

<https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.043>
УДК 338.2

М.І. ДИБА, д-р екон. наук, проф.,
директор Інституту розвитку фінансового бізнесу,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»,
просп. Перемоги, 54/1, 03057, Київ, Україна,
e-mail: dyba_m@ukr.net,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2007-9572>

Ю.О. ГЕРНЕГО, канд. екон. наук,
доц. кафедри корпоративних фінансів і контролінгу,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»,
просп. Перемоги, 54/1, 03057, Київ, Україна,
e-mail: IuliiaGern@ukr.net,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4929-0411>

ВИКЛИКИ ІНДУСТРІЇ 4.0 У КОНТЕКСТІ ЇЇ СТАНОВЛЕННЯ НА ГЛОБАЛЬНОМУ І НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНЯХ

Обґрунтовано сутнісні характеристики Індустрії 4.0, її становлення та прояви в умовах сьогодення. Наведено приклади ресурсів і конкурентних переваг на кожному етапі розвитку бізнесу, що дозволило простежити об'єктивні передумови для розвитку Індустрії 4.0. Визначено напрями використання фінансових ресурсів для розвитку Індустрії 4.0. Досліджено рівні діджитал-екосистеми розвитку Індустрії 4.0 та специфіку Фінансів 4.0. Зроблено аналіз національних Стратегій 4.0 окремих розвинутих країн світу. Визначено потенціал розвитку Індустрії 4.0 в Україні.

Ключові слова: цифровізація (діджиталізація); Індустрія 4.0; Четверта промислова революція; фінансове забезпечення; державне фінансування.

Прогресивний розвиток суспільства уже протягом кількох століть тісно пов'язаний з появою нових технологій, фінансова підтримка яких закладає основу для якісних суспільних змін і громадських перетворень. Свого часу Перша промислова революція ознаменувалася винаходом парового двигуна, що започаткувало перехід від ручного до механізованого виробництва. Під час Другої промислової революції відбувся перехід до масового виробництва за рахунок використання електродвигуна та конвеєра. Використан-

Ц и т у в а н н я: Диба М.І., Гернего Ю.О. Виклики Індустрії 4.0 у контексті її становлення на глобальному і національному рівнях. *Економіка України*. 2020. № 6. С. 43—59. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.043>

ня комп'ютерів та інформаційних технологій заклало основу для автоматизації виробництва (Третя промислова революція). У цей час у розвинутих країнах світу відбувається популяризація інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ). Подібні тенденції заклали фундамент для наступних трансформацій. Наприклад, відбувається розповсюдження кіберфізичних систем, Big Data, систем штучного інтелекту та 3D-друку.

Нова економічна система формується під впливом сучасних технологій, які спричиняють розбудову всіх ключових секторів економіки. Зокрема, інновації поширюються в таких секторах, як фінанси, енергетика, інфраструктура, соціальна сфера. Отже, зароджується Четверта промислова революція, яка означає тотальну автоматизацію абсолютно всіх процесів та галузей економіки. Так, у виробничому секторі відбуваються цифрове проектування виробів, віддалене налаштування виробничого обладнання, максимальна цифровізація процесу розробки технічних вимог до випуску «розумного продукту» (smart product), автоматизується процес доставки продукції до кінцевого споживача. Тому окремим напрямом наукових досліджень і реалізації прикладних процесів стає застосування нових технологій безпосередньо у виробництві (Індустрія 4.0, або smart industry).

На практиці Індустрія 4.0 виникла в межах національних стратегій. Зокрема, її витоки беруть початок від ініціативи німецьких бізнесменів, політиків та економістів, які поставили за мету вибудувати статус країни як провідного промислового центру на міжнародному рівні. Так, починаючи ще з 1980-х років, бізнес та уряд в пропорції близько 50% на 50% інвестували в реалізацію проекту впровадження концепції Індустрії 4.0 на національному рівні з метою збереження промислового виробництва в країні (Стратегії високих технологій Федерального уряду Німеччини — Industrie 4.0). Термін Industrie 4.0 запропонували консультанти Robert Bosch GmbH та Acatech (Німецька академія наук та інженерії)¹. Згодом ідея Індустрії 4.0 набула поширення у стратегіях Usine du Futur (Франція), Smart Factory (Нідерланди), High Value Manufacturing Catapult (Велика Британія), Fabbrica del Futuro (Італія) та ін.

На глобальному рівні ініціатива Індустрії 4.0 набула особливого поширення у 2011 р., коли вона була презентована міжнародному співтовариству на Ганноверському ярмарку як проект всебічної цифровізації (діджиталізації) промислового виробництва. Метою цифровізації виробництва стало розв'язання сучасних проблем міжнародного співтовариства, зокрема проблеми недостатньої ресурсної та енергоефективності, продуктивності та завищених норм праці. За Індустрії 4.0 відбуваються розвиток і поєднання автоматизованого виробництва, обміну даними і виробничими технологіями у формі саморегульованої системи з мінімальним людським втручанням у виробничий процес. Тому впровадження переваг Індустрії 4.0 націлене на сприяння не лише економічному зростанню, але й виконанню соціальної функції на глобальному та національному рівнях.

Крім того, глобальне поширення та розвиток Індустрії 4.0 тісно пов'язані з якісним стрибком в ІТ-сфері, який значною мірою викликаний зростан-

¹ Індустрія 4.0 — Огляд та наслідки для політики / Німецька консультативна група. — Берлін/Київ, серпень 2018 р. — С. 6 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf

ням витрат на цілі науково-дослідницької та ІТ-діяльності міжнародних компаній Phoenix Contact, Siemens, Bosch, Rittal та ін. Зокрема, значна частка фінансових ресурсів бізнесу іде на розробки, пов'язані з розвитком IoT (Інтернет речей), Remote & mobile access (віддалений мобільний доступ), wireless communication (засоби бездротової комунікації), 3D printing (тривимірний друк) тощо. Глобальні тенденції автоматизації дістають прояв у поширенні Smart або Digital Factory, розбудові цифрової економіки.

Розвиток ринкової економіки в Україні та її цифровізація також тісно пов'язані із застосуванням переваг Індустрії 4.0. Так, згідно з критеріями PwC, рівень розвитку цифрової економіки в нашій країні оцінений як середній. Однак експерти відзначають потенціал національної економіки для розширення розбудови інформаційно-комунікативних технологій, зокрема, у виробничій сфері. Адже, використання сучасних технологій у рамках Індустрії 4.0 сприятиме посиленню конкурентоспроможності національної економіки за рахунок підвищення продуктивності, гнучкості та швидкості виробництва, зростання якості продукції. Таким чином, особливої актуальності набувають питання становлення та розвитку Індустрії 4.0 в Україні та світі, зокрема оцінка її значення для подолання викликів на національному та глобальному рівнях.

Зростання ролі цифровізації у сучасному суспільстві зумовило активізацію досліджень різних аспектів даного напрямку в працях вітчизняних та зарубіжних авторів. Зокрема, сутнісні характеристики та принципи розвитку цифрової економіки дістали своє відображення в працях ряду зарубіжних учених, таких, зокрема, як: В. Айзексон [1], Т. Шольц [2], Р. Хаген [3], А. Тоффлер, Х. Тоффлер [4] та інші. Дослідження промислових революцій, у тому числі особливостей Індустрії 4.0, присутні в працях Дж. Халла [5], Г. Макстона та Й. Рандерса [6], Дж. Рифкіна [7] та інших.

У контексті розвитку економіки знань і високотехнологічного суспільства, поряд з теоретичними дослідженнями, поширення набули також аналітичні матеріали відповідної спрямованості, підготовлені експертами міжнародних організацій. Так, передумови розвитку високотехнологічного суспільства, заснованого на знаннях та інноваціях, закладено в аналітичній доповіді Світового банку «Знання для розвитку» в рамках Звіту про світовий розвиток протягом 1998–1999 рр.² Визначення нових технологій як основи розбудови інноваційної економічної політики закладено в постулатах економіки знань, які набули поширення в дослідженнях фахівців Європейського Союзу [8]. Голова Всесвітнього економічного форуму К. Шваб визначив Індустрію 4.0 як сукупність біологічних, фізичних та цифрових систем [9; 10].

Зважаючи на те, що розвиток Індустрії 4.0 зумовлений об'єктивними факторами трансформації технологічних процесів, розширення відповідних досліджень також має прикладний характер. Зокрема, експерти Boston Consulting Group (BCG) розглядають Індустрію 4.0 як інноваційну траєкторію розвитку промислового виробництва, засновану на прогресивних розробках і результатах науково-технічного прогресу. Отже, розвиток іннова-

² Knowledge for Development / World Development Report, 1998/99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.rrojasdatabank.info/wdr98/overview.pdf>

ційного суспільства базується на Big Data and Analytics (об'ємні масиви даних, які дістають свій прояв в інформаційних технологіях, та їх аналіз), Autonomous Robots (глобальне поширення робототехніки), Simulation (моделювання), Internet of Things (поява та поширення Інтернету речей як альтернативного прояву матеріальної форми в умовах сучасності), Cloud Technologies (поширення хмарних технологій) тощо [11]. Експерти компанії Deloitte закладають в основу Індустрії 4.0 кіберфізичні виробничі системи (Cyber-Physical Production Systems — CPPS), що характеризують злиття реального та віртуального світів [12]. Аналітики компанії Siemens досліджують основні компоненти фінансового забезпечення Індустрії 4.0, що доводить практичну спрямованість і складність процесів фінансування в епоху Четвертої промислової революції [13].

Одночасно з глобальними тенденціями поширення Індустрії 4.0 формування ринку високих технологій (high tech) актуалізується і в Україні. Незважаючи на те, що протягом п'яти останніх років промисловий сектор становить близько 1/6 вітчизняного ВВП, починаючи з 2014 р. спостерігаємо щорічне зниження обсягів промисловості. Рівень зносу основних фондів значної частки вітчизняних промислових підприємств сягає близько 70%, тому більша частина капітальних вкладень припадає саме на їх заміну. Натомість протягом останніх 10 років питома вага підприємств, які займалися інноваційною діяльністю, зросла тільки на 2%, недостатніми є витрати на підготовку виробництва до застосування інновацій³. Одночасно, згідно з версією експертів Bloomberg, у рейтингу 2019 р. Україна відкотилася на 53-тє місце порівняно із 42-м в аналогічному рейтингу 2017 р. (критерії: R&D та high tech активність, додана вартість промисловості, патентна активність і концентрація зусиль дослідників для посилення технологічних можливостей промисловості)⁴. Отже, з огляду на актуалізацію питань розвитку Індустрії 4.0 в Україні, окремі сутнісні аспекти дістали своє відображення в працях і вітчизняних фахівців. Зокрема, низку питань вивчають В.П. Вишневський [14], С.М. Ілляшенко та Н.С. Ілляшенко [15], Н.М. Краус і К.М. Краус [16], О.М. Ястремська і П.О. Дуртмес [17] та інші. Однак постійної уваги вимагають дослідження Індустрії 4.0 як відповіді на виклики сучасного суспільства.

Таким чином, **мета статті** — обґрунтувати порядок трансформації та розбудови суспільства у процесі становлення Індустрії 4.0; визначити проблеми, які постають перед міжнародною спільнотою і вітчизняною економікою при переході до Індустрії 4.0, а також шляхи їх розв'язання; дослідити можливі напрями використання фінансових ресурсів для розвитку Індустрії 4.0 в Україні та світі.

В основі розвитку суспільства лежить еволюція, яка дістає свій прояв, зокрема, у формуванні нових ресурсів і конкурентних переваг бізнесу за рахунок якісних змін технологій та розвитку соціальної сфери. Глобальне поширення технологій заклало основу для активізації виробничих процесів ще в 1930-х роках. Саме тоді техніка і технології започаткували формування

³ Україна 2030 : Доктрина збалансованого розвитку. — Львів : Кальварія, 2017. — 168 с.

⁴ Ukraine hit the 53rd place in the Bloomberg innovation rating, having gone down by 7 positions over a year [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://ain.ua/en/2019/01/23/ukraine-innovation-rating/>

відмінних за своєю природою від попередніх конкурентних переваг, а саме максимізацію виробництва за мінімальних затрат. Крім того, за часів Великої депресії конкуренція на ринку зростає. У результаті, доступу до ресурсів та існуючих на той час технологій згодом виявилось вже недостатньо, щоб продавати товар. Поширення набула концепція про необхідність виробляти те, що буде продане, а не продавати те, що виробляється. Бізнес став «залежним» від нових технологій та соціально-культурних факторів.

У зв'язку з посиленням соціальних рухів у ХХ ст. відбулась активізація держави та фінансових установ у напрямі фінансової підтримки людиноцентричного бізнесу. Зокрема, у другій половині ХХ ст. особливої актуальності набули численні соціальні та екологічні рухи на національному та глобальному рівнях. Інвестори та суб'єкти господарювання, які спеціалізуються на діяльності в різних секторах економіки, стали звертати дедалі більше уваги на цілі направлення своїх коштів. Наприклад, значна частка ресурсів виділяється на ініціативи, які сприяють підвищенню комфорту роботи працівників, зниженню ступеня їх завантаженості та норм праці за рахунок автоматизації та комп'ютеризації виробництва. Оскільки до традиційних проблем бізнесу додалися не тільки дефіцит сировини та висококваліфікованої робочої сили, питання захисту прав споживачів і персоналу, а й проблеми у сфері екології, то нагальними стають питання розвитку технологій підтримки навколишнього середовища.

На рівні національних економік, поряд з власне економічними викликами, також зберігається небезпека загострення соціальних та екологічних проблем. Наприклад, загрозами для розвитку промисловості є небажані втрати, пов'язані з проблемами зайнятості та невизначеності, ризиками браку конфіденційності, національної безпеки, порушенням прав інтелектуальної власності. Крім того, передумовами конкурентоспроможності виробництва на міжнародних ринках є екологічна безпека застосовуваних технологій, недопущення шкідливих викидів в атмосферу, вторинна переробка відходів. Отже, у разі збереження трьох базових груп викликів у суспільстві (економічних, соціальних та екологічних) змінюється форма їх подолання. Для розв'язання комплексу економічних, соціальних та екологічних проблем застосовуються новітні технології. На практиці в надрах Третьої промислової революції зароджуються основи наступної — Четвертої промислової революції. Суть останньої полягає в тому, що матеріальний світ сьогодні зливається з віртуальним і в результаті створюються нові кіберфізичні комплекси, які об'єднані в єдину цифрову екосистему. Зміни в суспільстві й технологіях, які породжують перехід суспільства на четвертий етап еволюції, а також наростання глобальних природних і антропогенних ризиків ставлять перед наукою нові завдання. Новітні технологічні тренди обговорюються досить широко в науковій та популярній літературі, тому не можна оминати увагою і їх вплив на різноманітні аспекти життя суспільства.

На практиці у ХХІ ст. суспільство переходить на етап інтегрально-мережевої економіки, де конкурентною перевагою, поряд з великими масивами інформації, стають штучний інтелект, робототехніка і т. п. На початку другого десятиліття ХХІ ст. експерти консалтингових компаній запровадили у широкий обіг термін «цифрова (діджитал) трансформація» (DX), під якою розуміють якісні

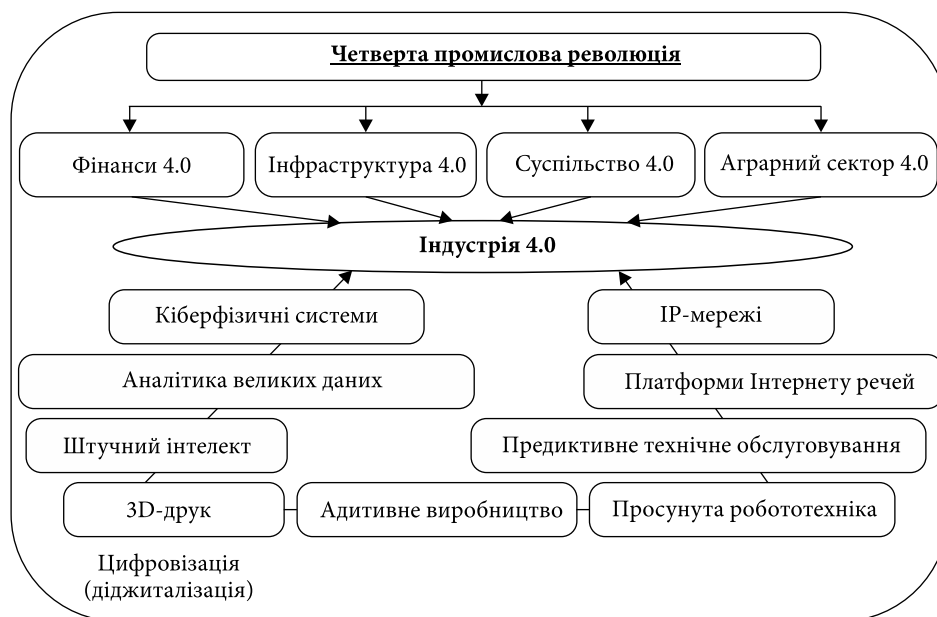


Рис. 1. Індустрія 4.0 у контексті проявів Четвертої промислової революції
 Джерело тут і на рис. 3: узагальнено авторами за: Industry 4.0 — Overview and Policy Implications // Policy Briefing Series, 2019 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.get-belarus.de/wordpress/wp-content/uploads/2019/03/PB_01_2019_en.pdf

зміни ІКТ, що дозволяють сформувати додану вартість у суспільстві. Існуючі види діяльності трансформуються за рахунок цифрових технологій [18]. Очевидним стає факт, що цифровізація дуже впливає на конкурентоспроможність бізнесу. Зокрема, у Глобальному звіті з інформаційних технологій експерти Всесвітнього економічного форуму згадують цифровізацію (діджиталізацію) як важливе джерело інноваційного розвитку та підтримки соціально-економічних переваг. На практиці цифровізація закладає основу для соціального розвитку та економічного зростання в країнах, що розвиваються, та в розвинутих країнах⁵. Нові технології застосовуються в усіх секторах економіки. Наприклад, уже наприкінці першого десятиліття ХХІ ст. у фінансовій сфері з'явилися перші криптовалюти та блокчейн. Відповіддю на соціальні та екологічні виклики ХХІ ст. стало застосування енергії з відновлюваних джерел.

Саме на даному етапі сформувались умови, сприятливі для поширення кіберфізичного виробництва, а саме фактичне становлення та розвиток Індустрії 4.0. Це заклало основу для наступного етапу DX у промисловості (прискорене впровадження технологій, зокрема, застосування промислового Інтернету речей, аналітики великих даних, штучного інтелекту, активізація нового покоління роботів, доповненої реальності тощо). У даному контексті важливо розмежовувати терміни «Індустрія 4.0» і «Четверта промислова революція» (рис. 1).

⁵ The Global Information Technology Report. Growth and Jobs in a Hyperconnected World / World Economic Forum and INSEAD [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www3.weforum.org/docs/WEF_GITR_Report_2013.pdf (дата звернення: 18.02.2020).

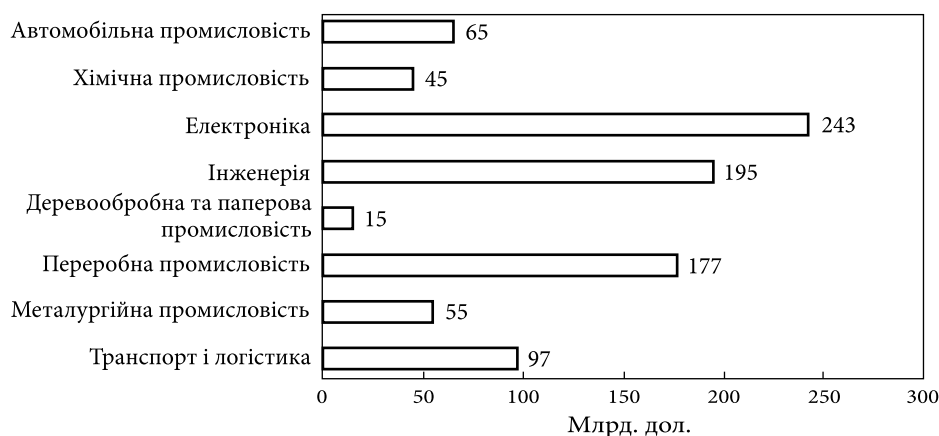


Рис. 2. Інвестиції суб'єктів Індустрії 4.0 у розвиток цифрових рішень у 2016—2020 рр.
Джерело: складено авторами за: How high are your company's current and future investments in digital operations solutions? / Statista [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.statista.com/statistics/548699/worldwide-industry4-survey-digital-operations-solutions-investments/>

Так, якщо Індустрія 4.0 стосується впровадження нових технологій у сферу виробництва матеріальних продуктів, то Четверта промислова революція визначає вплив нових технологій на економічну систему в цілому (інновації у фінансовому секторі, енергетиці, інфраструктурі, соціальній сфері) [19]. Таким чином, Індустрія 4.0 передбачає перехід на якісно новий рівень усіх процесів, які за результатами виробництва приводять до створення доданої вартості. Відбувається нівелювання кордонів між біологічною і цифровою сферами. За рахунок об'єднання кіберфізичних систем у єдину мережу формується основа для інвестицій у розвиток цифрових рішень у всіх секторах виробництва (рис. 2).

Очевидно, що Індустрія 4.0 набуває поширення в усіх секторах промисловості. Усі виробничі процеси максимально роботизуються, що породжує низку ефектів. Зокрема, К. Шваб з-поміж ключових ефектів Індустрії 4.0 виокремлює: примноження очікувань потенційних споживачів; зростання якості продукції; формування спільних інновацій та нових форм організації високотехнологічного виробництва [9; 10].

Однак викликом за часів Індустрії 4.0 є знецінення людської праці перед технологіями. Тому рішення, на нашу думку, слід шукати в активізації інтелекту та творчих здібностей, креативі. Вагомою перевагою є об'єднання наявних якостей та професійних компетенцій персоналу для посилення їх можливостей за рахунок використання нових технологій. На практиці виклики можуть мати як соціальну, так і екологічну природу (рис. 3).

Для подолання соціальних викликів в епоху Індустрії 4.0, в основі яких лежить людина та результати її праці в умовах технологічного прогресу, важливо звернути увагу на рівень освіченості людей, їх гнучкість і здатність навчатися нового. Наприклад, ряд експертів у розвинутих країнах світу закликають розробляти стратегії подолання соціальних викликів на національному рівні, що дозволить активізувати впровадження нових технологій

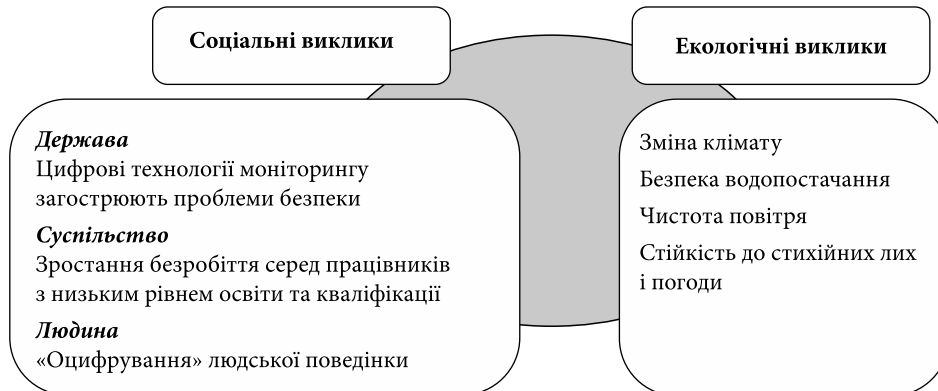


Рис. 3. Суспільні виклики в епоху Індустрії 4.0: соціальний та екологічний аспекти

у виробництво з одночасною підготовкою до таких змін діючих та потенційних працівників.

Екологічні виклики можна зменшити за рахунок запровадження моніторингу ланцюжка постачання і забезпечення його прозорості, активної оптимізації виробництва, промислового обладнання та строку його служби за допомогою цифрових двійників, інтелектуального поповнення запасів свіжих продуктів, запровадження інтелектуальних систем переробки відходів, інтеграції муніципальних і промислових систем управління відходами⁶. Подолання викликів відбувається за рахунок комбінацій технологій в рамках Індустрії 4.0, що дозволяє трансформувати суспільство та отримати вигоди за рахунок примноження швидкості технологічних процесів та ефективності виробництва.

Незважаючи на те, що в епоху Четвертої промислової революції відбуваються значні трансформації суспільства, все ще зберігається певна невизначеність стосовно ролі Індустрії 4.0 для бізнесу. В бізнесі переваги від комплексного впровадження цифрових технологій повністю відчутні лише для доволі незначної кількості компаній. Тому в сучасному світі на особливу увагу дослідників і міжнародних аналітиків заслуговує саме Індустрія 4.0 та її ключові компоненти (наприклад, штучний інтелект, Інтернет речей, віртуальна та доповнена реальність, адитивні технології, блокчейн і технології обліку, передові та наноматеріали).

На практиці у світі відзначається зростання впливів інформаційно-комунікативних технологій, які лежать в основі Індустрії 4.0, на конкурентоспроможність бізнес-структур. Зокрема, зусиллями фахівців компанії Huawei було узагальнено глобальний індекс мережевої взаємодії (Global Connectivity Index (GCI)). Цей індикатор призначений для характеристики взаємозв'язків рівнів конкурентоспроможності, інноваційності та продуктивності бізнесу на національному рівні. У результаті дослідження експерти дійшли висновку, що зміни GCI на один пункт зумовлюють коливання низки базових індикаторів, а

⁶ Четверта промислова революція заради Землі. Використання можливостей штучного інтелекту на користь Землі, січень 2018 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.pwc.com/ua/uk/survey/2018/ai-for-the-earth-jan-2018.pdf>

саме: продуктивність праці змінюється на 2,3%, рівень освоєння інновацій — на 2,2%, конкурентоспроможність — на 2,1%⁷. Однак у ході опитування щодо обізнаності бізнесу стосовно можливостей Індустрії 4.0, яке проводилося на державному рівні в Німеччині, зібрано точки зору близько 150 представників високотехнологічних бізнес-структур з Німеччини, Китаю, Японії, Південної Кореї, Великої Британії та США. Так, 26% опитаних під Індустрією 4.0 розуміли розробки мереж і цифрових технологій, 20% — смарт-товари, інші 20% — оптимізацію виробництва, 18% — автоматизацію, 16% — нові бізнес-моделі [20]. Отже, не тільки в теорії, але й на практиці бракує системного розуміння можливостей реалізації Індустрії 4.0 у сучасному суспільстві. Це стало причиною появи відповідних комплексних досліджень у працях експертів міжнародних консалтингових компаній. Зокрема, у 2018 р. експерти PwC Strategy розробили індекс «цифрової зрілості», згідно з яким компанії незалежно від галузі їх функціонування поділяються на чотири групи: цифрові новачки, цифрові послідовники, цифрові новатори і цифрові чемпіони. Оцінку здійснено крізь призму чотирьох рівнів екосистеми, а саме: рішення для клієнтів, операції, технології та кадри (рис. 4).

Екосистему клієнтських рішень ще називають рівнем бізнес-моделей та споживчих цінностей. У межах даного рівня екосистеми відбувається виведення на ринок інноваційних товарів та послуг, які потенційно відповідатимуть потребам споживачів. Відповідність запропонованої продукції зростаючим потребам ринку забезпечується за рахунок персоналізації, кастомізації, удосконалення функціоналу, дизайну та логістики. Даний рівень екосистеми включає зовнішні елементи, які компанія використовує для примноження доданої вартості. Операційна екосистема бере до уваги ступінь реалізації рішень та результативність ланцюжка створення вартості. Подібний кластер ураховує можливості підтримки екосистеми клієнтських рішень. Операційна система також включає розробку продуктів, планування, аутсорсинг, виробництво, зберігання, логістику та обслуговування. В основі кадрової екосистеми лежать організаційні компетенції та організаційна культура, тип мислення колективу, поведінка і джерела професійних знань. Зокрема, цифрові чемпіони приділяють значну увагу креативності в контексті побудови інноваційних стратегій свого розвитку.

В основі прогресивного розвитку попередньо наведених екосистем і, відповідно, усієї Індустрії 4.0 лежить технологічна екосистема. Вона охоплює ІТ-архітектуру та інтерфейси, а також цифрові технології та обумовлює впровадження поліпшень і найважливіших досягнень в екосистему клієнтських рішень, операційну та кадрову екосистеми. Технологічна екосистема також ураховує потенціал використання штучного інтелекту, 3D-друку, віртуальної реальності та роботів.

Однак успішне функціонування екосистеми розвитку Індустрії 4.0 можливе лише за умови формування інноваційної системи фінансової підтримки Індустрії 4.0, а саме Фінанси 4.0. Зусиллями експертів Siemens сформова-

⁷ Harnessing the Power of Connectivity / Huawei, 2017 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.huawei.com/minisite/gci/files/gci_2017_whitepaper_en.pdf?v=20170421 (дата звернення: 18.02.2020).

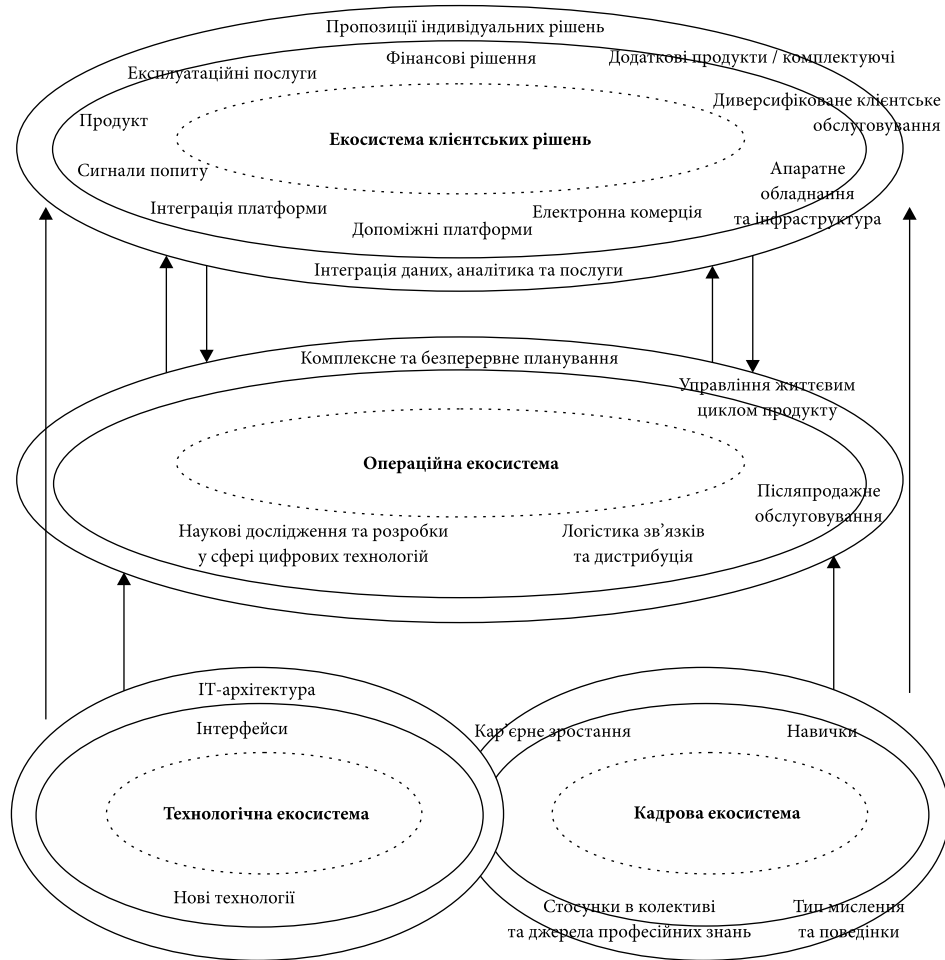


Рис. 4. Рівні цифрової екосистеми розвитку Індустрії 4.0

Джерело: побудовано авторами за: How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solution // Digital Champions. PwC, 2018. — 63 p. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Global-Digital-Operations-Study_Digital-Champions.pdf (дата звернення: 18.02.2020).

но програмний документ, який регулює принципи та інструменти залучення фінансових ресурсів для задоволення потреб, пов'язаних із цифровими трансформаціями. Зокрема, на початковому етапі розвитку Індустрії 4.0 найбільшу частку фінансових ресурсів варто залучати для запровадження нових технологій та запуску обладнання. Згодом автоматизація всіх виробничих процесів зумовлює потребу в посиленні фінансового забезпечення систем логістики, технічного обслуговування, забезпечення якості тощо. У довгостроковій перспективі фінансові ресурси використовуються з метою підвищення результативності та розширення можливостей Індустрії 4.0. Фінанси 4.0 мають достатньо широкий спектр використання, що пояснюється комплексним характером Індустрії 4.0 (рис. 5).

У сучасному світі умови для реалізації переваг цифрових екосистем розвитку Індустрії 4.0 та можливості для її фінансової підтримки відрізняються за-



Рис. 5. Спектр використання фінансових ресурсів для розвитку Індустрії 4.0
Джерело: [13, с. 15].

лежно від поточних умов соціально-економічного розвитку різних країн. Дослідження економік 150 країн світу, проведене експертами PwC, дало змогу виокремити чотири групи країн залежно від рівня розвитку їх цифрової економіки. Найбільша частка країн формує першу групу — країни з найнижчими рівнем ВВП на душу населення та рівнем цифровізації економіки (0—30%). Зокрема, це країни Африки, Індія, Молдова. До другої групи належать такі країни, де ІКТ перебуває на стадії зародження (рівень цифровізації становить 30—40%). Незважаючи на багаті природні ресурси та доволі дешеву робочу силу, рівень ВВП на душу населення у цих країнах залишається досить низьким. Існуючий рівень розвитку ІКТ не здатний подолати прірву між найбіднішими і найбагатшими верствами населення. До цієї групи країн належать Грузія, Бразилія, Вірменія. У країнах третьої групи на даний час відбуваються трансформації, спрямовані на посилення рівня цифровізації національних економік (рівень цифровізації дорівнює 40—50%). Існуючий рівень ІКТ здатний створити додану вартість у суспільстві, що виникає на основі якісного переформатування існуючих бізнес-процесів, створення нової системи бізнес-стратегій та бізнес-моделей [18]. Згідно з критеріями дослідження PwC, саме до третьої групи країн віднесено Україну, що підтверджує наявність потенціалу національної економіки для розвитку ІКТ. Отже, вартим уваги експертів та науковців є розгляд можливостей для активізації цифрової економіки України [21].

На національному рівні просунутий рівень цифровізації (понад 50%) притаманний здебільшого економікам розвинутих країн світу з найвищими рівнем ВВП на душу населення та індикаторами людського розвитку. До цієї групи країн належать Норвегія, Австралія, Австрія, Франція, Німеччина, США, Велика Британія, Японія. Очевидною є залежність конкурентних позицій національних економік на міжнародних ринках від їх здатності впроваджувати переваги Індустрії 4.0. Уряди розвинутих країн формують національні стратегії, у межах яких задокументовано пріоритетні напрями розвитку цифрової економіки, цілі, інструменти та механізми її розвитку, а також бюджети з метою виконання

Національні стратегії 4.0 окремих розвинутих країн світу

Держави, які реалізують Стратегію 4.0	Назва стратегії	Цільова аудиторія	Обсяг залучених інвестицій для розвитку Індустрії 4.0	Ефект левриджу	Механізми регулювання приватних інвестицій в Індустрію 4.0
Німеччина	Industrie 4.0	Виробники засобів виробництва і предметів споживання, лідери думок, малий та середній бізнес	200 млн. євро Державні інвестиції, доповнені внутрішніми та-лузовими інвестиціями	1:2 — 1:5 Очікувані пропорції повернення державних і приватних інвестицій	Моніторинг результативності проектів Індустрії 4.0
Франція	L'Industrie du Futur (IdF)	Представники виробничих індустрій, малий та середній бізнес	Близько 10 млрд. євро Державні інвестиції за підтримки приватних інвесторів	1:5 Очікується, що кожний євро державних інвестицій дозволить залучити 5 додаткових євро приватних інвестицій	Пільгові кредити для цільових секторів бізнесу, податкові кредити для стимулювання приватних і R&D інвестицій
Велика Британія	High Value Manufacturing Catapult (HVMC)	Бізнес, виробничі індустрії, науково-дослідні установи	367 млн. євро Багаторазові державні інвестиції, додатково розглядаються можливості залучення доходів від R&D та інших приватних інвестицій	1:17 Кожний вкладений євро жавою в Індустрію 4.0 євро генерує 17 євро додаткових приватних інвестицій	Комплексна стратегія, яка базується на оновленні промислового обладнання, прогресивний розвиток інноваційних бізнесів

Джерело: [22].

поставлених цілей та завдань. У більшості випадків розбудова таких національних Стратегій 4.0 відбувається за рахунок поєднання державного фінансування (державний, регіональні та місцеві бюджети) з ресурсами численних приватних інвесторів. Проте підходи до формування стратегій розвитку Індустрії 4.0 та інструменти їх реалізації на національному рівні часто є різними (табл.).

Таким чином, у розвинутих країнах держава є ініціатором розвитку Індустрії 4.0. Саме на державному рівні відбувається формування цільових фреймворків, адженд, стратегій, нормативних актів та ініціатив розвитку ІКТ. Крім того, на державному рівні здійснюється моніторинг результативності приватної підтримки та реалізації пріоритетів Індустрії 4.0.

В Україні цільові орієнтири розвитку цифрової економіки до 2020 р. у цілому визначено «Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018—2020 роки»⁸. Так, до 2020 р. заплановано досягнення наступних пріоритетів: 30-те місце за комплексним показником розвитку ІКТ — Networked Readiness Index (WEF) проти 64-го у 2016 р.; 40-ве місце згідно з індикатором результативності впровадження інновацій — Global Innovation Index (INSEAD, WIPO) проти 56-го місця у 2016 р.; 50-те місце відповідно до індикатора, який характеризує результативність ІКТ, — ICT Development Index (ITU) проти 79-го місця у 2016 р.; 60-те місце за індикатором конкурентоспроможності економіки — Global Competitiveness Index (WEF) проти 85-го у 2016 р.

Натомість, існують питання стосовно поточних умов розвитку Індустрії 4.0 в Україні. На державному рівні у нашій країні формалізація стратегій Індустрії 4.0 відбулась у 2017 р. в рамках національної програми Digital Agenda Ukraine. У наступному 2018 р. було розроблено проєкт Національної стратегії «Індустрія 4.0». Наразі, на державному рівні відсутній цілісний документ для стимулювання розвитку Індустрії 4.0. Проте в країні діє національний рух «Індустрія 4.0 в Україні», який було створено зусиллями експертів «Асоціації підприємств промислової автоматизації України» і до складу якого входять близько 100 компаній-інноваторів. Цей рух об'єднує зусилля у сфері автоматизації представників провідних закладів освіти та науки, а також практичних розробок вітчизняних інноваторів. Однак на практиці лише незначна кількість виробників (здебільшого це представники металургії та машинобудування) демонструють переваги Індустрії 4.0. Близько 95% інноваційного обладнання та технологій мають імпордне походження⁹.

Незважаючи на поточні умови для розвитку Індустрії 4.0 в Україні, у п'ятирічній перспективі існує потенціал для підвищення рівня ІКТ з метою досягнення лідерства з-поміж країн Європи. Зокрема, пріоритетними в Україні можуть стати такі послуги: програмування у сфері промислових high tech; створення нових програмних продуктів, які спираються на інноваційні технології 4.0; проектування (електричне, механічне, електронне, технологічне, будівельне тощо); промислова автоматизація та комплексний

⁸ Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018—2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України № 67-р від 17.01.2018 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>

⁹ 5 років Індустрії 4.0 — де Україна? // INVESTGAZETA [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://investgazeta.ua/blogs/5-rokiv-industriji-4-0-de-ukrajina>

інжиніринг (зокрема, експлуатація промислових об'єктів); розробка та виробництво складних, малосерійних або унікальних виробів [22]. Однак досягнення поставлених цілей вимагає залучення значного обсягу інвестицій та активізації державних ініціатив для посилення Індустрії 4.0 в Україні.

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження можемо зробити такі висновки стосовно проявів Індустрії 4.0 та викликів у контексті її становлення:

- на глобальному рівні становлення Індустрії 4.0 було зумовлене трансформацією пріоритетів щодо професійних вмінь і компетенцій, тому подолання її викликів можливе за рахунок поєднання освіченості у галузі нових технологій і так званих «м'яких» навичок. Отже, для запобігання втратам робочих місць працівники мають розвивати свої комунікативні навички, покращувати креативні вміння та підвищувати рівень емоційного інтелекту. Одночасно популярності набувають стандарти STEM-освіти, навички запровадження інноваційних технологій, ведення енергозберігаючого виробництва;

- на національному рівні в розвинутих країнах світу в епоху Індустрії 4.0 посилюється роль держави як стейкхолдера в процесі розбудови ІКТ (наприклад, уряди Німеччини, Франції, Великої Британії ставлять завдання щодо прискорення розробок технологій наступного покоління в рамках стратегій на національному рівні), тому в межах національних стратегій розвитку Індустрії 4.0 важливо враховувати не тільки внутрішні пріоритети, але й потенціал представлення розробок у цьому секторі економіки на зовнішньому ринку;

- для становлення Індустрії 4.0 в Україні варто зосередитися не тільки на інтенсифікації виробництва у галузях машинобудування, енергетики, металургії, автомобілебудування, аерокосмічної індустрії тощо, але й на запровадженні цифрових технологій у сферах охорони здоров'я, освіти, культури, використання потенціалу Фінансів 4.0;

- на державному рівні у нашій країні існує потреба в посиленні нормативної бази, прийнятті національної Стратегії 4.0, в якій слід передбачити пільги для представників інноваційних індустрій, бізнес-структур і закладів освіти, що забезпечують розробку стандартів Індустрії 4.0, застосування ІКТ на практиці, підготовку та перепідготовку фахівців для продуктивної праці в нових умовах;

- забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної економіки на європейському ринку за рахунок розвитку Індустрії 4.0 можливе лише у випадку її систематичного фінансування з різних джерел, тому вітчизняним стейкхолдерам варто звернути увагу на альтернативні можливості залучення ресурсів у контексті грантового фінансування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айзексон В. Інноватори: як група хакерів, геніїв та гіків здійснила цифрову революцію. — К. : Наш формат, 2017. — 488 с.
2. Scholz T. Uberworked and Underpaid: How Workers Are Disrupting the Digital Economy. — Cambridge, UK : Polity Press, 2017. — 226 p.

3. *Hagen R.* The End of Ownership: Personal Property in the Digital Economy // Science and Public Policy. — 2018. — Vol. 45. — Iss. 1. — P. 137—139.
4. *Toffler A., Toffler H.* Revolutionary wealth. — N. Y. : Knopf, 2005. — 512 p.
5. *Hull J.* The Second Industrial Revolution: The History of a Concept // Storia Della Storiografia. — 1999. — Vol. 36. — P. 81—90.
6. *Макстон Г., Рандерс Й.* У пошуках добробуту. Керування економічним розвитком для зменшення безробіття, нерівності та змін клімату. — К. : Пабулум, 2017. — 320 с.
7. *Рифкін Дж.* Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом ; [пер. с англ.]. — М. : Альпина нон-фикшн, 2014. — 410 с.
8. *Rodrigues M.* The New Knowledge Economy in Europe. A Strategy for International Competitiveness and Social Cohesion ; [Ed. by M.J. Rodrigues]. — Cheltenham : Edward Elgar Pbl., 2002. — 400 p.
9. *Schwab K.* The fourth industrial revolution / World Economic Forum. — Cologny/Geneva Switzerland, 2016. — 172 p.
10. *Schwab K.* The fourth industrial revolution: what it means, how to respond / World Economic Forum. — Geneva. — 2016. — July 22 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-meansand-how-to-respond/>
11. *Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P.* et el. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries // BCG, 2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products/_project_business_industry_40_future_productivity/_growth_manufacturing_industries/ (дата звернення: 14.05.2019).
12. *Schlaepfer R., Koch M., Merkofer P.* Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. — Zurich : Deloitte, 2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch/en/manufacturing/industry4/0/24102014.pdf> (дата звернення: 14.05.2019).
13. *Foster B.* Countdown to the tipping point for Industry 4.0. Siemens Financial Services. — Munich : Siemens AG, 2019. — 13 p.
14. *Вишневецький В.П., Вісцька О.В., Гаркушенко О.М.* та ін. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку : моногр. ; [за ред. В.П. Вишневецького] / НАН України, Інститут економіки промисловості. — К., 2018. — 192 с.
15. *Ілляшенко С.М., Ілляшенко Н.С.* Перспективи і загрози четвертої промислової революції та їх урахування при виборі стратегій інноваційного зростання // Маркетинг і менеджмент інновацій. — 2016. — № 1. — С. 11—21.
16. *Краус Н.М., Краус К.М.* Економічні проблеми розвитку галузей та видів економічної діяльності // Формування ринкових відносин в Україні. — 2018. — № 9 (208). — С. 128—135.
17. *Ястремська О.М., Доуртмес П.О.* Інноваційна діяльність промислових підприємств: результати оцінювання // Бізнес Інформ. — 2016. — № 4. — С. 161—168.
18. *Коломієць Г.М., Глушач Ю.С.* Цифрова економіка: контрверсійність змісту і впливу на господарський розвиток // Бізнес Інформ. — 2017. — № 7. — С. 137—143.
19. *Юрчак О.* Аналітичний огляд інноваторів та стану інновацій в Україні в сфері Індустрії 4.0. — К. : АППАУ, 2019. — 73 с.
20. *Kagermann H., Anderl R., Gausemeier J., Schuh G., Wahlster W.* (Eds.). Industrie 4.0 in a Global Context. Strategies for Cooperating with International Partners (acatech STUDY). — Herbert Utz Verlag GmbH, 2016. — 74 p.
21. *Діба М.І., Гернего Ю.О.* Діджиталізація економіки: світовий досвід та можливості розвитку в Україні // Фінанси України. — 2018. — № 7. — С. 50—63.
22. *Федак М.* Огляд стратегій по 4.0 країн ЄС від Єврокомісії // Індустрія 4.0 в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/08/27/review-national-strategies-4-0-in-eu/> (дата звернення: 18.02.2020).

Стаття надійшла 23.04.2020

REFERENCES

1. Isaacson W. The Innovators: How a Group of Hackers, Geniuses, and Geeks Created the Digital Revolution. Kyiv, Nash Format, 2017 [in Ukrainian].
2. Scholz T. Uberworked and Underpaid: How Workers Are Disrupting the Digital Economy. Cambridge, UK, Polity Press, 2017.
3. Hagen R. The End of Ownership: Personal Property in the Digital Economy. *Science and Public Policy*, Vol. 45, Iss. 1, 2018, pp. 137—139.
4. Toffler A., Toffler H. Revolutionary wealth. New York, Knopf, 2005.
5. Hull J. The Second Industrial Revolution: The History of a Concept. *Storia Della Storiografia*, Vol. 36, 1999, pp. 81—90.
6. Maxton G., Randers J. Reinventing Prosperity: Managing Economic Growth to Reduce Unemployment, Inequality and Climate Change. Kyiv, Pabulum, 2017 [in Ukrainian].
7. Rifkin J. The Third Industrial Revolution; How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World. Moscow, Alpina non-fiction, 2014 [in Russian].
8. Rodrigues M. The New Knowledge Economy in Europe. A Strategy for International Competitiveness and Social Cohesion. M.J. Rodrigues (Ed.). Cheltenham, Edward Elgar Pbl., 2002.
9. Schwab K. The fourth industrial revolution. World Economic Forum, Cologny/Geneva, Switzerland, 2016.
10. Schwab K. The fourth industrial revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum, July 22, 2016, Geneva, available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
11. Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P. et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. BCG, 2015, available at: https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products/_project_business_industry_40_future_productivity/_growth_manufacturing_industries/ (accessed on: 14.05.2019).
12. Schlaepfer R., Koch M., Merkofer P. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. — Zurich, Deloitte, 2015, available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (accessed on: 14.05.2019).
13. Foster B. Countdown to the tipping point for Industry 4.0. Siemens Financial Services. Munich, Siemens AG, 2019.
14. Vishnevsky V., Viietska O., Garkushenko O. et al. Smart Industry in the Digital Economy: Prospects, Directions and Mechanisms of Development. V.P. Vishnevsky (Ed.). NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, Kyiv, 2018 [in Ukrainian].
15. Illiashenko S., Illiashenko N. Opportunities and threats of the fourth industrial revolution and their reflection in the selection of innovative growth strategies. *Marketing and Management of Innovations*, No. 1, 2016, pp. 11—21 [in Ukrainian].
16. Kraus N., Kraus K. What changes bears «industry 4.0» for the economy and production? *Market Relations Development in Ukraine*, No. 9 (208), 2018, pp. 128—135 [in Ukrainian].
17. Iastremska O., Dourtmes P. Innovation activity of industrial enterprises: evaluation findings. *Business Inform*, No. 4, 2016, pp. 161—168 [in Ukrainian].
18. Kolomiyets G., Glushach U. The digital economy: controversy of content and impact on economic development. *Business Inform*, No. 7, 2017, pp. 137—143 [in Ukrainian].
19. Yurchak O. Analytical Review of Innovators and the State of Innovations in Ukraine in the Industry 4.0. Kyiv, Association of Industrial Automation of Ukraine, 2019 [in Ukrainian].
20. Industrie 4.0 in a Global Context. Strategies for Cooperating with International Partners (acatech STUDY). H. Kagermann, R. Anderl, J. Gausemeier, G. Schuh, W. Wahlster (Eds.). Herbert Utz Verlag GmbH, 2016.
21. Dyba M., Gernego Iu. Digitalization of economy: international experience and possibilities of development in Ukraine. *Finance of Ukraine*, No. 7, 2018, pp. 50—63 [in Ukrainian].
22. Fedak M. Review of the EU countries' 4.0 strategies from the European Commission. *Industry 4.0 in Ukraine*, available at: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/08/27/review-national-strategies-4-0-in-eu/> (accessed on: 18.02.2020).

Received on April 23, 2020

Mykhailo Dyba, Dr. Sci. (Econ.), Professor,
Director of the Institute of Financial Business Development,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
54/1, Peremohy Ave., Kyiv, 03057, Ukraine

Iuliia Gernego, PhD (Econ.),
Associate Professor of the Department of Corporate Finance and Control,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
54/1, Peremohy Ave., Kyiv, 03057, Ukraine

CHALLENGES OF INDUSTRY 4.0 IN THE CONTEXT OF ITS FORMATION AT THE GLOBAL AND NATIONAL LEVELS

Qualitative transformation of socio-economic processes in modern society is an objective phenomenon. In particular, one of the important criteria of business competitiveness is the level of its technical and technological development. However, the growing share of high-tech business creates the basis for the competitiveness of the national economy in international markets. At the global level, Industry 4.0 is being formed, that means the next stage in the development of industry. The key features of Industry 4.0 are the accelerated introduction of technologies, including the use of the industrial Internet of Things, big data analytics, artificial intelligence, activation of a new generation of robots, augmented reality, and more.

In this context, it is important to pay attention to the potential for the introduction of information and communication technologies (ICT) in different countries. According to research conducted by modern analysts, countries are divided into four groups depending on the level of digitalization of their economies: with the lowest level of GDP per capita (the level of digitalization of the economy is 0-30%); ICT is in its emerging stage (30-40%); countries at the stage of transformation, which, in particular, include Ukraine (40-50%); advanced level of digitalization (over 50%).

Companies are considered in terms of their potential to function through the prism of four levels of the ecosystem (customer solutions, operations, technology and human resources). In turn, it is determined that the successful functioning of the development ecosystem of Industry 4.0 is possible under the condition of forming an innovative system of financial support for Industry 4.0, namely Finance 4.0.

Given the current conditions for the development of Industry 4.0 in Ukraine and the studied experience of ICT support in developed countries, a conclusion was made on the potential of the national economy in the regional digital market with appropriate financial support for Industry 4.0.

Keywords: *digitalization; Industry 4.0; Fourth Industrial Revolution; financial support; public funding.*