

Г. Й. Островська,*кандидат економічних наук, доцент,*

ORCID 0000-0002-9318-2258,

e-mail: h.ostrovska@gmail.com,

*Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль*

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДОВОГО ЦИФРОВОГО ВИРОБНИЦТВА В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

В умовах глобалізації інформаційне суспільство вимагає заходів адаптивного характеру, зростання значущості інтелектуальних виробництв, що сприяє якісним змінам сучасної парадигми економіки та її найважливішому структурному сектору – промисловості. Промисловість стимулює розвиток інноваційної діяльності і є мультиплікатором зростання економіки загалом. За даними світової статистики, промислове виробництво забезпечує найбільший приріст доданої вартості в порівнянні з іншими секторами економіки. Обороноспроможність держави, її економічна безпека, зростання вального національного продукту, створення робочих місць, життєвий рівень населення безпосередньо залежать від рівня розвитку промисловості.

Сучасна економіка переживає складний період структурно-технологічної трансформації, зумовленої зростаючою цифровізацією економічної діяльності. За цих умов індустріальний ландшафт визначає четверта промислова революція (Industry 4.0 та 4IR). Як зазначає К. Шваб, «з четвертої промислової революції випливають чотири основні наслідки для всіх галузей: зміна очікувань споживачів; удосконалення якості товарів з допомогою даних, які сприяють підвищенню продуктивності активів; усвідомлення компаніями важливості нових форм співробітництва; трансформування операційних моделей у нові цифрові моделі» [1].

Цифровізація сфер промисловості не тренд, це головна умова економічного зростання та конкурентоспроможності. Так, за даними Forbes, сьогодні не функціонує більша половина компаній, що входили в 2000 р. до потужних корпорацій світу за рейтингом Fortune Global 500 [2]. Переважна більшість із них не зуміли перебудувати свої бізнес-процеси. Водночас найбільш технологічними компаніями у світі вважаються американські. За даними Boston Consulting Group [3] серед інноваційних «Apple», «Google», «Tesla», «Microsoft», «Samsung», «Amazon». Найсучаснішими підприємствами, де усі процеси автоматизовані та всі елементи об'єднані за допомогою промислового інтернету, вважаються англійський завод трансформер «AMRC Factory 2050», японський «Mitsubishi Electric», німецький «Siemens», американський завод з виробництва біо-

палива «DuPont», також американські «SpaceX», «Tesla», «Boeing». Зазначимо, що в розвинених країнах цифровізація промисловості складає 86,3% цифрової економіки. Водночас звернемо увагу на зростаючу роль стартапів, оскільки керівники великого бізнесу все більше залучають їх інноваційні проекти. У цьому контексті заслуговує на увагу той факт, що за останні 10 років лише 174 діджиталізовані стартапи спричинили появу надсучасних галузей із сукупною капіталізацією понад квінтільйона доларів США, і цей креативний ринок ламає стереотипність застарілих бізнес-моделей [4].

Цифрова трансформація створює найбільшу цінність для підприємств, сприяючи масштабним інноваціям. IDC визначила дев'ять аспектів [5], за якими промисловим підприємствам необхідно створити правильні можливості цифрової трансформації. Ці аспекти стосуються майбутнього цифрової інфраструктури, довіри, інтелекту, клієнтів та споживачів, роботи, операцій, взаємопов'язаності, цифрових інновацій та галузей промисловості. Фахівці одностайні в тому, що цифрова трансформація є тривалим поетапним процесом: пілот, локальне розширення, реплікація, управління операціями, оптимізація та інновації. У цьому контексті серед усіх вітчизняних промислових підприємств, що вступили на шлях цифрової трансформації, понад 70% наразі перебувають на стадіях «локального розширення» та «реплікації», тоді як лише 3,9% досягли стадії «оптимізація та інновації». Зазначене обумовлює необхідність теоретичного осмислення процесів трансформації галузей промисловості як складної наукової проблеми, що повною мірою стосується методології та практики управління сталим розвитком.

Аналіз останніх публікацій і досліджень.

Концепцію цифрової економіки вперше обґрунтовано в 1996 р. Д. Тапскоттом в книзі «Цифрова економіка: перспективи та небезпека в епоху мережевого інтелекту» [6], згодом офіційно висунуто в опублікованій доповіді «Нова цифрова економіка» Міністерством торгівлі США в 1998 р. Глобальна цифрова економіка продемонструвала швидку тенденцію до зростання і стала новим двигуном для сприяння глобальному економічному відновленню.

У цьому контексті Д. Тіссом [7] розглянуто виклики та можливості диференціювання цінності для інноваторів в цифровій економіці. Використовуючи структуру ланцюгів створення цінності та ґрунтуючись на висновках теорії про неоднорідність фірм і продуктів, Дж. Майером [8] обговорюються канали, через які ці механізми можуть прискорити індустріалізацію. Дослідником увага акцентується на інноваційній, промисловій та регуляторній політиці для сприяння справедливому розподілу вигод від цифровізації. А. Андреоні та Г. Анзолін [9] зазначають, що через значні проблеми, з якими країни стикаються на шляху індустріалізації, а також через той факт, що продуктивність 4IR і зростання додаткової вартості вкладені в конкретні процеси та види діяльності, промислова політика має бути обґрунтованою, розумнішою та спритнішою, інакше кажучи, базуватися на реаліях технологій цифрового виробництва, вибирати розумніші шляхи підйому технологічними шаблями та бути спритнішою у виборі можливостей.

Вперше про необхідність широкого застосування передових технологій у промисловості заговорили в Німеччині (2011 р.), тоді ж було розроблено стратегію створення «розумних» підприємств у країні та був запроваджений термін «Індустрія 4.0». У цьому контексті, використовуючи нові дані щодо панелі галузей у 17 країнах, вперше оцінено позитивний вплив промислових роботів, та доведено підвищення продуктивності праці та збільшення доданої вартості за їх використання [10]. Еволюцію технологій адитивного виробництва, кульмінацією якої став 3D-друк, і бачення того, як ця еволюція впливає на існуючі глобальні ланцюжки створення вартості у виробництві представлено в статті [11].

Низкою вітчизняних авторів окреслено напрями цифрової трансформації промисловості та розроблено системно-інтегрований методичний підхід до визначення Індексу цифрової трансформації суб'єктів підприємництва [12]. У цьому контексті В. Ляшенко та Є. Котовим [13] досліджуються модернізаційні процеси нової промислової політики. Увага концентрується на такому: широке визнання важливої ролі промисловості у вирішенні актуальних проблем сучасності знайшло відображення в нових завданнях із прискореного розвитку індустрії – генератора науково-технічного прогресу й інновацій, важливого фактору глобальної конкурентоспроможності національних економік та драйвера економічного зростання. Заслуговує на увагу стаття [14], де розроблено концепцію управління знаннями промислового підприємства. У роботі [15] піднімається проблема можливостей та пріоритетів структурних змін внутрішнього ринку України, при цьому розвиток цифрових технологій, інфраструктури та компетенцій визначено критичною точкою цифровізації внутрішнього ринку. Л. Федулова в своїй публікації відслідковує проблеми запровадження цифрових

технологій та Індустрії 4.0 в Україні та їх вплив на досягнення окремих індикаторів цілей сталого розвитку [16].

Попри це, питання щодо освоєння технологій передового цифрового виробництва в рамках четвертої промислової революції та вплив сучасних процесів технологічного розвитку на реалізацію Цілей сталого розвитку (ЦСР) залишаються недостатньо дослідженими, що зумовлює необхідність їх подальшого вивчення.

Метою статті є аналіз і систематизація впровадження та розвитку технологій передового цифрового виробництва, а також розроблення пропозицій у контексті їх ефективного використання як пріоритету забезпечення сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Впровадження результатів концепції четвертої промислової революції, як чергової хвилі прогресу, обумовлені зростаючою конвергенцією сучасних технологічних сфер – цифрового виробництва, нанотехнологій, біотехнологій та розробки новітніх матеріалів – і їх взаємодоповнюваності у виробництві [17]. У цьому контексті довідник Всесвітнього економічного форуму, присвячений четвертій промисловій революції, визначає 12 ключових нових технологій (табл. 1). Деякі є галузевими, хоча більшість з них вважаються платформними технологіями, які можна розгорнути в кількох секторах.

При цьому адитивне виробництво та робототехніка можуть бути безпосередньо класифіковані як виробничі технології.

Вважаємо, що інтегрування діяльності промислових підприємств та ядра інтелектуального потенціалу (неперервне навчання, креативність, генерація нового знання, інформаційна грамотність, потенціал у сфері НДДКР, патентна активність) забезпечить можливість розвитку ключових технологій.

Освоєння технологій передового цифрового виробництва (ADP) в рамках четвертої промислової революції, під якою розуміємо зміну технологічної парадигми, радикально змінюють природу виробництва, нівелюючи кордони між цифровими та фізичними виробничими системами. Прогрес у розвитку передових/проривних технологій, таких як робототехніка, технології штучного інтелекту, адитивного виробництва та аналізу даних відкриває значні можливості для прискорення процесу інновацій та підвищення частки промислового виробництва в загальній доданій вартості. З цим технологічним переходом пов'язаний розвиток нових платформних бізнес-моделей та способів створення вартості [21–26]. Використання технологій передового цифрового виробництва сприяє всеохоплюючому та сталому економічному зростанню та досягненню цілей сталого розвитку.

Особливістю створення та розповсюдження технологій передового цифрового виробництва є високий рівень концентрації, особливо в частині патентної та експортної діяльності. На десять еконо-

мік-лідерів припадає 90% всіх виданих у світі патентів та 70% всього експорту, який безпосередньо пов'язаний з указаними технологіями. Це група провідних країн з розробки нових технологій у сфері передового цифрового виробництва. До цих країн належать (у порядку розміру частки ринку): США, Японія, Німеччина, Китай, Тайвань, Франція, Швейцарія, Великобританія, Південна Корея та Нідерланди. Вказані 10 країн не тільки винаходять нові технології, але також продають (і купують) на світових ринках товари, створені з урахуванням цих технологій. Ще 40 економік – переслідуючі (серед них

Канада, Австралія, Бразилія, Австрія та ін.), активно працюють із цими технологіями, однак з меншою інтенсивністю. У решті світу – 29 країн «ті, що запізнилися» та 88 країн – відсталі, спостерігається низька активність або повна відсутність участі в глобальній розробці та використанні цих технологій [27]. За рівнем використання технологій передового цифрового виробництва, згідно з даними «Звіту про промисловий розвиток-2020. Індустріалізація в цифрову епоху» (UNIDO), Україна приєдналась до групи 29 країн, що запізнилися.

Таблиця 1

Ключові новітні технології*

Технологія	Сутність технології
Штучний інтелект і робототехніка	Розробка машин, які можуть замінити людей у значному переліку завдань, пов'язаних із мисленням, мультизадачністю та дрібною моторикою
Об'єднані в мережі датчики	Поняття, більш відоме як «Інтернет речей», представляє собою використання мережевих датчиків для віддаленого підключення, відстеження та керування продуктами, системами та мережами
Віртуальна та доповнена реальності	Прогрес у відносинах між людьми та комп'ютерами, що включають симуляцію навколишнього середовища, голографічні зчитування та накладання цифрових об'єктів на картину реального світу із застосуванням змішаної реальності
Адитивне виробництво	Досягнення в адитивному виробництві за використання все більшого діапазону матеріалів та інноваційних методів, що включають в себе 3D біодрук органічних тканин
Блокчейн і технологія розподіленого реєстру	Технологія розподіленого реєстру, заснована на криптографічних системах, які керують, перевіряють і публічно записують дані транзакцій; основа «криптовалют», таких як, наприклад, біткоїн
Передові матеріали та наноматеріали	Створення нових матеріалів і наноструктур для розвитку корисних властивостей, таких як термоелектрична ефективність, збереження форми, а також задля винайдення нових функціональних застосувань
Захоплення, зберігання та передача енергії	Прориви в ефективному застосуванні акумуляторів і паливних продуктів; відновлювана енергія за допомогою сонячних, вітрових і приливних технологій; розподіл енергії через системи розумних мереж; бездротова передача енергії тощо
Нові обчислювальні технології	Нові архітектурні рішення для комп'ютерного обладнання, такі як квантові обчислення, біологічні обчислення або обробка нейронних мереж, а також інноваційне розширення сьогоденних обчислювальних технологій
Біотехнології	Інновації в генній інженерії, секвенуванні та терапії, а також біологічних обчислювальних інтерфейсах і синтетичній біології
Геоінженерія	Технологічне втручання в планетарні системи, як правило, для пом'якшення наслідків зміни клімату шляхом видалення вуглекислого газу або керування сонячною радіацією
Нейро-технології	Такі інновації, як розумні ліки, нейровізуалізація та біоелектронні інтерфейси, які дають змогу читати, спілкуватися та напряму впливати на діяльність людського мозку
Космічні технології	Розробки, що забезпечують більший доступ до космосу та його дослідження, включаючи мікросупутники, передові телескопи, багаторазові ракети та інтегровані ракетно-реактивні двигуни

* Складено автором на основі джерел [18–20].

Важливим показником, що свідчить про спроможність 158 країн у контексті впровадження та використання передових технологій в рамках Індустрії 4.0 є «Індекс готовності», що формується з таких компонентів, як: впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), кадровий потенціал, дослідження та розробки (ДіР), промисловий розвиток та фінанси (табл. 2). За такими компонентами, як частка високих технологій у промисловому виробництві, дослідницька активність (кількість патентів та публікацій) та рівень освіченості (навичок) населення Україна має досить високе місце в рейтингу. Водночас за доступністю приватних підприємств до кредитів та рівнем інфраструктури ІКТ знаходиться на низьких щаблях рейтингу.

Важливим кроком, що свідчить про готовність країни до змін, які несе з собою Індустрія 4.0, є оцінювання динаміки науково-технічної діяльності у сфері трансферу технологій. У 2020 р. згідно стратегічних напрямів інноваційної діяльності, передано 1298 технологій, які створені за кошти державного бюджету. Це складає 96,3% від загального обсягу переданих технологій та 80,8% порівняно з 2019 р. (1607 од.). Трансфер технологій здійснювався як на внутрішньому ринку (96,8%) із зменшенням кількості переданих технологій на 19,2 в. п., так і на зовнішньому – на 21,1 в. п. У 2020 р. обсяг грошових надходжень від трансферу технологій становив 225,8 млн грн, що порівняно з 2019 р. на 12,2% більше, що відбулося внаслідок наповнення внут-

рішнього ринку (понад 16%). При цьому грошові надходження на зовнішньому ринку зменшилися в 3,7 раза. На тлі внутрішнього ринку серед переданих технологій 755 од. є новими для української економіки; на зовнішньому передано 41 технологію, усі є принципово новими. Отож, в 2020 р., в умовах внутрішнього ринку, вартість переданих технологій

зросла, водночас їх конкурентні переваги є недостатніми для високої результативності на зовнішньому ринку. Значна частина технологій (559 од. або 43,0%) передана згідно виду трансферу «наука, угоди на передачу технологій», з яких на зовнішньому ринку всі 100,0%, на внутрішньому – 41,2%.

Таблиця 2

Рейтинги України та окремих країн світу за Індексом готовності до впровадження передових технологій у 2020 р.*

Країна	Значення Індексу	Загальний рейтинг	Рейтинг країн згідно компонентів				
			ІКТ	кадри (навички)	ДіР	промисловий розвиток	фінанси
Країна з високим рівнем готовності до впровадження передових технологій							
Чехія	0,75	26	30	23	32	18	72
Польща	0,73	28	32	30	30	32	70
Естонія	0,72	29	15	20	59	31	61
Португалія	0,71	32	35	33	31	49	27
Словенія	0,69	33	28	15	62	29	84
Словаччина	0,69	36	21	47	44	23	59
Угорщина	0,67	37	27	43	48	16	99
Литва	0,65	39	25	24	54	48	88
Країна з рівнем готовності до передових технологій вище середнього							
Бразилія	0,65	41	73	53	17	42	60
Румунія	0,60	45	44	70	34	38	115
Сербія	0,59	47	38	52	55	46	86
Болгарія	0,57	51	53	48	65	41	73
Україна	0,56	53	66	40	47	58	97
Туреччина	0,55	55	75	63	27	78	49

* Складено автором на основі джерела [28].

Згідно з стратегічними пріоритетами підприємств промисловості проведено трансфер технологій у кількості 662 од., або 51,0% від переданих загалом, що на 34,3% менше порівняно з 2019 р. Трансфер стосувався здебільшого внутрішнього ринку (94,0%). За цих умов обсяг надходжень становив 52,2 млн грн (23,1% від загального обсягу), в порівнянні з 2019 р. на 18,0% більше, за обсягу надходжень у 44,2 млн грн.

Найвищого попиту в реальному секторі економіки набули технології з відновлюваних джерел енергії (1-й пріоритет – енергетика), композиційних та функціонально-градієнтних матеріалів (3-й – нові матеріали), розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки (7-й – ІКТ) [29].

В Україні суттєвим бар'єром у контексті впровадження здобутків Індустрії 4.0 є недостатнє фінансування наукових досліджень та розробок. У 2020 р. загальна величина витрат на дослідження і розробки в Україні становила 17022 млн грн. При цьому постійно знижується наукоємність ВВП – з 0,75% у 2010 р. до критичного значення – 0,41% у 2020 р. Згідно оцінок фахівців, при наукоємності нижче за 0,9% ВВП наука виконує лише пізнавальну функцію. На дослідження і розробки у ВВП (за даними 2019 р.) частка обсягу витрат у країнах ЄС в

середньому становила 2,2%. До прикладу, норми відрахувань на нові розробки та науково-дослідні роботи в країнах ЄС становлять 15% вартості реалізованої продукції щорічно (9–10 млрд дол.), з яких біля 50% складають внутрішні корпоративні відрахування (4,5–5,3 млрд дол.) та фінансування з держбюджету – близько 50% на рік (4,5–4,7 млрд дол.). Обсяги річного фінансування з держбюджету на нові розробки та науково-дослідні роботи на початку 2000-х років становили відповідно понад 20 тис. дол. на одного працівника в країнах ЄС, та понад 100 тис. дол. у США. На сьогодні вказані цифри збільшилися вдвічі-втричі.

Разом з тим цифровізація ставить серйозні завдання перед директивними органами держав незалежно від рівня їх розвитку. Попри окремі успіхи, Україна все ще недостатньо трансформує можливості сучасних цифрових технологій в економічні й соціальні вигоди (цифрові дивіденди): необхідний системний підхід до реалізації затверджених заходів, формування цифрових компетенцій, у тому числі й для населення, узгодженість зі стратегією досягнення цілей сталого розвитку тощо. Отож, запровадження цифрових технологій в Україні вимагає, щоб ключові зусилля цифровізації спрямовувались на сприяння всеохоплюючому та сталому промислому зростанню в контексті таких завдань

[15]: трансформація сегментів внутрішнього ринку в високоєфективні та конкурентоспроможні; креативна та технологічна модернізація суб'єктів промисловості; активізація інвестиційної активності та економічний прорив; розвиток людських ресурсів, їхнього інноваційного і креативного потенціалу та компетенцій.

Технології передового цифрового виробництва є результатом поєднання трьох основних компонентів: обладнання, програмного забезпечення та засобів зв'язку [9]. До обладнання відносяться інструменти, засоби та допоміжні системи сучасних промислових роботів та «розумних» автоматизованих систем, а також колаборативні роботи та 3D-принтери для адитивного виробництва. Цей набір технологій виробничого обладнання багато в чому схожий з технологіями попереднього етапу – третьою промисловою революцією. Відмінними рисами нових машин є їх засоби зв'язку, а також гнучкість та функціональність у процесі виконання виробничих завдань.

На сьогодні лише деякі виробники впроваджують технології передового цифрового виробництва. При цьому вказані технології поширені за галузями нерівномірно. Відмінності у рівні технологічної інтенсивності та виробничих процесах зумовлюють більш високу ймовірність впровадження технологій передового цифрового виробництва в певних галузях промисловості. При цьому особливо виділяються дві галузі: комп'ютери та машинобудування, а також транспортна техніка. Ці галузі демонструють рівень впровадження ключових технологій передового цифрового виробництва вище середнього. У галузі комп'ютерного обладнання та машинобудівної промисловості найбільш широко використовуються технології хмарних обчислень та 3D-друку (на 10–15 відсоткових пунктів вище середнього), тоді як галузь транспортної техніки посідає другу сходинку та лідирує за обсягом використання промислових роботів у виробництві. Оскільки технології передового цифрового виробництва стрімко поширюються, інші галузі (навіть менш технологічно сміні) також можуть стати лідерами у цій сфері.

Переважає більшість промислових підприємств у процесі використання нових технологій стикається з конкретними проблемами. Ці проблеми можуть бути згруповані за такими напрямками (Andreoni та Anzolin, 2019) [9].

Базовий потенціал. Виробничий потенціал, необхідний для поглинання, розгортання та розповсюдження технологій передового цифрового виробництва вздовж ланцюгів постачання, обмежений та нерівномірно розподілений. При цьому вказані технології підвищили «пори́г базового потенціалу» внаслідок об'єднання нових та існуючих технологій у складні інтегровані технологічні системи.

Модернізація та інтеграція. Якщо компанії вже вклали кошти у технології попереднього покоління, їм необхідно навчитися модернізувати та ін-

тегрувати нові технології цифрового виробництва у свої існуючі виробничі підприємства. На цьому фоні нові підприємства створюються рідше, оскільки це вимагає значних довгострокових інвестицій та доступу до ринків.

Цифрова інфраструктура. Нові технології вимагають суттєвої інфраструктури для використання у виробництві. Виникають серйозні проблеми у забезпеченні доступної та якісної електроенергії, а також надійного зв'язку. Внаслідок наявності цих та інших проблемних зон в інфраструктурі, інвестиції в технології можуть стати занадто ризиковими та фінансово недоцільними для окремих підприємств.

Розрив цифрового потенціалу. Низка суб'єктів господарювання, запроваджуючи технології передового цифрового виробництва, використовують їх всередині підприємства, в окремих випадках серед кількох близьких постачальників, які мають базовий виробничий потенціал для їх використання. Навколо цих островів четвертої промислової революції переважає більшість підприємств, використовують технології, типові для третьої чи навіть другої промислової революції. Розрив між найпотужнішими компаніями і всіма іншими визначено як розрив у цифрових потенціалах. При цьому, за значного розриву в цифрових потенціалах поширення технологій передового цифрового виробництва залишається доволі обмеженим.

Доступ та доступність. Технології передового цифрового виробництва, як правило, контролюються провідними компаніями. Відповідно, більшість підприємств значною мірою покладаються на імпорт цих технологій, і в багатьох випадках, навіть за мобілізації ресурсів для доступу до них, залишаються залежними від постачальників апаратних та програмних компонентів.

У контексті впровадження та використання технологій передового цифрового виробництва вирішальне значення мають інвестиційний, технологічний та виробничий потенціали. Оскільки створення базового потенціалу вважається попередньою умовою для участі в четвертій промисловій революції, промислові підприємства повинні нарощувати виробничий потенціал – програм або процедур для повторного виконання у певному контексті, отриманих у результаті навчання в організації [30]. Виробничий потенціал пов'язаний з досвідом, навчанням на практиці та поведінкою підприємств, залучених у виробництво. Інвестиційний та технологічний потенціали повною мірою підкреслюють свою унікальність, інтегруючись зі змінними виробничого потенціалу. Вказані потенціали включають технологічні знання, ресурси та навички, необхідні підприємствам у контексті освоєння і використання обладнання та технологій, розширення виробництва, зайнятості, подальшого вдосконалення своєї технологічної компетенції та ділової активності. У своїй сукупності вказані потенціали забезпечують високий рівень впровадження нових технологічних процесів.

Кожне підприємство формує власний «унікальний набір можливостей». Оскільки підприємства стикаються з різними проблемами в процесі навчання, темпи розвитку нових можливостей, ймовірно, також будуть нерівномірними [9]. Ця обставина посилює стійку неоднорідність, бо значна кількість підприємств з обмеженим потенціалом та низькою ефективністю співіснує із більш передовими. У цьому контексті визначимо «цифровий розрив» як форму диференціації між окремими підприємствами, або галузями, яка проявляється у нерівному доступі до технологій передового цифрового виробництва, що викликана взаємодією економічних, соціальних, технічних, інфраструктурних чинників, а також чинника цифрової грамотності. Розрив може завдати шкоди провідним компаніям унаслідок складнощів зі зворотним зв'язком та розвитком власних ланцюгів постачання. Таким чином, розрив перетворює можливості модернізації технології в проблемну зону цифрової індустріалізації.

В умовах нової технологічної парадигми задля уникнення ризику відставання та досягнення успіху, промисловим підприємствам потрібно спрямувати зусилля на створення цифрової інфраструктури, розвиток конкурентних навичок та зміцнення дослідницького потенціалу [31]. Особливо важливі для розвитку технологій передового цифрового виробництва такі групи навичок («навички майбутнього»): аналітичні; специфічні, що сприяють розвитку технологій у контексті підходу до організації процесу навчання, який поєднує науку, технологію, інженерію та математику (НТІМ-освіта), а також навички, інтегровані з ІКТ; та гнучкі навички (soft skills). Підвищений попит на вказані навички вже відображається у профілі найму підприємств з вищою технологічною ємністю. При цьому, серед технологічно динамічних підприємств, які використовують, чи готові використовувати технології передового цифрового виробництва, частка співробітників з навичками НТІМ є незмінно вищою. Також відзначається зростаюче значення навичок, пов'язаних з технологіями, таких як навички взаємодії людини з машиною. Основна причина полягає в тому, що, використовуючи нові технології, співробітники повинні працювати в інтегрованих командах і швидко освоювати процедури та системи.

Виокремимо потенційні переваги запровадження технологій передового цифрового виробництва в контексті підтримки сталого промислового розвитку. Отже, нові технології:

- забезпечують створення та виведення на ринок інноваційних товарів, що сприяє виникненню нових галузей промисловості, пов'язаних з ними робочих місць та джерел доходу;
- стимулюють підвищення ефективності виробництва за рахунок цифровізації та взаємопов'язаності виробничих процесів (енергоефектив-

ність та оптимізація витрат, зниження експлуатаційних витрат, покращення використання капіталу, якість кадрів і зв'язку зі сферою послуг);

- покращують умови праці персоналу промислового виробництва шляхом запровадження нових робочих процесів та розподілу завдань, а також підвищення порогу кваліфікації робочої сили;
- сприяють екологічній стійкості процесу промислового виробництва та соціальній інклюзивності;
- сприяють розвитку наукомістких бізнес-послуг;
- забезпечують підприємствам більш високу продуктивність.

Вказані переваги також посилюють ризики і немає жодної гарантії, що ці наслідки не приведуть до спричинення інших змін. Отримання вигоди залежить від умов, специфічних для галузей та підприємств, зайнятих у галузі промисловості.

Технології передового цифрового виробництва можуть покращити характеристики та функціональність товарів та послуг (включаючи інновації у продуктах, індивідуалізацію та час виходу на ринок), що приведе до підвищення доходів, а також до появи більш конкурентоспроможних пакетів товарів та послуг. Наприклад, сучасні промислові підприємства можуть використовувати промисловий інтернет з метою безперервного збору даних для досягнення низки завдань:

- підвищення якості виконання виробничих операцій та скорочення тривалості виробничого циклу;
- поліпшення технічного обслуговування обладнання завдяки більш точному прогнозуванню рівня зносу деталей та моменту відмови обладнання, усунення необхідності планово-попереджувальних ремонтів, що викликають тривалу зупинку обладнання;
- глибоке та відносно дешеве дослідження цільових аудиторій споживачів та вдосконалення маркетингових функцій;
- відстеження матеріальних запасів з точністю до одиниць кількості товарів та більш ефективного управління ланцюжками поставок (наприклад, облік розташування, температури, вологості та інших параметрів навколишнього середовища, здатних вплинути на якість кінцевої продукції);
- виключення ймовірності застосування контрафактних деталей завдяки RFID-міткам (Radio Frequency Identification), встановленим на деталях, блоках і вузлах, що автоматично зчитуються за допомогою радіосигналів;
- підвищення безпеки виробництва за рахунок автоматичного контролю за використанням небезпечних та шкідливих речовин;
- зниження експлуатаційних витрат завдяки автоматичному включенню та виключенню систем освітлення та кондиціонування;

– відстеження пересування транспорту та оптимізація транспортних маршрутів, а також аналіз дій водіїв;

– контроль персоналу та ідентифікація особистості, у тому числі на території закритих об'єктів, наприклад урядових установах, військових базах тощо;

– прийняття більш обґрунтованих управлінських рішень на основі глибшої аналітики;

– зміцнення партнерських відносин з дис-триб'юторами, партнерами та клієнтами.

Аналіз даних дає змогу використовувати переваги збору та аналізу даних про клієнтів у режимі реального часу, забезпечуючи безпосереднє залучення запитів клієнтів та сприяючи економічно ефективній масовій індивідуалізації товарів. Таке розуміння поведінки клієнтів може створити значні конкурентні переваги для нових продуктів, послуг та рішень. Зміни відкривають нові організаційні можливості та можливості у веденні бізнесу за рахунок включення послуг у промислового виробництва. Таким чином, технології передового цифрового виробництва створюють можливість відновлення індустріалізації та прискорення економічного зростання шляхом створення нових товарів та інтегрування виробничої діяльності та сфери послуг.

Впровадження технологій передового цифрового виробництва у промисловому виробництві вимагає додаткової підтримки з боку інших секторів економіки, зокрема, наукоємних послуг, які надають ІТ та цифрові рішення, необхідні для впровадження «розумного» виробництва. Ця тісна взаємодія з послугами може потенційно збільшити мультиплікаційний ефект промислового виробництва на створення робочих місць.

Технології передового цифрового виробництва також впливають на соціальний вимір промислового виробництва. Вони можуть покращити умови праці персоналу промислового виробництва шляхом запровадження нових робочих процесів та розподілу завдань, а також підвищення порогу кваліфікації робочої сили. У цьому контексті розширення співпраці людей та роботів (колаборативні роботи) створить «змішану» робочу силу. Технології безпеки та стеження також підвищують безпеку та покращують умови праці в цехах.

Технології передового цифрового виробництва мають високий показник екологічності. Це особливо стосується технологій, пов'язаних з роботами, машинним навчанням та системами Cad/Cam, і, меншою мірою, технологій адитивного виробництва. Найважливішою характеристикою, відзначеною патентними рецензентами цих технологій, є їх потенційний внесок у зниження викидів парникових газів.

Забезпечення готовності до освоєння та використання нових технологій потребує заходів в розрізі певних аспектів, зокрема: розвиток рамкових умов, стимулювання попиту та використання вже

діючих ініціатив, а також зміцнення необхідних навичок та дослідницького потенціалу.

Рамкові умови включають інституціоналізацію багатосторонніх підходів до розроблення промислової політики. Впровадження технологій передового цифрового виробництва потребує значних зусиль у розвитку рамкових умов, пов'язаних з нормативно-правовою базою та цифровою інфраструктурою, інституціонального середовища розробки політики, а також наявності каналів міжнародного співробітництва та передачі технологій. Наявність інституціонального середовища є особливо важливим у тому сенсі, щоб технології передового цифрового виробництва працювали на забезпечення сталого економічного розвитку. Розробка нової промислової політики у цьому середовищі має ґрунтуватися на тісній співпраці між приватним та державним секторами, в рамках якого керівними принципами мають стати навчання (визначення стримувальних чинників), експериментування (пошук способів усунення таких стримуючих чинників), координація (залучення всіх зацікавлених сторін) та моніторинг (оцінка результатів) [31; 32]. Отож, інституціональні зусилля, спрямовані на використання ефекту «цифрових дивідендів», дадуть промисловим підприємствам поштовх до інноваційно-креативного стрибку та переорієнтації на високотехнологічне виробництво.

Стимулювання попиту потребує поінформованості та фінансування. Навіть за створення рамкових умов, країнам необхідно стимулювати попит на нові технології та їх освоєння. Це вимагає цілеспрямованих зусиль щодо підвищення поінформованості підприємств про потенціал та вигоди застосування даних технологій, та сприяння фінансуванню їхнього освоєння. Також виникає необхідність щодо надання адресної підтримки тим учасникам (наприклад, малим та середнім підприємствам), які відстають у контексті технологічного розвитку.

І нарешті, для забезпечення можливості освоєння промисловими підприємствами нових технологій основна увага концентрується на ефективному використанні професійно-кваліфікаційного та дослідницького (творчого) потенціалів. Водночас уряд має підтримувати створення та зміцнення вказаних потенціалів за допомогою відкриття навчальних центрів та застосування нових підходів до технічної та професійної освіти та підготовки, що відповідає новим потребам підприємств. Крім того, ключовим чинником освоєння цих технологій передового цифрового виробництва та їх адаптації до місцевих умов є розширення масштабу та числа дослідницьких інститутів, що займаються безпосередньо вказаними технологіями.

Слід пам'ятати, що для розвитку потенціалу, необхідного для освоєння технологій передового цифрового виробництва та прийняття будь-яких пов'язаних з ними змін у виробництві, необхідна цілеспрямованість та значні ресурси [33; 34]. Перш

ніж приступити до повномасштабного впровадження, слід робити невеликі, але продумані кроки з метою випробування різних варіантів технологічних та політичних рішень з урахуванням бажаних цілей. У цьому контексті для реалізації нових можливостей розвитку внутрішнього ринку України та подолання цифрового розриву на даний час увага зосереджена на розробці національних твердо-цифрових інфраструктурних платформ, що включають теле-, радіо-, широкосмугову мобільну й фіксовану телекомунікації, інфраструктуру віртуалізації та збереження хмарних і туманних даних, доповненої реальності, предиктивної аналітики, кібербезпеки, штучного інтелекту тощо. М'які (сервісні) інфраструктури включають промислові цифрові інфраструктури, забезпечення проєктів відкритих даних, ідентифікації та довіри, електронних транзакцій та онлайн-взаємодії стейкхолдерів, а також блокчейн та електронне урядування.

Таким чином, прориви в технологіях передового цифрового виробництва будуть відкривати нові можливості для уникнення відставання, або ж стрибків вперед за умов забезпеченості країни активною промисловою політикою, цифровою грамотністю, навичками та освітою, а не лише рівнем оплати праці, внутрішнім ринком та становищем у глобальному ланцюгу доданої вартості [8].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Флагманом розвитку промисловості має стати механізм впровадження нових технологій, які утворюють її технологічне ядро [12]. Механізм включає такі елементи як: потужні централізовані і розподілені обчислювальні ресурси (супер- і квантові комп'ютери; хмарні і периферійні обчислення (Cloud і Edge Computing)); програмне забезпечення, засноване на системах штучного інтелекту, що передбачає машинне навчання; мережеві ресурси нового покоління, які об'єднують великі дані (BigData)

з використанням принципів побудови нейромереж; розробка і впровадження програмно-апаратних комплексів. У сфері мережевої інфраструктури основою для розвитку інфокомунікаційних мереж загального користування повинні стати мережі з синхронною цифровою ієрархією (SDH), що послужить основою для подальшого впровадження та розширення використання технологій міжмашинної взаємодії (M2M) й інтернету речей (IoT).

Основними напрямками цифрової трансформації промисловості вважаються взаємодія з клієнтами, оптимізація операційних процесів і зміна бізнес-моделі. В умовах стрімкого розвитку інновацій та технологій ключового значення набуває цифровізація діючих бізнес-процесів, які вважаються «точками зростання» бізнесу. При цьому перехід від простого використання технологій до трансформації бізнесу необхідно здійснювати через інтегрування активності у сфері технологій передового цифрового виробництва і креативного керівництва. Це те, що називають «цифровою зрілістю». У цьому контексті процесу цифрової трансформації промисловості сприяють: розвиток крауд-технологій (краудсорсинг, краудрекрутинг, краудворкінг); інноваційних парків; кластерів; бізнес-інкубаторів; системи підтримки розвитку підприємництва; інституціональних механізмів регулювання інтелектуальної, інноваційної та інформаційної діяльності суб'єктів підприємництва. Важливо забезпечити, щоб цифрова революція бізнесу формувалася всебічно і далекоглядно, що надає пріоритет рівності, доступності, інклюзії, людській гідності та міжнародній співпраці та стійкості.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на обґрунтування неоіндустріальної господарської системи – інтелектуальної економіки, на порозі якої стоїть людство.

Література

1. Schwab K. The future of jobs. Employment. World Economic Forum report, 2016. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>.
2. Fortune Global 500. URL: <http://fortune.com/fortune500>.
3. The Boston Consulting Group. URL: <https://www.bcg.com/>.
4. Center for Creative Leadership. Digital Transformation Readiness Survey Summary. URL: <https://www.ccl.org/wp-content/uploads/2018/04/Digital-Transformation-Survey-Report.pdf>.
5. IDC FutureScape: Worldwide Data and Analytics 2021 Predictions. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US46920420>.
6. Liu Y., Yang Y., H., Zhong K. Digital Economy Development, Industrial Structure Upgrading and Green Total Factor Productivity: Empirical Evidence from China's Cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. 19(4):2414. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19042414>.
7. Teece D. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research Policy*. 2018. Vol. 47. P. 1367-1387.
8. Mayer J. Digitalization and industrialization: Friends or Foes? Research Paper. №. 25. Geneva: UNCTAD. 2018.
9. Andreoni A. and Anzolin G. A revolution in the making? Challenges and opportunities of digital production technologies for developing countries. 2019. URL: <https://www.unido.org/api/opentext/documents/download/16423347/unido-file-16423347>.
10. Graetz G. and Michaels G. Robots at Work. Centre for Economic Performance. Discussion Paper № 8938. 2015. URL: <https://docs.iza.org/dp8938.pdf>.
11. Laplume A. O., B. Petersen and J. M. Pearce. Global value chains from a 3D printing perspective. *Journal of International Business Studies*. 2017. Vol. 47. P. 595-609.
12. Ostrovska H., Tsikh H., Strutynska I., Kinash I., Pietukhova O., Golovnyia O., Shehynska N. Building an effective model of intelligent entrepreneurship development in digital economy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 6(13 (114)). P. 49-59. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244916>.

13. Ляшенко В. І., Котов Є. В. Україна XXI: неоіндустріальна держава або «крах проекту»? монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті; Полтавський ун-т економіки і торгівлі. Київ, 2015. 196 с.
14. Ostrovska H. Y., Maliuta L. Ya, Sherstiuk R. P., & Yasinetska I. A. Development of intellectual potential at systematic paradigm of knowledge management. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. № 4. P. 171-178. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/171>.
15. Турянський Ю. І., Свидрук І. І., Клепанчук О. Ю. Діджиталізація внутрішнього ринку України як інструмент досягнення цілей сталого розвитку. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2019. № 4. С. 35-45.
16. Федулова Л. І. Тенденції розвитку та впровадження цифрових технологій для реалізації цілей сталого розвитку. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2020. № 7 (26). С. 6-14.
17. ESCAP. Frontier Technologies for Sustainable Development in Asia and the Pacific. Bangkok. 2018. URL: <https://www.unescap.org/publications/frontier-technologies-sustainable-development-asia-and-pacific>.
18. Andreoni A., Fratini F., Prodi G. Structural Cycles and Industrial Policy Alignment: The private-public nexus in the Emilian packaging valley. *Cambridge Journal of Economics*, 2017. Vol. 41. P. 881-904. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bew048>.
19. OECD. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. OECD Publishing: Paris. 2017.
20. World Economic Forum. (2018), Readiness for the Future of Production Report, Insight Report available at: http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf.
21. Schwab K. The future of jobs. World Economic Forum report, 2016. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>.
22. World Bank. Digital dividends. World development report. Washington, DC: World Bank. 2016. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016>.
23. UNCTAD. Trade and development report 2018: power, platforms and the free trade delusion. United Nations publication, Sales No. E.18.II.D.7. New York and Geneva: UNCTAD. 2018.
24. UNIDO. Industrializing in the digital age. Industrial development report. Vienna: UNIDO. 2020. URL: <https://www.unido.org/resources-publications-flagship-publications-industrial-development-report-series/idr2020>.
25. Andreoni A. and S. Roberts. Governing data and digital platforms in middleincome countries: regulations, competition and industrial policies, with sectoral case studies from South Africa. Digital Pathways at Oxford Paper. № 5. Oxford. 2020.
26. Sturgeon T. Upgrading strategies for the digital economy. *Global Strategy Journal*. 2021. Vol. 11(1). P. 34–57. DOI: <https://doi.org/10.1002/gsj.1364>.
27. Урядовий кур'єр. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/i-najsilnishomu-potribna-pidtrimka/>.
28. UNCTAD. Technology and Innovation Report 2021 Catching Technological Waves: *Innovation with Equity*. P. 137-138.
29. Стан науково-інноваційної діяльності в Україні у 2020 році: науково-аналітична записка /Т. В. Писаренко, Т. К. Куранда, Т. К. Кваша та ін. Київ: УкрІНТЕІ, 2021. 39 с.
30. Cohen M. D., Burkhart R., Dosi G., Egidi M., Marengo L., Warglien M., Winter S. 1996. Routines and Other Recurring Action Patterns of Organizations: Contemporary Research Issues. *Industrial and Corporate Change*, 5(3). P. 653-698.
31. Rodrik D. New Technologies, Global Value Chains, and Developing Economies. NBER Working Paper No. 25164. 2018.
32. Rodrik D. Industrial Policy for the 21st Century. In *One Economics, Many Recipes*. Princeton: Princeton University Press. 2007.
33. Steinmueller E. ICTs and the Possibilities for Leapfrogging by Developing Countries. *International Labour Review*. 2001. Vol. 140(2). P. 193-210. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1564-913X.2001.tb00220.x>.

References

- Schwab, K. (2016). The future of jobs. Employment. World Economic Forum report. Retrieved from: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>
- Fortune Global 500. Retrieved from: <http://fortune.com/fortune500>.
- The Boston Consulting Group. Retrieved from: <https://www.bcg.com/>.
- Center for Creative Leadership. Digital Transformation Readiness Survey Summary. Retrieved from: <https://www.ccl.org/wp-content/uploads/2018/04/Digital-Transformation-Survey-Report.pdf>.
- IDC FutureScape: Worldwide Data and Analytics 2021 Predictions. Retrieved from: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US46920420>.
- Liu, Y., Yang, Y., Zhong, K. (2022). Digital Economy Development, Industrial Structure Upgrading and Green Total Factor Productivity: Empirical Evidence from China's Cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4):2414. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19042414>.
- Teece, D. (2018). Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research Policy*, Vol. 47, pp. 1367-1387.
- Mayer, J. (2018). Digitalization and industrialization: Friends or Foes? Research Paper. No. 25. Geneva: UNCTAD.
- Andreoni, A., & Anzolin, G. (2019). A revolution in the making? Challenges and opportunities of digital production technologies for developing countries. Retrieved from: <https://www.unido.org/api/opentext/documents/download/16423347/unido-file-16423347>.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2015). Robots at Work. Centre for Economic Performance. Discussion Paper № 8938. Retrieved from: <https://docs.iza.org/dp8938.pdf>.
- Laplume, A., Petersen, B., & Pearce, J. (2017). Global value chains from a 3D printing perspective. *Journal of International Business Studies*, 47, pp. 595-609.
- Ostrovska, H., Tsikh, H., Strutynska, I., Kinash, I., Pietukhova, O., Golovnya, O., & Shehynska, N. (2021). Building an effective model of intelligent entrepreneurship development in digital economy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (13 (114)), pp. 49-59. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244916>.
- Liashenko, V. I., & Kotov, Ye. V. (2015). Ukraine XXI: neoindustrialna derzhava abo "krakh proektu"? [Ukraine XXI: a neo-industrial state or a "project collapse"?]. Kyiv [in Ukrainian].
- Ostrovska, H. Y., Maliuta, L. Ya, Sherstiuk, R. P., & Yasinetska, I. A. Development of intellectual potential at systematic paradigm of knowledge management. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2020, 4, pp. 171-178. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/171>.

15. Turianskyi, Yu. I., Svydruk, I. I., Klepanchuk, O. Yu. (2019). Didzhitalizatsiia vnutrishnoho rynku Ukrainy yak instrument dosiahnennia tsilei staloho rozvytku [Digitalization of the internal market of Ukraine as a tool to achieve sustainable development goals]. *Naukovyi pohliad: ekonomika ta upravlinnia – Scientific view: economics and management*, No. 4, pp. 35-45 [in Ukrainian].
16. Fedulova, L. (2020). Tendentsii rozvytku ta vprovadzhennia tsyfrovyykh tekhnolohii dlia realizatsii tsilei staloho rozvytku [Development trends and implementation of digital technologies for sustainable development goals]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyy rozvytok – Economics of nature management and sustainable development*, 7 (26), pp. 6-14 [in Ukrainian].
17. ESCAP. Frontier Technologies for Sustainable Development in Asia and the Pacific. (2018). Bangkok. Retrieved from: <https://www.unescap.org/publications/frontier-technologies-sustainable-development-asia-and-pacific>.
18. Andreoni, A., Frattini, F., & Prodi, G. (2017). Structural Cycles and Industrial Policy Alignment: The private-public nexus in the Emilian packaging valley. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 41, pp. 881-904. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bew048>.
19. OECD. (2017). The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. OECD Publishing: Paris.
20. World Economic Forum. (2018). Readiness for the Future of Production Report. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf.
21. Schwab, K. (2016). The future of jobs. World Economic Forum report, Retrieved from: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>.
22. World Bank. (2016). Digital dividends. World development report. Washington, DC: World Bank. Retrieved from: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016>.
23. UNCTAD. (2018). Trade and development report 2018: power, platforms and the free trade delusion. United Nations publication, Sales No. E.18.II.D.7. New York and Geneva: UNCTAD.
24. UNIDO. (2020). Industrializing in the digital age. Industrial development report. Vienna: UNIDO. Retrieved from: <https://www.unido.org/resources-publications-flagship-publications-industrial-development-report-series/idr2020>.
25. Andreoni, A., & Roberts, S. (2020). Governing data and digital platforms in middleincome countries: regulations, competition and industrial policies, with sectoral case studies from South Africa. Digital Pathways at Oxford Paper. № 5. Oxford.
26. Sturgeon, T. (2021). Upgrading strategies for the digital economy. *Global Strategy Journal*, 11(1), pp. 34-57. DOI: <https://doi.org/10.1002/gsj.1364>.
27. Uriadovyi kurier [Government Courier]. Retrieved from: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/i-najsilnishomu-potribna-pidtrimka/> [in Ukrainian].
28. UNCTAD. Technology and Innovation Report 2021 Catching Technological Waves: *Innovation with Equity*, pp. 137-138.
29. Pysarenko, T. V., Kuranda, T. K. (Eds.). (2021). Stan naukovo-innovatsiinoi diialnosti v Ukraini u 2020 rotsi [The state of scientific and innovative activity in Ukraine in 2020]. Kyiv, UkrINTEI [in Ukrainian].
30. Cohen, M. D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M., & Winter, S. (1996). Routines and Other Recurring Action Patterns of Organizations: Contemporary Research Issues. *Industrial and Corporate Change*, 5(3), pp. 653-698.
31. Rodrik, D. (2018). New Technologies, Global Value Chains, and Developing Economies. NBER Working Paper No. 25164.
32. Rodrik, D. (2007). Industrial Policy for the 21st Century. In *One Economics, Many Recipes*. Princeton, Princeton University Press.
33. Steinmueller, E. (2001). ICTs and the Possibilities for Leapfrogging by Developing Countries. *International Labour Review*, 140(2), pp. 193-210. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1564-913X.2001.tb00220.x>.

Островська Г. Й. Впровадження технологій передового цифрового виробництва в рамках концепції сталого розвитку: проблеми та перспективи

У статті висвітлено світові тенденції розвитку технологій цифрового передового виробництва в рамках концепції сталого розвитку за умов цифровізації економіки. Проаналізовано стан цих процесів в Україні з акцентуванням уваги на викликах та перевагах, які несе цифровізація вітчизняним промисловим підприємствам та розроблено пропозиції щодо забезпечення їх результативності. Доведено, що цифровізація передбачає цифрову технологічну трансформацію промислового виробництва, що відкриває доступ різним рівням менеджменту до всього масиву оперативної виробничої інформації в режимі реального часу, а різноманітні цифрові алгоритми та рішення дають змогу забезпечувати безперервний зворотний зв'язок. Зазначено, що соціалізація технологічного розвитку ставить персонал підприємства перед серйозними викликами та чинить вагомий вплив на його свідомість і поведінку, що вимагає формування новітніх компетенцій.

Ключові слова: промислове підприємство, цифрова трансформація, Індустрія 4.0, технології передового цифрового виробництва, технологічний прорив, кваліфікаційний та дослідницький потенціали.

Ostrowska H. Implementation of Advanced Digital Production Technologies within the Framework of Sustainable Development Concept: Problems and Prospects

Abstract. The article highlights global trends in development of digital advanced production technologies within the framework of sustainable development concept in digitalization of the economy. The state of these processes in Ukraine was analyzed with emphasis on the challenges and advantages that digitization brings to domestic industrial enterprises, and proposals were projected to ensure their effectiveness. It has been proven that digitalization involves a digital technological transformation of industrial production, which opens access for different levels of management to the entire array of operational production information in real time, so various digital algorithms and solutions make it possible to provide continuous feedback. It is noted that the socialization of technological development makes the company's personnel faced with serious challenges and has a significant impact on their consciousness and behavior, which requires the formation of the latest competencies.

Keywords: industrial enterprise, digital transformation, Industry 4.0, technologies of advanced digital production, technological breakthrough, qualifying and research potentials.

Стаття надійшла до редакції 11.03.2022