

Сокіл Андрій Андрійович

аспірант,

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8401-1669>

НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ МІЖГАЛУЗЕВИХ ДИСПРОПОРЦІЙ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА

У статті досліджено міжгалузеві диспропорції цифрової трансформації малого підприємництва України із застосуванням нейромережевого підходу. Обґрунтовано авторське визначення диспропорцій цифрової трансформації та сформовано систему показників оцінювання цифрової зрілості галузей, що охоплює рівень цифрової інфраструктури, цифрової присутності, використання корпоративних інформаційних систем, технологій штучного інтелекту, хмарних обчислень і аналізу великих даних. На основі самоорганізуючих карт Кохонена здійснено кластеризацію видів економічної діяльності та виокремлено чотири кластери галузей за рівнем цифрового розвитку. Визначено ключові чинники кластеризації та доведено необхідність диференційованого підходу до формування державної політики цифрового розвитку малого підприємництва для скорочення міжгалузевих диспропорцій і підвищення ефективності цифрової модернізації.

Ключові слова: цифрова трансформація, мале підприємництво, міжгалузеві диспропорції, цифрова зрілість, самоорганізуючі карти Кохонена, нейромережевий підхід, кластерний аналіз, цифровізація економіки.

Andriy Sokil

Postgraduate Student,

Poltava University of Economics and Trade

A NEURAL NETWORK-BASED APPROACH TO ASSESSING INTERSECTORAL DISPARITIES IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF SMALL ENTERPRISES

The article examines intersectoral disparities in the digital transformation of small enterprises in Ukraine using a neural network-based approach. The relevance of assessing the digital maturity of economic sectors under conditions of digitalization, wartime challenges, and European integration is substantiated. Scientific approaches to the interpretation of digital inequality, the digital divide, and digital asymmetry are generalized, and an author's definition of disparities in the digital transformation of small enterprises is proposed. A comprehensive system of indicators is developed to characterize digital infrastructure, digital presence, the use of corporate information systems, artificial intelligence technologies, cloud computing, big data analytics, and other advanced digital solutions. To identify hidden patterns in the multidimensional data, Self-Organizing Maps (Kohonen maps) are employed to cluster sectors of economic activity according to their level of digital maturity and the intensity of digital technology adoption. The modelling results reveal four clusters of small business sectors with different levels of digital development: basic digital integration, digital adaptation, digital innovators, and digital leaders. The study identifies the key factors shaping the cluster structure, including Internet accessibility, the adoption of corporate digital systems, electronic data interchange, artificial intelligence technologies, and digital analytics tools. The findings demonstrate significant intersectoral differences in the digital transformation of small enterprises and justify the need for differentiated approaches to public policy aimed at supporting digital development. The practical significance of the research lies in the possibility of applying the proposed typology to design targeted policy instruments, improve the efficiency of digital modernization, and reduce intersectoral disparities in the digital development of small businesses in Ukraine.

Keywords: digital transformation, small enterprises, intersectoral disparities, digital maturity, Self-Organizing Maps, Kohonen maps, neural network approach, cluster analysis, digitalization.

Постановка проблеми. У сучасній цифровій економіці конкурентоспроможність малого бізнесу значною мірою визначається рівнем інтеграції цифрових технологій у бізнес-процеси та систему управ-

ління. Водночас рівень цифрової трансформації суттєво відрізняється між галузями залежно від специфіки бізнес-моделей, конкурентного середовища, регуляторних умов і технологічної зрілості. Одним із



найбільш цифровізованих секторів є роздрібна торгівля: 71 % представників галузі вважають цифрову трансформацію ключовим фактором розвитку [16]. За даними Gartner, 63 % компаній планують збільшувати інвестиції в аналітичні системи, а 35 % – у рішення на основі штучного інтелекту [1]. Водночас лише 9,5 % підприємств належать до ранніх інноваторів [17]. У фінансовому секторі близько 25 % операцій у страховій діяльності можуть бути автоматизовані за допомогою штучного інтелекту [15], до 2029 року кількість користувачів онлайн- та мобільного банкінгу сягне майже 6 млрд осіб, а 75 % банків уже реалізують програми цифрової трансформації, ще 15 % – розробляють відповідні стратегії [13].

Високі темпи цифрової адаптації демонструє охорона здоров'я: близько 20 % витрат можуть бути переведені у цифровий формат [15], а до 2025 року світовий ринок цифрової медицини перевищить 500 млрд дол. США, ринок штучного інтелекту – 34 млрд дол. США [21]. У промисловості до 2026 року обсяг ринку цифрової трансформації очікується на рівні 767 млрд дол. США [14]. Крім того, 58 % організацій використовують штучний інтелект для вдосконалення бізнес-процесів, а глобальні витрати на цифрову трансформацію оцінюються у 2,3 трлн дол. США [21].

Таким чином, цифрова трансформація малого підприємництва характеризується вираженою галузевою нерівномірністю, що проявляється у різному рівні цифрової зрілості, використання цифрових технологій та інвестицій. Особливої актуальності проблема набуває в умовах війни, економічної нестабільності та євроінтеграції України, що зумовлює необхідність кластеризації галузей за рівнем цифрового розвитку для виявлення структурних диспропорцій і формування ефективних механізмів державної підтримки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифрової трансформації малого підприємництва широко висвітлюється у сучасних наукових дослідженнях, однак питання галузевої диференціації її розвитку та кластеризації галузей за рівнем цифровізації залишаються недостатньо розробленими.

Дослідники одностайно наголошують на нерівномірності цифрової трансформації між галузями економіки та різними категоріями підприємств [12]. Зокрема, Ареф'єва О. та Горовий В. відзначають асиметричність цифровізації економіки України, за якої сфера послуг і великі підприємства демонструють значно вищий рівень цифрової інтеграції, тоді як малий бізнес та промисловість переважно використовують базові цифрові рішення [4]. Подібної позиції дотримується Андросова О. Ф., яка акцентує увагу на цифровому розриві між малими, середніми та великими підприємствами, пояснюючи його фінансовими, кадровими та технологічними обмеженнями малого бізнесу [2].

На чинниках формування галузових диспропорцій цифрового розвитку також зосереджують увагу Реслер М. та Цигак О., які виділяють технологічні, фінансові, кадрові й інституційні бар'єри цифрової трансформації [10]. Пасько М. та співавтори підкреслюють нерівномірність цифровізації між високотехнологічними та традиційними галузями економіки, що зумовлює різні темпи цифрової адаптації підприємств [19]. Аналогічно Шепелюк В. зазначає, що суб'єкти малого підприємництва значно поступаються фінансовому сектору за рівнем використання сучасних цифрових інструментів через недостатню цифрову грамотність і ресурсні обмеження [20].

Окремі дослідження підтверджують існування міжгалузевих відмінностей на прикладі конкретних секторів економіки. Так, Коляденко С. В., Дзись О. В. та Гайдей В. Л. відзначають поступове впровадження цифрових технологій в аграрному секторі, водночас наголошуючи на значній внутрішньогалузевій неоднорідності цифрового розвитку малого бізнесу [6]. Натомість Кретов Д. Ю. та Міндова О. І. демонструють значно вищі темпи цифрової трансформації фінансового сектору, де розвиток цифрових банківських екосистем істотно випереджає цифровізацію традиційних галузей економіки [7]. Наукові дослідження підтверджують наявність суттєвих міжгалузевих диспропорцій цифрової трансформації малого підприємництва, проте переважно зосереджуються на характеристичі окремих секторів або чинників цифровізації. Водночас недостатньо дослідженими залишаються питання комплексної оцінки галузевої неоднорідності із застосуванням методів кластерного аналізу, що й визначає актуальність даного дослідження.

Метою статті є оцінювання міжгалузевих диспропорцій цифрової трансформації малого підприємництва України на основі нейромережевого підходу із застосуванням самоорганізуючих карт Кохонена, кластеризація галузей за рівнем цифрової зрілості та обґрунтування диференційованих стратегічних напрямів їх цифрового розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифрова трансформація малого підприємництва в Україні характеризується суттєвою міжгалузевою нерівномірністю. Базова цифрова інфраструктура є відносно поширеною: понад 85 % підприємств мають доступ до Інтернету, а приблизно 62 % домогосподарств користуються фіксованим підключенням. Водночас впровадження поглиблених цифрових рішень залишається фрагментарним і залежить від розміру та галузевої приналежності бізнесу.

Зокрема, великі підприємства значно активніше інтегрують сучасні цифрові технології порівняно з малими. ERP/CRM-системи використовують понад 40 % великих компаній, тоді як серед малих підприємств цей показник не перевищує 10 %. Аналогічна диспропорція спостерігається у рівні цифрової присутності: близько 80 % великих фірм мають власні

вебсайти, тоді як серед малих підприємств таких лише близько 30 %.

Галузева структура малого та середнього бізнесу також впливає на характер цифровізації. Значна частка МБ зосереджена у сфері торгівлі (приблизно 40 %), яка належить до секторів із відносно нижчою доданою вартістю та повільнішими темпами технологічного оновлення. У цьому сегменті лише близько 38 % підприємств приймають безготівкові розрахунки, що свідчить про неповну інтеграцію цифрових платіжних інструментів.

Водночас ринок електронної комерції демонструє динамічне зростання: у 2024 році обсяг онлайн-споживання досяг приблизно 239 млрд грн, що на 25 % перевищує показник 2023 року, хоча значна частина торгових підприємств ще не представлена в онлайн-середовищі [3].

Натомість ІТ-сектор і креативні індустрії демонструють суттєво вищий рівень цифрової зрілості: понад 300 компаній працюють у межах правового режиму «Дія.City», що створює сприятливі умови для інноваційного розвитку. Водночас аграрний сектор і традиційне виробництво залишаються найбільш відстаючими за рівнем цифрової трансформації, що формує міжгалузеві технологічні розриви [9].

У науковій літературі відсутнє усталене визначення поняття «диспропорція цифрової трансформації». Його зміст розкривається через споріднені категорії «цифровий розрив», «цифрова нерівність» та «асиметрія цифровізації», що свідчить про відсутність єдиного концептуального підходу до трактування цього явища.

Зокрема, Ареф'єва О. та Горовий В. характеризують цифровізацію економіки як асиметричний процес, за якого великі підприємства та сфера послуг мають значно вищий рівень цифрової інтеграції, ніж промисловість і малий бізнес [4]. Андросова О. Ф. розглядає цю проблему через концепцію «цифрового розриву», пов'язуючи її з істотною диференціацією рівнів цифрової зрілості підприємств, зумовленою фінансовими, кадровими та технологічними обмеженнями [2]. Нікітенко К. С. акцентує увагу на регіональній цифровій нерівності, що виникає внаслідок дисбалансу розвитку цифрової інфраструктури між центром і периферією та обмежує поширення цифрових інновацій [8]. Подібну позицію займає Шепелюк В., яка пов'язує цифровий розрив із нерівномірним доступом до інтернет-інфраструктури та зниженням рівня цифрової інклюзії бізнесу й населення [20].

Отже, існуючі дослідження розглядають окремі прояви цифрової нерівномірності, однак не пропонують комплексного визначення, яке б інтегрувало галузевий, регіональний та інституційний аспекти цього явища.

У межах даного дослідження під диспропорцією цифрової трансформації бізнесу пропонується розуміти системно зумовлену структурно-галузеву та

просторову нерівномірність рівня, темпів і глибини впровадження цифрових технологій підприємствами різних секторів економіки, що формується під впливом економічних, інституційних, ресурсних та інфраструктурних чинників і проявляється у стійких цифрових асиметриях між підприємствами різного масштабу та галузевої належності. Для кількісної оцінки таких диспропорцій можуть використовуватися показники доступу до Інтернету, впровадження CRM- та ERP-систем, рівня онлайн-продажів, використання цифрових платежів, хмарних сервісів і засобів кібербезпеки.

Для поглибленого дослідження міжгалузевої нерівномірності цифрової трансформації малого підприємництва доцільним є застосування методів багатовимірної аналізи даних, які дають змогу не лише оцінити окремі показники цифрового розвитку, а й виявити приховані закономірності між галузями економіки. У цьому контексті особливої актуальності набувають самоорганізуючі карти Кохонена (Self-Organizing Maps, SOM), що дозволяють кластеризувати галузі малого бізнесу за сукупністю соціально-економічних і цифрових характеристик та формувати диференційовані підходи до їх цифрової трансформації [18].

Використання SOM зумовлене високою неоднорідністю галузевої структури малого підприємництва та багатовимірністю процесу цифрової трансформації, який визначається взаємодією економічних, фінансових, технологічних та інноваційних чинників. На відміну від традиційних методів кластеризації, самоорганізуючі карти ефективніше відображають складні нелінійні взаємозв'язки між показниками, забезпечуючи вищу адаптивність і точність класифікації.

Самоорганізуючі карти Кохонена належать до класу нейронних мереж із неконтрольованим навчанням, розроблених Тейво Кохоненом. Метод не потребує попередньо визначених класифікаційних ознак, а проєктує багатовимірний простір даних на двовимірну карту зі збереженням топологічної близькості об'єктів, що забезпечує одночасно кластеризацію та наочну візуалізацію результатів [18].

Завдяки здатності виявляти латентні закономірності, сегментувати об'єкти та зменшувати розмірність даних, SOM широко використовуються в економічних дослідженнях. У межах даної роботи цей метод застосовано для кластеризації галузей малого підприємництва України за характеристиками цифрової трансформації, що дозволяє виявити галузеві диспропорції та оцінити рівень цифрової зрілості різних видів економічної діяльності [18].

Об'єктами кластеризації у дослідженні виступають галузі економічної діяльності малого бізнесу України, кожна з яких характеризується сукупністю показників цифрової трансформації та рівня використання інформаційно-комунікаційних технологій. До аналізу включено галузі інформаційно-комуні-

каційної сфери, будівництва, торгівлі, транспорту, виробництва, професійної та наукової діяльності, туристичного сектору, сфери послуг, машинобудування, енергетики та інших видів економічної діяльності, що дозволяє забезпечити комплексне охоплення структури малого підприємництва України.

Формування системи ознак для кластеризації здійснюється на основі офіційних статистичних показників цифровізації підприємств, які характе-

ризують рівень використання цифрових технологій, цифрової інфраструктури, програмного забезпечення, інструментів електронної комунікації та сучасних інформаційних систем у різних галузях економіки. У результаті кожна галузь описується багатовимірним вектором цифрових характеристик (формула 2.1):

$$X=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (2.1)$$

де x_n – відповідний показник цифрової трансформації галузі.

Таблиця 1

**Групування показників цифрової трансформації підприємств
за функціональними напрямками оцінювання**

Група показників	Показник	Позначення
1. Цифрова інфраструктура та доступ до ІКТ	Кількість зайнятих працівників, які мають доступ до мережі Інтернет	X1
	Кількість зайнятих працівників, які мають доступ до мережі Інтернет, до загальної кількості зайнятих працівників підприємств	X2
	Кількість підприємств, які використовують фіксований доступ до мережі Інтернет	X3
	Кількість підприємств, які мають доступ до мережі Інтернет	X4
	Кількість підприємств, які мають доступ до мережі Інтернет, до загальної кількості підприємств	X5
	Частка кількості підприємств, які використовують фіксований доступ до мережі Інтернет, у загальній кількості підприємств	X20
2. Цифрова присутність та цифрові канали взаємодії з клієнтами	Частка кількості підприємств, вебсайт яких забезпечує визначені функціональні можливості, у загальній кількості підприємств	X7
	Частка кількості підприємств, що використовують соціальні медіа, у загальній кількості підприємств	X13
	Частка кількості підприємств, що мають вебсайт, у загальній кількості підприємств	X17
	Частка кількості підприємств, що мають мобільний додаток для клієнтів, у загальній кількості підприємств	X18
3. Корпоративні цифрові системи управління та автоматизація бізнес-процесів	Частка кількості підприємств, що використовують програмне забезпечення BI, у загальній кількості підприємств	X8
	Частка кількості підприємств, що використовують програмне забезпечення для планування ресурсів підприємства (ERP), у загальній кількості підприємств	X9
	Частка кількості підприємств, що використовують програмне забезпечення для управління відносинами з клієнтами (CRM), у загальній кількості підприємств	X10
	Частка кількості підприємств, що здійснюють обмін даними в електронному вигляді з постачальниками або клієнтами в ланцюгу постачання, у загальній кількості підприємств	X15
4. Інноваційні цифрові технології та цифрова аналітика	Частка кількості підприємств із принаймні базовим рівнем цифрової інтенсивності, у загальній кількості підприємств	X6
	Частка кількості підприємств, що використовують системи та рішення ІКТ для зменшення кількості матеріалів, що використовуються, або збільшення використання вторинної сировини, у загальній кількості підприємств	X11
	Частка кількості підприємств, що використовують системи та рішення ІКТ для зменшення споживання енергії, у загальній кількості підприємств	X12
	Частка кількості підприємств, що використовують технології штучного інтелекту, у загальній кількості підприємств	X14
	Частка кількості підприємств, що купують послуги хмарних обчислень, у загальній кількості підприємств	X16
	Частка кількості підприємств, що проводили аналіз «великих даних», у загальній кількості підприємств	X19

Джерело: сформовано автором на основі [5; 11]

Для підвищення аналітичної інтерпретованості та систематизації ознак показники цифровізації доцільно об'єднати у декілька функціональних груп цифрових характеристик (табл. 1).

Перша група характеризує рівень цифрової інфраструктури та доступу до інформаційно-комунікаційних технологій. Зазначені індикатори відображають базовий рівень цифрової інтеграції підприємств та технічну готовність галузей до цифрової трансформації.

Друга група показників характеризує рівень цифрової присутності та цифрових каналів взаємодії з клієнтами. Ця група індикаторів дозволяє оцінити рівень інтеграції підприємств у цифровий комунікаційний простір та ступінь адаптації бізнесу до електронної комерції й цифрового маркетингу.

Третя група охоплює показники використання корпоративних цифрових систем управління та програмного забезпечення. Зазначені характеристики відображають рівень цифрової зрілості внутрішніх бізнес-процесів підприємств та ступінь автоматизації управлінської діяльності.

Четверта група показників характеризує рівень використання інноваційних цифрових технологій

та інструментів цифрової аналітики. Ці індикатори відображають рівень технологічної модернізації галузей та їхню здатність до інтеграції у сучасну цифрову економіку.

Таким чином, сформована система показників дозволяє комплексно оцінити рівень цифрової трансформації галузей малого бізнесу України та врахувати як базові параметри цифрової інфраструктури, так і рівень впровадження сучасних цифрових технологій, інформаційних систем та інноваційних рішень.

Вихідну інформаційну базу дослідження сформовано на основі статистично-аналітичних матеріалів Державної служби статистики України. Для проведення аналізу з усієї сукупності суб'єктів господарювання було відібрано малі підприємства з чисельністю зайнятих працівників від 1 до 49 осіб. Вибірка охоплює 31 вид економічної діяльності та містить 20 показників, які характеризують різні аспекти цифрової трансформації бізнесу, зокрема рівень забезпеченості доступом до мережі Інтернет, цифрову присутність підприємств, використання корпоративних інформаційних систем, технологій штучного інтелекту, хмарних обчислень, аналізу великих

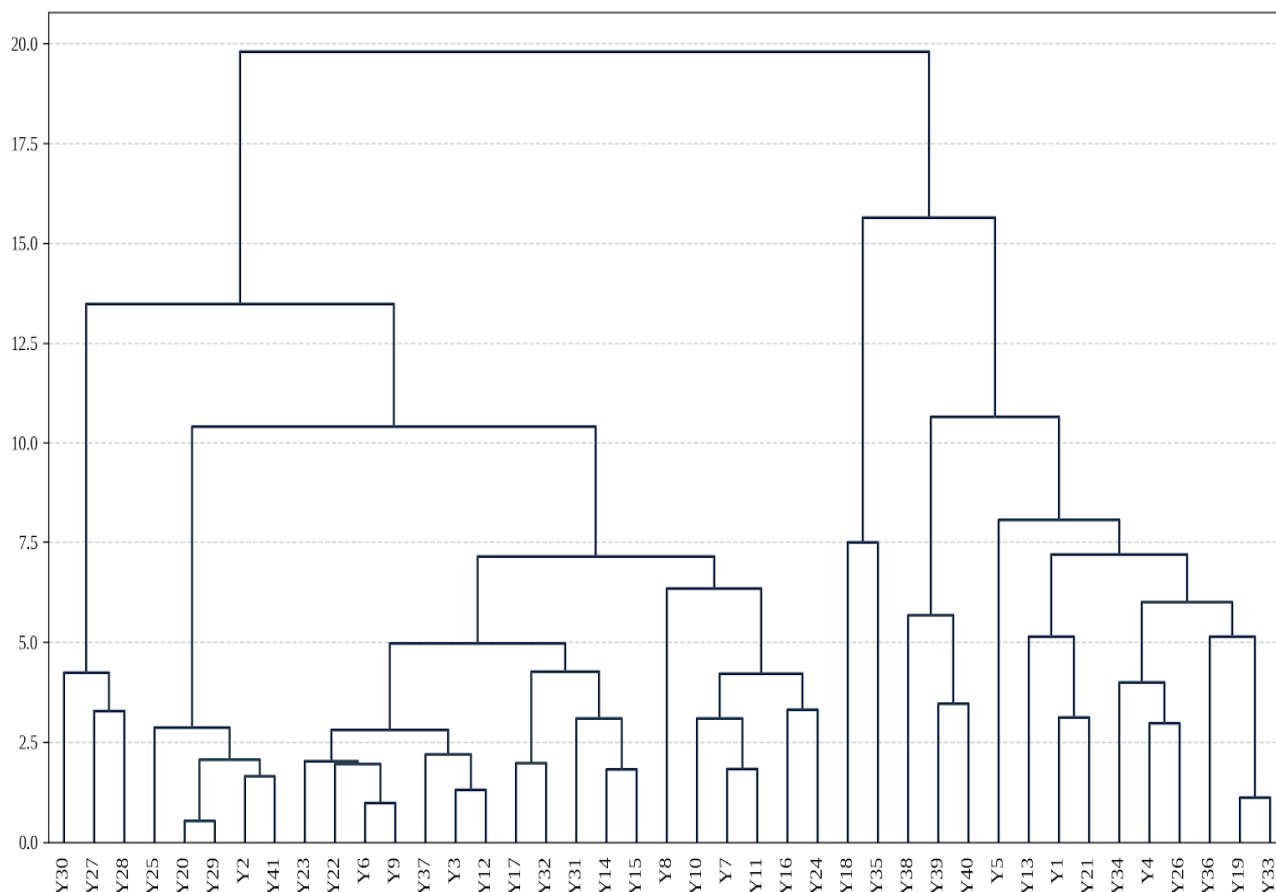


Рис. 1. Дендрограма кластеризації малих підприємств України за рівнем цифрової трансформації в розрізі видів економічної діяльності

Примітка. Дані стандартизовані (Z-score); для побудови дерева використано класичний метод Варда (Ward's method)

Джерело: сформовано та розраховано автором на основі даних даних [5] засобами IBM Statistics

даних, цифрових інструментів взаємодії з клієнтами та партнерськими мережами. Така система показників дозволяє комплексно оцінити рівень цифрового розвитку малих підприємств за окремими видами економічної діяльності та виявити міжгалузеві відмінності у впровадженні цифрових технологій.

У межах даного дослідження передбачається формування 3–4 кластерів галузей малого підприємництва. Оптимальна кількість кластерів визначена на основі побудови дендрограми кластеризації малих підприємств України за рівнем цифрової трансформації в розрізі видів економічної діяльності (рис. 1). Такий підхід дозволяє забезпечити баланс між деталізацією класифікації та аналітичною інтерпретованістю отриманих результатів.

За результатами навчання самоорганізуючої карти Кохонена було виділено чотири кластери галузей малого підприємництва, які характеризуються різним рівнем цифрової зрілості, інтенсивності використання цифрових технологій та готовності до подальшої цифрової трансформації (рис. 2).

Аналіз профілів кластерів дозволив встановити, що найбільший вплив на формування кластерної структури мають показники електронного обміну даними у ланцюгах постачання (X15), рівень забезпеченості доступом до мережі Інтернет (X3–X5), використання технологій штучного інтелекту (X14), частка працівників із доступом до Інтернету (X1–X2), застосування цифрових рішень для енергоефективності (X12), а також використання інструментів аналізу великих даних (X19).

Перший кластер (кластер 0) об'єднує переважно галузі професійних послуг, будівництва, транспорту, торгівлі та окремі високотехнологічні напрями діяльності. Для нього характерний високий рівень забезпеченості підприємств доступом до мережі Інтернет та значна частка працівників, інтегрованих у цифрове середовище. Водночас показники використання

ERP-, CRM- та BI-систем залишаються нижчими за середні значення інших кластерів. Це свідчить про те, що підприємства цієї групи вже сформували базову цифрову інфраструктуру, проте ще не завершили перехід до комплексної цифровізації бізнес-процесів. Тому даний кластер доцільно характеризувати як кластер базової цифрової інтеграції (табл. 2).

Другий кластер (кластер 1) є найбільшим за кількістю галузей та включає значну частину традиційних виробничих і торговельних секторів. Профіль кластера характеризується середніми значеннями більшості показників цифровізації та відносно високими показниками використання цифрових каналів комунікації. Водночас рівень використання штучного інтелекту, великих даних та сучасних аналітичних платформ залишається недостатнім. Галузі цього кластера перебувають на етапі активної цифрової модернізації та поступового переходу від базових цифрових рішень до системної цифрової трансформації. У зв'язку з цим кластер може бути визначений як кластер цифрової адаптації.

Третій кластер (кластер 2) є найменшим та об'єднує галузі, пов'язані з високотехнологічним обладнанням, цифровими сервісами та спеціалізованими інформаційними послугами. Для нього характерні найвищі значення показників використання штучного інтелекту, хмарних сервісів, аналізу великих даних та інших сучасних цифрових технологій. Водночас окремі показники базової цифрової інфраструктури можуть бути нижчими через специфіку діяльності та відносно невелику кількість підприємств у відповідних галузях. Цей кластер доцільно визначити як кластер цифрових інноваторів.

Четвертий кластер (кластер 3) охоплює телекомунікації, енергетику, наукові дослідження, хімічну промисловість, виробництво електричного устаткування та інші технологічно складні галузі. Саме для нього характерні найвищі значення показни-

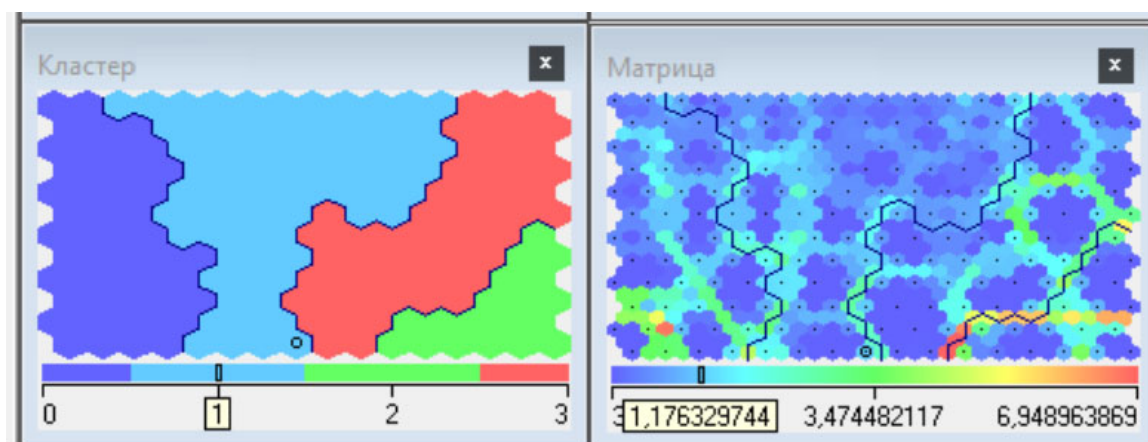


Рис. 2. Візуалізація кластерів та матриці відстаней точок спостережень малого бізнесу в розрізі видів економічної діяльності засобами Самоорганізуючої карти Кохонена

Джерело: сформовано автором за допомогою програмного забезпечення Deductor Studio

Таблиця 2

Галузевий склад кластерів цифрової трансформації малого бізнесу України

Кластер	Галузі
Кластер 0 (базової цифрової інтеграції)	будівництво; виробництво автотранспортних засобів; виробництво основних фармацевтичних продуктів; діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, архітектури та інжинірингу; діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування; комп'ютерне програмування та інші інформаційні послуги; професійна, наукова та технічна діяльність; роздрібна торгівля; транспорт і складське господарство та ін.
Кластер 1 (цифрової адаптації)	інформація та телекомунікації; виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність; виробництво харчових продуктів; виробництво меблів; переробна промисловість; оптова торгівля; операції з нерухомістю; готельно-ресторанна діяльність та ін.
Кластер 2 (цифрових інноваторів)	виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції; туристична діяльність; ремонт комп'ютерів та обладнання зв'язку.
Кластер 3 (цифрових літерів)	телекомунікації; видавнича діяльність, радіомовлення та телебачення; виробництво електричного устаткування; виробництво машин і устаткування; виробництво хімічної продукції; наукові дослідження та розробки; енергетика; водопостачання та поводження з відходами; металургія.

Джерело: сформовано автором на основі [5]

ків використання корпоративних цифрових систем, електронного обміну даними та інструментів цифрової аналітики. Особливо високими є значення показників X15 та X14, що свідчить про активне використання цифрових платформ взаємодії та сучасних технологій штучного інтелекту. Зазначені галузі фактично формують ядро цифрової економіки та демонструють найвищий рівень цифрової зрілості серед усіх досліджуваних секторів. Тому цей кластер може бути інтерпретований як кластер цифрових лідерів.

Отримані результати кластеризації свідчать про існування суттєвих відмінностей між галузями малого підприємництва за рівнем цифрової зрілості, інтенсивністю використання інформаційно-комунікаційних технологій та ступенем впровадження сучасних цифрових рішень. Виявлені кластери характеризуються різними моделями цифрового розвитку, що обумовлює необхідність застосування диференційованого підходу до формування меха-

нізмів державної підтримки та стратегій цифрової трансформації. Універсальні інструменти цифровізації не забезпечують однакової ефективності для всіх груп галузей, оскільки їхні потреби, цифрові можливості та рівень технологічної готовності суттєво відрізняються. У зв'язку з цим доцільним є узагальнення характеристик сформованих кластерів та визначення пріоритетних стратегічних напрямів цифрового розвитку для кожної групи галузей (табл. 3).

Висновки. Проведене дослідження підтвердило наявність суттєвих міжгалузевих диспропорцій цифрової трансформації малого підприємництва України, що проявляються у різному рівні цифрової зрілості, інтенсивності використання сучасних цифрових технологій та готовності підприємств до впровадження інноваційних цифрових рішень.

За результатами нейромережевого моделювання виокремлено чотири кластери галузей малого підприємництва: базової цифрової інтеграції, цифро-

Таблиця 3

Типологія кластерів цифрової трансформації малого підприємництва та стратегічні напрями їх розвитку

Кластер	Рівень цифрової зрілості	Характеристика кластера	Стратегічний пріоритет
Кластер 0 (базової цифрової інтеграції)	Середній	Сформована цифрова інфраструктура, але недостатній рівень автоматизації бізнес-процесів	Впровадження ERP, CRM та BI-систем
Кластер 1 (цифрової адаптації)	Середній- низький	Галузі на етапі цифрової адаптації та поступового освоєння цифрових інструментів	Прискорення цифрової модернізації та розвиток цифрових компетентностей
Кластер 2 (цифрових інноваторів)	Високий	Інноваційно орієнтовані галузі з високим рівнем використання сучасних цифрових технологій	Стимулювання інновацій, R&D та розвитку цифрових екосистем
Кластер 3 (цифрових літерів)	Дуже високий	Цифрові лідери з розвинутими системами аналітики, автоматизації та використання ШІ	Масштабування технологій штучного інтелекту та формування цифрових платформ

Джерело: сформовано автором [5]

вої адаптації, цифрових інноваторів та цифрових лідерів. Встановлено, що найбільший вплив на формування кластерної структури мають показники забезпеченості доступом до мережі Інтернет, використання корпоративних інформаційних систем, електронного обміну даними, технологій штучного інтелекту, хмарних обчислень та інструментів аналізу великих даних. Це свідчить про визначальну роль не лише базової цифрової інфраструктури, а й рівня інтеграції сучасних цифрових технологій у бізнес-процеси підприємств.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої типології для розроблення диференційованих механізмів державної підтримки цифрової трансформації

малого підприємництва, орієнтованих на специфіку окремих груп галузей. Запропонований підхід може бути використаний під час формування державних і регіональних програм цифрового розвитку, визначення пріоритетів фінансування цифрової модернізації та підвищення ефективності використання бюджетних ресурсів.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням стратегічної дорожньої карти цифрової трансформації малого підприємництва для кожного із сформованих кластерів, оцінювання впливу цифрової зрілості на конкурентоспроможність і стійкість малого бізнесу, а також побудовою моделей прогнозування переходу галузей між кластерами в умовах цифрової економіки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітичне дослідження Gartner. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-03-20-gartner-says-80-percent-of-today-s-project-management> (дата звернення 06.01.2026)
2. Андросова О. Ф. Цифрові інструменти на промислових підприємствах України. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. Т. 2. № 1. С. 6-19. URL: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2025/01/1.25.2._topic_Olena-Androsova-6-19.pdf (дата звернення 01.06.2026).
3. Андрущенко Я. М., Кваско А. В. Цифрова трансформація підприємств малого та середнього бізнесу: тренди, виклики та можливості. 2025: VI Міжнародна науково-практична конференція «Бізнес, інновації, менеджмент, проблеми та перспективи»: збірник праць (м. Київ, 24 квітня 2026 р.). Київ. С. 35-36.
4. Ареф'єва О., Горюхов В. Бар'єри цифрової трансформації підприємств України: системний контур цифрової інерції. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2026. № 1. С. 382–392. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2026-19-48> (дата звернення 01.06.2026).
5. Державна служба статистики України. Основні показники діяльності підприємств України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/publications/pokaznyky-diyalnosti-subyektiv-hospodaryuvannya> (дата звернення: 06.06.2026).
6. Коляденко С. В., Дзісь О. В., Гайдей В. Л. Перспективні напрями цифровізації аграрних підприємств у контексті економічної безпеки. *Економіка та суспільство*. 2024. № 59. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3441/3369> (дата звернення 09.01.2026).
7. Кретов Д. Ю., Міндова О. І. Цифровізація банківського сектору України: сучасний стан та перспективи розвитку. *Сталый розвиток економіки*. 2024. № 2 (49). С. 223-228. URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/965/924> (дата звернення 09.01.2026).
8. Нікітенко К. С. Управлінські виклики цифровізації в готельно-ресторанному бізнесі України. *Економічний простір*. 2025. № 202. URL: <https://doi.org/10.30838/EP.202.196-201> (дата звернення 01.06.2026).
9. Програма цифрової зрілості малого та середнього бізнесу в Україні. *Дія. Бізнес*. URL: <https://business.diia.gov.ua/initiative/national-program-for-digital-maturity> (дата звернення: 25.05.2026)
10. Реслер, М., Цигак, О. Бар'єри та ризики цифрової трансформації підприємницького сектора. *Підприємництво та інновації*. 2025. № 38. С. 162-166. URL: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/38.26> (дата звернення: 25.05.2026)
11. Стрілець В. Ю., Артеменко А. В., Франко Л. С., Олійник С. І., Бобир К. С. Цифровізація ринку праці та маркетинг талантів: перспективи України в глобальній розважальній індустрії. *Вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія Економічні науки*. 2025. No 3 (117). С.175-183. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/15473>
12. Франко Л. С., Педченко Н. С., Стрілець В. Ю. Державна інноваційна політика підвищення конкурентоспроможності економіки України : теорія, практика, вектори активізації : монографія. Полтава : ПУЕТ, 2025. 407 с. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/15373>
13. 145 Digital Transformation Statistics You Need To Know. URL: <https://www.myhubintranet.com/digital-transformation-statistics/> (дата звернення: 07.06.2026).
14. Ajith A. 50 Digital Transformation Statistics and Trends 2024. URL: <https://www.docsumo.com/blogs/digital-transformation/digital-transformation-statistics-and-trends> (дата звернення: 06.06.2026).
15. Chui M., Hazan E. et al. The economic potential of generative AI. *McKinsey & Company*. 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20economic%20potential%20of%20generative%20ai%20the%20next%20productivity%20frontier/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier.pdf> (дата звернення 09.01.2026).
16. How Digital Transformation Improves Retail Sales. 2025. URL: <https://www.gend.co/blog/how-digital-transformation-improves-retail-sales> (дата звернення: 07.06.2026).
17. Key drivers, emerging trends, and transformative benefits of digital transformation in retail. 2023. URL: <https://www.confiz.com/blog/transformative-benefits-of-digital-transformation-in-retail/> (дата звернення : 13.02.2026).
18. Kohonen T. Self-organizing Maps. Berlin ; Heidelberg ; N. Y.; Barcelona ; L. ; Tokyo : Springer Series in Information Science. 3d. Ed., 2001. 260 p.

19. Pasko M., Lisna I., Morozova N., Denchuk I. Readiness of Ukrainian business for digital transformation: drivers and barriers / *Financial and credit systems: prospects for development*. 2025. Vol. 1. № 16. P. 125–137. URL: <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2025-1-10>. (дата звернення: 25.05.2026)
20. Shepeliuk V. Digital Transformation of Accounting and Analytical Processes in Ukraine: Trends, Challenges, and Security Imperatives (2020–2025). *Economics, Finance and Management Review*. 2025. № 3(23). P. 58–66. URL: <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2025-3-58-66> (дата звернення 01.06.2026).
21. Statista : database. URL: <https://www.statista.com> (дата звернення: 07.06.2026).

REFERENCES

1. Gartner (2019) Gartner says 80 percent of today's project management tasks will be eliminated by 2030 as AI takes over. Available at: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-03-20-gartner-says-80-percent-of-today-s-project-management> (accessed 06 January 2026).
2. Androsova O. F. (2025) Tsyfrovizatsiia maloho ta serednyoho biznesu v umovakh transformatsii ekonomiky [Digitalization of small and medium-sized businesses in the conditions of economic transformation]. *Aktualni problemy ekonomiky (electronic journal)*, vol. 2, no. 283/2, pp. 6-19. Available at: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2025/01/1.25.2._topic_Olena-Androsova-6-19.pdf (accessed 25 May 2026).
3. Andrushchenko Ya. M., Kvasko A. V. (2026) Tsyfrova transformatsiia pidpriemstv maloho ta serednyoho biznesu: trendy, vyklyky ta mozhlyvosti [Digital transformation of small and medium business enterprises: trends, challenges and opportunities]. Proceedings of the VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Biznes, innovatsii, menedzhment, problemy ta perspektyvy» (Ukraine, Kyiv, April 24, 2026), Kyiv, pp. 35-36.
4. Arefieva O., Horovyi V. (2026) Bariery tsyfrovoy transformatsii pidpriemstv Ukrainy: systemnyi kontur tsyfrovoy inertsi [Barriers to digital transformation of Ukrainian enterprises: systemic contour of digital inertia]. *Modeling the Development of the Economic Systems (electronic journal)*, no. 1, pp. 382–392. Available at: <https://doi.org/10.31891/mdes/2026-19-48> (accessed 01 June 2026).
5. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2026) Osnovni pokaznyky diialnosti pidpriemstv Ukrainy [Main indicators of economic activity of enterprises of Ukraine]. Available at: <https://stat.gov.ua/uk/publications/pokaznyky-diyalnosti-subyektiv-hospodaryuvannya> (accessed 06 June 2026).
6. Koliadenko S. V., Dzis O. V., Haidei V. L. (2024) Perspektyvni napriamy tsyfrovizatsii ahrarnykh pidpriemstv u konteksti ekonomichnoi bezpeky [Promising directions of digitalization of agricultural enterprises in the context of economic security]. *Ekonomika ta suspilstvo (electronic journal)*, no. 59. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3441/3369> (accessed 09 January 2026).
7. Kretov D. Yu., Mindova O. I. (2024) Tsyfrovizatsiia bankivskoho sektoru Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Digitalization of the banking sector of Ukraine: current state and development prospects]. *Stalyi rozvytok ekonomiky (electronic journal)*, no. 2 (49), pp. 223-228. Available at: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/965/924> (accessed 09 January 2026).
8. Nikitenko K. S. (2025) Upravlinski vyklyky tsyfrovizatsii v hotelno-restorannomu biznesi Ukrainy [Managerial challenges of digitalization in the hotel and restaurant business of Ukraine]. *Ekonomichniy prostir (electronic journal)*, no. 202. Available at: <https://doi.org/10.30838/EP.202.196-201> (accessed 01 June 2026).
9. Diia. Biznes (2026) Prohrama tsyfrovoy zrilosti maloho ta serednyoho biznesu v Ukraini [Digital maturity program for small and medium-sized businesses in Ukraine]. Available at: <https://business.diia.gov.ua/initiative/national-program-for-digital-maturity> (accessed 25 May 2026).
10. Resler M., Tsyhak O. (2025) Bariery ta ryzyky tsyfrovoy transformatsii pidpriemnytskoho sektora [Barriers and risks of digital transformation of the entrepreneurial sector]. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii (electronic journal)*, no. 38, pp. 162-166. Available at: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/38.26> (accessed 25 May 2026).
11. Strilets V. Yu., Artemenko A. V., Franko L. S., Oliinyk S. I., Bobyr K. S. (2025) Tsyfrovizatsiia rynku pratsi ta marketynh talantiv: perspektyvy Ukrainy v hlobalnii rozvazhalnii industrii [Labor market digitalization and talent marketing: Ukraine's prospects in the global entertainment industry]. *Visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriia Ekonomichni nauky (electronic journal)*, no. 3 (117), pp. 175-183. Available at: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/15473> (accessed 04 July 2026).
12. Franko L. S., Pedchenko N. S., Strilets V. Yu. (2025) Derzhavna innovatsiina polityka pidvyshchennia konkurentospromozhnosti ekonomiky Ukrainy: teoriia, praktyka, vektory aktyvizatsii [State innovation policy for increasing the competitiveness of the economy of Ukraine: theory, practice, vectors of activation]. Poltava: PUET. (in Ukrainian)
13. MyHub Intranet (2026) 145 Digital Transformation Statistics You Need To Know. Available at: <https://www.myhubintranet.com/digital-transformation-statistics/> (accessed 07 June 2026).
14. Ajith A. (2024) 50 Digital Transformation Statistics and Trends 2024. Available at: <https://www.docsumo.com/blogs/digital-transformation/digital-transformation-statistics-and-trends> (accessed 06 June 2026).
15. Chui M., Hazan E. et al. (2023) The economic potential of generative AI. McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20economic%20potential%20of%20generative%20ai%20the%20next%20productivity%20frontier/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier.pdf> (accessed 09 January 2026).
16. Gend (2025) How Digital Transformation Improves Retail Sales. Available at: <https://www.gend.co/blog/how-digital-transformation-improves-retail-sales> (accessed 07 June 2026).
17. Confiz (2023) Key drivers, emerging trends, and transformative benefits of digital transformation in retail. Available at: <https://www.confiz.com/blog/transformative-benefits-of-digital-transformation-in-retail/> (accessed 13 February 2026).
18. Kohonen T. (2001) Self-organizing Maps. Berlin; Heidelberg; N. Y.; Barcelona; L.; Tokyo: Springer Series in Information Science.

19. Pasko M., Lisna I., Morozova N., Denchyk I. (2025) Readiness of Ukrainian business for digital transformation: drivers and barriers. *Financial and credit systems: prospects for development*, vol. 1, no. 16, pp. 125–137. Available at: <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2025-1-10> (accessed 25 May 2026).
20. Shepeliuk V. (2025) Digital Transformation of Accounting and Analytical Processes in Ukraine: Trends, Challenges, and Security Imperatives (2020–2025). *Economics, Finance and Management Review*, no. 3(23), pp. 58–66. Available at: <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2025-3-58-66> (accessed 25 May 2026).
21. Statista (2026) Statista: database. Available at: <https://www.statista.com> (accessed 07 June 2026).

Дата надходження статті: 13.07.2026

Дата прийняття статті до публікації: 14.08.2026

Дата публікації статті: 28.08.2026