

УДК 338.45:334.716:330.341:004

Милованкін С.А.¹

¹ студ. гр. БТЕ-1914м НУ «Запорізька політехніка»

ГЛОБАЛЬНІ ДРАЙВЕРИ ТА БАР'ЄРИ ВПРОВАДЖЕННЯ «РОЗУМНИХ ФАБРИК»

У сучасних умовах цифрової трансформації промисловість переживає перехід до концепції «розумних фабрик» (smart factories), що є ядром Четвертої промислової революції. Smart factory поєднує фізичне виробництво з цифровими технологіями, зокрема Інтернетом речей (IoT), штучним інтелектом (AI), великими даними (Big Data), автономними роботизованими системами та кіберфізичними структурами [1, с. 8]. Цей підхід дозволяє підвищити ефективність, гнучкість і стійкість підприємств у мінливих ринкових умовах, а також мінімізувати людський фактор та ризики простоїв.

Серед головних глобальних драйверів впровадження smart factories варто виділити такі ключові фактори, як зростання конкуренції, потреба у гнучких виробничих процесах, вимоги до енергоефективності та сталого розвитку, а також дефіцит кваліфікованих кадрів, який стимулює автоматизацію [2, с. 14]. Важливою рушійною силою є також геополітична нестабільність і порушення ланцюгів постачання, що змушують підприємства переходити до більш автономних та локалізованих систем виробництва. За даними дослідження Deloitte (2024), компанії, що інтегрували цифрові платформи у виробництво, досягли на 30–50 % швидшої адаптації до змін ринку порівняно з традиційними підприємствами [3, с. 11].

Вагомим драйвером розвитку smart factories є також глобальний тренд на декарбонізацію та ESG-комплаєнс. Виробничі компанії активно впроваджують цифрові рішення для моніторингу викидів, оптимізації енергоспоживання та підвищення екологічної ефективності [4, с. 27]. Уряди багатьох країн створюють стимули для цифрової трансформації через програми підтримки індустрії 4.0, грантове фінансування та податкові пільги для підприємств, що впроваджують інноваційні технології. Так, у країнах ЄС реалізуються програми Horizon Europe та Digital Europe, які спрямовані на розвиток екосистеми смарт-виробництва та розбудову інфраструктури для цифрової інтеграції промислових процесів.

Ще одним важливим драйвером є цифровізація ланцюгів постачання. Використання цифрових двійників (digital twins) та прогнозної аналітики дозволяє підприємствам підвищити прозорість постачань і зменшити ризики збоїв. За даними McKinsey (2024), компанії, що застосовують цифрові близнюки у виробництві, знизили простої обладнання на 15–20 % і підвищили ефективність використання ресурсів на 10–15 % [3, с. 17]. Це доводить, що інвестиції у цифрові інструменти не лише підвищують

продуктивність, а й зміцнюють стійкість виробничих систем до кризових впливів.

Водночас на шляху до реалізації концепції smart factories існує низка бар'єрів, які гальмують її поширення. Одним із головних є висока вартість цифровізації та потреба у довгострокових інвестиціях, що створює труднощі для малих і середніх підприємств. Крім того, значним обмеженням залишається нестача цифрових компетенцій персоналу – лише 20 % працівників промислових компаній мають базові навички роботи з даними або аналітичними системами [2, с. 18]. Серед інших викликів – кібербезпека, відсутність уніфікованих стандартів обміну даними, інтеграційна сумісність обладнання різних виробників та опір організаційним змінам.

Особливої уваги потребує проблема інформаційної безпеки, адже цифрова інфраструктура фабрик стає потенційною цілью для кібератак. Згідно з аналітичним звітом PwC (2023), понад 60 % промислових компаній відзначили підвищення кількості спроб несанкціонованого доступу після впровадження систем IoT [5, с. 22]. Це вимагає інтеграції кіберзахисту у всі етапи життєвого циклу виробничих процесів, включно з моніторингом, резервним копіюванням даних та впровадженням технологій блокчейн для контролю за достовірністю виробничої інформації.

Ще одним важливим бар'єром є недостатня стандартизація технологічних протоколів. Виробничі системи різних постачальників часто не сумісні між собою, що ускладнює інтеграцію єдиних цифрових платформ. Для подолання цього виклику міжнародні організації, зокрема ISO та IEC, розробляють стандарти для кіберфізичних систем, проте їхнє впровадження залишається нерівномірним [1, с. 12]. Крім того, важливим напрямом є гармонізація нормативного середовища, яке має сприяти спільним технологічним рішенням і створенню відкритих цифрових екосистем.

Окрему увагу дослідники приділяють людському фактору у трансформації виробництва. Перехід до smart factories змінює роль людини – вона стає не виконавцем, а аналітиком і координатором процесів, що контролюються системами штучного інтелекту [4, с. 33]. Це створює нові вимоги до освіти та професійної підготовки, зокрема розвиток компетенцій у сфері управління даними, аналітики, кібербезпеки та міждисциплінарного мислення.

Крім того, дедалі більшого значення набуває розвиток партнерських відносин між промисловими компаніями, урядами та науковими установами. Створення регіональних інноваційних хабів і кластерів smart-виробництва дозволяє об'єднати ресурси для розробки спільних технологічних рішень, прискорює обмін знаннями та знижує витрати на впровадження індустріальних інновацій [1, с. 25]. Така кооперація сприяє формуванню

глобальних виробничих мереж нового типу, де ключовими ресурсами стають не лише матеріальні активи, а й дані, алгоритми та людський інтелект.

Зростає також роль штучного інтелекту у підвищенні ефективності smart factories. Алгоритми машинного навчання вже використовуються для прогнозування технічного обслуговування, оптимізації логістичних маршрутів і контролю якості продукції в реальному часі [3, с. 19]. Це сприяє скороченню виробничих витрат і мінімізації збоїв, але водночас потребує етичного регулювання, оскільки автоматизовані рішення можуть впливати на зайнятість працівників та конфіденційність даних.

Таким чином, впровадження smart factories виступає ключовим напрямом модернізації сучасної промисловості, проте його ефективність залежить від здатності держав, бізнесу та освітніх інституцій спільно долати структурні бар'єри – інвестиційні, кадрові та технологічні. Формування «розумних» виробничих екосистем потребує не лише впровадження інновацій, але й розвитку культури відкритих даних, партнерства та сталого мислення, що стане запорукою конкурентоспроможності підприємств у глобальній економіці майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. World Economic Forum. Global Lighthouse Network: Unlocking Sustainability through Advanced Manufacturing. Geneva: WEF, 2023. 38 p.
2. Deloitte Insights. The Smart Factory at Scale: Achieving End-to-End Transformation. Deloitte University Press, 2024. 42 p.
3. McKinsey & Company. The Next Frontier of Industrial Automation: Building Resilient Smart Factories. New York, 2024. 31 p.
4. Accenture Research. Decarbonizing Manufacturing: How Smart Factories Drive Sustainable Growth. London, 2022. 28 p.
5. PwC. Cybersecurity in Smart Manufacturing: Global Industrial Survey 2023. London, 2023. 33 p.