

УДК 658:004.9:621.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/СМІ/2026-19-26>

Подборнов В.Ю.

аспірант,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6723-1959>

ІНСТРУМЕНТИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

У статті досліджено сучасні інструменти цифрової трансформації електротехнічних підприємств в умовах постіндустріальної економіки. Розглянуто сучасні тенденції цифровізації промислового сектору та визначено особливості цифрової трансформації електротехнічних підприємств. Обґрунтовано, що цифрова трансформація має передбачати перехід від автоматизації окремих операцій до формування інтегрованого цифрового середовища, яке охоплює виробничі, управлінські, логістичні та інформаційно-аналітичні процеси. Систематизовано основні інструменти цифрової трансформації. Визначено основні напрями їх застосування та очікувані результати впровадження на електротехнічних підприємствах. Обґрунтовано необхідність комплексної інтеграції цифрових інструментів відповідно до рівня цифрової зрілості та стратегічних цілей підприємства. Встановлено, що комплексна цифрова трансформація створює передумови для підвищення продуктивності, скорочення виробничих витрат і простоїв, підвищення енергоефективності, якості управлінських рішень та конкурентоспроможності електротехнічних підприємств.

Ключові слова: цифрова трансформація, електротехнічні підприємства, постіндустріальна економіка, цифрові технології, Industry 4.0, промисловий Інтернет речей, штучний інтелект, цифровий двійник, Big Data.

Podbornov Viacheslav

Taras Shevchenko National University of Kyiv

TOOLS FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF ELECTRICAL ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF A POST-INDUSTRIAL ECONOMY

The article examines modern tools for the digital transformation of electrical engineering enterprises in the context of the emerging post-industrial economy and the development of the Industry 4.0 and Industry 5.0 concepts. Current trends in the digitalization of the industrial sector are reviewed, and the specific characteristics of digital transformation in electrical engineering enterprises are identified, including increasing product complexity and stringent quality and reliability requirements. It is argued that digital transformation involves a transition from the fragmented automation of individual operations to the creation of an integrated digital environment encompassing production, management, logistics, and information and analytical processes. The principal digital transformation tools used by electrical engineering enterprises are systematized according to their functional areas of application. These tools include CAD/CAE/CAM systems, PLM, ERP, MRP, MES, SCADA, the Industrial Internet of Things, Big Data technologies, Business Intelligence, artificial intelligence and machine learning, digital twins, predictive maintenance, energy management systems, SCM, CRM, and cybersecurity solutions. Their applications in product design, production and resource management, equipment maintenance, energy management, logistics, customer relationship management, and managerial decision-making are examined. The study substantiates the need for the comprehensive integration of digital tools, taking into account an enterprise's level of digital maturity, technological characteristics, financial capacity, and strategic objectives. A sequential model of digital transformation is proposed, encompassing the digitalization of information, automation of business processes, integration of production and management systems, data accumulation and analysis, the intelligentization of management, and the development of a digital business model. The findings indicate that the comprehensive application of digital tools contributes to higher productivity and production flexibility, shorter production cycles, lower costs and equipment downtime, reduced defect rates, improved energy efficiency, optimized logistics processes, and more effective managerial decision-making. Systemic digital transformation enables electrical engineering enterprises to adopt a data-driven management model and enhances their innovativeness, adaptability, and competitiveness in the post-industrial economy.

Keywords: digital transformation, electrical enterprises, post-industrial economy, digital technologies, Industry 4.0, industrial Internet of Things, artificial intelligence, digital twin, Big Data.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується поглибленням процесів цифровізації, зростанням ролі інформації, знань та інновацій, трансформацією традиційних моделей виробництва і переходом до економічних систем, у яких визначальним фактором конкурентоспроможності стає здатність підприємств ефективно використовувати дані та цифрові технології. У постіндустріальній економіці цифровізація перестає бути

лише допоміжним напрямом автоматизації окремих бізнес-процесів, а набуває характеру комплексної трансформації підприємства, яка охоплює виробництво, управління, логістику, взаємодію з постачальниками та споживачами, управління персоналом, інноваційну діяльність та формування нових бізнес-моделей.

Особливо актуальними зазначені процеси є для промислових підприємств, діяльність яких традиційно характеризується високою капіталомісткістю, склад-

ністю виробничих систем, значною кількістю технологічних операцій та необхідністю постійного контролю якості продукції. Для електротехнічних підприємств цифрова трансформація має особливе значення, що зумовлено специфікою їхньої діяльності. Виробництво електротехнічної продукції передбачає проектування складних виробів, використання високотехнологічного обладнання, забезпечення точності технологічних операцій, контроль значної кількості технічних параметрів, управління матеріальними та енергетичними ресурсами, а також дотримання підвищених вимог до надійності та якості продукції. За таких умов використання традиційних підходів до організації виробництва та управління дедалі меншою мірою відповідає вимогам конкурентного середовища.

Тому на сучасному етапі розвитку економіки актуальним науковим завданням стає систематизація інструментів цифрової трансформації електротехнічних підприємств та обґрунтування їх ролі у підвищенні ефективності, гнучкості, інноваційності та стійкості цих підприємств в умовах постіндустріальної економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифрової трансформації підприємств посідає вагоме місце в сучасних економічних дослідженнях, що зумовлено стрімким поширенням цифрових технологій, формуванням концепцій Industry 4.0 та Industry 5.0, переходом до інтелектуального виробництва та посиленням ролі даних у прийнятті управлінських рішень. У науковій літературі цифрова трансформація розглядається не лише як процес упровадження окремих інформаційних технологій, а як комплексна перебудова виробничих, організаційних та управлінських процесів підприємства, що передбачає зміну способів створення вартості, взаємодії з контрагентами та формування конкурентних переваг.

Серед українських науковців найбільш наближеними до проблематики даного дослідження є напрацювання В.В. Дергачової та Я.О. Колешні, які досліджують цифрову трансформацію промислових підприємств як комплексний процес зміни бізнес-моделі та корпоративного мислення [1].

Організаційно-економічний аспект цифрової трансформації промислових підприємств ґрунтовно представлений у дослідженні О. Попело та О. Самойловича [2]. Науковці запропонували організаційно-економічний механізм цифрової трансформації промислових підприємств, у структурі якого виділили три взаємопов'язані групи інструментів: інструменти управління, фінансування та технічної підтримки. Вагомий внесок у дослідження цифрової трансформації промислових підприємств зробили К.О. Бояринова та А.О. Саченко [3]. У їхніх працях увагу зосереджено на домінантах цифрової трансформації економічної діяльності промислових підприємств, зокрема цифровізації виробничих та управлінських процесів, використанні предиктивної аналітики, цифрових технологій проектування, управління життєвим циклом продукції, логістичними процесами та запасами. Важливим положенням такого підходу є розуміння цифрової трансформації як процесу, що охоплює не окрему функціональну сферу підприємства, а всю систему його економічної діяльності.

Проблеми готовності української промисловості до переходу на принципи Industry 4.0 досліджує О. Кушніренко [4]. Увага авторки зосереджена на наяв-

них технологічних та інституційних обмеженнях цифрової модернізації промисловості, інноваційній активності підприємств, стані науково-дослідної бази та необхідності формування відповідної державної промислової політики.

У працях українських науковців також набуває розвитку методичний напрям дослідження цифровізації, пов'язаний з оцінюванням рівня цифрової трансформації та цифрової зрілості промислових підприємств. Зокрема, С. Хіміч систематизує методичні підходи до оцінювання цифрової трансформації підприємств [5]. Такий напрям має принципове значення, оскільки ефективність використання конкретних цифрових інструментів залежить від вихідного рівня технологічної та організаційної готовності підприємства до їх інтеграції.

Суттєвий науковий доробок щодо цифрової трансформації промислового виробництва представлений і в зарубіжній літературі. Одним із актуальних напрямів є дослідження взаємозв'язку між характеристиками підприємства та глибиною його цифрової трансформації. С.-Н. Wu, С.-W. Chou, С.-F. Chien та Y.-S. Lin на основі обстеження 139 виробничих підприємств запропонували виділяти п'ять рівнів цифрової трансформації залежно від цифрової готовності та здатності підприємства використовувати дані [6].

Окремий напрям зарубіжних досліджень становить використання штучного інтелекту у виробничій діяльності. R. X. Gao, J. Krüger, M. Merklein, H.-C. Möhring та J. Váncza систематизували сучасні сфери застосування технологій штучного інтелекту у виробництві [7].

Значна увага в сучасних дослідженнях також приділяється технології цифрових двійників. M. Soori, B. Arezoo та R. Dastres розглядають Digital Twin як один із перспективних інструментів розвитку інтелектуального виробництва. Використання цифрового представлення фізичних об'єктів і процесів дає можливість здійснювати моніторинг їх функціонування, моделювати виробничі сценарії, прогнозувати технічний стан обладнання, виявляти потенційні проблеми, оптимізувати виробничі процеси та скорочувати простой [8].

Важливим напрямом розвитку наукових підходів до цифровізації промисловості є поступовий перехід від концепції Industry 4.0 до Industry 5.0. M. Breque, L. De Nul та A. Petridis наголошують на необхідності поєднання технологічної модернізації промисловості з принципами людиноцентричності, сталості та стійкості [9]. У такому контексті цифрові технології розглядаються не тільки як засіб підвищення продуктивності, а як інструмент формування більш адаптивних виробничих систем, раціонального використання ресурсів та підвищення здатності підприємств протистояти зовнішнім шокам.

Водночас аналіз наукових напрацювань показує, що, незважаючи на наявність досліджень, безпосередньо присвячених цифровій трансформації електротехнічних підприємств, недостатньо систематизованими залишаються інструменти її практичної реалізації з урахуванням функціональних сфер діяльності підприємства. Потребують подальшого дослідження можливості комплексного поєднання технологій промислового Інтернету речей, штучного інтелекту, Big Data, хмарних технологій, цифрових двійників, ERP-, MES-, PLM- та CRM-систем, роботизації й цифрової аналі-

тики в єдиній системі управління електротехнічним підприємством.

Метою статті є дослідження та систематизація сучасних інструментів цифрової трансформації електротехнічних підприємств в умовах постіндустріальної економіки, визначення особливостей і напрямів їх застосування у ключових бізнес-процесах, а також обґрунтування комплексного підходу до їх використання для підвищення ефективності, конкурентоспроможності, інноваційності та адаптивності підприємств до змін зовнішнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Становлення постіндустріальної економіки супроводжується фундаментальними змінами у способах організації виробництва, характері використання ресурсів та механізмах створення доданої вартості. Якщо для індустріальної моделі визначальними чинниками розвитку підприємств були виробничі потужності, матеріальні ресурси та масштаби виробництва, то у сучасних умовах дедалі більшого значення набувають інформація, дані, знання, інновації та здатність підприємства швидко інтегрувати цифрові технології у виробничі й управлінські процеси.

Ця тенденція безпосередньо стосується й промислового сектору. За даними UNIDO, світове виробництво в обробній промисловості у 2024 р. збільшилося на 2,9%, причому одним із важливих чинників структурних змін у промисловості стають інновації, автоматизація та поширення технологій штучного інтелекту [10].

На сьогоднішній день цифровізація переходить від використання відносно традиційних інформаційних технологій до впровадження складніших інтелектуальних систем. За даними Європейської Комісії, у 2026 р. 46,7% підприємств ЄС використовували хмарні обчислення, 39,9% – аналітику даних, а майже 20% – технології штучного інтелекту. Водночас стратегічною метою ЄС залишається досягнення до 2030 р. рівня не менше

75% підприємств, які використовують хмарні технології, ШІ або аналітику даних. Це означає, що цифрова трансформація підприємницького сектору залишається незавершеним процесом та потребує подальшого нарощування інвестицій у цифрову інфраструктуру, технології та компетентності персоналу [11; 12].

Для України цифрова трансформація промисловості має не менше значення, особливо в умовах необхідності технологічної модернізації виробництва, повоєнного відновлення, інтеграції до європейського економічного простору та підвищення стійкості підприємств. Система офіційної статистики України вже передбачає моніторинг використання підприємствами ERP- та CRM-систем, хмарних обчислень, штучного інтелекту, аналітики даних, електронної комерції, засобів кібербезпеки, а також визначення індексу цифрової інтенсивності підприємств. Окремими показниками передбачено оцінювання використання Інтернету речей і промислової робототехніки [13].

Особливого значення цифрові перетворення набувають для електротехнічних підприємств. Їх діяльність пов'язана із проєктуванням та виготовленням технічно складної продукції, використанням значної кількості компонентів, необхідністю високої точності виробничих операцій, контролю технічних характеристик і якості продукції, управління енергетичними ресурсами та забезпечення надійності обладнання протягом його життєвого циклу. Крім того, електротехнічні підприємства одночасно виступають як об'єктами цифрової трансформації, так і виробниками обладнання, необхідного для розвитку автоматизації, електрифікації, smart grids, систем накопичення енергії, електромобільності та інших технологій постіндустріальної економіки.

Враховуючи специфіку діяльності електротехнічних підприємств та результати проведеного дослідження, інструменти їх цифрової трансформації доцільно систематизувати за функціональними напрямками (табл. 1).

Таблиця 1

Систематизація інструментів цифрової трансформації електротехнічних підприємств

Напрямок цифрової трансформації	Основні цифрові інструменти	Сфера застосування	Очікуваний результат
Цифровізація проєктування	CAD, CAE, CAM, PLM, Digital Twin	Проектування електротехнічної продукції, моделювання, тестування	Скорочення термінів розробки, зменшення кількості помилок
Цифровізація виробництва	MES, IIoT, CPS, SCADA, роботизовані системи	Управління виробничими операціями та обладнанням	Підвищення продуктивності та гнучкості виробництва
Інтелектуальна аналітика	Big Data, AI, Machine Learning, BI	Аналіз виробничих даних, прогнозування, контроль якості	Підвищення обґрунтованості управлінських рішень
Управління ресурсами	ERP, MRP	Матеріальні, фінансові, виробничі та кадрові ресурси	Оптимізація витрат і використання ресурсів
Технічне обслуговування	IIoT, AI, Digital Twin, Predictive Maintenance	Моніторинг технічного стану обладнання	Скорочення простоїв та аварій
Управління енергоспоживанням	EMS, smart metering, IIoT, AI	Моніторинг та оптимізація використання енергії	Підвищення енергоефективності
Логістика та постачання	SCM, RFID, IoT, GPS, цифрові платформи	Постачання компонентів, складські операції, транспортування	Скорочення запасів та логістичних витрат
Взаємодія з клієнтами	CRM, цифрові платформи, e-commerce	Продаж, сервіс, комунікація зі споживачами	Підвищення клієнтоорієнтованості
Управлінська аналітика	BI, Big Data, AI, хмарні платформи	Стратегічне та оперативне управління	Прийняття рішень на основі даних
Цифрова безпека	системи кібербезпеки, IAM, SIEM	Захист виробничих та корпоративних інформаційних систем	Зниження цифрових та операційних ризиків

Джерело: систематизовано авторами

Запропонована систематизація показує, що цифрова трансформація електротехнічного підприємства не може бути ототожнена із впровадженням одного програмного продукту або окремої технології. Її результативність визначається ступенем інтеграції різних інструментів у єдиний цифровий контур підприємства.

На першому рівні такої інтеграції доцільно виділити ERP-, MRP-, CRM- та PLM-системи, які забезпечують цифровізацію базових управлінських процесів. ERP формує єдиний інформаційний простір для управління фінансами, матеріальними ресурсами, виробництвом та персоналом; MRP використовується для планування потреб у матеріалах і комплектуючих; CRM забезпечує управління взаємовідносинами з клієнтами; PLM дозволяє управляти інформацією про електротехнічний виріб протягом усього його життєвого циклу.

Особливого значення для електротехнічного виробництва набуває поєднання CAD/CAE/CAM та PLM. Використання CAD забезпечує цифрове проектування продукції, CAE – моделювання та перевірку її характеристик, CAM – передачу цифрових моделей безпосередньо у виробничий процес, а PLM об'єднує інформацію про виріб на різних етапах його життєвого циклу. У результаті формується безперервний цифровий ланцюг «проектування – моделювання – виробництво – експлуатація – сервіс».

Наступним рівнем є безпосередня цифровізація виробничого середовища на основі MES, SCADA, кіберфізичних систем та промислового Інтернету речей (IIoT). MES забезпечує оперативне управління виробничими операціями, тоді як IIoT створює технологічну основу для отримання даних безпосередньо від обладнання. Установлення сенсорів дозволяє в режимі реального часу контролювати температуру, напругу, струм, вібрацію, навантаження, енергоспоживання та інші параметри технологічних процесів.

Для електротехнічних підприємств це створює передумови для переходу від планово-попереджувального до предиктивного технічного обслуговування (Predictive Maintenance). Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати накопичені дані про функціонування обладнання, виявляти нетипові відхилення та прогнозувати ймовірність відмови. Відповідно ремонт здійснюється не після виникнення аварії та не лише за встановленим календарним графіком, а на підставі фактичного і прогнозованого технічного стану устаткування.

Подальшим розвитком цього підходу є використання цифрових двійників (Digital Twin). Для електротехнічного підприємства цифровий двійник може бути створений як для окремого виробу чи обладнання, так і для технологічної лінії або виробничої системи в цілому. Поєднання Digital Twin із IIoT забезпечує постійне оновлення цифрової моделі на основі фактичних даних фізичного об'єкта. Це дає можливість здійснювати віртуальне тестування різних режимів роботи, прогнозувати технічний стан, оптимізувати виробничі параметри та виявляти потенційні проблеми до їх виникнення.

Не менш важливим інструментом стає штучний інтелект. У діяльності електротехнічних підприємств III може застосовуватися для автоматизованого виявлення дефектів продукції за допомогою комп'ютерного

зору, прогнозування попиту, оптимізації виробничих графіків, управління запасами, прогнозування відмов обладнання та оптимізації енергоспоживання. Стрімке поширення III у європейському бізнесі – з 8,1% підприємств у 2023 р. до близько 20% у 2025 р. – свідчить про поступове перетворення цієї технології з експериментального рішення на один із базових інструментів цифрового бізнесу.

Окремим напрямом цифрової трансформації електротехнічних підприємств доцільно вважати інтелектуальне управління енергоспоживанням. Застосування smart-лічильників, IoT-сенсорів, Energy Management Systems та алгоритмів AI дозволяє отримувати інформацію про використання електроенергії окремими виробничими лініями й одиницями обладнання, визначати пікові навантаження, виявляти непродуктивні витрати та оптимізувати режими роботи. Показово, що Державна служба статистики України вже включає до системи статистичного спостереження окремий показник частки підприємств, які використовують ICT-системи та рішення з метою скорочення енергоспоживання [13].

Зростання кількості цифрових систем одночасно підвищує значення кібербезпеки. Інтеграція ERP, MES, SCADA, IIoT та хмарних платформ означає, що кібератака може створювати загрозу вже не тільки корпоративній інформації, але й безперервності фізичного виробництва. Тому системи ідентифікації та управління доступом, моніторингу інформаційної безпеки, резервного копіювання, сегментації виробничих мереж та захисту промислових систем повинні розглядатися як невід'ємна складова цифрової трансформації.

Водночас наявність значної кількості цифрових інструментів не означає необхідності їх одночасного впровадження. Доцільність застосування конкретного рішення має визначатися виходячи з рівня цифрової зрілості підприємства, масштабів діяльності, технологічної складності виробництва, фінансових можливостей та очікуваного економічного ефекту. Існування такого диференційованого підходу підтверджується статистикою ЄС: використання III у 2025 р. становило 55% серед великих підприємств і лише 19% серед малих і середніх підприємств. Аналогічна залежність спостерігається щодо хмарних технологій.

З огляду на це цифрову трансформацію електротехнічного підприємства доцільно здійснювати послідовно. На початковому етапі має відбуватися діагностика цифрової зрілості та визначення проблемних бізнес-процесів. Наступний етап передбачає цифровізацію базових процесів за допомогою ERP, CRM, PLM та систем електронного документообігу. Після формування необхідної інформаційної інфраструктури можливим стає впровадження MES, IIoT та інтегрованих систем збору виробничих даних. На більш високому рівні цифрової зрілості доцільним є використання Big Data, AI, Predictive Maintenance та Digital Twin.

Таким чином, можна запропонувати таку логіку розвитку цифрового середовища електротехнічного підприємства:

цифровізація інформації → автоматизація бізнес-процесів → інтеграція виробничих та управлінських систем → накопичення й аналіз даних → інтелектуалізація управління → формування цифрової моделі підприємства.

У межах запропонованого підходу цифрова трансформація розглядається не як одноразовий процес технологічного оновлення, а як послідовний перехід підприємства до data-driven моделі управління, за якої виробничі та управлінські рішення ґрунтуються на безперервному зборі, інтеграції та інтелектуальному аналізі даних.

При цьому очікуваний результат цифрової трансформації повинен оцінюватися не за кількістю впроваджених цифрових технологій, а за змінами показників діяльності підприємства. До відповідних критеріїв доцільно віднести зростання продуктивності праці та обладнання, скорочення виробничого циклу і простоїв, зменшення частки браку, зниження матеріало- та енергоємності продукції, підвищення точності прогнозування попиту, скорочення логістичних витрат, прискорення розробки нової продукції та підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Отже, цифрова трансформація електротехнічних підприємств в умовах постіндустріальної економіки являє собою комплексний процес інтеграції технологічних, інформаційних та управлінських рішень. Найбільший потенціал мають не окремі цифрові технології, а їх системне поєднання: ERP та PLM формують інформаційний фундамент; MES, SCADA та IIoT забезпечують цифрову інтеграцію виробництва; Big Data, BI та AI перетворюють накопичені дані на основу прийняття рішень; Digital Twin та Predictive Maintenance забезпечують перехід до прогнозного управління; CRM та цифрові платформи інтегрують підприємство із зовнішнім середовищем. Саме така взаємодія цифрових інструментів створює передумови для переходу електротехнічного підприємства від фрагментарної автоматизації до цілісної цифрової моделі функціонування.

Висновки. Проведене дослідження показало, що в умовах постіндустріальної економіки цифрова трансформація стає одним із ключових чинників розвитку та підвищення конкурентоспроможності електротехнічних підприємств. Поширення концепцій Industry 4.0 та Industry 5.0 зумовлює перехід від автоматизації окре-

мих операцій до комплексної цифровізації виробничих, управлінських та інформаційно-аналітичних процесів.

Встановлено, що специфіка електротехнічних підприємств, пов'язана зі складністю продукції, високими вимогами до якості, необхідністю постійного контролю обладнання, технологічних параметрів та енергоспоживання, визначає особливі вимоги до вибору цифрових технологій. Систематизовано основні інструменти цифрової трансформації, серед яких CAD/CAE/CAM, PLM, ERP, MRP, MES, SCADA, IIoT, Big Data, BI, штучний інтелект, Digital Twin, Predictive Maintenance, EMS, SCM та CRM. Їх застосування охоплює проєктування продукції, виробництво, управління ресурсами, технічне обслуговування, енергоменеджмент, логістику, аналітику та взаємодію з клієнтами.

Обґрунтовано, що найбільший ефект забезпечує не ізольоване впровадження окремих технологій, а їх інтеграція в єдине цифрове середовище підприємства. Цифрову трансформацію доцільно здійснювати послідовно — від цифровізації інформації та автоматизації бізнес-процесів до інтеграції виробничих і управлінських систем, інтелектуального аналізу даних та формування цифрової моделі підприємства.

Результативність цифрової трансформації доцільно оцінювати за змінами основних показників діяльності підприємства, зокрема продуктивності, тривалості виробничого циклу та простоїв, рівня браку, матеріало- й енергоємності, логістичних витрат, швидкості розроблення нової продукції та якості управлінських рішень. Комплексне використання цифрових інструментів створює передумови для переходу електротехнічних підприємств до data-driven моделі управління, підвищення їх гнучкості, інноваційності та конкурентоспроможності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з формуванням системи показників оцінювання цифрової зрілості електротехнічних підприємств та визначенням кількісного впливу впровадження цифрових інструментів на економічні й виробничі результати їх діяльності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дергачова В. В., Колешня Я. О. Цифрова трансформація промислових підприємств як зміна бізнес-моделі та корпоративного мислення. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2024. № 28. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.28.2024.302773>
2. Попело О., Самойлович О. Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації промислових підприємств. *Науковий вісник Полісся*. 2024. № 2 (29). С. 159–175. DOI: [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2024-2\(29\)-159-175](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2024-2(29)-159-175)
3. Бояринова К. О., Саченко А. О. Домінанти цифрової трансформації економічної діяльності промислових підприємств. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2023. № 26. С. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.26.2023.286973>
4. Кушніренко О. М. Промисловість України перед викликами Індустрії 4.0: оцінка обмежень і завдання політики. *Економіка України*. 2020. № 5. С. 53–71. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.05.053>
5. Хіміч С. В. Методичні підходи до оцінювання рівня цифрової трансформації промислових підприємств. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2023. № 27. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.27.2023.297217>
6. Wu C.-H., Chou C.-W., Chien C.-F., Lin Y.-S. Digital transformation in manufacturing industries: Effects of firm size, product innovation, and production type. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 207. Art. 123624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123624>
7. Gao R. X., Krüger J., Merklein M., Möhring H.-C., Váncza J. Artificial Intelligence in manufacturing: State of the art, perspectives, and future directions. *CIRP Annals*. 2024. Vol. 73, Issue 2. P. 723–749. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.101>
8. Soori M., Arezoo B., Dastres R. Digital twin for smart manufacturing, A review. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*. 2023. Vol. 2. Art. 100017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100017>
9. Breque M., De Nul L., Petridis A. *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2021. 46 p. DOI: <https://doi.org/10.2777/308407>
10. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). *International Yearbook of Industrial Statistics 2024*. Vienna: UNIDO, 2024. URL: <https://stat.unido.org/publications/international-yearbook-industrial-statistics-2024>

11. Eurostat. Digitalisation in Europe – 2026 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2026. DOI: <https://doi.org/10.2785/7479854>
12. European Commission. 2026 State of the Digital Decade. Brussels: European Commission, 2026. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/2026-state-digital-decade-package>
13. Державна служба статистики України. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/vykorystannya-informatsiyno-komunikatsiynykh-tekhnologiy-na-pidpryemstvakh>

REFERENCES

1. Dergachova V. V., Koleshnia Ya. O. (2024) Tsyfrova transformatsiia promyslovykh pidpryemstv yak zmina biznes-modeli ta korporativnoho myslennia [Digital transformation of industrial enterprises as a change in the business model and corporate thinking]. *Ekonomichnyi visnyk NTUU "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*, no. 28, pp. 46–50. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.28.2024.302773>
2. Popelo O., Samoilovych O. (2024) Orhanizatsiino-ekonomichnyi mekhanizm tsyfrovoy transformatsii promyslovykh pidpryemstv [Organizational and economic mechanism of digital transformation of industrial enterprises]. *Naukovyi visnyk Polissia*, no. 2 (29), pp. 159–175. DOI: [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2024-2\(29\)-159-175](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2024-2(29)-159-175)
3. Boiarynova K. O., Sachenko A. O. (2023) Dominanty tsyfrovoy transformatsii ekonomichnoi diialnosti promyslovykh pidpryemstv [Dominants of digital transformation of economic activity of industrial enterprises]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*, no. 26, pp. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.26.2023.286973>
4. Kushnirenko O. M. (2020) Promyslovist Ukrainy pered vyklykamy Industrii 4.0: otsinka obmezhen i zavdannia polityky [Ukraine's industry facing the challenges of Industry 4.0: Assessment of constraints and policy challenges]. *Ekonomika Ukrainy*, no. 5, pp. 53–71. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.05.053>
5. Khimich S. V. (2023) Metodychni pidkhody do otsiniuvannya rivnia tsyfrovoy transformatsii promyslovykh pidpryemstv [Methodological approaches to assessing the level of digital transformation of industrial enterprises]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*, no. 27. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.27.2023.297217>
6. Wu C.-H., Chou C.-W., Chien C.-F., Lin Y.-S. (2024) Digital transformation in manufacturing industries: Effects of firm size, product innovation, and production type. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 207, article 123624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123624>
7. Gao R. X., Krüger J., Merklein M., Möhring H.-C., Váncza J. (2024) Artificial Intelligence in manufacturing: State of the art, perspectives, and future directions. *CIRP Annals*, vol. 73, no. 2, pp. 723–749. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.101>
8. Soori M., Arezoo B., Dastres R. (2023) Digital twin for smart manufacturing, A review. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, vol. 2, article 100017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100017>
9. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 46 p. DOI: <https://doi.org/10.2777/308407>
10. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2024) *International Yearbook of Industrial Statistics 2024*. Vienna: UNIDO. Available at: <https://stat.unido.org/publications/international-yearbook-industrial-statistics-2024>
11. Eurostat (2026) *Digitalisation in Europe – 2026 edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2785/7479854>
12. European Commission (2026) *2026 State of the Digital Decade*. Brussels: European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/2026-state-digital-decade-package>
13. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine] (2026) *Vykorystannya informatsiino-komunikatsiynykh tekhnologiy na pidpryemstvakh* [Use of information and communication technologies at enterprises]. Available at: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/vykorystannya-informatsiyno-komunikatsiynykh-tekhnologiy-na-pidpryemstvakh>

Дата надходження статті: 24.08.2026

Дата прийняття статті до публікації: 21.09.2026

Дата публікації статті: 02.10.2026