

Кучинський Володимир Анатолійович, д.е.н., доцент, завідувач кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин, volodymyr.kuchynskyi@khpri.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6058-3709

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Кузьминський Антон Миколайович, аспірант PhD кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин, +38(096)181-81-98, Anton.Kuzmynskyi@emmb.khpri.edu.ua

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ МАЛОГО І СЕРЕДНЬОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА УКРАЇНИ В УМОВАХ ПЛАТФОРМНО-ЕКОСИСТЕМНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

Анотація. У статті обґрунтовано передумови забезпечення діджиталізації малого і середнього підприємництва (МСП) України в умовах платформно-екосистемної трансформації економіки. Визначено, що діджиталізація сектору МСП перетворилася з технологічного тренду на стратегічний чинник модернізації економіки та забезпечення інтеграції підприємств у глобальні ланцюги створення вартості. Зазначено, що МСП є найбільш динамічним, проте вразливим сегментом господарського середовища в умовах цифрових змін.

Авторами виявлено відсутність узгодженої еволюційної картини трансформації наукових підходів – від технологічного детермінізму до системно-інституційної та платформної парадигм діджиталізації МСП. Це зумовлює необхідність формування інтегрованої концептуальної моделі їх оцінювання з урахуванням сучасної платформно-екосистемної трансформації економіки. Для коректного аналізу процесів цифрових змін розмежовано поняття: «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація», що дозволило сформулювати єдине теоретичне підґрунтя дослідження.

Запропоновано авторське трактування діджиталізації МСП, яке підкреслює її системний характер і, на відміну від існуючих, інтегрує технологічний, організаційний, стратегічний і інституційний виміри. Такий підхід дозволяє розглядати МСП як ресурсно-обмежені системи у тісному зв'язку з цифровими платформами, екосистемами та державною політикою, що слугує методологічною основою для подальшого аналізу механізмів та інструментів їх трансформації.

Обґрунтовано ключові чинники трансформаційних процесів та оцінено відповідність організаційно-економічної структури підприємств вимогам діджиталізації.

Розроблено концептуальну модель багаторівневого оцінювання передумов діджиталізації МСП у контексті еволюції наукових підходів, що є цілісним і водночас гнучким інструментом для проведення такого аналізу.

Ключові слова: МСП, діджиталізація, передумови, процеси, наукові підходи, еволюція.

Kuchinskiy Volodimir, Doctor of economic sciences, Head of the Department of Business Economics and International Economic Relations, volodymyr.kuchynskyi@khpri.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6058-3709

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
2 St. Kirpuchova, Kharkiv, Ukraine, 61002*

Kuzminsky Anton, PhD student of the Department of Business Economics and International Economic Relations, +38(096)181-81-98,
Anton.Kuzmynskyi@emmb.khpi.edu.ua
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
2 St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002

DIGITALISATION OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF PLATFORM-ECOSYSTEM TRANSFORMATION OF THE ECONOMY

Abstract. *The article substantiates the prerequisites for ensuring the digitalization of small and medium-sized enterprises (SMEs) in Ukraine in the context of the platform-ecosystem transformation of the economy. It is determined that the digitalization of the SME sector has evolved from a technological trend into a strategic factor of economic modernization and a means of ensuring the integration of enterprises into global value chains. It is noted that SMEs represent the most dynamic, yet vulnerable segment of the economic environment amidst digital changes.*

The authors have identified the absence of a coherent evolutionary picture of the transformation of scientific approaches – from technological determinism to systemic-institutional and platform paradigms of SME digitalisation.

This necessitates the formation of an integrated conceptual model for their evaluation, taking into account the current platform-ecosystem transformation of the economy. For a precise analysis of digital change processes, the concepts of "digitization," "digitalization," and "digital transformation" are delineated, establishing a unified theoretical foundation for the study.

An author's interpretation of SME digitalization is proposed, which emphasizes its systemic nature and, unlike existing definitions, integrates technological, organizational, strategic, and institutional dimensions. Such an approach allows for considering SMEs as resource-constrained systems in close connection with digital platforms, ecosystems, and state policy, serving as a methodological basis for further analysis of the mechanisms and tools of their transformation.

The key factors of transformation processes are substantiated, and the correspondence of the organizational and economic structures of enterprises to the requirements of digitalization is assessed. A multi-level conceptual model for evaluating the prerequisites of SME digitalization has been developed in the context of evolving scientific approaches, providing a holistic yet flexible tool for conducting such an analysis.

Keywords: *SMEs, digitalization, prerequisites, processes, scientific approaches, evolution.*

Постановка проблеми. Діджиталізація малого і середнього підприємництва (МСП) перетворилася з технологічного тренду на ключовий чинник структурної модернізації економіки, що дасть можливість забезпечити конкурентоспроможність невеликих підприємств та забезпечити їх інтеграцію у глобальні ланцюги створення доданої вартості. У сучасних умовах цифрової трансформації економічних систем саме МСП є найдинамічнішим, проте водночас найвразливішим сегментом господарського середовища. Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, присвячених цифровій трансформації бізнесу, питання визначення та систематизації передумов забезпечення діджиталізації МСП

залишається дискусійним і фрагментарним. У наукових підходах різних періодів акцент діджиталізації підприємств робився на різних групах чинників: техніко-технологічних (інфраструктура, доступ до ІКТ); ресурсних (фінансові та кадрові можливості підприємства); організаційно-управлінських (готовність менеджменту до змін); інституційних (державна політика, нормативно-правове забезпечення); платформних та екосистемних (мережеві ефекти, цифрові платформи, кластери).

Водночас відсутня узгоджена еволюційна картина трансформації наукових підходів – від технологічно-детермінованого бачення до системно-інституційної та платформної парадигми діджиталізації МСП. Наявні дослідження, як правило, розглядають окремі аспекти передумов (ресурсні, інституційні чи цифрові компетенції) без формування цілісної концептуальної моделі їх взаємодії. Проблема ускладнюється тим, що МСП функціонують в умовах обмеженості ресурсів, високої турбулентності ринкового середовища та залежності від зовнішніх цифрових екосистем. Це зумовлює необхідність переосмислення передумов діджиталізації не лише як внутрішніх характеристик підприємства, а як багаторівневої системи факторів, що формуються на мікро-, мезо- та макрорівнях економіки.

Таким чином, виникає наукова проблема: відсутність систематизованого уявлення про еволюцію підходів до визначення передумов забезпечення діджиталізації МСП та необхідність формування інтегрованої концептуальної моделі їх оцінювання з урахуванням сучасної платформно-екосистемної трансформації економіки.

Актуальність дослідження посилюється тим, що ефективність державної політики підтримки МСП, програм цифрової трансформації та кластерних ініціатив безпосередньо залежить від коректного розуміння структури та ієрархії передумов діджиталізації. У зв'язку з цим постає необхідність дослідження еволюції наукових підходів до визначення передумов забезпечення діджиталізації МСП, виявлення їх відмінностей та формування узагальненої системної моделі, що відповідає сучасним умовам цифрової економіки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз наукових публікацій [1–11] свідчить про відсутність уніфікованого підходу до визначення сутності

діджиталізації підприємств. У науковій літературі дане поняття часто ототожнюється з автоматизацією бізнес-процесів, інформатизацією управлінської діяльності або впровадженням окремих інформаційних технологій. Таке бачення звужує зміст процесів до технічного аспекту, нівелюючи організаційно-економічні та інституційні наслідки цифрових змін.

Подальший розвиток наукової думки зумовив формування процесного та організаційно-економічного підходів, де діджиталізація розглядається як інструмент підвищення ефективності бізнес-процесів, оптимізації управлінських рішень та трансформації бізнес-моделей підприємств. Проте ці концепції переважно орієнтовані на індивідуальні можливості окремих компаній, що обмежує їх застосування у дослідженні сектору МСП.

У науковій літературі сутність поняття діджиталізації варіюється за фокусом, глибиною та контекстом застосування. Зарубіжні дослідники, зокрема Brennen & Kreiss трактують діджиталізацію як глобальний феномен реструктуризації суспільного життя [12]. В свою чергу, міжнародні організації (наприклад, European Journal of Economics and Management) наголошують на інтеграції технологій для підвищення гнучкості та інноваційності на макрорівні [13]. Водночас такі підходи часто ігнорують специфіку МСП як особливого суб'єкта господарювання з притаманними йому ресурсними обмеженнями й можливостями.

Вітчизняні дослідження більше концентруються на прикладних аспектах. Так, Зеркіна Л. та Євстаф'єв О. визначають діджиталізацію підприємництва як адаптацію бізнес-процесів до цифрового середовища, а Кузьминський К. підкреслює її еволюційний характер – від автоматизації до системної трансформації бізнес-моделей [14, 15]. Попри практичну цінність, це часто обмежує узагальнення процесів автоматизації, недостатньо висвітлює інституційні умови та стратегічні наслідки цифрових змін.

Отже, зарубіжні та вітчизняні підходи доповнюють один одного, забезпечуючи теоретичний контекст та прикладну спрямованість. Проте жоден із них повною мірою не враховує специфіку МСП: ресурсні обмеження, ринкові

виклики та вимоги цифрової економіки. Така фрагментарність поглядів часто спричинена термінологічною плутаниною між поняттями «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація», що потребує їх чіткого розмежування. Саме тому є доцільним звернути увагу на відмінності між цими поняттями.

Метою статті є систематизація та концептуалізація еволюції наукових підходів до визначення передумов забезпечення діджиталізації малих і середніх підприємств, а також формування інтегрованої концептуальної моделі їх багаторівневого оцінювання в умовах платформно-екосистемної трансформації економіки.

Викладення основного матеріалу. Сучасний етап розвитку економіки характеризується активним впровадженням цифрових технологій, що зумовлює трансформацію форм організації бізнесу, управління та взаємодії економічних агентів. У науковому дискурсі для опису цих процесів використовуються поняття «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація», які нерідко застосовуються як синонімічні, що ускладнює формування єдиного теоретичного підґрунтя досліджень. Для коректного аналізу процесів цифрових змін доцільно чітко розмежувати зазначені поняття (табл. 1).

Оцифрування (digitization) – це технічний процес перетворення аналогових даних у цифрову форму. Воно виступає базовою передумовою подальшої цифровізації, проте само по собі не передбачає трансформації бізнес-логіки, методів управління чи характеру господарської діяльності.

Таблиця 1 – Відмінності між поняттями «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація»

| Термін | Сутність | Об'єкт змін | Приклад |
|--|---|--|--|
| Оцифрування (Digitization) | Перетворення аналогових даних у цифрові формати | Дані та документи | Сканування паперових документів |
| Цифровізація (Digitalization) | Використання цифрових технологій для оптимізації існуючих процесів | Операційні процеси | Впровадження ERP/CRM |
| Цифрова трансформація (Digital Transformation) | Системна зміна бізнес-моделі та способу створення цінності через цифрові технології | Бізнес-моделі, організаційна структура | Перехід до платформної моделі, нові цифрові продукти |

Цифровізація (digitalization) означає використання цифрових технологій для оптимізації існуючих процесів діяльності, підвищення їх ефективності та зниження транзакційних витрат. Цифровізація охоплює впровадження цифрових інструментів для підвищення ефективності, але не змінює основних принципів роботи бізнесу, вона спрямована на підвищення ефективності існуючих процесів шляхом упровадження інформаційних систем, однак не передбачає переосмислення бізнес-моделі.

Цифрова трансформація, навпаки, охоплює стратегічний рівень, змінюючи способи створення вартості, взаємодії з клієнтами та партнерами, а також внутрішню логіку управління. Цифрова трансформація – це стратегічний процес, що переосмислює спосіб створення цінності, внутрішню організацію, взаємодію з клієнтами та екосистемами, і має системні наслідки. Водночас цифрова трансформація (digital transformation) трактується як глибока системна зміна бізнес-моделей, організаційних структур і механізмів створення цінності, що ґрунтується на цифрових технологіях.

На думку авторів, фундаментальним для сучасного наукового дискурсу є переосмислення поняття *діджиталізації*. Її не доцільно інтерпретувати як суто технічний атрибут або локальний процесний феномен. Навпаки, діджиталізація постає як комплексний економіко-організаційний процес, що спричиняє стратегічні трансформації в діяльності підприємств, з особливим акцентом на секторі малого і середнього бізнесу (МСП). У широкому розумінні цей термін інтегрує в собі елементи оцифрування та цифровізації, проте суттєво виходить за їхні межі. Діджиталізація охоплює глибинні інституційні, організаційні та екосистемні аспекти цифрових зрушень, перетворюючи їх на фундамент оновленої бізнес-моделі. Таким чином, поняття «діджиталізація» співвідноситься з поняттям «цифрової трансформації» як системні, парадигмальні зміни у функціонуванні підприємств, а не лише як механічне впровадження окремих технологічних рішень.

Ретроспективний аналіз наукової думки дозволяє виділити складну еволюцію підходів до трактування поняття діджиталізації – від інструментального

сприйняття до системного бачення. Початкові дослідження в цій сфері зосереджувалися переважно на технологічних аспектах. У межах цього підходу діджиталізація розглядалася як процес імплементації інформаційно-комунікаційних технологій, головною метою яких була автоматизація окремих операцій та рутинних бізнес-процесів для зниження витрат. Ключовими передумовами розвитку МСП у цей період вважалися наявність базової технічної інфраструктури, доступність спеціалізованого програмного забезпечення та наявність достатніх фінансових ресурсів для початкових інвестицій в ІТ.

Проте з часом відбулося зміщення акценту з виключно технологічного виміру на організаційно-економічний та управлінський. Діджиталізація почала трактуватися як стратегічний інструмент підвищення конкурентоспроможності МСП. Це вимагало від підприємств гнучкості в адаптації організаційної структури, радикальної зміни застарілих бізнес-моделей, а також цілеспрямованого розвитку цифрових компетенцій персоналу. На цьому етапі передумови діджиталізації доповнюються такими критичними чинниками, як рівень управлінської зрілості, готовність керівництва до організаційних змін та наявність чіткого стратегічного бачення цифрового майбутнього підприємства.

На сучасному етапі наукові підходи дедалі більше ґрунтуються на системному та інституційному баченні. Діджиталізація МСП розглядається як багатогранний процес, що відбувається під перехресним впливом не лише внутрішніх чинників (стратегічного потенціалу, цифрової культури), а й зовнішнього середовища (державної політики, регуляторних механізмів, глобальних цифрових платформ та кластерних структур). Сьогодні ці процеси набувають системного характеру та охоплюють фактично всі ланки господарської діяльності. Під впливом цифрових технологій відбувається фундаментальна трансформація взаємодії між економічними агентами. Водночас важливо підкреслити, що діджиталізація не є уніфікованим шаблоном: вона проявляється специфічно залежно від масштабів конкретного підприємства, його галузевої приналежності, доступності цифрових ресурсів та якості інституційного середовища, у якому воно функціонує.

Для малого і середнього підприємництва проблема цифрового переходу набуває особливої гостроти. МСП, з одного боку, є драйверами економічної динаміки та інноваційного потенціалу країни, а з іншого – постійно стикаються з критичною обмеженістю фінансових, кадрових та технологічних ресурсів. Саме ця суперечність зумовлює необхідність формування унікальних методологічних підходів до дослідження МСП, які мають докорінно відрізнятись від стратегій, що застосовуються великими корпораціями. У сучасних реаліях зростає роль платформного підходу, який дозволяє малим підприємствам компенсувати нестачу власних ресурсів через інтеграцію в цифрові екосистеми та використання спільних інфраструктурних рішень. Діджиталізація тут розглядається не як ізольований шлях окремої фірми, а як її еволюція у ролі елемента ширшої соціально-економічної системи.

Розвиток наукової думки зумовив формування процесного та організаційно-економічного підходів, у межах яких діджиталізація розглядається як інструмент підвищення ефективності бізнес-процесів, оптимізації управлінських рішень та трансформації бізнес-моделей підприємств. Водночас і ці підходи, переважно орієнтовані на індивідуальні можливості підприємства щодо впровадження цифрових технологій, у дослідженні МСП стали неефективними, тому що не враховують критичну залежність малого бізнесу від інституційного середовища та мережевих взаємодій.

Подальша еволюція наукової думки зумовила перехід до інституційного підходу, де фокус змістився на зовнішні «правила гри»: нормативне регулювання та цифрову інфраструктуру. Тут діджиталізація МСП розглядається вже як процес вимушеної адаптації бізнесу до вимог середовища.

Наступним кроком у розширенні аналітичних меж став платформний підхід, який перевів акцент із пасивного пристосування до активної інтеграції МСП у цифрові екосистеми. У його межах діджиталізація постає як мережевий процес подолання ресурсних обмежень через доступ до ресурсів глобальних платформ.

Кульмінацією цього теоретичного генезису став системний підхід, що синтезував внутрішні бізнес-процеси з інституційними та платформними взаємодіями. Це дозволяє досліджувати діджиталізацію МСП як цілісну

багатовекторну трансформацію, де стійкість бізнесу визначається синергією його внутрішнього потенціалу та зовнішньої мережевої ефективності.

Як видно з рис. 1, трансформація наукових поглядів відбувалася через шість основних етапів: від початкового технологічного підходу до процесного та організаційного.



Рисунок 1 – Теоретичний генезис використання наукових підходів у дослідженні діджиталізації МСП.

Аналіз теоретичного генезису використання наукових підходів у дослідженні діджиталізації свідчить, що жоден із зазначених підходів у відриві від інших не здатний повною мірою пояснити феномен діджиталізації МСП. У сучасних умовах малі і середні підприємства дедалі частіше інтегруються в екосистеми, кластери та партнерські мережі. Це дозволяє їм нівелювати ресурсні дефіцити за рахунок колективного доступу до даних, сервісів та хмарної інфраструктури. Таким чином, діджиталізація МСП остаточно набуває інституційного та екосистемного характеру, виходячи далеко за межі внутрішнього контуру окремої компанії.

Узагальнення цих наукових підходів у поєднанні з урахуванням специфіки функціонування малих і середніх підприємств дозволяє сформулювати авторське визначення діджиталізації МСП.

Діджиталізація малого і середнього підприємництва – це системна та інституційно зумовлена багатовекторна трансформація діяльності МСП, що

поєднує технологічні, організаційні та стратегічні зміни у внутрішніх бізнес-процесах підприємства з його інтеграцією у цифрові платформи, екосистеми, кластерні об'єднання та партнерські мережі в межах відповідного інституційного середовища і державної політики, забезпечуючи синергію від залучення спільних інформаційних активів, цифрових сервісів та інфраструктури, підвищення ефективності використання обмежених ресурсів і зміцнення конкурентоспроможності та стійкості бізнесу.

Визначення відрізняється тим, що підкреслює системний характер діджиталізації, а не лише технологічний та, на відміну від існуючих, поєднує технологічний, організаційний, стратегічний і інституційний виміри, що дозволяє використовувати його як методологічну основу для подальшого аналізу передумов, механізмів та інструментів діджиталізації МСП. Такий підхід враховує специфіку МСП як обмежених за ресурсами систем, інтегрує платформний та інституційний підходи та чітко пов'язує діджиталізацію з екосистемами, кластерами і державною політикою та підтверджується аналізом цифровізації МСП у провідних галузях.

Системний погляд на діджиталізацію як складну систему потребує аналізу реального стану сектору МСП. Статистичні дані допомагають зрозуміти сучасні умови розвитку українських підприємств та визначити головні риси середовища, у якому вони функціонують.

Аналіз кількісних показників сектору МСП станом на кінець 2025 року свідчить про докорінну зміну парадигми його розвитку в Україні. Якщо 2024 рік характеризувався екстенсивним зростанням (поява понад 308 тис. нових суб'єктів МСП), то 2025 рік демонструє перехід до складнішої якісної трансформації під впливом посиленого інституційного тиску.

Попри досягнення рекордної загальної кількості у 2,18 млн суб'єктів МСП, наприкінці 2025 року зафіксовано суттєве уповільнення темпів чистого приросту сектора – з 5 % у період 2023–2024 рр. до близько 0,4 % у 2025 році. Припинення діяльності понад 250 тис. підприємницьких структур протягом року свідчить про

масштабне «очищення» ринку від неконкурентоспроможних бізнес-моделей. У таких умовах платформно-екосистемна трансформація виступає не лише як технологічне оновлення, а як стратегічний інструмент збереження стійкості сектору, що охоплює понад 99 % усіх суб'єктів господарювання України та забезпечує близько 80 % робочих місць. Ця тенденція є критично важливою для малих підприємств (з річним доходом до 2 та 10 млн євро відповідно), для яких інтеграція в цифрові екосистеми стає безальтернативним шляхом до оптимізації операційних витрат та виживання у 2026 році.

ІТ-галузь характеризується поверненням до зростання та ІІІ-трансформації. Після періоду стабілізації у 2024–2025 роках, ІТ-сектор у 2026 році очікує позитивні зміни – приріст ринку на рівні 5 % за рік. Частка ІТ у ВВП може повернутися до позначки 4,0–4,2 %. Очікується масове впровадження штучного інтелекту в робочі процеси для підвищення ефективності та компенсації нестачі кадрів.

Галузь машинобудування перебуває у стані структурної перебудови з акцентом на військовий сектор та інтеграцію в ЄС. Головним драйвером виступає оборонне машинобудування. Обсяги виробництва озброєння та техніки зросли в десятки разів, а спроможність комплексу оцінюється у \$35 млрд. З 2026 року держава буде закуповувати техніку лише за умови 30 % рівня локалізації виробництва в Україні, що стимулює розвиток вітчизняних складальних потужностей. Високий попит на обладнання для відновлення енергосистеми та критичної інфраструктури енергомашинобудування та ремонту. Позитивну динаміку показує виробництво сільськогосподарської техніки та холодильного обладнання (експорт останнього зріс на 46 %).

Головні виклики, які будуть у 2026 році: дефіцит кадрів, енергозалежність, логістика та фінансування. Понад 60 % підприємств відчують нестачу кваліфікованої робочої сили через міграцію та мобілізацію. Ризики дефіциту електроенергії залишаються ключовим фактором, що стримує промислове виробництво. Проблемними є страхування воєнних ризиків та доступ до міжнародного капіталу. Діджиталізація МСП в Україні стрімко зростає: 67 %

підприємств використовують цифрові канали продажу, а загальний рівень цифрової зрілості оцінюється близько 40 %. Війна прискорила впровадження хмарних рішень, CRM/ERP-систем та автоматизацію для виживання та масштабування. Основними трендами є кібербезпека, електронний документообіг та аналітика.

Більшість МСП вже мають базову автоматизацію, але прагнуть впровадити CRM-системи (70 % компаній) для покращення роботи з клієнтами. Перехід у формат електронної комерції та дистанційної роботи став критичним фактором стійкості для більшості МСП. Незважаючи на падіння індексу ділової активності (UBI до 36,9 у грудні 2024 року), близько 80 % МСП розширювали бізнес та інвестувати у розвиток у 2025 році, де цифрова трансформація стала пріоритетом. Затверджено “Стратегію цифрової трансформації МСП до 2027 року”, яка фокусується на дерегуляції, інноваційному розвитку та спрощенні доступу до капіталу.

Ключовими напрямками інвестицій для МСП є: CRM/ERP-системи, автоматизація виробництва та логістика, кібербезпека, електронний документообіг. Діджиталізація стала засобом гнучкості та виживання, сприяючи переходу в хмарні сховища. Незважаючи на успіхи, діджиталізація залишається нерівномірною, а багато МСП все ще зосереджені в секторах з низькою доданою вартістю, що потребує подальшого розвитку технічних спроможностей. Основні виклики та бар’єри – фінансові обмеження та кадровий голод. 64 % бізнесів стикалися з тимчасовою зупинкою або закриттям через економічні виклики війни, що обмежує бюджет на автоматизацію. Існує потреба в адаптації людського капіталу та розвитку цифрових навичок у працівників.

Як слідує з наведеної статистики, малі та середні підприємства відіграють ключову роль у формуванні цифрової економіки, забезпечуючи гнучкість, інноваційність та швидку адаптацію до змін ринкового середовища. Водночас МСП є ресурсно обмеженими економічними системами, що ускладнює реалізацію повноцінних цифрових трансформацій на індивідуальній основі.

З огляду на зазначене, виникає необхідність комплексного переосмислення сутності діджиталізації МСП та узагальнення трансформації наукових підходів до її дослідження. Це дозволяє обґрунтувати доцільність поєднання системного, інституційного та платформеного підходів, що створює теоретико-методологічну основу для подальшого аналізу.

Для реалізації цього завдання авторами запропонована еволюційна періодизація наукових підходів, яка базується на поділі процесу на послідовні етапи. Вона дозволяє систематизувати зміну домінуючих парадигм, ключових передумов та рівнів складності трактування діджиталізації МСП у різні часові проміжки (табл. 2). Такий підхід фокусує увагу не на самому технічному прогресі, а на тому, як еволюціонували уявлення науковців про фундамент та механізми діджиталізації.

Представлена в табл. 2 систематизація підтверджує кумулятивний характер еволюції наукових підходів: кожен наступний етап не заперечує здобутки попереднього, а інтегрує та розширює їх, поглиблюючи рівень аналізу. Особливого значення набуває динаміка ключових передумов та подолання обмежень попередніх підходів.

Таблиця 2 – Еволюція наукових підходів та ключових передумов процесів діджиталізації МСП.

| Етап | Часовий період | Домінуюча парадигма | Розуміння діджиталізації | Ключові передумови | Обмеження підходу |
|----------------------------------|----------------|-----------------------------|---|---|--|
| I. Технологічно-інфраструктурний | 1990–2005 | Технологічний детермінізм | Впровадження ІКТ та автоматизація операцій | Наявність комп'ютерної техніки; доступ до Інтернету; базове ПЗ | Ігнорування організаційних ресурсних та інституційних факторів |
| II. Ресурсно-компетентнісний | 2005–2012 | Ресурсна теорія фірми | Освоєння цифрових технологій залежить від внутрішніх ресурсів | Фінансові ресурси; ІТ-компетенції; людський капітал; інноваційна культура | Діджиталізація розглядається як внутрішній процес підприємства |
| III. Організаційно-управлінський | 2012–2016 | Теорія організацій-них змін | Трансформація бізнес-процесів і бізнес-моделей | Готовність менеджменту; цифрова стратегія; реінжиніринг процесів | Недостатня увага до зовнішнього середовища |

| Етап | Часовий період | Домінуюча парадигма | Розуміння діджиталізації | Ключові передумови | Обмеження підходу |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|--|---|--|
| IV. Інституційний | 2016–2020 | Інституційна економіка | Діджиталізація як функція якості середовища | Державна політика; регуляторна база; цифрова інфраструктура; програми підтримки | Недостатня інтеграція платформного виміру |
| V. Платформно-екосистемний | 2020 – дотепер | Екосистемна та платформна теорія | Інтеграція МСП у цифрові екосистеми створення вартості | Доступ до цифрових платформ; мережеві ефекти; інтеграція даних; кластерна взаємодія | Потребує комплексного багаторівневого управління |

Зокрема, спостерігається перехід від вузького «технологічного детермінізму» до розуміння необхідності колективних та надіндивідуальних форм діджиталізації. Таким чином, генезис наукової думки демонструє трансформацію від фрагментарного сприйняття цифрових інструментів до цілісної концепції забезпечення цифрової спроможності МСП, що потребує діагностики відповідності їхньої поточної структури сучасним вимогам (табл. 3).

Таблиця 3 – Сучасний стан характерних елементів організаційно-економічної структури МСП для здійснення діджиталізації.

| Елемент організаційно-економічної структури | Сучасний стан у МСП | Вимоги для здійснення діджиталізації | Сутність невідповідності |
|---|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Бізнес-процеси | Фрагментарні, слабо формалізовані, орієнтовані на ручне виконання та особистий досвід виконавців | Формалізовані, алгоритмізовані, вимірювані, з визначеними входами/виходами та власниками процесів | Процеси не придатні для автоматизації та інтеграції в цифрові системи |
| Організаційна структура | Функціональна ієрархічна модель з домінуванням вертикального управління | Процесно-орієнтована, гібридна структура з горизонтальними зв'язками | Структура блокує наскрізні цифрові процеси і уповільнює управлінські рішення |

Закінчення таблиці 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|--|--|
| Розподіл функцій і відповідальності | Нечіткий, часто дублюється між підрозділами | Чітке визначення ролей, відповідальності та повноважень у межах процесів | Неможливість автоматизованого контролю та оцінки результатів |
| Регламенти діяльності | Переважно текстові, застарілі, не пов'язані з ІТ-системами | Структуровані, формалізовані, інтегровані в цифрові платформи | Регламенти не можуть бути використані як основа для цифрового управління |
| Координація підрозділів | Ручна координація (наради, дзвінки, месенджери), залежна від особистих контактів | Автоматизована координація через цифрові платформи та workflow | Високі транзакційні витрати та затримки у прийнятті рішень |
| Інформаційні потоки | Розрізнені, дублюються, відсутнє єдине джерело даних | Єдиний інформаційний простір і централізоване управління даними | Дані не можуть бути використані для аналітики і підтримки рішень |
| Система управлінських рішень | Рішення приймаються інтуїтивно, з мінімальним використанням аналітики | Підтримка рішень на основі даних і цифрових моделей | Низька якість управлінських рішень та обмежена прогнозованість |

Як видно з табл. 3, майже всі елементи організаційно-економічної структури сучасних МСП не відповідають вимогам для здійснення діджиталізації. Так, наприклад, бізнес-процеси фрагментарні, слабо формалізовані, орієнтовані на ручне виконання та особистий досвід виконавців. Це робить їх не придатними для автоматизації та інтеграції в цифрові системи. Організаційна структура блокує наскрізні цифрові процеси і уповільнює управлінські рішення. Розподіл функцій і відповідальності не забезпечує можливість автоматизованого контролю та оцінки результатів. Регламенти не можуть бути використані як основа для цифрового управління. Дані інформаційних потоків не можуть бути використані для аналітики і підтримки рішень. Низька якість управлінських рішень та обмежена прогнозованість, неможливість оцінки економічного ефекту в реальному часі, цифрова трансформація не підтримується людським капіталом, обмежена масштабованість та низька конкурентоспроможність МСП. Це обумовлює доцільність використання цифрових платформ, кластерних моделей та

механізмів державної підтримки як ключових передумов цифрової трансформації МСП.

Діджиталізація за своєю суттю передбачає системне впровадження новітніх цифрових технологій у стратегічну та операційну діяльність підприємств, а також у функціонування сучасного суспільства в цілому. Часто визначення нагадують перехід від традиційних форм діяльності до цифрових, наприклад, через переведення процесів у цифровий формат. Діджиталізація трактується як трансформація, яка може впливати як на управління, так і на взаємодію між агентами економіки. Такий підхід, по-перше, відрізняється системністю. Це підкреслює, що діджиталізація – не лише окремі цифрові інструменти, а цілий процес організаційно-економічної трансформації. По-друге, інституційним підходом, що передбачає вплив зовнішніх чинників (політика, підтримка, екосистеми), тоді як традиційні визначення фокусуються на внутрішній оптимізації бізнес-процесів. По-третє, платформна орієнтація, яка підкреслює роль цифрових платформ та data-driven управління, що є більш актуальним для сучасних МСП у цифровій економіці. Нарешті, запропонована дефініція прямо пов'язує діджиталізацію з ефективністю, адаптивністю, конкурентоспроможністю і екосистемною інтеграцією, а не лише з автоматизацією, що є метою підприємницької діяльності (рис. 2).

Рис. 2 відображає концептуальну модель багаторівневого оцінювання передумов діджиталізації малих і середніх підприємств (МСП) у контексті еволюції наукових підходів. Основна ідея моделі полягає у демонстрації поступового розвитку наукового мислення від вузького технологічного трактування передумов до інтегрованої багаторівневої системної концепції, яка поєднує внутрішні ресурси та компетенції підприємства з зовнішнім інституційним і екосистемним середовищем. Центральне ядро цієї концептуальної моделі демонструє обов'язкові фактори діджиталізації підприємств МСП. Периферія навколо ядра формує підсилюючі фактори. Стрілки між етапами ілюструють спадковість та нарощування складності. Отже,

запропонована багаторівнева модель узагальнює історичний розвиток передумов діджиталізації та перетворює її у практичний інструмент оцінки для МСП.

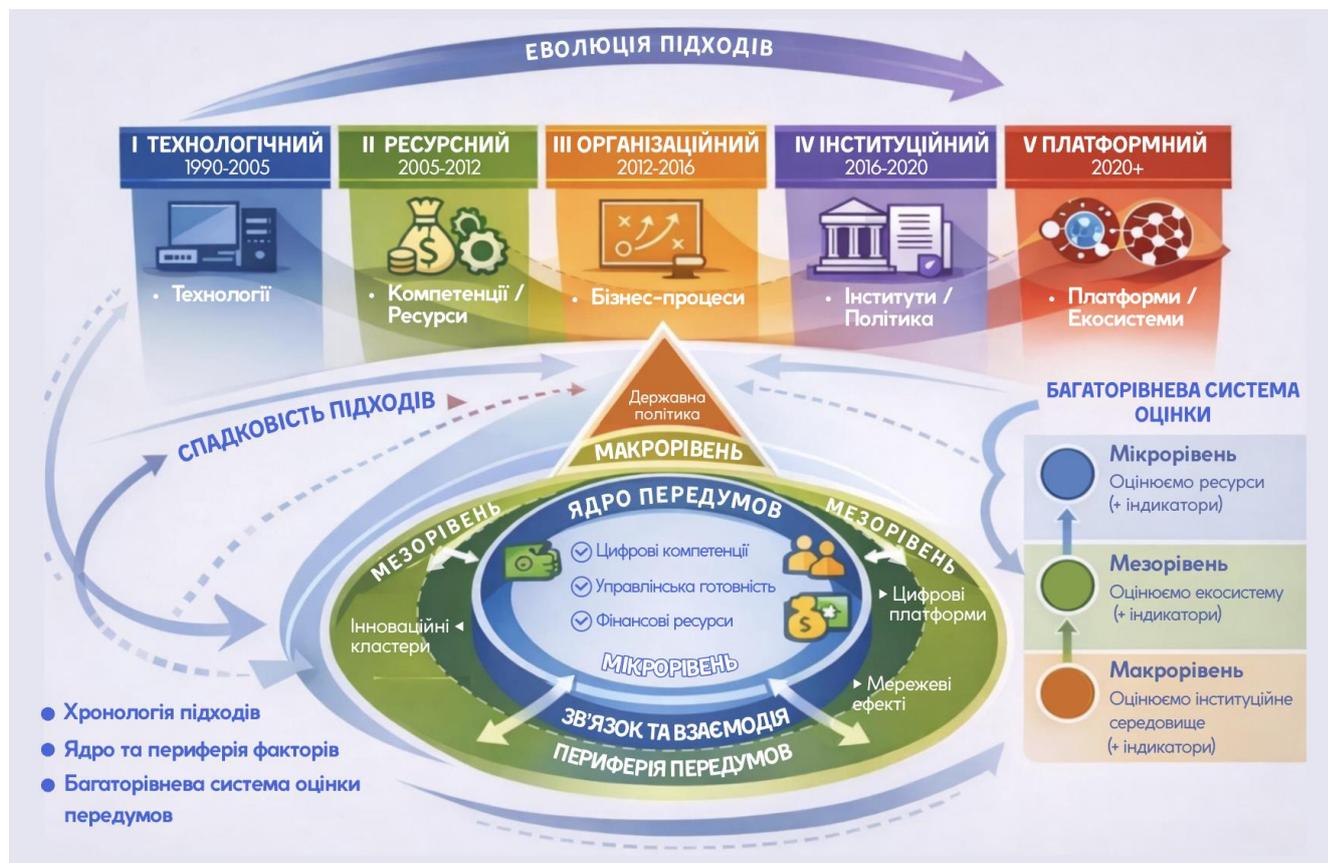


Рисунок 2 – Концептуальна модель багаторівневого оцінювання передумов діджиталізації МСП у контексті еволюції наукових підходів. Розроблено авторами.

Горизонтальна шкала у верхній частині рисунка ілюструє еволюційні етапи наукових підходів до визначення передумов діджиталізації МСП. Вона включає п'ять послідовних блоків: технологічний (1990–2005), ресурсно-компетентнісний (2005–2012), організаційний (2012–2016), інституційний (2016–2020) та платформно-екосистемний (2020–теперішній час). Кожен блок відзначено власним кольором і символізує ключові фактори, які домінували на відповідному етапі. Стрілка, що простягається над блоками, підкреслює логіку спадковості підходів, показуючи, що кожен наступний етап інтегрує фактори попередніх, розширюючи аналіз від вузького технічного до системного рівня.

У центрі моделі розташовано ядро передумов, яке відображає обов'язкові фактори для ефективної діджиталізації МСП. До ядра входять цифрові компетенції, управлінська готовність підприємства та фінансові ресурси. Ці

елементи формують стрижень моделі і є незамінними для ініціації процесів цифрової трансформації. Ядро оточене периферією передумов, яка структурується за рівнями впливу. На мезорівні вона представлена цифровими платформами, мережевими ефектами та інноваційними кластерами, а на макрорівні – інституційним середовищем, ринковими стимулами та державною політикою. Така периферія підсилює ефект ядра, формуючи мультиплікативний ефект і сприяючи стратегічній інтеграції МСП у цифрове середовище.

У оцінюванні передумов діджиталізації МСП поняття «ядро» та «периферія» дозволяє диференціювати фактори за рівнем критичності та впливу на цифрову трансформацію. Ядро передумов включає обов'язкові елементи, без яких процес діджиталізації не може відбутися. Це, зокрема, цифрові компетенції персоналу, управлінська готовність підприємства та фінансова спроможність. Водночас периферія охоплює підсилюючі фактори, які сприяють ефективності та стійкості процесу, але не є абсолютно необхідними на стартовому етапі. До периферії відносяться інституційна підтримка, участь у цифрових платформах та екосистемах, мережеві ефекти та ринкові стимули. Такий поділ дозволяє чітко ідентифікувати ключові передумови цифрової трансформації та виявити додаткові фактори, що підсилюють ефект і забезпечують інтеграцію підприємства в екосистему. Це дозволяє формувати повну концептуальну модель, де ядро гарантує базову ефективність, а периферія забезпечує комплексність та адаптивність оцінки. Ця модель наочно демонструє, що обов'язкові фактори разом з підсилюючими факторами представляє цілісну і системну методологічну базу для аналізу готовності МСП до діджиталізації.

Таким чином, запропонована модель забезпечує цілісний і водночас гнучкий інструмент оцінювання передумов діджиталізації МСП. Вона відображає історичний розвиток наукових підходів, інтегрує обов'язкові та підсилюючі фактори, демонструє їх взаємозв'язки та рівневу ієрархію. Ця модель може слугувати методологічною основою для проведення емпіричних досліджень, аналізу готовності підприємств до цифрової трансформації та розробки стратегічних рекомендацій щодо підвищення ефективності їх інтеграції в цифрові екосистеми.

Еволюція підходів до діджиталізації підприємств відображає поступовий перехід від інструментального до системного бачення цього процесу. На першому етапі діджиталізація трактувалася переважно як автоматизація окремих функцій, що не змінювало сутності управління підприємством. Другий етап пов'язаний із поширенням процесного підходу, де цифрові технології використовувалися для підвищення ефективності бізнес-процесів, однак без трансформації бізнес-моделі.

Подальший розвиток зумовив усвідомлення діджиталізації як управлінського феномену, що змінює організаційні структури та механізми прийняття рішень. Стратегічний підхід акцентував увагу на довгострокових конкурентних перевагах, проте виявив обмеження для МСП через високу вартість та складність впровадження.

Сучасний етап характеризується формуванням платформного та системно-інституційного підходів, у межах яких діджиталізація розглядається не як ізольований процес окремого підприємства, а як взаємодія МСП з цифровими платформами, інституційним середовищем, кластерами та державними механізмами підтримки. Реалізація цих програм залежить від наявності компонентів цифрової спроможності, які, у свою чергу, визначають результативність процесів діджиталізації та досягнення економічного ефекту. Саме цей підхід найбільш адекватно відображає специфіку МСП як ресурсно обмежених економічних систем (табл. 4).

Таблиця 4 – Структуризація цифрової спроможності підприємств МСП.
Розроблено авторами.

| Компонент цифрової спроможності | Економічний зміст | Роль у діджиталізації | Приклади індикаторів |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Ресурсна | Наявність цифрових ресурсів | Можливість | ІТ-витрати, інфраструктура |
| Кадрово-компетентнісна | Цифрові навички персоналу | Ефективність | Навчання, цифрові ролі |
| Процесна | Інтеграція технологій у процеси | Глибина | ERP, CRM, автоматизація |
| Управлінська | Data-driven управління | Результативність | Стратегія, аналітика |
| Інституційна | Вбудованість у цифрове середовище | Масштабування | Платформи, кластери |
| Інноваційна | Здатність до розвитку | Стійкість | AI, швидкість адаптації |

Структуризація цифрової спроможності підприємств МСП дозволяє розглядати її як багатовимірну економічну категорію, в межах якої кожен компонент формує окремий механізм впливу на економічну доцільність, результативність та стійкість процесів діджиталізації. Багаторівнева структура оцінки передумов діджиталізації МСП реалізується через рівні мікро, мезо та макро, що робить аналіз універсальним і практичним.

Мікрорівень охоплює безпосередньо підприємство: внутрішні ресурси, компетенції, готовність персоналу та наявність технологій. Мезорівень розглядає контекст галузі або кластеру: цифрові екосистеми, мережеві взаємодії між підприємствами, спільні інфраструктури. Макрорівень включає державні та інституційні фактори: регуляторне середовище, державну підтримку, стандарти та програми стимулювання цифровізації. Такий підхід дозволяє врахувати всі рівні впливу, від внутрішніх можливостей підприємства до зовнішніх структур та забезпечити практичну застосовність методології для різних типів МСП та різних контекстів. Він також дає можливість виявити точки взаємодії між рівнями, що є критичними для комплексного управління процесами цифрової трансформації. У результаті багаторівневий підхід забезпечує системну оцінку, дозволяє порівнювати підприємства між собою та в межах екосистем, а також сприяє виробленню стратегічних рекомендацій для підвищення ефективності діджиталізації.

Висновки

1. Малі та середні підприємства становлять ключовий сегмент економіки як у розвинених країнах, так і в Україні. Вони забезпечують значну частку зайнятості населення, формують базу інноваційної діяльності та гнучко реагують на ринкові зміни. У цифровій економіці МСП відіграють роль агентів інновацій та адаптації, потенційно швидше впроваджують цифрові рішення і експериментують із новими моделями бізнесу. Водночас МСП мають обмежені ресурси, що ускладнює інвестиції у дорогі цифрові рішення, змушує їх звертати увагу на партнерські моделі, платформні сервіси та екосистемну взаємодію. У сучасних умовах саме МСП стають хребтом цифрової економіки, формуючи адаптивну мережу

підприємницької активності, що здатна швидко реагувати на вимоги цифрового ринку, створювати нові продукти та сервіси, а також інтегруватися в цифрові платформи.

2. У результаті аналізу еволюції наукових підходів встановлено, що трактування поняття діджиталізації МСП зазнало суттєвої трансформації – від вузького технологічного розуміння до комплексного системно-інституційного підходу. Доведено, що обмеженість фінансових, кадрових та організаційних ресурсів МСП робить неможливою ефективну індивідуальну діджиталізацію без залучення зовнішніх механізмів підтримки, зокрема державних інституцій, цифрових платформ та кластерних об'єднань.

3. Запропоноване авторське визначення діджиталізації МСП, яке розкриває її як системну трансформацію, що поєднує внутрішні зміни з інтеграцією в цифрові екосистеми. Новизна підходу полягає у синтезі технологічного, стратегічного та інституційного вимірів з урахуванням ресурсних обмежень бізнесу. Це створює методологічну базу для подальшого аналізу механізмів зміцнення стійкості та конкурентоспроможності підприємств в умовах платформної трансформації економіки України.

4. Розроблена концептуальна модель багаторівневого оцінювання передумов діджиталізації МСП, яка на основі узагальнення еволюції, пропонує системний перехід від технологічного до платформно-екосистемного підходу. Структурування передумов за принципом «ядро–периферія» дозволяє диференціювати критичні внутрішні ресурси та зовнішні інституційні чинники впливу. Це створює цілісну методологічну базу для оцінки цифрової готовності малих і середніх підприємств та формування стратегій їхньої ефективної інтеграції у глобальні цифрові платформи та мережі.

Результати дослідження створюють теоретичне підґрунтя для подальшої розробки методології оцінювання передумов діджиталізації МСП та формування механізмів державної і інституційної підтримки процесів цифрової трансформації малого і середнього бізнесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Petropoulou A. et al. Digital transformation in SMEs: Pre- and post-COVID-19 era. *Sustainability*, 2024. Vol. 16. № 23. 10536. DOI: <https://doi.org/10.3390/su162310536>
2. Digital transformation in SMEs: Understanding its determinants. *Technology in Society*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.102483>
3. Evolution of DT in SMEs management. *Technological Forecasting and Social Change*, 2024. Vol. 199. 123014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123014>
4. Digitalization as driver of European SMEs' performance. *Finance Research Letters*, 2024. Vol. 67(A). 105848. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105848>
5. Romero I., Mammadov H. Digital transformation of SMEs as an innovation process. *Journal of the Knowledge Economy*, 2024. Vol. 16. P. 8496–8523. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02217-z>
6. Mick M. M. A. P. et al. Sustainable digital transformation roadmaps for SMEs. *Sustainability*, 2024. Vol. 16. № 19. 8551. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16198551>
7. Sagala G. H., Öri D. Toward SMEs digital transformation success. *Information Systems and e-Business Management*, 2024. Vol. 22. P. 667–719. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10257-024-00682-2>
8. Martínez-Peláez R. et al. Sustainable digital transformation for SMEs. *Sustainability*, 2024. Vol. 16, № 11. 4447. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16114447>
9. Підвищення стійкості шляхом прискорення цифрової трансформації бізнесу в Україні. OECD Publishing, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1787/5d9e86a7-uk>
10. Matt C., Hess T., Benlian A. Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 2015. Vol. 57. № 5. P. 339–343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
11. Ochoa-Brust A. Sustainable digital transformation for SMEs: A comprehensive framework for informed decision-making. *Sustainability*, 2024. Vol. 16. № 11. 4447. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16114447>
12. Brennen S., Kreiss D. Digitalization versus Digitization, 2016. URL: <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/230448>
13. Digitalization of Social and Economic Activities. *European Journal of Economics and Management*, 2022. URL: https://eujem.cz/wp-content/uploads/2022/eujem_2022_8_6/03.pdf
14. Зеркіна Л., Євстаф'єв О. Діджиталізація підприємства: сучасні виклики та можливості. *Економіка та суспільство*, 2024. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4131>
15. Кузьминський К. Еволюція діджиталізації бізнес-моделей в умовах глобальних трансформацій. *Репозитарій НТУ «ХП»*, 2025. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/beda7c5b-4f8e-45a6-ad0f-84faf0374065>
16. Уряд схвалив Стратегію розвитку малого та середнього бізнесу до 2027 року та операційний план заходів на 2024-2027 роки. *Міністерство економіки України*. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=161fb74b-c8ad-4cc5-b7ed-645962eb2e28>

REFERENCIS:

1. Petropoulou A. et al. (2024). Digital transformation in SMEs: Pre- and post-COVID-19 era... *Sustainability*, 16(23), 10536. URL: <https://doi.org/10.3390/su162310536>
2. Digital transformation in SMEs: Understanding its determinants... (*Technology in Society*, 2024). URL: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.102483>
3. Evolution of DT in SMEs management (2024). *Technological Forecasting and Social Change* 199, 123014 URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123014>
4. Digitalization as driver of European SMEs' performance (2024). *Finance Research Letters*, 67(A), 105848. URL: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105848>
5. Romero I., Mammadov H. (2024). Digital transformation of SMEs as an innovation process... *J. of the Knowledge Economy*, 16, 8496–8523. URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02217-z>

6. Mick M. M. A. P. et al. (2024). Sustainable digital transformation roadmaps for SMEs... Sustainability, 16(19), 8551. URL: <https://doi.org/10.3390/su16198551>
7. Sagala G. H., Öri D. (2024). Toward SMEs digital transformation success... Information Systems and e-Business Management, 22, 667–719. URL: <https://doi.org/10.1007/s10257-024-00682-2>
8. Martínez-Peláez R. et al. (2024). Sustainable digital transformation for SMEs... Sustainability, 16(11), 4447. URL: <https://doi.org/10.3390/su16114447>
9. OECD. (2024). Pidvyshchennia stiikosti shliakhom pryskorennia tsyfrovoy transformatsii biznesu v Ukraini. OECD Publishing. URL: <https://doi.org/10.1787/5d9e86a7-uk>
10. Matt C., Hess T., Benlian A. (2015). Digital transformation strategies. Business & Information Systems Engineering, 57(5), 339–343. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
11. Ochoa-Brust A. (2024). Sustainable digital transformation for SMEs: A comprehensive framework for informed decision-making. Sustainability, 16(11), 4447. <https://doi.org/10.3390/su16114447>
12. Brennen S., Kreiss D. Digitalization versus Digitization, 2016. URL: <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/230448>
13. European Journal of Economics and Management (2022). Digitalization of Social and Economic Activities. URL: https://eujem.cz/wp-content/uploads/2022/eujem_2022_8_6/03.pdf
14. Zerkina L., Yevstafiev O. (2024). Didzhitalizatsiia pidpriemnytstva... URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4131>
15. Kuzmynskyi K. Evoliutsiia didzhitalizatsii biznes-modelei v umovakh hlobalnykh transformatsii. Repozytarii NTU «KhPI», 2025. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/beda7c5b-4f8e-45a6-ad0f-84faf0374065>
16. Uriad skhvalyv Stratehiiu rozvytku maloho ta serednoho biznesu do 2027 roku ta operatsiinyi plan zakhodiv na 2024-2027 roky. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=161fb74b-c8ad-4cc5-b7ed-645962eb2e28>

Стаття надійшла до редакції: 18.10.2025; рецензування: 22.10.2025;

прийнята до публікації 05.11.2025. Автори прочитали и дали згоду рукопису.

The article was submitted on 18.10.2025; revised on 22.10.2025; and accepted for publication on 05.11.2025. The authors read and approved the final version of the manuscript.