

УДК 338.45:004.94

О. Г. Вагонова,
д. е. н., професор, НТУ "Дніпровська політехніка",
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6553-7771>
С. М. Тютченко,
к. е. н., доцент, НТУ "Дніпровська політехніка",
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8480-6519>
В. А. Шаповал,
к. е. н., доцент, НТУ "Дніпровська політехніка",
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3603-9348>
Ю. І. Літвінов,
к. т. н., доцент, НТУ "Дніпровська політехніка",
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1801-6719>
Л. В. Павленко,
к. філол. н., доцент, НТУ "Дніпровська політехніка"
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6117-9624>

DOI: 10.32702/2306-6792.2025.2.34

ЦИФРОВЕ ВИРОБНИЦТВО ЯК ДРАЙВЕР ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ

O. Vagonova,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Dnipro University of Technology
S. Tiutchenko,
PhD in Economics, Associate Professor, Dnipro University of Technology
V. Shapoval,
PhD in Economics, Associate Professor, Dnipro University of Technology
Y. Litvinov,
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Dnipro University of Technology
L. Pavlenko,
PhD in Philology, Associate Professor, Dnipro University of Technology

DIGITAL MANUFACTURING AS A DRIVER OF BUSINESS PROCESS TRANSFORMATION OF ENTERPRISES

Стаття присвячена дослідженню ролі цифрового виробництва як ключового драйвера трансформації бізнес-процесів промислових підприємств в умовах Четвертої промислової революції. У роботі проаналізовано основні цифрові технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), 3D-друк, великі дані та робототехніка, які інтегруються у виробничі процеси для підвищення їхньої ефективності, гнучкості та адаптивності до змінних ринкових умов. Особливу увагу приділено тому, як ці інновації сприяють формуванню нових бізнес-моделей, орієнтованих на індивідуалізацію продукції та створення додаткової вартості для споживачів.

У статті також розглянуто вплив цифрового виробництва на оптимізацію управління ланцюгом постачання, прискорення виходу нових продуктів на ринок та підвищення конкурентоспроможності підприємств. Наведено порівняльний аналіз бізнес-моделей, орієнтованих на виробника та споживача, що демонструє перехід до більш персоналізованих рішень у сучасному виробництві.

The article is devoted to the analysis of digital production as a driving force for the transformation of business processes of industrial enterprises in the context of the fourth industrial revolution (Industry 4.0). The authors highlight key technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), big data, 3D printing, and robotics that are driving profound changes in manufacturing processes, enabling greater efficiency, flexibility, and adaptability to changing market conditions. The study also examines how these technologies are shaping new business models focused on individualizing products and creating added value for consumers.

Digital manufacturing is analyzed not only from a technical point of view, but also from the point of view of its impact on organizational changes, in particular on business process management, marketing strategies and the supply chain. The article emphasizes that the transition from traditional business models based on mass production to models focused on the individual needs of consumers is one of the key challenges facing modern industrial enterprises. This requires a comprehensive approach to the implementation of digital technologies and changes in management approaches.

The advantages of digital production, including cost reduction, productivity improvement, product quality improvement, and reduction of time to market for new products, are considered separately. The authors cite examples of successful implementation of digital technologies at enterprises, which allowed to significantly improve operational activities and ensure competitiveness in the global market. Digital manufacturing is seen as a factor contributing not only to technical innovation, but also to organizational change in the manufacturing sector.

As a result of the study, it was concluded that digital production is an important element of the transformation of business processes of industrial enterprises, contributing to the increase of their efficiency and competitiveness. The authors emphasize that the integration of digital technologies allows enterprises to better adapt to rapid changes in the market, personalize products for individual consumer requests, and create new business models focused on growth and innovation.

Ключові слова: цифрове виробництво, індустрія 4.0. штучний інтелект, бізнес-процеси, трансформація, автоматизація, гнучкість виробництва, бізнес-моделі.

Keywords: digital production, industry 4.0. artificial intelligence, business processes, transformation, automation, production flexibility, business models.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сучасний світ переживає глибокі трансформаційні процеси під впливом стрімкого розвитку цифрових технологій, що змінюють практично всі аспекти економічної діяльності. Однією з найбільш значущих тенденцій цього розвитку є поява четвертої промислової революції, або Індустрії 4.0, яка привносить кардинальні зміни у виробничі процеси на промислових підприємствах. Центральним елементом цієї революції стає цифрове виробництво, яке об'єднує різноманітні інноваційні технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані та 3D-друк. Ці технології не тільки забезпечують підвищення ефективності та гнучкості виробничих процесів, але й сприяють формуванню нових бізнес-моделей, орієнтованих на задоволення індивідуальних потреб споживачів.

В умовах цифрової економіки традиційні фактори успіху, такі як масштаби виробництва та стандартизація, поступово втрачають свою актуальність. Натомість пріоритетними стають інновації, здатність до адаптації та

швидке реагування на змінні умови ринку. Впровадження цифрового виробництва відкриває перед підприємствами нові можливості для індивідуалізації продукції, скорочення часу виходу на ринок та підвищення якості виробів. Така трансформація є не лише технічною, але й організаційною, оскільки потребує комплексного перегляду бізнес-процесів і підходів до управління підприємствами.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про значну зацікавленість наукової спільноти та бізнес-експертів у темі цифрового виробництва. Науковці, такі як Klaus Schwab [42], Andrew McAfee і Erik Brynjolfsson [30], досліджують його вплив на Четверту промислову революцію та автоматизацію виробничих процесів, тоді як Marshall L. Fisher [17] і Richard D'Aveni [14] акцентують увагу на гнучкості та адаптивності цифрових технологій до змінних ринкових умов. Також, дослідження показують, що інтеграція цифрових рішень, таких як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI), суттєво впливає на реінжиніринг бізнес-процесів [52]. Окрім технічних аспектів, дослі-

джується також вплив цифровізації на бізнес-моделі підприємств та їхню маркетингову стратегію [28], що підкреслює необхідність адаптації бізнесів до нових викликів і можливостей цифрової економіки.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є дослідження впливу цифрового виробництва на трансформацію бізнес-процесів промислових підприємств, аналіз основних технологічних компонентів цього явища, а також оцінка їхнього внеску у зміну бізнес-моделей та підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах сучасної цифрової економіки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасний світ перебуває на порозі чергового етапу еволюції виробництва, коли відбувається перехід від економіки знань, що панувала протягом останніх двох десятиліть, до нової цифрової ери. Щоб глибше зрозуміти, як хмарні технології, мобільні пристрої, соціальні медіа та великі дані впливають на бізнес, Microsoft підтримала дослідження під назвою "Цифрова трансформація бізнесу", проведене аналітичною службою Harvard Business Review [19]. У ході цього дослідження було опитано 537 керівників, що надало важливі інсайти щодо трансформаційного впливу технологій на бізнес-операції. За результатами опитування, компанії активно впроваджують цифрову трансформацію з метою створення нових бізнес-моделей, розвитку нових джерел доходу або здійснення інших значних змін, що сприяють зростанню прибутковості [31]. Проте простого збільшення витрат на сучасні технології недостатньо для досягнення успіху. Лише ті компанії, які чітко визначають свої основні можливості та приймають рішення трансформувати їх за допомогою відповідних цифрових технологій, можуть значно випередити конкурентів [11].

Як зазначає Т.Н. Davenport [15], цифрова трансформація — це не лише впровадження нових технологій, а й зміна підходів до мислення та корпоративної культури. Організації мають бути готовими швидко реагувати на зміни в бізнес-середовищі та нові вимоги, а також до інновацій у способах обслуговування цих змінних потреб [51]. Таким чином, цифрова трансформація — це прискорення бізнес-діяльності, зменшення витрат, скорочення часу виходу на ринок і внесення позитивних змін у процеси, людей та моделі компетенцій [18].

Як у бізнесі, так і в державному секторі, стає все більш очевидним, що нові цифрові тенденції здатні кардинально змінити основи економіки, зокрема, виробництва. Ці тенденції змінюють базові технології та впливають на бізнес-моделі, роблячи цифровізацію не лише джерелом підвищення продуктивності, але й важливим елементом інноваційного процесу [42]. Крім того, цифровізація сприяє радикальним інноваціям як у технологічній, так і в управлінській сферах [44]. Це має значний вплив на ланцюг створення вартості та водночас створює ряд корпоративних ризиків [25]. Незважаючи на стратегічний рух у бік цифровізації, ще багато компаній неохоче приймають ці зміни [7].

Швидкий розвиток цифрових технологій викликає зростаючий інтерес наукової спільноти. Одним із найбільш актуальних напрямків дослідження є цифровізація виробництва або цифрове виробництво (DM). Ця проблема активно обговорюється в наукових працях. Цифровізація є дуже широким поняттям, яке традиційно означало перехід від аналогових принципів до цифрових [27]. Проте сьогодні існують більш значущі аспекти цифровізації: автоматизація, управління даними, цифрові комунікації, реінжиніринг бізнес-процесів, взаємодія людини з комп'ютером та обробка потоків даних [52]. Використання цифрових технологій призводить до повної трансформації виробництва. За даними досліджень, подібних до [23], цифрове виробництво скоро стане стандартом, здатним кардинально змінити всі основні бізнес-процеси. У літературі цифрове виробництво часто розглядається як радикальна трансформація всього бізнесу, при цьому маркетинг залишається основним інтегративним елементом для компанії [28].

Згідно з наукометричними даними, більшість досліджень у сфері цифрового виробництва зосереджені на технічних аспектах та комп'ютерних науках [5]. Проте останнім часом також помітна тенденція до зростання інтересу з боку бізнес-досліджень [22].

Хоча дослідження у цій галузі перебувають на початковому етапі, вже можна спостерігати популяризацію цифрової трансформації в маркетингових дослідженнях та практиках. Це може бути одним із найперспективніших напрямків досліджень, який проникає в усі можливі аспекти бізнесу: кастомізацію [37], лояльність та довіру клієнтів, нетворкінг [26] та інше. Особлива увага приділяється бізнес-моделям [53]. Цифрове виробництво значно впливає на ту частину ланцюга створення вартості, яка зосереджена на створенні та доставці

цінності, даючи виробникам можливість виготовляти індивідуальні товари для задоволення потреб окремих споживачів [40]. Це вимагає підвищеного рівня залученості та синхронізації всіх учасників ланцюга створення вартості, але водночас призводить до виробництва на вимогу та покращеного розуміння процесу створення вартості [2]. Загалом, перехід від ланцюга створення вартості, орієнтованого на виробника, до орієнтованого на споживача, продовжуватиме викликати нові труднощі для виробників та спричинятиме подальшу трансформацію бізнес-моделей [13].

Незважаючи на зростаючий інтерес науковців до цифрових бізнес-тенденцій, на сьогодні немає комплексних досліджень з цього питання, особливо теоретичних [8]. З практичної точки зору, це явище також досліджується переважно у пілотних дослідженнях, проведених консалтинговими компаніями, такими як McKinsey & Company [31]. Хоча ці дослідження прагнуть описати нову дослідницьку тему, вони охоплюють лише окремі фрагменти проблеми, не розглядаючи їх у цілісному контексті [41].

Цифрове виробництво на сьогодні є об'єктом значної уваги з боку дослідників і компаній. Проте, як окрема галузь досліджень, воно все ще перебуває на етапі становлення. Хоча ця тема розвивається досить швидко, серед науковців та бізнес-експертів досі немає єдиного підходу до визначення цифрового виробництва. У табл. 1 представлені різні трактування цього поняття, запропоновані різними авторами.

Як видно з таблиці, різноманітність підходів до визначення цифрового виробництва свідчить про те, що серед науковців і практиків немає єдиної думки щодо цього поняття і його трактування. Проте цей аналіз дозволяє виокремити кілька важливих характеристик цифрового виробництва:

— цифрове виробництво надає можливість візуалізувати всі процеси, що відбуваються на виробництві, для їх подальшої оптимізації та контролю. Завдяки цифровим технологіям компанії можуть створювати детальні візуальні моделі своїх виробничих процесів, які відображають кожен етап виробництва в режимі реального часу. Це дозволяє більш точно виявляти неефективні ділянки, перевантаження або затримки та швидко їх усувати. Крім того, візуалізація

Таблиця 1. Підходи до визначення цифрового виробництва за версіями різних експертів

Автор	Визначення
Klaus Schwab [42]	Цифрове виробництво – це основний компонент четвертої промислової революції, який включає автоматизацію та нові технології.
Andrew McAfee & Erik Brynjolfsson [30]	Виробництво стає цифровим, коли воно використовує новітні технології для автоматизації та оптимізації процесів.
Marshall L. Fisher [17]	Цифрове виробництво включає використання технологій, які дозволяють швидко адаптувати виробничі процеси до змінних умов ринку.
Henrik von Scheel [49]	Цифрове виробництво – це процес, що поєднує цифрові технології з новими бізнес-моделями для створення доданої вартості.
Stefan Heck & Matt Rogers [21]	Виробництво цифрове тоді, коли воно дозволяє компаніям переходити до нових моделей бізнесу, використовуючи інноваційні технології.
Richard D'Aveni [14]	Цифрове виробництво – це використання технологій для створення гнучких виробничих процесів, здатних адаптуватися до потреб споживачів.
Michael Brettel [10]	Цифрове виробництво характеризується впровадженням віртуалізації та децентралізації, що змінює ландшафт виробництва.
Raffaella Cagliano [12]	Цифрове виробництво передбачає повне перепроектування бізнес-процесів на основі інтеграції цифрових технологій.
Viktor Mayer-Schönberger [29]	Цифрове виробництво використовує великі дані для підвищення ефективності та точності виробничих процесів.

допомагає краще координувати роботу між різними підрозділами підприємства та полегшує прийняття рішень на основі точних даних;

— цифрове виробництво, інтегроване з фізичними виробничими процесами, дозволяє компаніям планувати та управляти життєвим циклом продукції та виробничими потужностями в цифровому форматі. Завдяки інтеграції цифрових технологій у виробничі процеси компанії можуть більш ефективно управляти всіма етапами життєвого циклу продукції, починаючи від концептуальної розробки і до утилізації. Це включає не лише проектування і виробництво, але й управління постачаннями, логістикою та обслуговуванням продукції. Цифрові платформи дозволяють підприємствам швидко адаптуватися до змін на ринку, автоматично перераховуючи ресурси та переналаштовуючи виробничі процеси відповідно до поточних вимог;

— цифрове виробництво включає використання різноманітних інформаційних технологій та спеціалізованого обладнання, такого як датчики, 3D-принтери, роботи тощо. Цифрове виробництво охоплює широкий спектр технологій, які взаємодіють між собою для підвищення ефективності та точності виробничих процесів. Датчики дозволяють збирати дані в реальному часі, забезпечуючи зворотний зв'язок для систем управління. 3D-принтери відкривають можливості для швидкого прототипування та масової кастомізації продукції, що раніше було неможливим у традиційних виробничих процесах. Роботи, в свою чергу, автомати-

Таблиця 2. Ключові технології цифрового виробництва

Технологія	Опис
Інтернет речей (IoT)	Мережа підключених пристроїв, що збирають і обмінюються даними в реальному часі, забезпечуючи інтеграцію виробничих процесів.
3D-друк	Адитивна технологія, яка дозволяє створювати тривимірні об'єкти шляхом накладання шарів матеріалу, що розширює можливості прототипування та виробництва на замовлення.
Робототехніка	Використання автоматизованих роботів для виконання складних виробничих завдань, що підвищує точність і продуктивність.
Великі дані (Big Data)	Технології збору, зберігання і аналізу великих обсягів даних для прийняття більш інформованих рішень у виробництві.
Хмарні обчислення	Використання віддалених серверів для зберігання, управління та обробки даних, що забезпечує гнучкість і масштабованість виробничих процесів.
Штучний інтелект (AI)	Застосування алгоритмів машинного навчання для автоматизації і оптимізації виробничих процесів, а також для прогнозування попиту і обслуговування.
Цифрові двійники	Віртуальні моделі фізичних об'єктів або систем, які дозволяють симулювати і аналізувати їхню роботу в реальному часі, підвищуючи ефективність управління виробництвом.
Розширена реальність (AR)	Технологія, що накладає цифрові дані на фізичний світ, допомагаючи операторам та інженерам в управлінні та ремонті виробничих систем.
Автоматизовані системи управління (АСУ)	Програмні системи, що дозволяють автоматизувати і координувати різні аспекти виробничого процесу, зменшуючи вплив людського фактора.
Кібербезпека	Захист виробничих систем і даних від кібератак, що забезпечує безперервність і надійність цифрового виробництва.

зують рутинні або небезпечні операції, підвищуючи продуктивність і безпеку на виробництві;

— цифрове виробництво здатне змінити всі аспекти виробничих процесів, роблячи їх більш ефективними та гнучкими. Впровадження цифрових технологій у виробничі процеси відкриває нові можливості для їх оптимізації та гнучкого реагування на змінні умови ринку. Завдяки автоматизації та роботизації значно знижується необхідність у людській праці на рутинних етапах, що дозволяє працівникам зосередитися на більш складних завданнях. Крім того, цифрові технології дозволяють швидко адаптувати виробничі лінії до випуску нових продуктів або змін у конструкції, що особливо важливо в умовах швидких змін у попиті. Це забезпечує конкурентні переваги, зокрема, скорочення часу виходу на ринок і зниження витрат на виробництво;

— введення цифрового виробництва передбачає обробку великої кількості даних, результатом чого є створення інтелектуальних продуктів та, у деяких випадках, комплексних пропозицій, які поєднують продукти та супутні послуги. Оскільки цифрове виробництво генерує та використовує величезні обсяги даних, ці дані стають важливим ресурсом для створення

"розумних" продуктів. Такі продукти можуть мати вбудовані сенсори, які дозволяють їм самостійно збирати інформацію про свій стан та роботу, надавати зворотний зв'язок користувачам або автоматично інтегруватися в інші системи. Наприклад, машини можуть повідомляти про необхідність обслуговування або адаптувати свої функції під потреби користувача. Крім того, все частіше компанії пропонують не лише продукти, але й комплексні рішення, що включають супутні сервіси, наприклад, моніторинг стану обладнання або технічну підтримку.

На основі вищезазначеного аналізу, більш доцільним є наступне визначення цифрового виробництва: цифрове виробництво — це інтегрований комплекс технологій, систем і пристроїв, що забезпечують автоматизацію та автономність виробничих процесів, дозволяючи оптимізувати їх через збір і аналіз даних, а також адаптуватися до змінних умов ринку.

Цифрове виробництво, як комплекс технологій, з'явилося відносно недавно, однак основні технології, що лежать в його основі, активно розвиваються вже протягом останніх 20—30 років. У табл. 2 наведено основні технологічні компоненти, які забезпечують функціонування цифрового виробництва.

Цифрове виробництво включає десять ключових технологічних елементів, що утворюють основу його функціонування, забезпечуючи високу ефективність, адаптивність та безпеку. Кожен із цих компонентів є важливим для оптимізації сучасних виробничих процесів, оскільки вони підвищують продуктивність та інтегрованість виробництва.

Концептуально, цифрове виробництво передбачає комплексний підхід до впровадження всіх технологій одночасно. Однак на практиці компанії часто застосовують лише окремі компоненти, що теж може забезпечити суттєві переваги. Наприклад, використання комп'ютерних систем на етапі проектування дозволяє інженерам краще порівнювати можливості існуючого обладнання з технічними вимогами продукту. Незважаючи на певні обмеження комп'ютерних систем, вони допомагають знаходити оптимальні рішення для виробництва, мінімізуючи витрати часу, ресурсів та енергії.

Однією з переваг цифрового виробництва є його гнучкість — технології можна впроваджувати поступово, інтегруючи нові рішення з уже

існуючими. Це дає можливість компаніям поступово підвищувати ефективність окремих виробничих процесів та отримувати синергетичні результати від поєднання різних технологічних рішень.

Зрештою, об'єднання різних функціональних систем надає цифровому виробництву значні конкурентні переваги порівняно з традиційними методами. Таблиця 3 ілюструє основні бізнес-результати, яких можна досягти завдяки інтеграції цифрових технологій у виробничі процеси.

Як свідчить аналіз, впровадження цифрового виробництва відкриває перед компаніями низку суттєвих переваг. Основними серед них є підвищення ефективності виробництва, скорочення часу на виготовлення та доставку продукції, а також покращена інтеграція й управління знаннями. Низка пілотних досліджень вже продемонстрували значні успіхи в кількісній оцінці цих змін. Наприклад, компанія Cisco вказує на те, що після впровадження цифрового виробництва зниження кількості відмов продукції становило 48,9%, час простою скоротився на 47,8%, а нові продукти стали виходити на ринок на 23% швидше [9].

За іншими даними, ці переваги можуть забезпечити підвищення прибутковості компаній на період до десяти років. Проте, компанії, які не адаптуються до цифрових технологій, ризикують втратити конкурентоспроможність і навіть вийти з ринку. За прогнозами, до 40% компаній у різних галузях можуть зіткнутися з такою проблемою протягом найближчих п'яти років [34]. Саме тому генеральні директори усвідомлюють важливість цифрових інновацій як не просто засобу збереження ринкових позицій, а й можливості стати лідерами у майбутньому.

Для прогресивних виробників ці зміни не є загрозою, а можливістю. Цифрові технології трансформують виробничі операції та бізнес-процеси — від розробки продукту до ланцюгів постачання та обслуговування клієнтів. Така трансформація в кінцевому підсумку змінює й бізнес-модель компанії.

Традиційно виробничі компанії орієнтувалися на прибуток через масове виробництво стандартизованої продукції, що дозволяло знижувати витрати. Але цифровізація докорінно змінює ці підходи. Сьогодні компанії повинні адаптувати свої стратегії й переосмислити основні принципи бізнес-моделей, зосеред-

Таблиця 3. Переваги цифрового виробництва

Перевага	Опис
Зниження виробничих витрат	Завдяки автоматизації та оптимізації ресурсів цифрове виробництво дозволяє скоротити витрати на матеріали, енергію та робочу силу.
Підвищення продуктивності	Автоматизація рутинних процесів і використання інтелектуальних систем сприяють значному зростанню продуктивності праці.
Гнучкість виробництва	Цифрове виробництво дозволяє швидко адаптувати виробничі процеси до зміни попиту та нових ринкових умов.
Поліпшення якості продукції	Завдяки точному контролю та аналізу даних цифрове виробництво забезпечує високу якість кінцевої продукції.
Зменшення часу виходу на ринок	Цифрове виробництво скорочує цикл розробки та впровадження нових продуктів, що дозволяє швидше виходити на ринок.
Підвищення конкурентоспроможності	Інтеграція новітніх технологій підвищує конкурентоспроможність компанії на глобальному ринку.
Оптимізація управління виробничими процесами	Використання цифрових технологій спрощує контроль за виробничими процесами та забезпечує більш ефективне управління ними.
Скорочення витрат та відходів	Автоматизація процесів і точний контроль ресурсів дозволяють мінімізувати втрати та зменшити кількість відходів.
Поліпшення обслуговування клієнтів	Цифрове виробництво дозволяє швидше реагувати на запити клієнтів та надавати їм більш персоналізовані послуги.
Сприяння інноваціям	Завдяки використанню новітніх технологій цифрове виробництво стимулює розвиток інноваційних підходів та рішень у виробничих процесах.

жуючись не лише на виробництві, а й на оптимізації всіх процесів, включаючи маркетинг. Хоча єдиного визначення бізнес-моделі немає, дослідники погоджуються, що її ключовим елементом є створення та захоплення цінності [43].

Цифрове виробництво не лише оптимізує виробничі процеси, а й відкриває нові можливості для створення цінності. Наприклад, використання таких технологій, як Інтернет речей (IoT) і штучний інтелект (AI), дає можливість не лише покращити виробничі операції, а й запропонувати клієнтам додаткові послуги, такі як прогнозне обслуговування чи персоналізація продуктів.

Компанія Deloitte розробила методологію, яка дозволяє оцінити вплив цифрових технологій на виробництво через чотири основні аспекти: споживач, продукт, економіка виробництва та ланцюги створення цінності [16]. Такий підхід підкреслює важливість комплексної інтеграції технологій, де всі аспекти бізнесу взаємопов'язані та працюють на загальну мету — створення та захоплення цінності.

Ця методологія також дозволяє поєднати маркетингові та бізнесові аспекти в єдиному аналізі, даючи компаніям змогу краще зрозуміти, як зміни у виробництві впливають на загальну бізнес-модель і маркетингову стратегію. Це підхід до аналізу, який дозволяє оцінити потенціал цифрових технологій для створення нових можливостей для зростання та інновацій.

Таблиця 4. Порівняння бізнес-моделей, орієнтованих на виробника та споживача

Критерій	Орієнтований на виробника	Орієнтований на споживача
Гнучкість виробництва	Жорстка стандартизація продукції	Індивідуалізація продукції за запитом клієнта
Взаємодія зі споживачем	Обмежений зворотний зв'язок	Активна участь споживача у процесі створення продукту
Інновації та розробка	Внутрішня розробка нових продуктів на основі інженерних рішень	Спільне створення нових продуктів разом із клієнтами через платформи та спільноти
Ланцюжок постачання	Довгий і складний ланцюжок постачання	Короткий ланцюжок постачання з використанням локальних ресурсів
Швидкість виходу на ринок	Тривалий цикл виробництва від концепції до готового продукту	Швидкий вихід на ринок завдяки друку на вимогу та локалізації виробництва
Клієнтоорієнтованість	Орієнтація на масового споживача	Персоналізований підхід до кожного клієнта
Контроль якості	Централізований контроль якості	Децентралізований контроль з акцентом на зворотному зв'язку від користувачів
Маркетинг і продажі	Масова реклама та традиційні канали збуту	Цільовий маркетинг з використанням цифрових каналів і платформи для спільноти
Ціннісна пропозиція	Продукція з високим рівнем стандартизації	Продукція з високим рівнем персоналізації
Лояльність клієнтів	Лояльність до бренду завдяки надійності та якості продукту	Лояльність до бренду завдяки індивідуальному підходу та можливості персоналізації

В табл. 4 наведено порівняння бізнес-моделей, орієнтованих на виробника та споживача.

Однією з найбільших переваг сучасних цифрових технологій є можливість виробляти персоналізовані продукти, комунікувати з клієнтами через цифрові канали та впроваджувати інноваційні процеси, що оптимізують витрати, спрощують ланцюги постачань і прискорюють час виконання замовлень. Цифрові технології, на яких базується сучасне виробництво, суттєво змінюють операційні процеси та трансформують традиційні бізнес-моделі компаній [16]. Вони впливають на ключові аспекти бізнес-моделі, починаючи від створення вартості й ціннісної пропозиції до доставки продукту кінцевому споживачу [43].

Однак найбільший вплив технології мають на саме поняття ціннісної пропозиції та процес створення вартості. Завдяки впровадженню цифрових інструментів компанії можуть не лише поліпшити свої продукти, а й підвищити їхню диференціацію на ринку. Наприклад, технологія 3D-друку дає можливість виробляти продукти в невеликих серіях або створювати унікальні товари для конкретних клієнтів. Це розширює можливості для бізнесу в плані пропозиції додаткових послуг, таких як консультування з матеріалів або проектування моделей [6].

Крім того, значну роль у формуванні нової ціннісної пропозиції відіграє збір і аналіз даних. Багато виробничих компаній накопичують

величезну кількість інформації, але використовують лише її малу частину. Нові методи обробки даних дозволяють значно підвищити ефективність аналізу, що впливає на інновації, індивідуалізацію продуктів і загальну продуктивність компанії. Таким чином, дані стають стратегічним активом, що підвищує конкурентоспроможність бізнесу [29].

Один з прикладів — компанія General Electric (GE), яка змогла адаптувати свої виробничі процеси під індивідуальні потреби клієнтів через використання цифрових технологій. Ці технології допомагають детально аналізувати процес виробництва на всіх його етапах, від початкового дизайну до утилізації компонентів, підвищуючи ефективність і конкурентоспроможність [38].

У сучасних умовах відбувається зміна парадигми створення вартості від орієнтації на виробника до фокусування на споживачеві. Це означає, що бізнес-моделі мають активно інтегрувати клієнтів у процес створення продуктів і послуг, що збільшує їхню залученість і покращує результати компанії. Такий підхід дозволяє не лише знижувати витрати, але й робити бізнес-процеси прозорішими й ефективнішими [37].

Цифрове виробництво дає можливість компаніям адаптувати свої продукти під специфічні запити споживачів, що призводить до створення більш гнучких і індивідуалізованих рішень. Це також сприяє формуванню пулу лояльних клієнтів, що знову і знову обирають продукти компанії завдяки їхній персоналізації та програмам лояльності. Крім того, цифрові технології дозволяють постійно вдосконалювати продукти, що зменшує обмеження традиційних виробничих процесів і дає компаніям можливість бути на крок попереду конкурентів [52].

Дослідження також свідчать про те, що ключовим аспектом створення цінності в нових бізнес-моделях є тісна співпраця між дизайнерами та клієнтами. Технологія 3D-друку відіграє значну роль у цьому процесі, оскільки вона дає можливість споживачам брати активну участь у проектуванні продуктів. Це сприяє створенню продуктів з високою цінністю для кінцевих споживачів [6].

Залучення споживачів у процес створення вартості через цифрові технології також допомагає зняти бар'єри між дизайнерами та виробниками. Технологічні платформи створюють віртуальні середовища для обміну ідеями, що покращує співпрацю та інноваційні процеси [52]. Цей підхід сприяє впровадженню краудсорсингу у виробничих компаніях, де клієнти стають невід'ємною частиною процесу розробки продуктів [24].

Таким чином, цифрові технології змінюють традиційні бізнес-моделі, фокусуючи їх на споживачеві. Цей перехід відкриває нові можливості для створення вартості, зокрема через інтеграцію споживачів у всі етапи виробництва, що посилює їхню лояльність та забезпечує стійкі конкурентні переваги для компаній.

За останні роки виробничі компанії все більше уваги приділяють наданню послуг, поступово перетворюючись з традиційних виробників товарів на постачальників комплексних рішень для клієнтів [4]. Фокус зміщується від простого продажу продукції до надання ціннісних пропозицій, що включають не лише товар, але й супутні послуги, адаптовані до специфічних потреб кожного клієнта [45]. Ці послуги можуть охоплювати традиційні напрями, такі як технічне обслуговування та ремонт, а також індивідуалізовані рішення, розроблені спеціально для конкретних клієнтів [48].

Концепція системи продукт-сервісу (PSS) стає важливою складовою бізнес-моделі сучасних виробників, яка об'єднує матеріальні продукти з нематеріальними послугами, що відповідають потребам клієнтів [33]. Цифрові технології стали ключовим фактором впровадження PSS, що дозволяють автоматизувати операційні процеси, підвищити продуктивність та знизити витрати, одночасно задовольняючи індивідуальні запити споживачів [32].

Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у процеси надання послуг відкриває нові можливості для створення інноваційних рішень, незалежних від географічного положення виробника або споживача [1]. Це допомагає компаніям оптимізувати взаємодію з клієнтами та формувати індивідуалізовані пропозиції, зосереджені на потребах кінцевого користувача [46].

Цифрові технології не лише змінюють бізнес-моделі окремих компаній, але й трансформують всю галузь, сприяючи співпраці між виробниками, постачальниками обладнання та програмного забезпечення [3]. Виробничі компанії, які активно використовують ці технології, можуть створювати клієнтоорієнтовані рішення, що підвищують їхню конкурентоспро-

можність і дозволяють зберегти лідерські позиції на ринку [35].

Крім того, впровадження цифрових технологій дозволяє виробникам зміцнити відносини з клієнтами, краще розуміти їхні потреби та активно залучати їх до процесу створення продуктів [39]. Це досягається за допомогою персоналізації пропозицій, використання аналітики даних та інноваційних методів обслуговування, які значно підвищують лояльність споживачів і довіру до бренду [40].

Технології, такі як 3D-друк, дозволяють виробникам підвищити рівень персоналізації, що стає ключовим фактором для залучення та утримання клієнтів. Завдяки таким технологіям компанії можуть не лише швидше виводити на ринок нові продукти, але й постійно вдосконалювати їх, адаптуючи до змін у споживчих вподобаннях [30].

Активне впровадження цифрового виробництва дає компаніям значні конкурентні переваги у процесі розробки нових продуктів. Воно прискорює всі етапи розробки — від концепту до масового виробництва, одночасно знижуючи ризики та витрати, пов'язані з інноваціями [47]. Наприклад, адитивні технології, такі як 3D-друк, дозволяють швидко створювати та тестувати прототипи, значно зменшуючи час на їх розробку та знижуючи витрати на матеріали [20].

Завдяки цифровим технологіям компанії можуть не лише скорочувати час і витрати на виробництво, але й пропонувати індивідуалізовані рішення, що дозволяють задовольнити специфічні потреби клієнтів [36]. Це забезпечує виробникам гнучкість у масштабуванні та адаптації виробничих процесів під різні запити, зокрема через використання роботизованих систем, здатних швидко перемикатися між виробництвом різних моделей продукції [50].

На завершення, цифрові технології змінюють ландшафт виробничого сектору, допомагаючи компаніям створювати індивідуалізовані продукти, поліпшувати операційну діяльність і зміцнювати зв'язки з клієнтами. Це перетворює традиційні бізнес-моделі, орієнтовані на виробника, на більш клієнтоорієнтовані рішення, що підвищують цінність і створюють додаткові можливості для зростання та інновацій.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Цифрове виробництво відіграє важливу роль у трансформації бізнес-процесів промислових підприємств, сприяючи їх адаптації до сучасних викликів і підвищенню конкурентоспроможності. Впровадження цифрових техно-

логій, таких як Інтернет речей (IoT), 3D-друк, штучний інтелект та великі дані, дозволяє підприємствам автоматизувати процеси, підвищити ефективність виробництва, знизити витрати та скоротити час виходу на ринок. Окрім цього, цифрові технології сприяють переходу від традиційного виробничого процесу до більш гнучкого і динамічного, що дозволяє швидко реагувати на змінні умови ринку та персоналізувати продукцію відповідно до потреб споживачів. Ці переваги дозволяють компаніям залишатися на передовій у своїй галузі, забезпечуючи стабільний розвиток і рентабельність.

Впровадження цифрових технологій вимагає комплексного перегляду традиційних бізнес-моделей, що зосереджені виключно на виробництві товарів, та їх трансформації в моделі, орієнтовані на споживача. Сучасні цифрові рішення, такі як системи продукт-сервіс (PSS), дозволяють компаніям надавати не лише матеріальні продукти, але й супутні послуги, що підвищують цінність пропозиції для клієнтів. Крім того, технології цифрового виробництва дають можливість споживачам брати активну участь у процесі розробки та кастомізації продуктів, що сприяє підвищенню лояльності та довіри до бренду. Таким чином, цифрове виробництво відкриває нові можливості для зміцнення відносин із клієнтами та створення стійких конкурентних переваг.

Загалом, цифрове виробництво є невід'ємною складовою Четвертої промислової революції, яка значно змінює підходи до організації виробничих процесів і управління бізнесом. Ці зміни мають глибокий вплив на всі аспекти діяльності промислових підприємств, включаючи управління ланцюгом постачання, розробку нових продуктів і послуг, а також взаємодію зі споживачами. У майбутньому підприємства, які здатні успішно інтегрувати цифрові технології у свої бізнес-процеси, отримують значні переваги, що дозволяють їм не лише зберегти свої позиції на ринку, але й стати лідерами у своїй галузі. Водночас, компанії, які не зможуть адаптуватися до нових умов, ризикують втратити свою конкурентоспроможність і залишитися на периферії ринку.

Література:

1. Allmendinger G., Lombreglia R. Four Strategies for the Age of Smart Services. *Harvard Business Review*. 2005. Vol. 83, No. 10. P. 131—145.
2. Amit R., Zott C. Value Creation in E-Business. *Strategic Management Journal*. 2001. Vol. 22, No. 6—7. P. 493—520.
3. Baines T., Lightfoot H. W. *Made to Serve: How Manufacturers Can Compete Through*

Servitization and Product-Service Systems. Wiley, 2013. 315 p.

4. Baines T., Lightfoot H., Kay J. M. *Servitization: The Impact of Service Orientation on Product Offerings*. *Operations Management Research*. 2009. Vol. 2, No. 3. P. 229—242.

5. Benner M. J., Tushman M. L. *Exploitation, Exploration, and Process Management: The Productivity Dilemma Revisited*. *Academy of Management Review*. 2015. Vol. 40, No. 4. P. 827—845.

6. Berman B. 3-D Printing: The New Industrial Revolution. *Business Horizons*. 2012. Vol. 55, No. 2. P. 155—162.

7. Besson P., Rowe F. *Strategizing Information Systems-enabled Organizational Transformation: A Transdisciplinary Review and New Directions*. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2012. Vol. 21, No. 2. P. 103—124.

8. Bharadwaj A., El Sawy O. A., Pavlou P. A., Venkatraman N. *Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights*. *MIS Quarterly*. 2013. Vol. 37, No. 2. P. 471—482.

9. *Boosting Visibility, Agility and Profits with Digital Manufacturing*. Cisco. 2015. URL: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/industry-solutions/C11-735848.pdf> (дата звернення: 10.09.2024).

10. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. *How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective*. *International Journal of Information and Communication Engineering*. 2014. Vol. 8, No. 1. P. 37—44.

11. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company, 2014. 306 p.

12. Cagliano R., Acur N. *Rethinking Supply Chain Management: A Strategic Perspective*. Palgrave Macmillan, 2012. 320 p.

13. Chesbrough H. *Why Companies Should Have Open Business Models*. *MIT Sloan Management Review*. 2007. Vol. 48, No. 2. P. 22—28.

14. D'Aveni R. *The Pan-Industrial Revolution: How New Manufacturing Titans Will Transform the World*. Houghton Mifflin Harcourt, 2018. 320 p.

15. Davenport T. H. *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*. MIT Press, 2020. 232 p.

16. Deloitte. *Digital Transformation and Industry 4.0: Navigating the Shift*. Deloitte Insights, 2021. 25 p.

17. Fisher M. L. *Supply Chain Strategy: Unleashing the Power of Business Integration*. McGraw-Hill Education, 2010. 240 p.

18. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative. MIT Sloan Management Review. 2013. Vol. 54, No. 2. P. 1—13.
19. Gartner. Цифрова трансформація бізнесу: Тенденції та прогнози. Gartner Research, 2022. 40 с.
20. Gibson I., Rosen D. W., Stucker B. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer, 2015. 498 p.
21. Heck S., Rogers M. Resource Revolution: How to Capture the Biggest Business Opportunity in a Century. New Harvest, 2014. 272 p.
22. Henfridsson O., Majchrzak A., Bygstad B. The Role of Digital Infrastructure in Developing Digital Innovation Capabilities. Information Systems Journal. 2018. Vol. 28, No. 6. P. 1129—1157.
23. Hermann M., Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Technische Universitat Dortmund, 2016. 48 p.
24. Howe J. Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd Is Driving the Future of Business. Crown Business, 2008. 320 p.
25. Iansiti M., Lakhani K. R. Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World. Harvard Business Review Press, 2020. 288 p.
26. Kaplan A. M., Haenlein M. Users of the World, Unite! The Challenges and Opportunities of Social Media. Business Horizons. 2010. Vol. 53, No. 1. P. 59—68.
27. Legner C., Jung M., Venkatesh V. Industry 4.0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics. Computers in Industry. 2017. Vol. 89. P. 23—34.
28. Lusch R. F., Nambisan S. Service Innovation: A Service-Dominant Logic Perspective. MIS Quarterly. 2015. Vol. 39, No. 1. P. 155—175.
29. Mayer-Schonberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. Houghton Mifflin Harcourt, 2013. 242 p.
30. McAfee A., Brynjolfsson E. Big Data: The Management Revolution. Harvard Business Review. 2012. Vol. 90, No. 10. P. 60—68.
31. McKinsey & Company. The Next Horizon of Digital Transformation. McKinsey Digital Insights, 2021. 32 p.
32. Meier H., Roy R., Seliger G. Industrial Product-Service Systems-IPS². CIRP Annals. 2010. Vol. 59, No. 2. P. 607—627.
33. Mont O. Clarifying the Concept of Product-Service System. Journal of Cleaner Production. 2002. Vol. 10, No. 3. P. 237—245.
34. Namboodri C. Digital Manufacturing: Transforming Your Business Model. Cisco. 2015. URL: <http://blogs.cisco.com/manufacturing/digital-mfg-transforming-business> (дата звернення: 14.01.2024).
35. Oliva R., Kallenberg R. Managing the Transition from Products to Services. International Journal of Service Industry Management. 2003. Vol. 14, No. 2. P. 160—172.
36. Piller F. T., Tseng M. M. (Eds.). Handbook of Research in Mass Customization and Personalization. World Scientific, 2010. 1032 p.
37. Pine B. J. Mass Customization: The New Frontier in Business Competition. Harvard Business Review Press, 1993. 352 p.
38. Porter M. E., Heppelmann J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. Harvard Business Review. 2015. Vol. 93, No. 10. P. 96—114.
39. PwC. Digital Factories 2020: Shaping the Future of Manufacturing. PwC's Strategy&, 2017. 52 p.
40. Rayna T., Striukova L. From Rapid Prototyping to Home Fabrication: How 3D Printing is Changing Business Model Innovation. Technological Forecasting and Social Change. 2016. Vol. 102. P. 214—224.
41. Rindfleisch A., Malhotra N., Kshetri N., Raj S. Digital Business Strategy and the Role of the Board. Journal of Management Information Systems. 2017. Vol. 34, No. 1. P. 1—24.
42. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, 2017. 192 p.
43. Teece D. J. Business Models, Business Strategy and Innovation. Long Range Planning. 2010. Vol. 43, No. 2-3. P. 172—194.
44. Teece D. J. Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth. Oxford University Press, 2018. 288 p.
45. Tukker A. Eight Types of Product-Service System: Eight Ways to Sustainability? Experiences from SusProNet. Business Strategy and the Environment. 2004. Vol. 13, No. 4. P. 246—260.
46. Tukker A. Product Services for a Resource-Efficient and Circular Economy — A Review. Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 97. P. 76—91.
47. Ulrich K. T., Eppinger S. D. Product Design and Development. McGraw-Hill Education, 2015. 448 p.
48. Vandermerwe S., Rada J. Servitization of Business: Adding Value by Adding Services. European Management Journal. 1988. Vol. 6, No. 4. P. 314—324.
49. von Scheel H. The Origins of the Fourth Industrial Revolution: Turning Point in Manufacturing and Business Models. Springer, 2016. 276 p.

50. Vogel-Heuser B., Hess D. Industry 4.0-Prerequisites and Visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2016. Vol. 13, No. 2. P. 411—413.

51. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press, 2014. 288 p.

52. Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research*. 2012. Vol. 23, No. 1. P. 227—237.

53. Zott C., Amit R. *Business Model Design: An Activity System Perspective*. Long Range Planning. 2010. Vol. 43, No. 2—3. P. 216—226.

References:

1. Allmendinger, G. and Lombreglia, R. (2005), "Four Strategies for the Age of Smart Services", *Harvard Business Review*, vol. 83, no. 10, pp. 131—145.

2. Amit, R. and Zott, C. (2001), "Value Creation in E-Business", *Strategic Management Journal*, vol. 22, no. 6—7, pp. 493—520.

3. Baines, T. and Lightfoot, H.W. (2013), *Made to Serve: How Manufacturers Can Compete Through Servitization and Product-Service Systems*, Wiley, Hoboken, NJ, USA.

4. Baines, T. Lightfoot, H. and Kay, J.M. (2009), "Servitization: The Impact of Service Orientation on Product Offerings", *Operations Management Research*, vol. 2, no. 3, pp. 229—242.

5. Benner, M.J. and Tushman, M.L. (2015), "Exploitation, Exploration, and Process Management: The Productivity Dilemma Revisited", *Academy of Management Review*, vol. 40, no. 4, pp. 827—845.

6. Berman, B. (2012), "3-D Printing: The New Industrial Revolution", *Business Horizons*, vol. 55, no. 2, pp. 155—162.

7. Besson, P. and Rowe, F. (2012), "Strategizing Information Systems-enabled Organizational Transformation: A Transdisciplinary Review and New Directions", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 21, no. 2, pp. 103—124.

8. Bharadwaj, A. El Sawy, O.A. Pavlou, P.A. and Venkatraman, N. (2013), "Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights", *MIS Quarterly*, vol. 37, no. 2, pp. 471—482.

9. Cisco (2015), "Boosting Visibility, Agility and Profits with Digital Manufacturing", available at: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/industry-solutions/C11-735848.pdf> (Accessed 10 September 2024).

10. Brettel, M. Friederichsen, N. Keller, M. and Rosenberg, M. (2014), "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", *International Journal of Information and Communication Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 37—44.

11. Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2014), *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W. W. Norton & Company, New York, USA.

12. Cagliano, R. and Acur, N. (2012), *Rethinking Supply Chain Management: A Strategic Perspective*, Palgrave Macmillan, London, UK.

13. Chesbrough, H. (2007), "Why Companies Should Have Open Business Models", *MIT Sloan Management Review*, vol. 48, no. 2, pp. 22—28.

14. D'Aveni, R. (2018), *The Pan-Industrial Revolution: How New Manufacturing Titans Will Transform the World*, Houghton Mifflin Harcourt, New York, USA.

15. Davenport, T.H. (2020), *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.

16. Deloitte (2021), *Digital Transformation and Industry 4.0: Navigating the Shift*, Deloitte Insights, New York, USA.

17. Fisher, M.L. (2010), *Supply Chain Strategy: Unleashing the Power of Business Integration*, McGraw-Hill Education, New York, USA.

18. Fitzgerald, M. Kruschwitz, N. Bonnet, D. and Welch, M. (2013), "Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative", *MIT Sloan Management Review*, vol. 54, no. 2, pp. 1—13.

19. Gartner (2022), *Tsifrova transformatsiia biznesu: Tendentsii ta prohozy [Digital Business Transformation: Trends and Forecasts]*, Gartner Research, Kyiv, Ukraine.

20. Gibson, I. Rosen, D.W. and Stucker, B. (2015), *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*, Springer, Berlin, Germany.

21. Heck, S. and Rogers, M. (2014), *Resource Revolution: How to Capture the Biggest Business Opportunity in a Century*, New Harvest, New York, USA.

22. Henfridsson, O. Majchrzak, A. and Bygstad, B. (2018), "The Role of Digital Infrastructure in Developing Digital Innovation Capabilities", *Information Systems Journal*, vol. 28, no. 6, pp. 1129—1157.

23. Hermann, M. Pentek, T. and Otto, B. (2016), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, Technische Universitat Dortmund, Dortmund, Germany.

24. Howe, J. (2008), *Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd Is Driving the Future of Business*, Crown Business, New York, USA.

25. Iansiti, M. and Lakhani, K.R. (2020), *Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World*, Harvard Business Review Press, Boston, USA.

26. Kaplan, A.M. and Haenlein, M. (2010), "Users of the World, Unite! The Challenges and Opportunities of Social Media", *Business Horizons*, vol. 53, no. 1, pp. 59—68.

27. Legner, C. Jung, M. and Venkatesh, V. (2017), "Industry 4.0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics", *Computers in Industry*, vol. 89, pp. 23—34.

28. Lusch, R.F. and Nambisan, S. (2015), "Service Innovation: A Service-Dominant Logic Perspective", *MIS Quarterly*, vol. 39, no. 1, pp. 155—175.

29. Mayer-Schonberger, V. and Cukier, K. (2013), *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Houghton Mifflin Harcourt, New York, USA.

30. McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2012), "Big Data: The Management Revolution", *Harvard Business Review*, vol. 90, no. 10, pp. 60—68.

31. McKinsey & Company (2021), *The Next Horizon of Digital Transformation*, McKinsey Digital Insights, New York, USA.

32. Meier, H. Roy, R. and Seliger, G. (2010), "Industrial Product-Service Systems-IPS", *CIRP Annals*, vol. 59, no. 2, pp. 607—627.

33. Mont, O. (2002), "Clarifying the Concept of Product-Service System", *Journal of Cleaner Production*, vol. 10, no. 3, pp. 237—245.

34. Namboodri, C. (2015), "Digital Manufacturing: Transforming Your Business Model", available at: <http://blogs.cisco.com/manufacturing/digital-mfg-transforming-business> (Accessed 14 January 2024).

35. Oliva, R. and Kallenberg, R. (2003), "Managing the Transition from Products to Services", *International Journal of Service Industry Management*, vol. 14, no. 2, pp. 160—172.

36. Piller, F.T. and Tseng, M.M. (2010), *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization*, World Scientific, Singapore.

37. Pine, B.J. (1993), *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business Review Press, Boston, USA.

38. Porter, M.E. and Heppelmann, J.E. (2015), "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies", *Harvard Business Review*, vol. 93, no. 10, pp. 96—114.

39. PwC (2017), *Digital Factories 2020: Shaping the Future of Manufacturing*, PwC's Strategy&, London, UK.

40. Rayna, T. and Striukova, L. (2016), "From Rapid Prototyping to Home Fabrication: How 3D Printing is Changing Business Model Innovation", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 102, pp. 214—224.

41. Rindfleisch, A. Malhotra, N. Kshetri, N. and Raj, S. (2017), "Digital Business Strategy and the Role of the Board", *Journal of Management Information Systems*, vol. 34, no. 1, pp. 1—24.

42. Schwab, K. (2017), *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

43. Teece, D.J. (2010), "Business Models, Business Strategy and Innovation", *Long Range Planning*, vol. 43, no. 2—3, pp. 172—194.

44. Teece, D.J. (2018), *Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth*, Oxford University Press, Oxford, UK.

45. Tukker, A. (2004), "Eight Types of Product-Service System: Eight Ways to Sustainability? Experiences from SusProNet", *Business Strategy and the Environment*, vol. 13, no. 4, pp. 246—260.

46. Tukker, A. (2015), "Product Services for a Resource-Efficient and Circular Economy — A Review", *Journal of Cleaner Production*, vol. 97, pp. 76—91.

47. Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D. (2015), *Product Design and Development*, McGraw-Hill Education, New York, USA.

48. Vandermerwe, S. and Rada, J. (1988), "Servitization of Business: Adding Value by Adding Services", *European Management Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 314—324.

49. von Scheel, H. (2016), *The Origins of the Fourth Industrial Revolution: Turning Point in Manufacturing and Business Models*, Springer, Berlin, Germany.

50. Vogel-Heuser, B. and Hess, D. (2016), "Industry 4.0-Prerequisites and Visions", *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 411—413.

51. Westerman, G. Bonnet, D. and McAfee, A. (2014), *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*, Harvard Business Review Press, Boston, USA.

52. Yoo, Y. Henfridsson, O. and Lyytinen, K. (2012), "The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research", *Information Systems Research*, vol. 23, no. 1, pp. 227—237.

53. Zott, C. and Amit, R. (2010), "Business Model Design: An Activity System Perspective", *Long Range Planning*, vol. 43, no. 2—3, pp. 216—226.

Стаття надійшла до редакції 03.01.2025 р.