

Ірина Олександрівна **БАШИНСЬКА**

д.е.н., професор, Національний університет "Одеська політехніка"

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4143-9277>

e-mail: i.a.bashinskaya@op.edu.ua

Роман Миколайович **ЛЯХ**

здобувач, Національний університет "Одеська політехніка"

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3622-2671>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СМАРТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Смартизація бізнес-процесів промислових підприємств є важливим напрямом цифрової трансформації, що забезпечує підвищення ефективності, автоматизацію виробничих процесів та оптимізацію управлінських рішень. У статті розглянуто ключові технології смартизації, зокрема штучний інтелект, Інтернет речей, цифрові двійники, блокчейн та хмарні платформи. Проаналізовано основні тенденції їхнього впровадження, а також виклики, зокрема високі інвестиційні витрати, потребу у кваліфікованих кадрах та ризики кібербезпеки. Визначено перспективи розвитку смарт-рішень у промисловості, що сприяють сталому розвитку підприємств та підвищенню їх конкурентоспроможності.

Ключові слова: блокчейн, бізнес-процеси, промислові підприємства, смартизація, штучний інтелект

ВСТУП

У сучасних умовах глобальної конкуренції та цифрової трансформації промислові підприємства змушені активно впроваджувати інноваційні технології для підвищення ефективності бізнес-процесів. Традиційні моделі управління виробництвом поступово поступаються місцем цифровим системам, які забезпечують гнучкість, адаптивність та швидкість прийняття рішень. Концепція смартизації, яка охоплює комплексне впровадження штучного інтелекту (ШІ), Інтернету речей, великих даних, хмарних технологій і блокчейну, стає ключовим напрямом розвитку підприємств, орієнтованих на інновації [1; 2].

Сучасна промисловість стикається з новими викликами, такими як необхідність підвищення продуктивності, оптимізація ресурсів, зниження витрат і впровадження принципів сталого розвитку. Водночас компанії повинні адаптуватися до змін у структурі споживчого попиту, який диктує потребу в персоналізованих продуктах, гнучких виробничих лініях та скороченні часу виходу продукції на ринок, а також підбаштовуватися під умови воєнного положення. У цьому контексті смартизація дає змогу значно покращити управління операційними процесами завдяки інтеграції інтелектуальних систем аналізу даних, автоматизованих платформ управління виробництвом та цифрових двійників, які дають можливість прогнозувати ефективність бізнес-рішень.

Серед основних напрямів цифрової трансформації виділяється Індустрія 4.0, яка передбачає використання кіберфізичних систем та взаємодію між фізичними і цифровими об'єктами. Завдяки смарт-технологіям підприємства можуть не лише автоматизувати виробничі процеси, але й значно покращити якість продукції, зменшити кількість відходів, підвищити енергоефективність та забезпечити безперервний моніторинг усіх етапів виробництва. Водночас зростає значення предиктивної аналітики, яка дає змогу прогнозувати можливі несправності в роботі обладнання та мінімізувати ризики простоїв.

Поступова інтеграція інтелектуальних систем у ви-

робничу сферу також сприяє трансформації логістики та ланцюгів постачання. Застосування блокчейну підвищує прозорість та безпеку операцій, а аналітичні інструменти дають змогу оптимізувати маршрути доставки, мінімізуючи витрати та вплив на навколишнє середовище. Окрім цього, розвиток технологій дає змогу підприємствам ефективніше адаптувати свої бізнес-моделі до нових умов, створюючи стратегії, орієнтовані на довгострокову конкурентоспроможність.

Попри значні переваги смартизації, її впровадження супроводжується певними викликами, серед яких високі інвестиційні витрати, необхідність навчання персоналу та забезпечення кібербезпеки. Крім того, підприємства часто стикаються з проблемою інтеграції нових технологій у вже наявні виробничі процеси та інформаційні системи. Однак в міру розвитку цифрової економіки, появи нових рішень у сфері ШІ та автоматизації, смарт-технології стануть дедалі доступнішими, а їх впровадження – необхідною умовою для збереження конкурентних позицій у промисловому секторі.

Так, смартизація бізнес-процесів промислових підприємств є не просто тенденцією, а ключовим фактором майбутнього розвитку виробництва. Підприємства, які своєчасно адаптуються до нових цифрових умов, отримують можливість не лише підвищити ефективність своєї діяльності, а й створити більш стійку, екологічно відповідальну та інноваційну бізнес-модель.

МЕТА роботи – аналіз сучасних тенденцій смартизації бізнес-процесів промислових підприємств, виявлення ключових технологій, що сприяють цифровій трансформації, та їх аналіз з урахуванням можливостей і викликів впровадження смарт-рішень.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У дослідженні застосовано системний підхід, що включає аналіз наукових джерел і практичних кейсів впровадження смарт-технологій, методи порівняльного аналізу для оцінювання ефективності цифрових рішень, а також структурно-функціональний підхід для виявлення взаємозв'язків між елементами смартизації бізнес-процесів промислових підприємств.

РЕЗУЛЬТАТИ

Смартизація (smartization) бізнес-процесів передбачає інтеграцію цифрових технологій для оптимізації діяльності підприємств шляхом автоматизації, вдосконалення процесів прийняття рішень та забезпечення взаємодії між усіма структурними елементами компанії [1]. Її спрямовано на підвищення ефективності, продуктивності та гнучкості виробничих і управлінських процесів, що дає змогу підприємствам швидше адаптуватися до змін ринкового середовища та забезпечувати стале зростання [2].

Основними компонентами смартизації є:

ШІ та машинне навчання (МН) – ці технології відіграють ключову роль у підвищенні рівня автоматизації бізнес-процесів [3; 4]. Вони дають змогу аналізувати великі обсяги даних, прогнозувати поведінку систем, оптимізувати логістичні операції та розподіл ресурсів. Наприклад, предиктивна аналітика, заснована на алгоритмах МН, допомагає передбачати відмови обладнання, що зменшує витрати на ремонти та скорочує час простою. Також ШІ застосовується у системах автоматизованого управління виробництвом, що дає змогу значно підвищити точність процесів та мінімізувати людський фактор.

Інтернет речей (IoT) – технологія, що забезпечує збір, оброблення та обмін даними між пристроями та системами у режимі реального часу [5]. Завдяки підключенням до мережі сенсорам підприємства можуть контролювати стан обладнання, автоматично регулювати виробничі процеси та забезпечувати своєчасне обслуговування техніки. IoT також застосовується для відстеження ланцюгів постачання, управління складськими запасами та моніторингу споживання енергії, що дає змогу підвищити операційну ефективність і знизити витрати.

Хмарні технології – забезпечують централізоване зберігання та оброблення даних, що дає змогу підприємствам отримувати доступ до необхідної інформації в будь-який момент і з будь-якого пристрою [6]. Вони забезпечують масштабованість виробничих потужностей, швидке розгортання цифрових рішень та зниження витрат на IT-інфраструктуру. Застосування хмарних платформ також сприяє інтеграції різних цифрових систем, забезпечуючи ефективний обмін даними між відділами підприємства, партнерами та постачальниками.

Цифрові двійники (Digital Twins) – технологія, що дозволяє створювати віртуальні копії реальних об'єктів, процесів або систем для їх моделювання, тестування та аналізу [7]. Цифрові двійники допомагають підприємствам прогнозувати ефективність роботи обладнання, оцінювати можливі ризики перед впровадженням нових рішень та оптимізувати виробничі процеси на основі симуляцій. Це сприяє значному зниженню витрат на розроблення та тестування нових технологій, оскільки дає змогу визначити оптимальні параметри роботи систем без необхідності фізичних експериментів.

Блокчейн – технологія розподілених реєстрів, що забезпечує прозорість, безпеку та довіру між учасниками бізнес-процесів [5; 8]. Її активно застосовують у сферах логістики, управління ланцюгами постачання, фінансових операцій та контролю якості. Завдяки блокчейну підприємства можуть забезпечувати незмінність даних, автоматизувати процеси контрактних угод (через смарт-

контракти) та підвищувати рівень кібербезпеки. Наприклад, у промисловості блокчейн застосовується для відстеження походження сировини, гарантування автентичності продукції та мінімізації шахрайства у фінансових операціях.

Загалом смартизація бізнес-процесів промислових підприємств відкриває нові можливості для підвищення їхньої ефективності, прискорення виробничих циклів та створення адаптивних моделей управління, що дають змогу швидко реагувати на виклики сучасного ринку. Впровадження цих технологій сприяє переходу підприємств до нової парадигми цифрової економіки, де ключову роль відіграють дані, їхній аналіз та застосування для ухвалення стратегічних рішень.

Попри очевидні переваги смартизації, її впровадження супроводжується низкою викликів, що можуть стримувати цифрову трансформацію промислових підприємств.

Однією з головних проблем є високі інвестиційні витрати. Інтеграція смарт-технологій, таких як ШІ, IoT чи цифрові двійники, вимагає значних фінансових вкладень у модернізацію обладнання, оновлення IT-інфраструктури та забезпечення кібербезпеки. Для багатьох підприємств, особливо малого та середнього бізнесу, ці витрати можуть бути непосильними без підтримки державних програм чи інвестиційних фондів.

Ще одним викликом є необхідність підготовки кваліфікованих кадрів. Впровадження смарт-рішень потребує фахівців з аналізу даних, програмування, кібербезпеки та управління цифровими системами. Водночас на ринку праці спостерігається дефіцит таких спеціалістів, що уповільнює процес цифрової трансформації підприємств. Безперервне навчання персоналу та адаптація традиційних методів управління до нових технологій стають важливими завданнями для керівництва компаній.

Ключовим ризиком є проблеми кібербезпеки. Розширення застосування IoT, хмарних сервісів та ШІ підвищує ймовірність кібератак, втрати даних та витоку конфіденційної інформації. Відсутність надійних систем захисту може призвести до збоїв у виробничих процесах, що негативно вплине на стабільність роботи підприємства. Впровадження смартизації потребує розроблення комплексних стратегій безпеки, зокрема застосування технологій блокчейну, багаторівневого шифрування даних та моніторингу кіберзагроз у режимі реального часу.

Ще одним стримуючим фактором є відсутність єдиних стандартів інтеграції технологій. Багато промислових підприємств застосовують застарілі ERP-системи та автономне обладнання, що ускладнює їхню сумісність із сучасними цифровими рішеннями. Відсутність уніфікованих протоколів обміну даними між різними платформами уповільнює автоматизацію та ускладнює взаємодію між цифровими системами. Для ефективного впровадження смарт-технологій необхідно розробити універсальні стандарти інтеграції, які дають змогу безперешкодно впроваджувати нові рішення без масштабних змін у наявній інфраструктурі.

Попри ці виклики, перспективи смартизації залишаються надзвичайно сприятливими. Розвиток хмарних сервісів спрощує доступ підприємств до потужних обчислювальних ресурсів, даючи змогу застосовувати передові технології без необхідності будівництва власних

IT-інфраструктур. Зростання доступності ІІІ та автоматизованих аналітичних платформ дає можливість оптимізувати виробництво та підвищити ефективність управління без значних витрат на персонал.

Крім того, підвищення рівня цифрової культури та адаптація законодавчої бази сприятиме більш активному впровадженню смарт-рішень у промисловості. Державні ініціативи з цифровізації економіки, підтримка інноваційних проєктів та створення програм співпраці між бізнесом та науковими установами допоможуть зменшити бар'єри на шляху до смарт-індустрії.

Отже, незважаючи на наявні виклики, тенденція до цифрової трансформації промислових підприємств є незворотною. Компанії, які вже сьогодні впроваджують смарт-рішення, отримують значні конкурентні переваги, покращують операційну ефективність та формують стійкі бізнес-моделі, що відповідають вимогам сучасного ринку.

References

1. Bashynska I. *Smartization of business processes of an industrial enterprise: theoretical and methodological aspects*. Tallinn, 2023, 125 p.
2. Bashynska I. *Management of smartization of business processes of an industrial enterprise to ensure its economic security*. Schweinfurt, 2020, 420 p.
3. Rane N., Paramesha M., Choudhary S., Rane J. Business Intelligence and Business Analytics with Artificial Intelligence and Machine Learning: Trends, Techniques, and Opportunities. *Advances in Artificial Intelligence*. 2024. No 2(2). pp. 275–294.
4. Linkon A.A., Shaima M., Sarker M.S.U., Rahman M.A. Advancements and Applications of Generative Artificial Intelligence and Large Language Models on Business Management: A Comprehensive Review. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. 2025. No. 6(1). pp. 225–232.
5. Suram R. Integration of Emerging Technologies for Business Workflow Optimization: A Systematic Analysis of IoT, AI, and Blockchain Solutions. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology*. 2024. No. 10(6). pp. 1995–2003.
6. Bikka S.P. Workflow Automation Engines: Driving Innovation in Cloud-Native and AI-Enhanced Business Processes. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology*. 2025. No. 11(1). pp. 282–289.
7. Jiang Y., Su S., Shuxuan Z., Huang G.Q. Digital Twin-Enabled Synchronized Construction Management: A Roadmap from Construction 4.0 towards Future Prospect. *Developments in the Built Environment*. 2024. No. 19(3).
8. Bashynska I., Malanchuk M., Zhuravel O., Olinichenko K., Smart Solutions: Risk Management of Crypto-Assets and Blockchain Technology, *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. No 10(2). pp. 1121–1131.

Iryna BASHYNSKA

Doctor of Economics, Professor, Odesa Polytechnic National University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4143-9277>

e-mail: i.a.bashinskaya@op.edu.ua

Roman LIAKH

postgraduate student, Odesa Polytechnic National University

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3622-2671>

CURRENT TRENDS IN THE SMARTIZATION OF BUSINESS PROCESSES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

The smartization of business processes in industrial enterprises is a key trend in digital transformation, enabling increased efficiency, automation of production, and optimization of management decisions. With the rapid development of Industry 4.0 technologies, enterprises must integrate smart solutions such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), blockchain, and digital twins to maintain competitiveness in the global market. This paper explores the concept of smartization, highlights the main technologies driving this transformation, and examines their impact on industrial business processes. The purpose of the paper is to analyze the current trends in the smartization of business processes in industrial enterprises and assess the effectiveness of integrating intelligent technologies in production and management. The study reveals that smartization significantly improves production efficiency, reduces operational costs, and enhances the adaptability of enterprises to market changes. The integration of artificial intelligence allows for real-time data analysis and predictive maintenance, minimizing downtime and optimizing production planning. IoT solutions facilitate automated monitoring of equipment and processes, ensuring better resource allocation and reducing energy consumption. The use of blockchain technology strengthens data security and transparency, particularly in supply chain management, while digital twins enable accurate process modeling and scenario analysis. Despite the numerous benefits, the implementation of smart technologies in industrial enterprises is associated with several challenges. High investment costs remain a significant barrier, particularly for small and medium-sized enterprises. The shortage of skilled personnel capable of operating and maintaining digital systems poses another obstacle to widespread adoption. Moreover, cybersecurity risks increase with the expansion of interconnected systems, necessitating robust data protection measures. The absence of standardized integration frameworks also complicates the seamless incorporation of smart technologies into existing industrial infrastructures.

Keywords: artificial intelligence, blockchain, business processes, industrial enterprises, smartization

ВИСНОВКИ

Смартизація бізнес-процесів промислових підприємств є ключовим фактором їхньої цифрової трансформації, сприяючи підвищенню ефективності, оптимізації ресурсів та зміцненню конкурентних позицій. Впровадження штучного інтелекту, Інтернету речей, цифрових двійників та блокчейну дає змогу автоматизувати виробничі процеси, покращити управління ланцюгами постачання та забезпечити прозорість операцій. Попри виклики, такі як високі інвестиційні витрати, потреба в кваліфікованих кадрах та ризики кібербезпеки, технологічний розвиток, державна підтримка та адаптація підприємств до нових умов сприятимуть подальшому поширенню смарт-рішень, що є необхідною умовою для сталого розвитку промисловості.