

tures of Modern Banking Marketing]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 4 (2021): 43-46.
DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.4.43>

Kholiavko, N. I. "Suchasni informatsiini tekhnolohii v roboti finansovykh ustanov" [Modern Information Technologies in the Activities of Financial Institutions]. *Biznes Inform*, no. 5 (2021): 152-161.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-5-152-161>

Myronov, Yu. B., Svatiuk, O. R., and Zherybylo, I. V. "Udoskonalennia stratehii ta didzhitalizatsii menedzhmentu bankiv" [Improvement of Strategy and Digitalization of Banks Management]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Seriya «Ekonomichni nauky»*, no. 60 (2020): 93-99.
DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1205-2020-60-15>

Pochenchuk, H. M. "Finansovi tekhnolohii: rozvytok ta rehuliuвання" [Financial Technologies: Development and Regulation]. *Ekonomika ta suspilstvo*, iss. 13 (2017): 1193-2000. https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/200.pdf

Rysin, V. V., and Boryk, I. R. "Perevahy ta ryzyky rozvytku novitnikh tekhnolohii v bankivskii diialnosti" [Benefits and Risks of Development of New Technologies in Banking Activity]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriya «Ekonomichni nauky»*, no. 38 (2020): 69-73.
DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2020-38-12>

Semenoh, A. Yu. "Rozvytok fintekhu: tendentsii ta naslidky dla rynku finansovykh posluh" [Fintech Development:

The Trends and Consequences for the Financial Services Market]. *Biznes Inform*, no. 8 (2021): 173-183.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-8-173-183>

Shpynkovskiy, O., Shpynkovska, M., and Holoborodko, V. "Informatsiina systema dla dopomohy finansovym ustanovam u vyznachenni kredytopromozhnosti kliientiv" [Information System to Assist Financial Institutions in Determining the Creditworthiness of Customers]. *Automation of Technological and Business Processes*, vol. 11, no. 3 (2019): 14-22.
DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v11i3.1496>

Stoiko, O. Ya. "Perspektyvy rozvytku fintekh- i bankivskoho biznesu v Ukraini" [Prospects for the Development of Fintech and Banking in Ukraine]. *Problemy ekonomiky*, no. 2 (2020): 356-364.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2020-2-356-364>

Tkalenko, S., and Tipanov, V. "Bankivska diialnist v umovakh finansovoi hlobalizatsii" [Banking in the Context of Financial Globalization]. *Ekonomichniy analiz*, vol. 31, no. 1 (2021): 211-217.
DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2021.01.211>

Vladyka, Yu., and Turova, L. "Rol suchasnykh digital-tekhnolohii u funktsionuvanni bankivskoi systemy" [The Role of Modern Digital Technologies in the Functioning of the Banking System]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 25 (2021).
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-21>

УДК 338.45:004
JEL: O14; O30; L69
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-1-137-144>

ІНДУСТРІЯ 4.0: СУТНІСТЬ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

©2022 СОСНОВСЬКА О. О., ВАКОФЯН В. Г.

УДК 338.45:004
JEL: O14; O30; L69

Сосновська О. О., Вакофян В. Г. Індустрія 4.0: сутність і тенденції розвитку

У статті розкрито актуальність питання становлення та розвитку Індустрії 4.0, підкреслено її всеохоплюючий характер, відображено систему наукових поглядів на цей термін, враховуючи точки зору таких провідних консалтингових компаній світу, як Deloitte, McKinsey, KPMG, Ernst & Young, PricewaterhouseCoopers. Запропоноване авторське бачення сутності поняття, що характеризує Індустрію 4.0 як створення та запровадження проривних технологій, які слугуватимуть основою для подальшого технологічного розвитку та їх масового застосування і здатних впливати на зростання якості управління ланцюгом створення доданої вартості, розробку нових бізнес-моделей та інтеграцію всіх суб'єктів виробництва в єдину базу даних з метою вдосконалення виробничих процесів і прискореного інноваційного розвитку. Сформульовано та зображено основні етапи розвитку промислового виробництва від етапу механізації (Індустрії 1.0) до сучасності (Індустрії 4.0 та далі) із зазначенням потенціалу розвитку. Закцентовано увагу на необхідності революційних змін не лише у промисловості, а й у бізнес-моделях підприємств. Наведено принципи побудови Індустрії 4.0, а також перелічено притаманні Індустрії 4.0 технології, надано їх стислу сутнісну характеристику. Підкреслено зміст ключових досягнень Індустрії 4.0., враховуючи основні технології та деякі напрями розвитку. Як результат, виявлено вектор розвитку економік країн, а також підприємств, що функціонують у цих економіках та на межі їх перетину, під впливом Індустрії 4.0 та в умовах Next Normality (нової нормальності/нової реальності), що передбачає суттєві трансформаційні зміни, інтеграцію технологій, переорієнтацію ресурсів підприємств, механізмів формування доданої вартості й оптимізації бізнес-процесів на всіх рівнях.

Ключові слова: Індустрія 4.0., цифрові платформи, цифрові екосистеми, бізнес-процеси, бізнес-моделі.

Рис.: 1. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 22.

Сосновська Ольга Олександрівна – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри фінансів та економіки, Київський університет імені Бориса Грінченка (вул. Бульварно-Кудрявська, 18/2, Київ, 04053, Україна)

E-mail: sosnovska.oo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2177-0691>

Вакофян Ваган Григорович – здобувач ступеня доктора філософії, аспірант кафедри фінансів та економіки, Київський університет імені Бориса Грінченка (вул. Бульварно-Кудрявська, 18/2, Київ, 04053, Україна)

E-mail: v.vakofjan.asp@kubg.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0567-2565>

Sosnovska O. O., Vakofian V. G. Industry 4.0: The Essence and Development Trends

The article discloses the relevance of the issue of the formation and development of Industry 4.0, emphasizes its comprehensive nature, reflects the system of scientific views on this term, taking into account the points of view of such leading consulting companies in the world as Deloitte, McKinsey, KPMG, Ernst & Young, PricewaterhouseCoopers. The authors' own vision of the essence of the concept is proposed that characterizes Industry 4.0 as the creation and introduction of breakthrough technologies that will serve as the basis for further technological development and their mass application, capable of influencing the growth of the quality of value chain management, the development of new business models and the integration of all production entities into a single database in order to improve production processes and accelerated innovation development. The main stages of industrial production development from the stage of mechanization (Industry 1.0) to the present (Industry 4.0 and beyond) are formulated and illustrated, indicating the potential of development. Attention is focused on the need for revolutionary changes not only in industry, but also in business models of enterprises. The principles of building Industry 4.0 are given, as well as the technologies inherent in Industry 4.0 are listed, their condensed essential characteristic is provided. The content of the key achievements of Industry 4.0 is emphasized, taking into account the main technologies and some areas of development. As a result, the authors identify the vector of development of economies of countries, as well as enterprises operating both in these economies and on the verge of their intersection, under the influence of Industry 4.0 and in the conditions of Next Normality (new reality), which involves significant transformation changes, integration of technologies, reorientation of enterprise resources, mechanisms of value added formation, and optimization of business processes at all levels.

Keywords: Industry 4.0., digital platforms, digital ecosystems, business processes, business models.

Fig.: 1. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 22.

Sosnovska Olga O. – D. Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Finance and Economics, Borys Grinchenko Kiev University (18/2 Bulvarno-Kudriavska Str., Kyiv, 04053, Ukraine)

E-mail: sosnovska.oo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2177-0691>

Vakofian Vahan G. – Graduate of the degree of Doctor of Philosophy, Postgraduate Student of the Department of Finance and Economics, Borys Grinchenko Kiev University (18/2 Bulvarno-Kudriavska Str., Kyiv, 04053, Ukraine)

E-mail: v.vakofian.asp@kubg.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0567-2565>

В умовах стрімкого вдосконалення інноваційних технологій становлення Індустрії 4.0 є законо-мірним і безповоротним сучасним трендом, що здійснюється динамічними темпами та є запорукою розвитку світової економіки. Порівняно з попередньою епохою, Індустрією 3.0, сучасна індустріальна епоха має такі характерні переваги, як: швидке зростання інновацій, продуктивності виробництва; скорочення витрат на організацію бізнес-процесів; поява нових даних і можливостей їх використання для створення нових технологій; розвиток штучного інтелекту як результату біотехнологій і масової роботизації. Встановлення належних умов для розгортання Індустрії 4.0 є каталізатором зростання світового багатства, підвищення конкурентоспроможності виробництва та залучення інвестицій в економіку країн світу.

Водночас нові тренди створюють умови виникнення відповідних викликів сучасності, які необхідно враховувати та вирішувати як актуальні проблемні питання сучасного етапу. Як зазначає відомий економіст, Клаус Шваб, «...швидкість і переваги інновацій Індустрії 4.0, зростання розривів і негативних явищ, що з нею пов'язані, важко передбачити та зрозуміти до кінця. Ясно одне – виграють ті, хто свідомо до цього підходить та планує необхідні зміни на рівні галузей, держави, нації» [1]. Так, за прогнозами Industrial Internet Consortium, на кінець 2030 р. обсяги Індустрії 4.0 будуть досягати обсягів ВВП США. Цифрові технології та промисловий Інтернет речей дозволить додатково збільшити доходи на 2–3% при підвищенні рівня конкурентоспроможності й ефективнішому управлінні ланцюгами створення вартості [2]. З огляду на це, існують загрози зростання безробіття та нерівномір-

ного розподілу світового багатства, втрати талантів і професійних кадрів у країнах з низькою інноваційною активністю, збільшення ризиків кібербезпеці.

Останні роки дослідження феномена Четвертої промислової революції в цілому та Індустрії 4.0 зокрема стало предметом наукових пошуків відомих учених у різних галузях знань, нобелівських лауреатів, представників державної влади, бізнес-структур, асоціації підприємств Промислової Автоматизації України (АППАУ). Як відомо, в Україні групою експертів від АППАУ спільно зі фахівцями-практиками розроблено Проект національної стратегії Індустрії 4.0, який перебуває на громадському обговоренні щодо подальшого вдосконалення пріоритетних напрямів розвитку для стейкхолдерів Індустрії 4.0 в Україні. Крім того, питання сучасних інноваційних технологій активно досліджуються Міжнародними інституціями та організаціями. Зокрема, актуальність зазначених тенденцій підтверджується тим, що явище Індустрії 4.0 є ключовою темою під час щорічних зустрічей, які відбувається під егідою Всесвітнього економічного форуму в Давосі.

Вплив Індустрії 4.0 має всеохоплюючий характер і відбивається на діяльності та перспективах розвитку всіх видів діяльності – від виробництва та бізнесу до побутових щоденних потреб людства. Отже, питання становлення та розвитку Індустрії 4.0 є, безперечно, актуальним і потребує детального висвітлення з метою глибокого усвідомлення її поточного стану, перспектив розвитку та напрямів можливого впливу. Зазначене підтверджується зростанням наукового інтересу до цієї проблематики

з боку таких науковців, економістів і представників підприємницького середовища, як: І. Бурлакова, М. Вальднер, В. Вальстер, С. Войтко, О. Гавриш, Ф. Герберт, М. Германн, П. Енгель, Х. Кагерманн, М. Кох, Н. Краус, В. Краліч, О. Корогодова, М. Лоренц, В.-Д. Лукас, Ф. Меркофер, Д. Оберхаус, Б. Отто, А. Росс, М. Рюсман, Н. Черненко, Г. Чмерук, К. Шваб, Ф. Штеден та Р. Кірхнер, М. Харніш, Я. Юстус та інших. Разом із цим, особливості розвитку Індустрії 4.0 також знаходяться в центрі уваги періодичних аналітичних досліджень, які проводять представники відомих консалтингових компаній світу, а саме: Deloitte, McKinsey & Company (McKinsey), Boston Consulting Group (BCG), Klynveld Peat Marwick Goerdeler (KPMG), Ernst & Young Global Limited (Ernst & Young), PricewaterhouseCoopers (PwC).

Зважаючи на значні напрацювання науковців, спільний інтерес багатьох зацікавлених сторін до цієї проблематики в умовах стрімкої динаміки світового розвитку трендів Індустрії 4.0 виводить на новий рівень актуальності низку важливих питань, які потребують подальших наукових ініціатив. З огляду на це, метою статті є вивчення сутності та ключових трендів розвитку Індустрії 4.0 для виявлення сучасних тенденцій її прояву та впливу на економічний розвиток суспільства.

Історично промислова революція усвідомлюється як процес зміни аграрно-ремісничої економіки до економіки, у якій домінує промисловість і машинне виробництво. Так, виникненню Індустрії 4.0 передували технології, які були проривними для свого часу та характеризували етапи розвитку промислового виробництва. У період другої половини XIX ст. – першої половини XX ст. в умовах посилення технологічних зрушень спостерігається формування теоретичного підґрунтя інноваційного та техніко-економічного розвитку суспільства. Цей період характеризується розгортанням промислових і науково-технологічних революцій, на засадах яких сформовано нові детермінанти глобального економічного розвитку.

На зміну механізованого виробництва та використання парової енергії прийшло масове виробництво, засноване на розподілі праці, використанні електроенергії, далі обертів почав набирати розвиток електроніки й інформаційних технологій, що застосовувалася для автоматизації виробництва та процесів управління, після цього почали простежуватися риси застосування цифрових технологій виробництва, що, своєю чергою, має перспективи до трансформації і розвитку вже в технології майбутнього (рис. 1).

Варто зазначити, що протягом XX–XXI століть людство пройшло і проходить через промислові революції, які докорінно змінили виробничі процеси, середовище існування та якість життя людей, а їх наслідки були відчутні не лише в економічному розвитку країн світу, але й в кожному аспекті повсякденного життя. Протягом цього періоду розвитку глобальної економіки супроводжувався посиленням міждержавної соціально-економічної нерівності, накопиченням значного рівня дисбалансу у фінансовій сфері, виникненням суттєвих відмінностей у галузевій структурі економічних систем різних країн світу. Так, у XX ст. світова економіка головним чином була залежна від перерозподілу сил між державами світової тріади (США – Японією – ЄС), які, застосовуючи науково-технологічний і виробничий потенціал, зайняли лідерські позиції та контролюють майже 75% міжнародної торгівлі та близько 80% інвестиційних і фінансових потоків.

У другій половині XX ст. у світі розгорнувся новий етап – інформаційна революція, ключовими гравцями якої стали США, СРСР, Японія, Франція, Італія та деякі інші країни Західної Європи, а також Канада. Цей період характеризувався становленням атомної енергетики, поступовою автоматизацією виробництва та постійним зростанням його енергомісткості, створенням і швидким удосконаленням електронно-обчислювальної техніки, початком освоєння космічного простору, зародженням генної інженерії. Більшість західних країн мала якісний базис для еко-

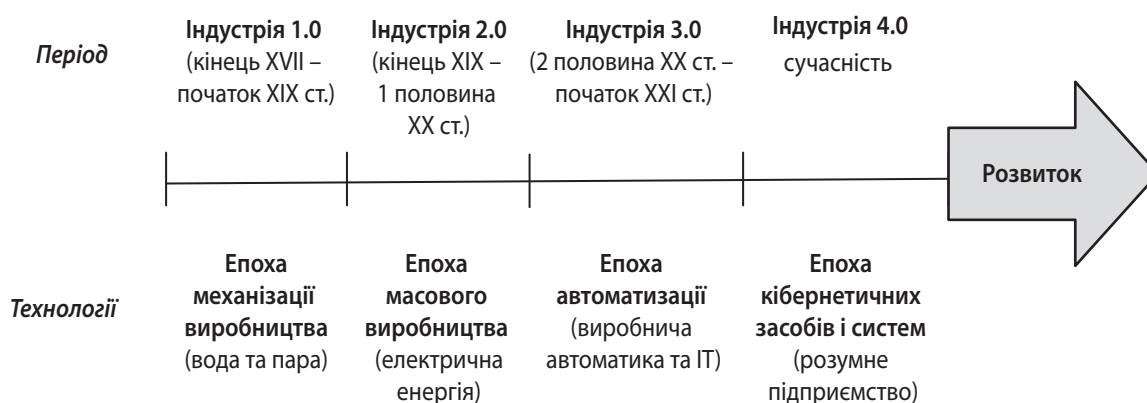


Рис. 1. Основні етапи розвитку промислового виробництва

Джерело: розроблено на основі [2].

номічного зростання, проте використання переважно екстенсивного способу виробництва призвело до сповільнення економічних показників, що зумовило інтенсифікацію виробництва шляхом впровадження в різні галузі промисловості досягнень науково-технічного прогресу [4].

Сучасний стан глобальної економіки демонструє, що існуюча модель розподілу ресурсів досягає своїх меж і зазнає суттєвих трансформацій, які викликані державами – лідерами цивілізаційного прогресу, серед яких Китай, Індія, Бразилія, Індонезія, Сінгапур, Гонконг, які на засадах небаченої мобілізації національних ресурсів та ефективного використання глобалізаційних факторів змогли досягти значних результатів економічного розвитку, що і визначає їх міжнародну конкурентоспроможність. Це відбувається в умовах Четвертої промислової революції як сучасної парадигми розвитку світової економіки, провідним трендом якої є концепція розвитку суспільства «Індустрія 4.0», яка вперше була сформульована на промисловій виставці в м. Ганновер у Німеччині у 2011 р.

Ініціатива федерального уряду Німеччини передбачала реалізацію ідеї підвищення конкурентоспроможності німецької економіки шляхом упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у промисловість країни за допомогою використання глобальної мережі обміну даними (промислового/індустріального Інтернету), у якій передбачається можливість комплексного відображення компонентів виробництва (обладнання, продукції тощо) в єдину цілісну базу даних. Тобто, стисло Індустрія 4.0 – це скоординована, державна ініціатива з мобілізації всіх національних ресурсів з метою прискорення технологічних змін та утримання німецького лідерства у світовому конкурентному середовищі. Над створенням програми модернізації промислових підприємств країни працювала високопрофесійна команда з представників держави та бізнесу. Сьогодні платформа Індустрії 4.0 включає кілька тисяч компаній, які здійснюють спільні дослідження, проходять навчання у сфері виробничих технологій і продукують інновації.

Положення Індустрії 4.0 вперше представлені широкому загалу завдяки результату робіт відомого економіста, президента Всесвітнього економічного форуму Клауса Шваба, який і запропонував її визначення вперше [1]. Хоча термін «Індустрія 4.0» використовується у світовій економіці понад 10 років, проте на цей час немає єдиного бачення щодо його визначення. Науковці у своїх працях використовують низку поглядів, які мають певні відмінності у визначенні сутності поняття Індустрії 4.0. З метою більш глибокого усвідомлення сутності та різнобічності зазначеного поняття вважаємо доцільним систематизувати наукові погляди, що відображено в *табл. 1*.

Проаналізувавши значну кількість визначень поняття «Індустрія 4.0» з боку як окремих науковців, так і провідних консалтингових компаній світу, авторам вдалося сформулювати власне бачення терміна, що зводиться до створення та запровадження проривних технологій, що служитимуть основою для подальшого технологічного розвитку та їх масового застосування, та таких, що здатні впливати на зростання рівня якості підходів до управління ланцюгом створення доданої вартості, розробки нових бізнес-моделей та інтеграції всіх суб'єктів виробництва в єдину базу даних з метою вдосконалення виробничих процесів і прискорення інноваційного розвитку.

Дослідивши суть поняття, стає очевидним, що Індустрія 4.0 дозволить обробляти й аналізувати суттєві обсяги даних, що зібрані різними машинами, забезпечуючи швидший, гнучкіший і ефективніший перебіг процесів виробництва високоякісних товарів та послуг при суттєво нижчому рівні витрат. Це, своєю чергою, підвищить продуктивність виробництва, змінить економіку, прискорить зростання промисловості та відкоригує профіль робочої сили, що в кінцевому підсумку прямо відіб'ється на конкурентоспроможності компаній, міст і регіонів. Крім того, очевидною є і трансформація бізнес-моделей завдяки технологіям, що прямо характеризує Індустрію 4.0, а зазначені технології широко застосовують, отже, з часом термін набуває узагальнених рис і стає таким, що виходить за рамки промисловості.

Ключовими досягненнями Індустрії 4.0 є результати науково-технічного прогресу, які виділено групою дослідників у галузі інноваційної та цифрової економіки [7; 8] та наведено в *табл. 1*. Ці розробки передбачають повну автоматизацію й оптимізацію виробництва як умови економічного розвитку країн світу. З огляду на це можна виділити базові технології, впровадження яких є основою розвитку Індустрії 4.0, а саме:

- ★ Інтернет речей (*Internet of Things – IoT*) передбачає використання Інтернету для обміну інформацією не тільки між людьми, але і між різними «речами – машинами, пристроями, датчиками» тощо. З одного боку, речі, забезпечені датчиками, можуть обмінюватися даними й обробляти їх без участі людини. З іншого боку, людина може активно брати участь у цьому процесі (розумний будинок). Різновидом IoT є промисловий Інтернет речей (*Industrial Internet of Things – IIoT*), за допомогою якого створюються повністю автоматизовані виробництва. Починається все з того, що ключові компоненти обладнання забезпечуються різними датчиками, виконавчими механізмами та контролерами. Сформовані дані обробляються та надсилаються до відповідних служб підприємства, що дозволяє

Систематизація наукових поглядів щодо визначення поняття «Індустрія 4.0»

Автор(-и)	Трактування
Науковці	
К. Шваб [1]	Технологічна платформа для четвертої промислової революції, що забезпечує новий рівень організації й управління діяльністю всього ланцюжка створення вартості протягом усього життєвого циклу виробленої промислової продукції
В. Вальстер, Х. Кагерманн, В.-Д. Лукас [5]	Є засобом підвищення конкурентоспроможності німецької обробної промисловості шляхом посиленого впровадження в заводські процеси «кіберфізичних систем»
Д. Оберхаус [6]	Виробничий еквівалент Інтернету речей, орієнтованого на споживача, в якому повсякденні предмети від автомобілів до термостатів і тостерів будуть підключені до Інтернету.
М. Рюсман, М. Лоренц, Ф. Герберт, М. Вальднер, Я. Юстус, П. Енгель, М. Харніш [7; 8]	Бачення промислового виробництва в майбутньому, яке ґрунтується на дев'яти розробках (результатах) технічного прогресу: Великі дані та їх аналіз (<i>Big Data and Analytics</i>), Автономні роботи (<i>Autonomous Robots</i>), Моделювання (<i>Simulation</i>), Горизонтальна та вертикальна системна інтеграція (<i>Horizontal and Vertical System Integration</i>), Промисловий Інтернет речей (<i>The Industrial Internet of Things</i>), Кібербезпека (<i>Cybersecurity</i>), Хмара (<i>The Cloud</i>), Адитивне виробництво (<i>Additive Manufacturing</i>), Доповнена (або віртуальна) реальність (<i>Augmented Reality</i>)
Р. Шлейфер, М. Кох, П. Меркофер [9]	Термін стосується майбутньої стадії розвитку організації й управління всіма процесами ланцюга створення доданої вартості, що задіяні в обробній промисловості. В США та англomовному світі інколи вживають як синонім терміна «Індустрія 4.0» терміни «Інтернет речей» (<i>Internet of Things</i>), «Інтернет усього» (<i>Internet of Everything</i>), «Промисловий Інтернет» (<i>Industrial Internet</i>). Основою Індустрії 4.0 є кіберфізичні виробничі системи (<i>Cyber-Physical Production Systems</i>), злиття реального та віртуального світів
М. Германн, Т. Пентек, Б. Отто [10]	Об'єднувальний термін для технологій і концепцій організації ціннісних ланцюгів. У модульних структурованих розумних фабриках Індустрії 4.0 кіберфізична система (КФС) відстежує фізичні процеси, створює віртуальну копію фізичного світу та приймає децентралізовані рішення. За допомогою Інтернету речей КФС спілкуються та співпрацюють одна з одною і людьми в режимі реального часу. Через Інтернет-послуги як внутрішні, так і міжорганізаційні послуги пропонуються та використовуються учасниками ланцюга вартості
Г. Чмерук, В. Краліч, І. Бурлакова [11]	Широкомасштабне впровадження комплексу проривних NBIC-технологій (nano, bio, info) у виробничий процес, що приводить до змін в усіх елементах ланцюжка створення вартості та має беззаперечний вплив на суспільство й індивіда
Консалтингові компанії	
Deloitte [12]	Злиття фізичних і цифрових технологій: аналітики, штучного інтелекту, когнітивних розрахунків та Інтернету речей (IoT)
McKinsey [13]	Цифрова трансформація систем промислового виробництва від початку до кінця життєвого циклу продукції
KPMG [14]	Узагальнюючий термін, що використовується в усьому світі для опису конвергенції технологій, які керуються Інтернетом речей (IoT), розширеного прийняття рішень та передової автоматизації. Дані технології наступного покоління змінять традиційний ланцюг створення вартості, відкриваючи нові джерела доходів і впливаючи на ефективність ведення бізнесу
Ernst & Young [15]	Запровадження технологій, пов'язаних із Інтернетом речей (мається на увазі інтернет-протоколи та методологія програмного забезпечення, а також програмне забезпечення, датчики та виконавчі механізми, підключені до мереж) у промисловому контексті
PwC [16]	Наскрізне оцифрування та інтеграція даних у ланцюгу створення вартості: пропонування цифрових продуктів і послуг, управління поєднаними фізичними та віртуальними активами, інтеграція всіх операцій і внутрішньої діяльності, налагодження партнерських відносин та оптимізація діяльності, орієнтованої на клієнтів

персоналу оперативно приймати обґрунтовані управлінські рішення. Роль персоналу полягає у виконанні контрольної функції роботи машин і реагування лише на екстрені ситуації;

★ *цифрові платформи* – це складні інформаційні системи, відкриті для використання клієнтами та партнерами, які є логічним кроком в еволюції бізнесу, що сформувався в результаті

розвитку комп'ютерної техніки та швидкого поширення пристроїв для доступу до Інтернету серед широкого кола людей. Орієнтуючись на програмний код, вони можуть легко запускати нові глобальні стартапи, що працюють на програмному забезпеченні в багатьох галузях, без необхідності вкладати гроші в нову інфраструктуру та навчати нових співробітників, спираючись лише на миттєвий доступ до всієї потужності Інтернету [17; 18]. До критеріїв визначення цифрової платформи як тренду Індустрії 4.0 можна віднести: взаємовигідний характер відносин учасників (принцип «win-win»); розширення масштабів діяльності за рахунок кількості учасників-користувачів; алгоритмізацію взаємодії учасників платформи; наявність єдиної інформаційної інфраструктури; зменшення транзакційних витрат. Отже, створення та використання цифрових платформ для ведення бізнесу надає конкурентні переваги в обслуговуванні клієнтів (використання індивідуального підходу, оперативність надання послуг, автоматизація бізнес-процесів), пропозиції клієнту переваг мережі та спільноти, забезпечує меншу вартість товару чи послуги (економії на витратах);

- ✦ генеруючи навколо себе нові бізнеси та проекти, цифрові платформи формують *цифрову екосистему* – це комплексний проект, що поєднує велику кількість учасників (клієнтів, розробників додатків, торговців та агентів), інформаційних сервісів та бізнес-процесів. Такі системи складаються з різних фізичних об'єктів, програмних систем і керуючих контролерів. Фізичні й обчислювальні ресурси в такій екосистемі тісно пов'язані, моніторинг і управління фізичними процесами здійснюється з використанням технологій ІоТ. Сутність «екосистеми» полягає в комбінації якостей продуктивних платформ, що займаються випуском сімейства продуктів і ринкових посередницьких сервісів, які є основою інтеграційних платформ. За рахунок мережі партнерів компанії – учасники екосистеми отримують додаткові можливості збору й аналізу даних, що дозволяє приймати більш інтелектуальні рішення стосовно бажань клієнтів і постачальників, надавати їм персоналізовані рекомендації та спеціальні пропозиції [19]. Впровадження таких технологій у діяльність забезпечує високу конкурентоздатність учасників, генерує прибуток від нетрадиційних видів діяльності, формує клієнтську базу та, відповідно, знижує витрати на залучення клієнтів;
- ✦ *аналітика великих даних (Data Driven Decision)* або просто *Великі дані (Big Data)*. Величезні обсяги інформації, що накопичуються

в результаті «оцифрування» фізичного світу, можуть бути ефективно оброблені тільки комп'ютерами із застосуванням хмарних обчислень і технологій штучного інтелекту (*Artificial Intelligence – AI*). Як відомо, визначальними характеристиками великих даних є фізичний об'єм, швидкість приросту даних і необхідність їх швидкої обробки, здатність обробляти дані різних типів і складності, змінність, візуалізація, життєздатність і цінність. Існує низка сучасних технологій роботи та технік аналізу Big Data, які є необхідними для прогнозування ринкової ситуації, покращення маркетингу й оптимізації продажів, удосконалення якості продукції, підвищення продуктивності праці, ефективної логістики та моніторингу ключових бізнес-процесів. У результаті людина, яка контролює той чи інший процес, отримує оброблені дані, максимально зручні для сприйняття, аналізу й обґрунтованого прийняття управлінських рішень.

З огляду на ключові тенденції розвитку Індустрії 4.0 німецькими фахівцями сформульовано такі принципи побудови Індустрії 4.0 [2]:

- ✦ сумісність як здатність машин, пристроїв, сенсорів і людей взаємодіяти один з одним через Інтернет речей (IoT);
- ✦ прозорість як процес генерації та збереження у віртуальному світі цифрових копій усіх процесів;
- ✦ технічна підтримка як можливість візуалізації інформації й ухвалення управлінських рішень;
- ✦ децентралізація управлінських рішень шляхом повної автоматизації виробництва та виконання людиною виключно контрольних функцій [20; 21].

Варто зазначити, що термін «Індустрія 4.0» вже охоплює питання розвитку інфраструктури міст (Smart City), освіти, охорони здоров'я, соціального життя громадян та інші, а до переліку застосовуваних технологій уже можна віднести нанотехнології, біотехнології, 3D-друк, а також нові енергоефективні технології. Нові технології генерують зміни в різних сферах і галузях, що породжує новий етап розвитку суспільства, який суттєво відрізняється від попередніх етапів і не базується лише на змінах у промисловому виробництві.

Парадигмою розвитку економік країн світу у постковідний період є використання засад Індустрії 4.0 в умовах Next Normality (нової нормальності/нової реальності), що передбачає значне прискорення процесів цифрової трансформації виробництва, зміни ланцюжків постачань і створення доданої вартості, посилення вимог до систем безпеки, необхідність взаємодії технологічної та кадрової екосистем тощо.

Погоджуємося з проф. С. В. Войтко, що «...зазначене потребує зміни парадигми, перегляду пріоритетів і традиційних поглядів на соціально-економічну систему нової реальності; адаптації суспільства до нової інфраструктурної реальності у промисловості, сфері послуг, аграрному секторі, енергетиці; діджиталізації як об'єктивної реальності та потреби при проектуванні й експлуатації технологічного обладнання» [22].

ВИСНОВКИ

Аналітичне опрацювання сучасного етапу розвитку соціально-економічної індустріалізації дозволяє констатувати, що процес цифрової трансформації займає ключову позицію концепції Індустрії 4.0 та реалізується шляхом інтенсивного розвитку автоматизації економічних процесів, розробці інноваційних цифрових технологій та їх інтеграції в усі сфери життя та бізнесу. На основі визначення історичних етапів становлення промислового виробництва показано головні тенденції подальшого технологічного розвитку та їх масового застосування, що матиме реальну здатність до дієвого регулювання та до управління низкою факторів створення доданої вартості, розробки нових бізнес-моделей та інтеграції всіх суб'єктів виробництва в єдину базу даних з метою вдосконалення виробничих процесів і прискореного інноваційного розвитку.

Проаналізувавши теоретичні бачення щодо становлення Індустрії 4.0, важко переоцінити її вплив, оскільки своїми характерними ознаками вона здійснює безпосередній вплив на способи ведення підприємницької діяльності, побудову та трансформацію бізнес-моделей, бізнес-процесів, загальну конкурентоспроможність окремих суб'єктів і формування стратегічних напрямів розвитку бізнесу.

Значна кількість розвинених країн світу наразі знаходиться на етапі технологічного розвитку, що здійснюється шляхом масового використання інформаційно-комунікаційних технологій у виробництві з метою його автоматизації. Інноваційність такого підходу характеризує загальне переосмислення того, як підприємства проваджують свою бізнес-діяльність, що відображається в поєднанні горизонтальної та вертикальної інтеграції технологій, програмних рішень, застосуванні новітніх систем штучного інтелекту та обробки даних, поєднанні різних технологій, створення нових кіберсистем. З огляду на це напрямами подальших наукових досліджень є вивчення можливостей цифрової трансформації ключових бізнес-процесів підприємств як ключових суб'єктів забезпечення соціально-економічного розвитку суспільства, а також визначення нових ефективних механізмів регуляції як ключового інструментарію для стимуляції та інтенсифікації економічного й індустріального розвитку з урахуванням регіональних особливостей і рівня розвитку економіки у країні. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016. 172 p. URL: <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>
2. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків : монографія / за ред. А. І. Крисоватого, О. М. Сохацької. Тернопіль, 2018. 478 с.
3. Industrial Revolution. URL: <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
4. Лук'яненко Д. Г., Поручник А. М., Колот А. М., Столярчук Я. М. Ресурси та моделі глобального економічного розвитку : монографія. Київ : КНЕУ, 2011. 703 с.
5. Индустрия 4.0: производственные процессы будущего. URL: <https://up-pro.ru/library/strategi/opinion/industriya-4.0/>
6. Oberhaus D. This Is What the Fourth Industrial Revolution Looks Like URL: <https://www.vice.com/en/article/4x3p43/life-after-the-fourth-industrial-revolution>
7. Lorenz M., Russmann M., Strack R., Bolle M. Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? URL: <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4>
8. Russmann M. et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. URL: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf
9. Schlaefel R., Koch M., Merkofer P. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Zurich : Creative Studio of Deloitte, 2014. 32 p.
10. Hermann M., Pentek T., and Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences HICSS*. Kohala, 5–8 January 2016. P. 3928–3937. DOI: 10.13140/RG.2.2.29269.22248
11. Чмерук Г. Г., Краліч В. Р., Бурлакова І. А. Деякі аспекти цифрової трансформації підприємств. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Вип. 34. С. 97–101. URL: http://bses.in.ua/journals/2018/34_2018/21.pdf
12. Industry 4.0: Are you ready? Deloitte Review. 2018. Iss. 22. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/collections/issue-22/DI_Deloitte-Review-22.pdf
13. Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector McKinsey Digital. URL: https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf
14. Industry 4.0: A reality check for today's C-suite on Industry 4.0. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/11/a-reality-check-for-todays-c-suite-on-industry-4-0.pdf>
15. Sensors as drivers of Industry 4.0. URL: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-at-studie-sensoren-treiber-industrie-40-2019/\\$FILE/EY%20Studie%20%20Sensors%20as%20drivers%20of%20Industry%204.0.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-at-studie-sensoren-treiber-industrie-40-2019/$FILE/EY%20Studie%20%20Sensors%20as%20drivers%20of%20Industry%204.0.pdf)
16. How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solu-

- tions. URL: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/industry4-0/global-digital-operations-study-digital-champions.pdf>
17. Andressen M. Why Software Is Eating World. The Wall Street Journal. August 20. 2011 URL: <https://www.wsj.com/articles/SB10001424053111903480904576512250915629460>
18. Семенов А. Ю. Екосистеми цифрових платформ як фактор трансформації бізнесу в умовах цифрової економіки. *Вісник КНУТД*. 2019. № 4. С. 39–50. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14744/1/V137_P039-050.pdf
19. Семенов А. Ю. Концептуальні засади розвитку цифрових платформ в умовах формування цифрової економіки. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2019. № 14. С. 21–26. DOI: 10.25264/2311-5149-2019-14(42)-21-26
20. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. URL: https://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf
21. Індустрія 4.0 – що це таке та навіщо це Україні. URL: <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishcho-tse-ukrayini/>
22. Войтко С. В. Розвиток економік країн світу в умовах Next Normality та Industry 4.0. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2020. № 17. С. 93–104. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.17.2020.216325>
- ### REFERENCES
- Andressen, M. “Why Software Is Eating World”. The Wall Street Journal. August 20. 2011. <https://www.wsj.com/articles/SB10001424053111903480904576512250915629460>
- Chetverta promyslova revoliutsiia: zmina napriamiv mizhnarodnykh investytsiinykh potokiv [The Fourth Industrial Revolution: A Change in the Direction of International Investment Flows]. Ternopil, 2018.
- Chmeruk, H. H., Kralich, V. R., and Burlakova, I. A. “Deiaki aspekty tsyfrovoy transformatsii pidpriemstv” [Some Aspects of Digital Transformation of Enterprises]. *Prychornomorskiekonomichni studii*, iss. 34 (2018): 97–101. http://bses.in.ua/journals/2018/34_2018/21.pdf
- “How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solutions”. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/industry4-0/global-digital-operations-study-digital-champions.pdf>
- Hermann, M., Pentek, T., and Otto, B. “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios”. *Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences HICSS*. Koloa, 2016. 3928–3937. DOI: 10.13140/RG.2.2.29269.22248
- “Industrial Revolution”. <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- “Industry 4.0: Are you ready?” Deloitte Review. 2018. https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/collections/issue-22/DI_Deloitte-Review-22.pdf
- “Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector McKinsey Digital”. https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf
- “Industry 4.0: A reality check for today's C-suite on Industry 4.0”. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/11/a-reality-check-for-todays-c-suite-on-industry-4-0.pdf>
- “Industriya 4.0: proizvodstvennyye protsessy budushchego” [Industry 4.0: Production Processes of the Future]. <https://up-pro.ru/library/strategi/opinion/industriya-4.0/>
- “Industriia 4.0 – shcho tse take ta navishcho tse Ukraini” [Industry 4.0 – What It Is and Why It Is Ukraine]. <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishcho-tse-ukrayini/>
- Lorenz, M. et al. “Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?” <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4>
- Lukianenko, D. H. et al. *Resursy ta modeli hlobalnoho ekonomichnoho rozvytku* [Resources and Models of Global Economic Development]. Kyiv: KNEU, 2011.
- Oberhaus, D. “This Is What the Fourth Industrial Revolution Looks Like”. <https://www.vice.com/en/article/4x3p43/life-after-the-fourth-industrial-revolution>
- Russmann, M. et al. “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”. https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf
- “Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group”. https://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf
- “Sensors as drivers of Industry 4.0”. [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-at-studie-sensoren-treiber-industrie-40-2019/\\$FILE/EY%20Studie%20%20Sensors%20as%20drivers%20of%20Industry%204.0.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-at-studie-sensoren-treiber-industrie-40-2019/$FILE/EY%20Studie%20%20Sensors%20as%20drivers%20of%20Industry%204.0.pdf)
- Schlaefler, R., Koch, M., and Merkofer, P. *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Zurich: Creative Studio of Deloitte, 2014.
- Schwab, K. “The Fourth Industrial Revolution”. Geneva: World Economic Forum, 2016. <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>
- Semenoh, A. Yu. “Ekosystemy tsyfrovoykh platform yak faktor transformatsii biznesu v umovakh tsyfrovoy ekonomiky” [Ecosystems of Digital Platforms as a Factor of Business Transformation in the Digital Economy]. *Visnyk KNUVD*. no. 4 (2019): 39–50. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14744/1/V137_P039-050.pdf
- Semenoh, A. Yu. “Kontseptualni zasady rozvytku tsyfrovoykh platform v umovakh formuvannya tsyfrovoy ekonomiky” [Conceptual Basis for Digital Platforms Development in the Conditions of Digital Economy Formation]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia». Serii «Ekononika»*, no. 14 (2019): 21–26. DOI: 10.25264/2311-5149-2019-14(42)-21-26
- Voitko, S. V. “Rozvytok ekonomik krain svitu v umovakh Next Normality ta Industry 4.0” [Development of Countries in Conditions of the Next Normality and Industry 4.0]. *Ekononichniy visnyk NTUU «KPI»*, no. 17 (2020): 93–104. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.17.2020.216325>