

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-86>

УДК 338.45:004.94:620.9

КОНВЕРГЕНЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 5.0

TECHNOLOGY CONVERGENCE IN ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF INDUSTRY 5.0

Другова Олена Сергіївна

доктор економічних наук, доцент,

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2404-1910>**Druhova Olena**

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

У статті досліджено роль конвергенції технологій у забезпеченні сталого розвитку підприємств в умовах Індустрії 5.0. Проаналізовано інтеграцію цифрових, біологічних та екологічних інновацій у виробничі процеси, визначено основні виклики та перспективи їхнього впровадження. Розглянуто ключові технологічні напрями, такі як штучний інтелект, Інтернет речей, блокчейн, біотехнології та відновлювані джерела енергії, що сприяють підвищенню ефективності використання ресурсів, оптимізації виробничих процесів і зменшенню екологічного впливу. Визначено основні проблеми впровадження конвергентних технологій, серед яких інфраструктурна та технологічна готовність підприємств, дефіцит кваліфікованих кадрів, відсутність єдиних регуляторних стандартів та недостатнє державне стимулювання. Запропоновано підходи до формування ефективних бізнес-моделей, які відповідають імперативам Індустрії 5.0 та сприяють довгостроковій конкурентоспроможності підприємств. Окреслено стратегічні напрями розвитку, що включають цифрову трансформацію, адаптивне управління, технологічну гнучкість та соціальну відповідальність як основні чинники успішного переходу до нової промислової парадигми.

Ключові слова: Індустрія 5.0, технологічна конвергенція, цифрова трансформація, сталий розвиток, штучний інтелект, Інтернет речей, біотехнології, екологічні інновації.

The article explores the role of technology convergence in ensuring the sustainable development of enterprises within the framework of Industry 5.0. It analyzes the integration of digital, biological, and environmental innovations into production processes, identifying key challenges and prospects for their implementation. The study examines fundamental technological directions, including artificial intelligence, the Internet of Things, blockchain, biotechnology, and renewable energy sources, which contribute to optimizing resource utilization, enhancing production efficiency, and reducing environmental impact. The research highlights the critical barriers to implementing convergent technologies, such as enterprises' infrastructural and technological readiness, the shortage of skilled personnel, the absence of unified regulatory standards, and insufficient government incentives. A comprehensive approach to forming effective business models aligned with the imperatives of Industry 5.0 is proposed. It emphasizes balancing automation and human-centered production, ensuring flexibility in technological solutions, and adopting sustainable development strategies. The study also explores the necessity of a multi-vector approach combining technological innovation, adaptive management, and social responsibility as key drivers for successfully transitioning to a new industrial paradigm. Furthermore, the article underscores the importance of digital transformation in creating resilient business ecosystems that can adapt to rapid economic and technological changes. The findings suggest that technology convergence fosters the long-term competitiveness of enterprises by integrating intelligent manufacturing systems, predictive analytics, and energy-efficient solutions. Implementing Industry 5.0 principles will enable enterprises to enhance operational efficiency, minimize production losses, and achieve greater sustainability in a globally interconnected economy. The study concludes that fostering collaboration between businesses, research institutions, and policymakers is essential for accelerating the adoption of convergent technologies and ensuring their effectiveness in achieving economic and environmental objectives.

Keywords: Industry 5.0, technology convergence, digital transformation, sustainable development, artificial intelligence, Internet of Things, biotechnology, environmental innovations, adaptive management.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток промисловості характеризується швидким впровадженням передових технологій, що спрямовані на підвищення ефективності виробництва, зменшення негативного впливу на довкілля та створення більш стійких економічних моделей. У цьому контексті Індустрія 5.0 визначається як наступний етап еволюції промисловості, що поєднує технологічну конвергенцію, людиноцентричний підхід і сталий розвиток. Однак, попри високий потенціал інтеграції цифрових, біотехнологічних, екологічних та інших інновацій, існує низка проблем, які ускладнюють ефективне впровадження цих рішень.

Однією з ключових проблем є інфраструктурна та технологічна готовність підприємств до масштабного використання конвергентних технологій. Багато компаній не мають достатніх інвестиційних ресурсів, що обмежує їх можливості для модернізації виробництва та впровадження штучного інтелекту, Інтернету речей, блокчейну та інших цифрових рішень. Крім того, проблема узгодженості між технологічними системами різних секторів промисловості створює бар'єри для повної інтеграції інноваційних рішень.

Другим важливим аспектом є економічні виклики та регуляторні обмеження. Відсутність єдиних міжнародних стандартів і політична невизначеність у сфері технологічного регулювання можуть сповільнювати розвиток конвергенції. Також недостатнє державне стимулювання інновацій у сфері екологічного виробництва та цифрової трансформації створює додаткові ризики для підприємств, які прагнуть впроваджувати індустрію 5.0 у своїх бізнес-моделях.

Ще однією проблемою є кадровий потенціал. Незважаючи на швидкий розвиток технологій, багато підприємств стикаються з дефіцитом кваліфікованих фахівців у галузі штучного інтелекту, цифрових технологій, біотехнологій і системного аналізу. Це вимагає розробки нових підходів до освіти та професійної підготовки, щоб забезпечити необхідний рівень компетенцій для роботи в умовах конвергенції технологій.

Окрім технічних та економічних викликів, значну увагу слід приділити соціальним аспектам та адаптації суспільства до змін, спричинених впровадженням індустрії 5.0. Зокрема, автоматизація та цифровізація можуть спричинити скорочення робочих місць, що потребує розробки механізмів соціального захисту та перепідготовки кадрів.

Таким чином, проблема впровадження конвергентних технологій у забезпеченні сталого розвитку в умовах Індустрії 5.0 є багатогранною, оскільки включає технологічні, економічні, регуляторні, кадрові та соціальні аспекти. Це вимагає комплексного підходу до дослідження та розробки стратегій, які сприятимуть ефективному використанню технологічної конвергенції для досягнення цілей сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Індустрія 5.0 є новітньою концепцією розвитку виробництва та бізнес-процесів, яка характеризується глибокою інтеграцією технологій у різні сфери людської діяльності та системною інтернаціоналізацією умов економічного розвитку [7]. Вона виходить за межі традиційної автоматизації та цифровізації виробництва, характерної для Індустрії 4.0, і спрямована на гармонізацію технологічних, екологічних і соціально-економічних процесів [3].

Незважаючи на зростаючий інтерес науковців до п'ятої промислової революції, в літературі недостатньо розкриті теоретичні та прикладні аспекти Індустрії 5.0, що стосуються формування ефективних моделей взаємодії між людьми, машинами та штучним інтелектом у виробничих системах. Такі дослідники, як S. Nahavandi [2], Y. Leong et al. [4], Maddikunta et al. [5], Rudan & Pidgayets [1], Ляшенко та Вишневський [6], досліджують різні аспекти Індустрії 5.0, включаючи адаптацію підприємств до цифрових трансформацій, розвиток технологічної конвергенції, соціально-економічні аспекти впровадження інноваційних моделей управління та підходи до екологічної сталості.

Вітчизняні вчені, зокрема О. Кубатко, Л. Мельник, Н. Ривак, О. Стрижак, М. Харченко, аналізують перспективи впровадження Індустрії 5.0 у реаліях України, підкреслюючи необхідність синхронізації державної політики з глобальними трендами цифрової трансформації та сталого розвитку [1]. Дослідження цих авторів демонструють, що Індустрія 5.0 має величезний потенціал для підвищення конкурентоспроможності підприємств, впровадження нових бізнес-моделей і розвитку сталих виробничих практик [1].

Попри високий рівень досліджень окремих аспектів Індустрії 5.0, залишається невирішеним питання формування ефективних бізнес-моделей із множинними цінностями, які відповідали б принципам стійкого розвитку, технологічної гнучкості та соціальної відповідальності [7; 5]. Відсутність системного

аналізу концептуальних засад Індустрії 5.0 та їхнього впливу на бізнес-процеси підприємств ускладнює їхнє впровадження на практиці.

З огляду на це необхідно розвивати багатовекторний підхід до вивчення Індустрії 5.0, який включатиме аналітичну оцінку технологічної конвергенції, розробку адаптивних бізнес-моделей і дослідження соціальних аспектів цифрової трансформації [3; 4]. Інтеграція новітніх технологій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей, блокчейн, біотехнології та відновлювані джерела енергії, є важливою складовою переходу до нової парадигми виробництва, заснованої на технологічній гнучкості, екологічній відповідальності та людиноцентричності [3; 7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Одним із ключових аспектів, що залишається недостатньо дослідженим у науковій літературі, є інтеграція технологічної конвергенції в систему управління підприємствами в умовах Індустрії 5.0. Попри значний масив досліджень, присвячених окремим технологіям, питання їх комплексної взаємодії та впливу на стійкість виробничих і бізнес-процесів все ще потребує поглибленого аналізу. Недостатньо вивченим залишається також питання формування ефективних бізнес-моделей, які б відповідали імперативам Індустрії 5.0, зокрема, питання балансування між цифровою автоматизацією та збереженням людиноцентричного підходу у виробничих процесах. Відсутність єдиного концептуального підходу до розробки таких моделей ускладнює практичне впровадження принципів Індустрії 5.0 в реальні економічні умови.

Окрім цього, наявні дослідження не приділяють достатньої уваги проблемам регуляторного забезпечення процесів цифрової трансформації та технологічної конвергенції. Відсутність гармонізованих міжнародних стандартів, що регулюють взаємодію різних технологічних платформ та підходів, створює значні перешкоди для трансформації традиційних підприємств у розумні виробничі системи.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження ролі конвергенції технологій у забезпеченні сталого розвитку в умовах Індустрії 5.0, визначення ключових напрямів інтеграції цифрових, біотехнологічних та екологічних інновацій у виробничі процеси, а також аналіз викликів і перспектив їхнього впровадження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасний етап технологічного розвитку характеризується переходом до Індустрії 5.0, яка спрямована на інтеграцію людиноцентричних підходів, цифрових технологій і стійкого розвитку. На відміну від Індустрії 4.0, що акцентувала увагу на автоматизації та цифровій трансформації, Індустрія 5.0 поєднує штучний інтелект, робототехніку, біотехнології, нанотехнології та зелені технології для створення більш збалансованих, адаптивних і екологічно орієнтованих виробничих процесів (табл. 1).

Такі науковці, як Nahavandi [2], Longo, Padovano та Umbrello [3], Maddikunta, Pham та Ba [5], а також Breque, De Nul і Petridis [7], наголошують на тому, що Індустрія 5.0 є не лише логічним продовженням Четвертої промислової революції, а й новою парадигмою виробництва, що спрямована на забезпечення людиноцентричного, сталого та адаптивного розвитку. На відміну від Індустрії 4.0, яка була сфокусована на автоматизації, роботизації та цифровізації процесів, Індустрія 5.0 відзначається інтеграцією людини в технологічний ланцюг, що дозволяє створювати більш адаптивні, екологічно стійкі та соціально орієнтовані виробничі процеси.

Зокрема, Nahavandi [2] розглядає Індустрію 5.0 як людиноцентричне рішення, де технології не лише підвищують ефективність виробництва, але й сприяють покращенню якості життя працівників, зменшенню стресового навантаження та оптимізації робочих процесів за допомогою гнучких виробничих систем. Longo, Padovano та Umbrello [3] підкреслюють важливість етичних підходів до інженерії технологій, що дозволяють гармонізувати розвиток штучного інтелекту, автоматизації та людської праці, забезпечуючи баланс між продуктивністю та соціальною відповідальністю.

Дослідження Maddikunta, Pham та Ba [5] детально аналізує основні технології, що забезпечують Індустрію 5.0, серед яких ключову роль відіграють штучний інтелект, Інтернет речей, робототехніка, блокчейн, біотехнології та відновлювані джерела енергії. Автори зазначають, що завдяки технологічній конвергенції можливе не лише підвищення ефективності виробництва, але й мінімізація екологічного впливу, оптимізація використання ресурсів та формування циркулярної економіки.

Таблиця 1

Спільні риси та відмінності Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0

Категорія	Індустрія 4.0	Індустрія 5.0
Основна концепція	Автоматизація та цифровізація виробництва	Людиноцентричне, стійке та адаптивне виробництво
Технологічний фокус	Робототехніка, штучний інтелект, Інтернет речей	Конвергенція технологій: AI, IoT, блокчейн, біотехнології
Роль людини	Мінімізація участі людини у виробництві	Спільна робота людини та машин, збереження людської ролі
Продуктивність	Оптимізація витрат та підвищення продуктивності	Оптимізація продуктивності із соціальною орієнтацією
Гнучкість виробництва	Жорстко налаштовані системи з обмеженою адаптивністю	Гнучкі, адаптивні виробничі системи
Сталий розвиток	Екологічний аспект менш виражений	Пріоритет сталого розвитку, екологічна відповідальність
Цифровізація	Цифрове виробництво з акцентом на великі дані	Глибока цифровізація з урахуванням людського фактора
Соціальна відповідальність	Обмежена увага до впливу на суспільство	Високий рівень соціальної відповідальності та етики
Модель управління	Автономне управління процесами через алгоритми	Інтелектуальне управління з урахуванням етичних стандартів

Джерело: сформовано автором на основі [2; 3; 5; 7]

З точки зору стратегії впровадження Індустрії 5.0, Breque, De Nul і Petridis [7] наголошують на необхідності стійкості та адаптивності європейської промисловості, що передбачає використання технологій для посилення соціальної відповідальності, підвищення екологічної ефективності та створення більш безпечного та інноваційного середовища для працівників. Водночас, Рудан та Підгаєць [1] акцентують увагу на тому, що Індустрія 5.0 є важливим інструментом для українських підприємств у період воєнних викликів, оскільки дозволяє створювати адаптивні виробничі системи, які можуть швидко реагувати на зміни в економічному та політичному середовищі.

У цьому контексті конвергенція технологій відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку, сприяючи підвищенню ефективності ресурсокористування, зменшенню екологічного навантаження та створенню нових економічних можливостей.

Конвергенція технологій передбачає інтеграцію цифрових, фізичних та біологічних систем у єдині інноваційні рішення (рис. 1).

Це явище охоплює широкий спектр технологічних напрямів, які поєднують штучний інтелект, Інтернет речей, великі дані, біотехнології, нанотехнології, блокчейн та екологічно чисті технології, що забезпечують сталий

розвиток та сприяють оптимізації ресурсів. Штучний інтелект і машинне навчання відіграють ключову роль у цифровій трансформації підприємств, оскільки дозволяють автоматизувати процеси управління виробництвом, прогнозувати попит, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати загальну продуктивність. Завдяки алгоритмам глибокого навчання можна виявляти приховані закономірності в ринкових даних, удосконалювати планування виробничих потужностей і створювати ефективні моделі управління підприємствами [8, с. 303]. Інтеграція Інтернету речей та аналітики великих даних формує інтелектуальні виробничі екосистеми, що сприяють зменшенню операційних витрат, мінімізації виробничих простоїв і підвищенню рівня продуктивності. Використання IoT дозволяє підприємствам контролювати стан обладнання в реальному часі, прогнозувати можливі несправності та автоматизувати процеси технічного обслуговування

Завдяки аналізу великих даних можливе оперативне прийняття стратегічних рішень, зокрема щодо оптимізації логістики, розподілу ресурсів та визначення перспективних напрямів розвитку. Біотехнології та нанотехнології відкривають широкі можливості для створення екологічно чистих матеріалів, покращення ефективності використання

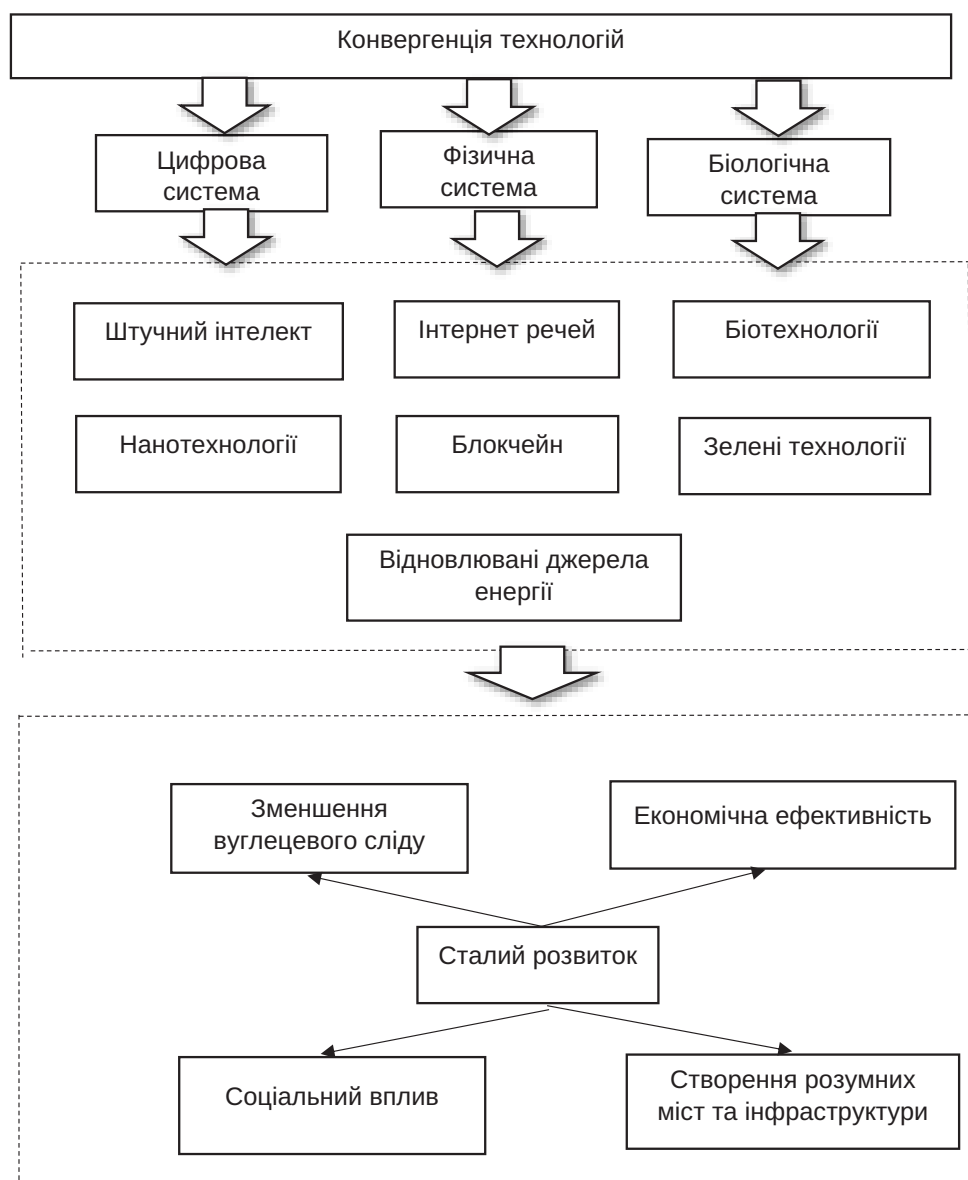


Рис. 1. Конвергенція технологій як основа сталого розвитку в умовах Індустрії 5.0

Джерело: розроблено автором

енергії та розробки нових видів біопалива, що є важливими чинниками у розвитку екологічно орієнтованої промисловості [9]. Інноваційні біотехнології дозволяють впроваджувати методи утилізації промислових відходів, створювати матеріали з підвищеною міцністю та покращеними експлуатаційними характеристиками, що сприяє зменшенню екологічного навантаження та розвитку циркулярної економіки. Використання нанотехнологій у виробництві дозволяє значно підвищити енергоефективність, розширити можливості зберігання енергії та покращити технологічні характеристики продукції, що, у свою чергу, сприяє зменшенню споживання природних ресурсів

[10, с. 709]. Блокчейн-технології забезпечують високий рівень прозорості у виробничих процесах та управлінні ланцюгами постачання, що є важливим фактором для забезпечення сталого розвитку та підвищення рівня довіри між учасниками ринку. Завдяки можливостям децентралізованого зберігання та управління даними блокчейн дозволяє усунути ризики шахрайства, покращити контроль за виконанням контрактів та зменшити адміністративні витрати. Ця технологія сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів, оптимізації управління товарними потоками та спрощенню міжнародної торгівлі. Зелені технології та відновлювані джерела енергії є ключовими

елементами сталого розвитку, оскільки вони спрямовані на мінімізацію викидів шкідливих речовин, покращення енергоефективності та розширення можливостей циркулярної економіки. Впровадження екологічно чистих технологій дозволяє підприємствам знижувати енергоспоживання, зменшувати залежність від традиційних джерел енергії та переходити на використання відновлюваних ресурсів [11–13]. Сонячна та вітрова енергетика, а також технології накопичення енергії відкривають можливості для створення автономних енергетичних систем, що підвищують рівень енергетичної незалежності підприємств та сприяють стабільності функціонування виробничих потужностей. Загалом, конвергенція технологій у сучасній промисловості створює передумови для кардинальних змін у виробничих процесах, дозволяючи підприємствам підвищувати ефективність, зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище та формувати інноваційні бізнес-моделі. Інтеграція цифрових, фізичних та біологічних систем є невід’ємною складовою Індустрії 5.0, що сприяє формуванню конкурентоспроможних підприємств, які здатні гнучко реагувати на виклики ринку та забезпечувати сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

Індустрія 5.0 сприяє вирішенню екологічних, соціальних та економічних викликів через технологічну інтеграцію. Основні напрями впливу конвергенції на сталий розвиток [14; 15]:

Зменшення вуглецевого сліду – цифровізація та автоматизація допомагають підприємствам оптимізувати споживання енергії та ресурсів, що сприяє зменшенню екологічного навантаження.

Економічна ефективність – використання IoT, AI та аналітики великих даних підвищує точність прогнозування ринкових змін та знижує операційні витрати.

Соціальний вплив – технологічні інновації сприяють покращенню умов праці, підвищенню рівня безпеки та створенню нових робочих місць у високотехнологічних галузях.

Створення розумних міст та інфраструктури – інтеграція штучного інтелекту, екологічного будівництва та енергозберігаючих технологій дозволяє розробляти стійкі урбаністичні рішення.

Попри значний потенціал, інтеграція технологій у забезпечення сталого розвитку стикається з низкою викликів [16]:

1. Недостатня інфраструктурна готовність – потреба в значних інвестиціях у модернізацію виробництва та цифрову інфраструктуру.

2. Ризики кібербезпеки – зростання використання IoT та AI підвищує вразливість систем до кібератак.

3. Потреба у нових регуляторних підходах – необхідність створення міжнародних стандартів для контролю та управління інноваційними технологіями.

4. Соціальні виклики – адаптація робочої сили до змін, пов’язаних із автоматизацією та цифровізацією.

Незважаючи на ці труднощі, перспективи впровадження технологічної конвергенції залишаються позитивними. Зокрема, зростання інвестицій у зелені технології, цифрову трансформацію та дослідження в галузі біоінженерії сприяє формуванню більш збалансованої та ефективної економіки майбутнього.

Висновки. Конвергенція технологій є фундаментальною основою Індустрії 5.0, що дозволяє інтегрувати передові цифрові, біологічні та екологічні інновації для забезпечення сталого розвитку. Використання штучного інтелекту, IoT, блокчейну та відновлюваних джерел енергії сприяє оптимізації ресурсів, підвищенню економічної ефективності та зменшенню негативного впливу на довкілля. Однак для успішного впровадження необхідні інвестиції, регуляторна підтримка та підготовка кадрів, що дозволить максимально ефективно використовувати потенціал технологічної конвергенції в умовах нової індустріальної революції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Рудан, В. Я., & Підгаєць, С. В. (2024). Індустрія 5.0 як інструмент забезпечення ефективного розвитку українських підприємств у період воєнних викликів. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*, (12). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-12-03-07>
2. Nahavandi S. Industry 5.0 – A Human-centric Solution. *Sustainability*. 2019. No 11 (16). P. 371–385
3. Longo F., Padovano A., Umbrello S. Value-oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: a Human-centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10 (12). P. 182–200.

4. Leong Y. K., Tan J. H., Chew K. W., Show P. L. Significance of Industry 5.0. The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing. New York: CRC Press, 2020. 320 p
5. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Ba P. Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*. 2021. Vol. 8. P. 257–271.
6. Ляшенко В., Вишневецький О. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія. Київ : НАН України, Ін-т економіки пром-ті, 2018. 252 с. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vishnevsky_2018.pdf
7. Breque M., De Nul L., Petridis A. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human Centric and Resilient European Industry. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2021. 304 p.
8. Parra M., Marambio C., Ramírez J., Suárez D., Herrera H. (2020). Educational convergence with digital technology: integrating a global society. In HCI International 2020–Late Breaking Posters: 22nd International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part II 22 (pp. 303–310). Springer International Publishing. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-60703-6?page=3#toc>
9. Stashchuk O., Kulynych M., Tesliuk S., Kupyra M., Dorosh V., Vahnovsk, N. (2023). Intelligent financial technologies: convergence, management, synergism and total vectors of influence. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 34, 1085–1108. DOI: <https://doi.org/10.59670/jns.v34i.1193>
10. Thomas, A. (2020). Convergence and digital fusion lead to competitive differentiation. *Business Process Management Journal*, 26(3), 707–720. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2019-0001>
11. Ривак, Н. (2022). Індустрія 5.0: перехід до стійкої та орієнтованої на людину промисловості. *Економіка та управління національним господарством* DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2022-3-7>
12. Гусак Ю. С., Бондар-Підгурська О. В. Забезпечення цілей сталого розвитку промислових підприємств України на засадах Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0. «Особливості інтеграції країн у світовий економічний та політико-правовий простір»: Х Міжнародна науково-практична конференція (15 грудня 2023 року, м. Маріуполь). Київ: Маріупольський державний університет, 2023. С. 181–184.
13. Нечипорук, Л., & Кочергіна, О. (2024). Вплив індустрії 5.0 на сталий розвиток економіки. *Цифрова економіка та економічна безпека*, (5 (14), 27–32. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.14-4>
14. Saniuk, S, Grabowska, S., Straka, M. (2022). Identification of Social and Economic Expectations: Contextual Reasons for the Transformation Process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 Concept. *Sustainability* 14, no. 3: 1391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14031391>
15. Jonker J., Faber N. (2021) Organizing for Sustainability: A Guide to Developing New Business Models. Palgrave Macmillan, Cham, 242 p.
16. Industry 5.0: Purpose-Driven Technology Adoption for People and the Planet. Momenta: Website. 2022. URL: <https://www.momenta.one/hubfs/Resources/Reports-andSurveys/Momenta-Industry%205.0-Report-2022.pdf>

REFERENCES:

1. Rudan V. Ya., Pidgayets S. V. (2024) Industriia 5.0 yak instrument zabezpechennia efektyvnoho rozvytku ukrainskykh pidpriemstv u period voiennykh vyklykiv [Industry 5.0 as a tool for ensuring the effective development of Ukrainian enterprises during wartime challenges]. *Problemy suchasnykh transformatsii. Seriya: ekonomika ta upravlinnia – Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management*, (12). Available at: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-12-03-07>
2. Nahavandi S. (2019) Industry 5.0 – A Human-centric Solution. *Sustainability*, vol. 11(16), pp. 371–385.
3. Longo F., Padovano A., Umbrello S. (2020) Value-oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: a Human-centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Applied Sciences*, vol. 10(12), pp. 182–200.
4. Leong Y. K., Tan J. H., Chew K. W., Show P. L. (2020) Significance of Industry 5.0. The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing. New York: CRC Press, 320 p.
5. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Ba P. (2021) Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 8, pp. 257–271.
6. Liashenko V., Vyshnevskiy O. (2018) Tsyfrova modernizatsiia ekonomiky Ukrainy yak mozhlyvist proryvnoho rozvytku [Digital modernization of the Ukrainian economy as an opportunity for breakthrough development]. Kyiv: NAN Ukrainy, Instytut ekonomiky promyslovosti, 252 p. Available at: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vishnevsky_2018.pdf
7. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human Centric and Resilient European Industry. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 304 p.

8. Parra M., Marambio C., Ramírez J., Suárez D., Herrera H. (2020) Educational convergence with digital technology: integrating a global society. In HCI International 2020–Late Breaking Posters: 22nd International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part II (pp. 303–310). Springer International Publishing. Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-60703-6?page=3#toc>
9. Stashchuk O., Kulynych M., Tesliuk S., Kupyra M., Dorosh V., Vahnovsk N. (2023) Intelligent financial technologies: convergence, management, synergism and total vectors of influence. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, vol. 34, pp. 1085–1108. DOI: <https://doi.org/10.59670/jns.v34i.1193>
10. Thomas A. (2020) Convergence and digital fusion lead to competitive differentiation. *Business Process Management Journal*, vol. 26(3), pp. 707–720. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2019-0001>
11. Ryvak N. (2022) Industriia 5.0: perekhid do stiikoi ta orientovanoi na liudynu promyslovosti [Industry 5.0: transition to a sustainable and human-oriented industry]. *Ekonomika ta upravlinnia natsionalnym hospodarstvom – Economics and National Economy Management*. DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2022-3-7>
12. Husak Yu. S., Bondar-Pidhurska O. V. (2023) Zabezpechennia tsilei staloho rozvytku promyslovykh pidpriemstv Ukrainy na zasadakh Industrii 4.0 ta Industrii 5.0 [Ensuring the sustainable development goals of Ukrainian industrial enterprises based on Industry 4.0 and Industry 5.0]. *Osoblyvosti intehtratsii krain u svitovyi ekonomichnyi ta polityko-pravovyi prostir: X Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia* (15 hrudnia 2023 roku, m. Mariupol) – Features of the integration of countries into the global economic and political-legal space: X International Scientific and Practical Conference (December 15, 2023, Mariupol). Kyiv: Mariupolskyi derzhavnyi universytet, pp. 181–184.
13. Nechyporuk L., Kocherhina O. (2024) Vplyv Industrii 5.0 na stalyi rozvytok ekonomiky [Impact of Industry 5.0 on sustainable economic development]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital Economy and Economic Security*, (5 (14)), pp. 27–32. Available at: <https://doi.org/10.32782/dees.14-4>
14. Saniuk S., Grabowska S., Straka M. (2022) Identification of Social and Economic Expectations: Contextual Reasons for the Transformation Process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 Concept. *Sustainability*, vol. 14(3), pp. 1391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14031391>
15. Jonker J., Faber N. (2021) *Organizing for Sustainability: A Guide to Developing New Business Models*. Cham: Palgrave Macmillan, 242 p.
16. Industry 5.0: Purpose-Driven Technology Adoption for People and the Planet. Momenta: Website. (2022). Available at: <https://www.momenta.one/hubfs/Resources/Reports-andSurveys/Momenta-Industry%205.0-Report-2022.pdf>