірювати ступінь впливу окремих факторів та їх комплексу на результативний показник; на основі побудованих моделей здійснювати прогнозування та обґрунтовану оцінку діяльності підприємств [1; 2].

Загальними передумовами коректного застосування кореляційного аналізу є: достатній обсяг спостережень; кількісний (або принаймні порядковий) вимір показників; випадковий характер вибірки; відсутність систематичних помилок у даних [1; 8]. Порушення цих передумов спотворює оцінку коефіцієнтів і може призводити до хибних висновків, особливо за наявності викидів, нелінійних залежностей, або високої колінеарності факторів. Саме тому вибір конкретного методу повинен спиратися на попередній розвідувальний аналіз даних: побудову діаграм розсіяння, перевірку на нормальність розподілу, виявлення викидів.

Узагальнення розглянутих у науковій літературі підходів [1; 8; 14; 15] дозволяє запропонувати класифікацію методів оцінювання кореляційних зв'язків за трьома основними ознаками: вимогами до розподілу даних (параметричні / непараметричні), кількістю змінних (парні / множинні / часткові / канонічні) та характером залежності, що оцінюється (лінійна / монотонна / довільна). Зведена характеристика основних методів за цими ознаками подана в табл. 1.

Таблиця 1. Класифікація методів оцінювання кореляційних зв'язків

№	Метод	За вимогами до розподілу даних	За кількістю змінних	За характером залежності
1	Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона (r)	Параметричний	Парний	Лінійний
2	Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (ρ)	Непараметричний	Парний	Монотонний
3	Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла (τ)	Непараметричний	Парний	Монотонний
4	Множинна кореляція (R)	Параметричний	Множинний (одна результативна і кілька факторних змінних)	Лінійний
5	Часткова кореляція	Параметричний	Множинний (з контролем впливу третіх змінних)	Лінійний
6	Канонічний кореляційний аналіз (CCA)	Параметричний*	Багатовимірний (між двома наборами показників)	Лінійний*
7	Відстаннєва кореляція (distance correlation, dCor)	Непараметричний	Парний / багатовимірний	Довільний (лінійний і нелінійний)
8	Максимальний інформаційний коефіцієнт (MIC)	Непараметричний	Парний	Довільний (функціональний і нефункціональний)

Джерело: систематизовано автором на основі [1; 8; 14; 15].

Запропонована класифікація має не лише дидактичне, а й прикладне значення: вона дає змогу обґрунтовано рухатися від простіших методів до

складніших, поетапно ускладнюючи інструментарій залежно від результатів попереднього розвідувального аналізу даних. Таблиця також ілюструє важливу методологічну тезу: жоден з методів не є універсально придатним: вибір залежить від характеру даних та поставленого аналітичного завдання.

Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона (r) є найбільш поширеним інструментом і вимірює тісноту лінійного зв'язку між двома кількісними нормально розподіленими змінними. Значення r змінюється в межах [-1; 1], де знак вказує напрям зв'язку, а модуль – його тісноту. Інтерпретація величини традиційно здійснюється за шкалою Чеддока: до 0,3 – слабкий зв'язок, 0,3–0,5 – помірний, 0,5–0,7 – помітний, 0,7–0,9 – тісний, понад 0,9 – дуже тісний [1; 2].

Перевагами методу є простота обчислення, добре розроблений апарат перевірки статистичної значущості та наявність у будь-якому статистичному пакеті. Однак коефіцієнт Пірсона має суттєві обмеження, особливо актуальні для ІТ-сфери: чутливість до викидів, реагування лише на лінійну компоненту зв'язку, вимога нормальності розподілу [14; 15]. Оскільки фінансові показники ІТ-підприємств часто мають асиметричні «важкохвості» розподіли (наприклад, через окремі великі контракти або одиничні угоди M&A), а зв'язки між кадровими та фінансовими показниками нерідко є нелінійними, прямолінійне застосування r може недооцінювати реальну силу залежності.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (ρ) обчислюється як коефіцієнт Пірсона на рангах вихідних значень. Він не вимагає нормальності розподілу, є робастним до викидів і вимірює тісноту монотонного (необов'язково лінійного) зв'язку [14; 15]. Це робить його кращою альтернативою r у двох поширених для ІТ-сектору ситуаціях: коли вибірка мала і неможливо надійно перевірити нормальність; коли дані містять викиди (одиничні великі угоди, разові виплати).

Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла (τ) також ґрунтується на рангах і вимірює узгодженість упорядкування пар. На відміну від ρ, він має пряму імовірнісну інтерпретацію (як різниця між ймовірностями

узгодженості та неузгодженості), і вважається статистично стабільнішим для малих вибірок [14]. Емпіричні порівняння [15] показують, що ρ і τ переважно дають близькі за змістом висновки, проте коефіцієнт Кендалла є більш консервативним і тому кращим для оцінки зв'язків в умовах малої вибірки, типової для аналізу окремих сегментів IT-ринку.

Рекомендованим практичним підходом є паралельне обчислення коефіцієнтів Пірсона і Спірмена з подальшим зіставленням: значуща розбіжність між ними сигналізує про наявність нелінійності або викидів і потребу у застосуванні складніших методів.

В економічному аналізі результативний показник, як правило, формується під впливом кількох факторів, тому парна кореляція є лише першим етапом дослідження. Коефіцієнт множинної кореляції (R) характеризує тісноту зв'язку між результативною ознакою та сукупністю факторних, а квадрат його значення (R^2) – частку варіації результативного показника, що пояснюється відібраними факторами [1; 2].

Особливе значення для аналізу IT-підприємств має часткова кореляція, яка вимірює зв'язок між двома показниками за умови «фіксації» (статистичного виключення) впливу інших змінних. Це дозволяє відокремити безпосередній вплив фактору від опосередкованого. Наприклад, при оцінці зв'язку між інвестиціями в R&D та виручкою важливо «очистити» його від впливу загального масштабу компанії (кількості персоналу, активів). При використанні множинної кореляції критичною є проблема мультиколінеарності – наявності тісних зв'язків між самими факторами, що спотворює оцінки коефіцієнтів регресії [2]. Її виявлення зазвичай здійснюється через побудову кореляційної матриці факторів та обчислення коефіцієнта VIF.

Канонічний кореляційний аналіз (CCA), запропонований Г. Хотеллінгом, є природним багатовимірним узагальненням парної кореляції на випадок двох наборів змінних [12; 13]. Метод знаходить такі лінійні комбінації змінних кожної групи, при яких кореляція між цими комбінаціями

(канонічними змінними) максимізується. Послідовно отримується кілька пар канонічних змінних з ортогональними коефіцієнтами кореляції [12].

Для аналізу ІТ-підприємств ССА є особливо релевантним, оскільки дозволяє кількісно оцінити зв'язок між блоками показників різної природи: блоком фінансових показників (виручка, EBITDA, рентабельність, грошовий потік) та блоком операційно-кадрових показників (кількість розробників, рівень відтоку кадрів, частка senior-фахівців, продуктивність на одного працівника). Інший продуктивний приклад – оцінка зв'язку між блоком інвестиційних показників (CapEx, R&D-витрати, придбання нематеріальних активів) та блоком результативних (зростання виручки, маржа, повернення інвестицій). Сучасні розширення ССА – регуляризований, ядерний та розріджений варіанти – забезпечують застосовність методу і за умов високої розмірності та малої вибірки [12; 13].

Класичні коефіцієнти Пірсона і Спірмена реагують лише на лінійні або монотонні зв'язки відповідно і пропускають складніші форми залежності – циклічні, U-подібні, кусочно-зростаючі. Для ІТ-сфери, де співвідношення «витрати на персонал – продуктивність» або «розмір команди – швидкість розробки» нерідко є істотно нелінійними, постає потреба у методах, здатних виявляти будь-яку (зокрема нефункціональну) залежність.

Відстаннєва кореляція (distance correlation, dCor), запропонована Г. Й. Секеї, М. Л. Ріццо і Н. К. Бакіровим [9], дорівнює нулю тоді й лише тоді, коли змінні є статистично незалежними, що принципово відрізняє її від класичних коефіцієнтів. Вона здатна виявляти як лінійні, так і нелінійні зв'язки, і є застосовною навіть до векторних змінних різної розмірності [9; 14]. Для оцінки зв'язків між наборами показників ІТ-підприємств це робить її привабливим інструментом верифікації результатів ССА.

Максимальний інформаційний коефіцієнт (MIC), запропонований Д. Н. Решефом та колегами [10], ґрунтується на ідеї взаємної інформації і прагне реалізувати властивість «справедливості» (equitability) – присвоєння подібних значень зв'язкам однакової сили незалежно від їхньої

функціональної форми [11]. Подальші дослідження показали, що ця властивість виконується не цілковито і MIC поступається оцінкам взаємної інформації за певних умов [11], проте він залишається корисним поряд з dCor в межах розвідувального аналізу великих наборів показників [14; 15].

Експериментальні порівняння у роботах [14; 15] свідчать, що жодна з мір залежності не є універсально найкращою: оптимальний вибір залежить від форми зв'язку, рівня шуму та обсягу вибірки. У роботі [14] автор робить висновок, що максимальна кореляція має часто перевагу через здатність розпізнавати як функціональні, так і нефункціональні залежності і високу статистичну потужність за умов достатньої кількості спостережень.

На основі проведеного аналізу пропонуємо такий поетапний алгоритм. На першому етапі здійснюється розвідувальний аналіз: побудова діаграм розсіяння для попарних зв'язків ключових показників, перевірка нормальності розподілу за критеріями Шапіро–Вілка чи Колмогорова–Смирнова, виявлення викидів. На другому етапі за результатами перевірки обирається базовий парний метод: коефіцієнт Пірсона – за умови нормальності та лінійності зв'язку; коефіцієнт Спірмена або Кендалла – за наявності монотонної нелінійності, малої вибірки чи викидів.

На третьому етапі здійснюється перехід до багатовимірних методів: побудова кореляційної матриці, обчислення коефіцієнтів множинної та часткової кореляції з обов'язковою діагностикою мультиколінеарності. Якщо завданням є оцінка зв'язку між двома блоками показників (фінансових та операційно-кадрових), застосовується канонічний кореляційний аналіз [12; 13]. На четвертому, верифікаційному, етапі – за наявності значущих розбіжностей між параметричними і ранговими коефіцієнтами або за підозри на складні залежності – застосовуються відстаннєва кореляція та MIC [9–11; 15]. Узгодженість висновків, отриманих різними методами, є ознакою надійності аналізу; розбіжність – сигналом для глибшого дослідження природи зв'язків.

Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведений аналіз дозволяє зробити такі висновки. По-перше, особливості ІТ-підприємств – переважання нематеріальних активів, домінування людського капіталу, експортна орієнтація, висока волатильність – обумовлюють недостатність використання лише класичних коефіцієнтів Пірсона і потребують комплексного застосування різних мір залежності.

По-друге, систематизацію методів оцінювання кореляційних зв'язків доцільно здійснювати за трьома осями: параметричні / непараметричні; парні / множинні / канонічні; лінійні / монотонні / довільні. Така класифікація дозволяє обґрунтовано рухатися від простіших до складніших методів.

По-третє, для аналізу взаємозв'язків між блоками різнорідних показників ІТ-підприємств особливо релевантним є канонічний кореляційний аналіз, тоді як для виявлення нелінійних і нефункціональних залежностей – відстаннєва кореляція та максимальний інформаційний коефіцієнт. Запропонований чотириетапний алгоритм (розвідувальний аналіз → парні методи → багатовимірні методи → верифікація методами нелінійної кореляції) забезпечує методологічну послідовність дослідження.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з апробацією запропонованого алгоритму на емпіричних даних провідних українських ІТ-компаній, розробкою інтегрального показника, що поєднував би результати різних мір залежності, та дослідженням стійкості одержаних оцінок до структурних розривів, спричинених економічними та геополітичними шоками.

Література

1. Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу: навчальний посібник. Київ : Знання, 2008. 639 с.

2. Петращук М. М. Використання методів кореляційно-регресійного аналізу для моделювання рівня фінансового забезпечення інноваційної

діяльності в Україні. *Ефективна економіка*. 2013. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2139 (дата звернення 26.04.2026).

3. Лопатюк Р. І. Прогнозування рівня інвестиційної діяльності підприємств аграрної сфери. *Ефективна економіка*. 2013. № 4. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1967 (дата звернення 26.04.2026).

4. Старинець О. Г. Кореляційний аналіз діяльності підприємств мобільного зв'язку як спосіб формування їх антикризової стратегії. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Вип. 20. С. 568–572.

5. Понедільчук Т. В. Інтелектуальний капітал: сутність та методи оцінки. *Ефективна економіка*. 2014. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3288 (дата звернення 27.04.2026).

6. Фоміна О. О., Семенова С. М. Оцінка інтелектуального капіталу в рамках цифрової стратегії ЄС. *Scientia Fructuosa*. 2025. Т. 160, № 2. С. 60–77. DOI: https://doi.org/10.31617/1.2025(160)08.

7. Мініна О., Поцелуйко І., Олійник С. Формування системи фінансової безпеки ІТ-підприємств: ідентифікація ключових компонентів в умовах цифрової економіки. *Економіка та суспільство*. 2026. № 83. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-50.

8. Мних Є. В. Економічний аналіз: підручник. Київ: Знання, 2011. 630 с.

9. Székely G. J., Rizzo M. L., Bakirov N. K. Measuring and testing dependence by correlation of distances. *The Annals of Statistics*. 2007. Vol. 35, No. 6. P. 2769–2794. DOI: https://doi.org/10.1214/009053607000000505.

10. Reshef D. N., Reshef Y. A., Finucane H. K., Grossman S. R., McVean G., Turnbaugh P. J., Lander E. S., Mitzenmacher M., Sabeti P. C. Detecting novel associations in large data sets. *Science*. 2011. Vol. 334, No. 6062. P. 1518–1524. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1205438.

11. Kinney J. B., Atwal G. S. Equitability, mutual information, and the maximal information coefficient. *Proceedings of the National Academy of*

Sciences. 2014. Vol. 111, No. 9. P. 3354–3359. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1309933111.

12. Uurtio V., Monteiro J. M., Kandola J., Shawe-Taylor J., Fernandez-Reyes D., Rousu J. A Tutorial on Canonical Correlation Methods. *ACM Computing Surveys*. 2017. Vol. 50, No. 6. Article 95. 33 p. DOI: https://doi.org/10.1145/3136624.

13. Bykhovskaya A., Gorin V. Canonical Correlation Analysis: review. *arXiv preprint arXiv:2411.15625.* 2024. URL: https://arxiv.org/abs/2411.15625 (дата звернення 1.05.2026).

14. Rainio O. Different coefficients for studying dependence. *arXiv preprint arXiv:2110.07928. 2023*. 18 p. URL: https://arxiv.org/abs/2110.07928 (дата звернення 1.05.2026).

15. Mehrotra A., Agarwal R. Association Factor for Identifying Linear and Nonlinear Correlations in Noisy Conditions. *Frontiers in Genetics*. 2020. Vol. 11. Article 580089. DOI: https://doi.org/10.3389/fgene.2020.580089.

References

1. Kupalova, H.I. (2008), Teoriia ekonomichnoho analizu [Theory of economic analysis], Znannia, Kyiv, Ukraine.

2. Petrashchuk, M.M. (2013), “Use of correlation-regression analysis methods for modeling the level of financial support of innovation activity in Ukraine”, *Efektyvna ekonomika*, vol. 6, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2139 (Accessed 01 May 2026).

3. Lopatiuk, R.I. (2013), “Forecasting the level of investment activity of agrarian sector enterprises”, *Efektyvna ekonomika*, vol. 4, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1967 (Accessed 01 May 2026).

4. Starynets, O.H. (2017), “Correlation analysis of mobile communication enterprises’ activity as a means of forming their anti-crisis strategy”, *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*, vol. 20, pp. 568–572.

5. Ponedilchuk, T.V. (2014), “Intellectual capital: essence and methods of evaluation”, *Efektyvna ekonomika*, vol. 6, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3288 (Accessed 01 May 2026).

6. Fomina, O.O. and Semenova, S.M. (2025), “Assessment of intellectual capital within the framework of the EU digital strategy”, *Scientia Fructuosa*, vol. 160, no. 2, pp. 60–77. https://doi.org/10.31617/1.2025(160)08.

7. Minina, O., Potseluiko, I. and Oliinyk, S. (2026), “Formation of the financial security system of IT-enterprises: identification of key components in the conditions of digital economy”, *Ekonomika ta suspilstvo*, vol. 83. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-50.

8. Mnykh, Ye.V. (2011), Ekonomichnyi analiz [Economic analysis], Znannia, Kyiv, Ukraine.

9. Székely, G.J., Rizzo, M.L. and Bakirov, N.K. (2007), “Measuring and testing dependence by correlation of distances”, *The Annals of Statis*tics, vol. 35, no. 6, pp. 2769–2794. https://doi.org/10.1214/009053607000000505.

10. Reshef, D.N., Reshef, Y.A., Finucane, H.K., Grossman, S.R., McVean, G., Turnbaugh, P.J., Lander, E.S., Mitzenmacher, M. and Sabeti, P.C. (2011), “Detecting novel associations in large data sets”, *Science*, vol. 334, no. 6062, pp. 1518–1524. https://doi.org/10.1126/science.1205438.

11. Kinney, J.B. and Atwal, G.S. (2014), “Equitability, mutual information, and the maximal information coefficient”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, no. 9, pp. 3354–3359. https://doi.org/10.1073/pnas.1309933111.

12. Uurtio, V., Monteiro, J.M., Kandola, J., Shawe-Taylor, J., Fernandez-Reyes, D. and Rousu, J. (2017), “A tutorial on canonical correlation methods”, *ACM Computing Surveys*, vol. 50, no. 6, article 95. https://doi.org/10.1145/3136624.

13. Bykhovskaya, A. and Gorin, V. (2024), “Canonical correlation analysis: review”, arXiv preprint arXiv:2411.15625, available at: https://arxiv.org/abs/2411.15625 (Accessed 01 May 2026).

14. Rainio, O. (2023), “Different coefficients for studying dependence”, arXiv preprint arXiv:2110.07928, available at: https://arxiv.org/abs/2110.07928 (Accessed 01 May 2026).

15. Mehrotra, A. and Agarwal, R. (2020), “Association factor for identifying linear and nonlinear correlations in noisy conditions”, Frontiers in Genetics, vol. 11, article 580089. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.580089.

Отримано редакцією журналу / Received: 09.05.26

Прорецензовано / Revised: 19.05.26

Дата публікації / Published: 26.05.26