



<https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.01.047>

УДК 330.341.1: 338.22.01

JEL: L52, O14, O33

**В.П. ВИШНЕВСЬКИЙ**, д-р екон. наук, проф., академік НАН України,  
завідувач відділу фінансово-економічних проблем використання виробничого потенціалу  
Інститут економіки промисловості НАН України  
вул. Марії Капніст, 2, 03057, Київ, Україна  
e-mail: vishnevsky@nas.gov.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8539-0444>

## ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Визначено світові тенденції розвитку смарт-промисловості в умовах цифрової революції — прискорений розвиток кіберфізичних виробничих систем і роботизація виробництва. Встановлено, що нині Україна суттєво відстає за розвитком даних цифрових технологій. Обґрунтовано, що вирішенням проблеми може стати проведення проактивної національно орієнтованої промислової політики.*

**Ключові слова:** *смарт-промисловість; Індустрія 4.0; цифрові технології; кіберфізичні виробничі системи; роботизація; промислова політика.*

Світова фінансово-економічна криза 2007—2008 рр., спричинена проблемами фінансової сфери, підвела межу під попереднім етапом розвитку і відродила інтерес до прискореної розбудови реального сектору економіки. Спочатку в Німеччині [1], а потім у всьому світі почали говорити про індустріальний ренесанс, нову промислову революцію та Індустрію 4.0 (смарт-індустрію), засновану на інтеграції матеріальних і цифрових технологій, які формують нову кіберфізичну реальність і нову геоекономічну структуру. Важливість розвороту в бік реального сектору стала ще більш наочною у зв'язку з пандемією COVID-19, яка продемонструвала, що в критичних ситуаціях, коли йдеться про національну безпеку і екзистенціальні загрози, всесильні у звичайні часи гроші стають безсилими, адже ніхто не хоче продавати такі товари, які конче потрібні самому (апарати ШВЛ, вакцини, маски тощо). Не випадково, що сьогодні, наприклад, у ЄС так гостро ставлять питання про забезпечення технологічного суверенітету: «Відтепер кожна країна або група країн повинна задати собі три запитання. По-перше, чи продукуємо ми потрібні нам технології? Якщо ні, то чи є в нас доступ до них з низки джерел? А якщо все-таки ні, то чи ми маємо гарантований, безперешкодний, довго-

Ц и т у в а н н я: Вишневський В.П. Цифрові технології та проблеми розвитку промисловості. *Економіка України*. 2022. № 1. С. 47—66. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.01.047>

строковий (більше п'яти років) доступ до них від монопольних або олігопольних постачальників з однієї країни, як правило, США чи Китаю?» [2]. Неважко помітити, що це вже не звичайна неокласична постановка питання про взаємозв'язок між цілями і обмеженими ресурсами, які мають альтернативне застосування, а політекономічні проблеми безпеки і влади.

У зв'язку з революційним характером зрушень у виробничій і суміжних сферах стає очевидним, що смарт-промисловість знову перетворюється на один з головних чинників, що визначають соціально-економічне і екологічне майбутнє. Ця теза простежується в дослідженнях низки впливових зарубіжних організацій: World Economic Forum<sup>1</sup>, McKinsey & Company<sup>2</sup>, Deloitte<sup>3</sup>, PwC<sup>4</sup> та ін.<sup>5,6</sup> [3; 4], які вже випустили низку передбачень про нову роль індустрії. Наприклад, у дослідженні американської консалтингової компанії з питань управління Oliver Wyman ідеться про довгострокові перспективи промисловості у зв'язку з новими мегатрендами, що являють собою поєднання технологічних стрибків і потрясінь у глобальному суспільстві й навколишньому середовищі, які змінюють економіку, бізнес і спосіб життя [4, р. 2]. Фахівці Європейського фонду з поліпшення умов життя і праці звертають увагу на те, що поширення передових технологій обумовлює зростання відносного значення європейської промисловості в довгостроковому періоді, але одночасно може посилити регіональні відмінності всередині держав — членів ЄС, а також висловлюють стурбованість можливими втратами потенційних робочих місць<sup>7</sup> тощо.

Отже, **мета статті** — осмислити з українських позицій нові перспективи і нові проблеми розвитку, які відкриває «цифра» в поєднанні із «залізом».

## ЧОМУ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НАБУЛИ ТАКОГО ЗНАЧЕННЯ?

Зростанню відносного значення цифрових технологій сприяли принаймні три обставини.

*Перша* — надзвичайно швидке зростання продуктивності фізичних пристроїв, які використовуються в комп'ютерах. Згідно з так званим законом

<sup>1</sup> The Future of Manufacturing. Opportunities to drive economic growth. A World Economic Forum Report in collaboration with Deloitte Touche Tohmatsu Limited. WEF. Cologne/Geneva Switzerland, 2012. 83 p. URL: [https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/The-Future-Manufacturing\\_4\\_20\\_12.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/The-Future-Manufacturing_4_20_12.pdf)

<sup>2</sup> Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation. McKinsey Global Institute. McKinsey Operations Practice. McKinsey & Company, 2012. 170 p. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-future-of-manufacturing>

<sup>3</sup> The future of manufacturing: Making things in a changing world. Deloitte University Press, 2015. 49 p. URL: <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/manufacturing/articles/future-of-manufacturing-industry.html>

<sup>4</sup> The future of industries: Bringing down the walls. PwC's future in sight series. PwC, 2016. 13 p. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industrial-manufacturing/publications/the-future-of-industries.html>

<sup>5</sup> The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK. Foresight. Summary Report. The Government Office for Science. London, 2013. 53 p. URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/255922/13-809-future-manufacturing-project-report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/255922/13-809-future-manufacturing-project-report.pdf)

<sup>6</sup> The future of manufacturing in Europe. Eurofound. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2019. 71 p. <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2019/the-future-of-manufacturing-in-europe>

<sup>7</sup> Там само. Р. 1—2.

Мура, заснованим на емпіричних спостереженнях, кількість транзисторів, що розміщуються на кристалі інтегральної схеми, подвоюється кожні два роки, а їх вартість залишається приблизно на тому самому рівні [5]. Пізніше подібні експоненціальні залежності також були виявлені для обсягів пам'яті пристроїв зберігання даних, кількості та розміру пікселів у цифрових фотоапаратах та ін. Відразу ж після висунення цієї гіпотези в 1965 р. і пізніше багато разів прогнозувалася неминуча «смерть» закону Мура, оскільки в реальному світі ніщо не може зростати нескінченно. Однак досі знаходилися такі технічні рішення, які підтримували силу цієї емпіричної залежності.

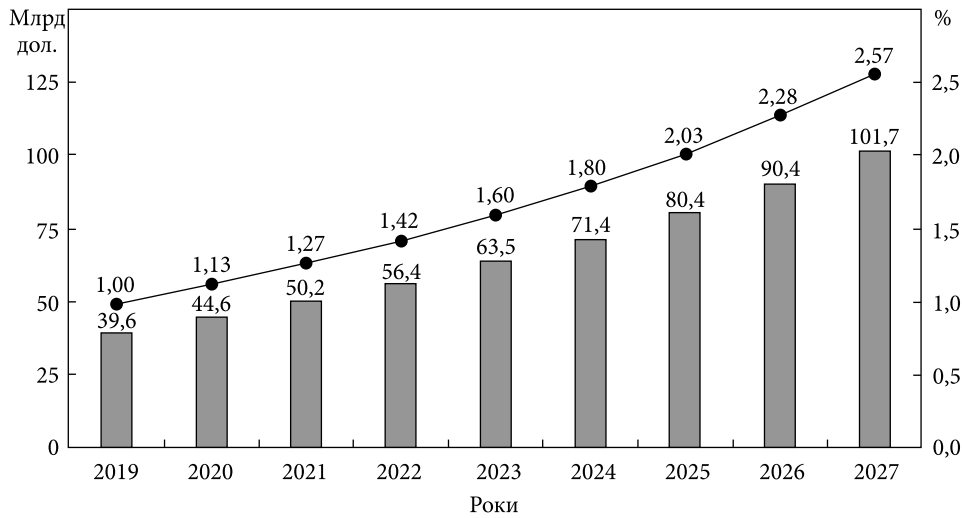
*Друга* — дуже швидкий прогрес цифрових технологій, заснованих на запису інформації в двійковому коді. Цифрові технології дозволяють стискати великі обсяги інформації та зберігати їх на невеликих запам'ятовуючих пристроях, які можна легко зберігати і транспортувати, а також різко збільшують швидкість передачі даних. Це привело до вибухового зростання обсягів накопичення цифрової інформації, якої ще у 2000 р. було менше, ніж аналогової. Перелом стався на самому початку 2000-х років, і вже у 2007 р. на частку цифрової інформації припадало понад 95% її загального обсягу [6]. Тепер обсяг цифрової інформації у світі зростає за експонентою [7]. Стільки інформації у людства не було ніколи, а тим більше ніколи не було можливості обробляти її так швидко і продуктивно. У цьому сенсі Четверта промислова революція заснована на революції цифровій [8, р. 8].

*Третя* — випереджальні темпи розвитку Інтернету — глобальної системи взаємопов'язаних комп'ютерних мереж, яка використовує спеціальний набір протоколів передачі даних у цифровій формі. Інтернет зробив революцію у сферах комунікацій, виробництва, торгівлі, освіти, науки, культури та ін. Він з'явився в США в 1970-х роках, але до початку 1990-х не був доступний для широкого кола людей. А вже на початку 2021 р. в усьому світі налічувалося 4,7 млрд активних користувачів Інтернету — близько 60% світового населення, з яких 92,6% отримали доступ до нього за допомогою мобільних пристроїв<sup>8</sup>. Багато в чому це було обумовлено винаходом нових стандартів мобільного зв'язку третього, четвертого і п'ятого поколінь (3G, 4G і 5G), а також зниженням вартості інтернет-трафіка.

## СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

У сфері промисловості важливим довгостроковим трендом, обумовленим цифровою революцією, є *прискорений розвиток кіберфізичних виробничих систем*, і перш за все промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things — IIoT). У результаті його використання звичайні фізичні системи перетворюються на мережі, які забезпечують зв'язок і взаємодію елементів засобів виробництва як між собою, так і з людьми. Така трансформація дозволяє моніторити фізичні об'єкти і процеси в режимі реального часу, створювати і використовувати їх цифрові образи, ефективніше управляти системами і процесами з метою підвищення безпеки, безвідмовності, якості, про-

<sup>8</sup> Global digital population as of January 2021. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/> (дата звернення: 23.07.2021).



**Рис. 1.** Очікувані обсяги (млрд дол.) і темпи зростання (% за базовим індексом) світового ринку промислової робототехніки у 2019—2027 рр.

Джерело: складено автором за: Global size of the market for industrial robots between 2019 and 2027. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/728530/industrial-robot-market-size-worldwide/> (дата звернення: 19.12.2021).

дуктивності та ефективності. Як наслідок — випереджальні темпи зростання ринку IoT. За даними Grand View Research, компанії, що спеціалізується на дослідженнях і консалтингу ринків, у 2020 р. обсяг глобального ринку IoT перевищив 200 млрд дол. При цьому очікується, що в період 2021—2028 рр. його сукупний річний темп зростання (compound annual growth rate — CAGR) складатиме вражаючі 22,8%. Вважається, що такі агресивні темпи впровадження IoT обумовлені накопиченням досвіду, швидким прогресом у сфері технологій, здешевленням датчиків і процесорів, що забезпечують доступ до інформації у режимі реального часу<sup>9</sup>.

Ще однією важливою тенденцією, пов'язаною з цифровізацією, є *прискорення роботизації виробництва* (рис. 1). Роботизація являє собою автоматизацію фізичних процесів з використанням автоматичних керованих, перепрограмованих багатоцільових маніпуляторів і спеціальних систем управління. Її яскравим прикладом є сучасні автомобільні заводи, які досягли високого рівня автономності.

Зазвичай у промисловості роботів використовують для виконання одноманітних і трудомістких операцій, щоб заощадити час і надати людям можливість зосередитися на вирішенні більш пріоритетних і творчих завдань. Але не тільки. Уже розвивається інтелектуальна роботизація (Intelligent Robotics<sup>10</sup>), яка дозволяє за допомогою штучного інтелекту автоматизувати складні бізнес-процеси. У цьому випадку дії роботів можуть бути за-

<sup>9</sup> Industrial Internet of Things Market Size Report, 2021—2028. Grand View Research. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-internet-of-things-iiot-market> (дата звернення: 11.08.2021).

<sup>10</sup> Intelligent Robotics. Microsoft AI Lab. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-lab-intelligent-robotics> (дата звернення 11.08.2021).

сновані на судженнях (а не тільки на правилах) з використанням, зокрема, неструктурованих і нецифрових джерел даних. Ідеться про так званих колаборативних роботів (або коботів), розроблених спеціально для співпраці з людьми в спільному робочому просторі (хоча ринок коботів поки що перебуває в зародковому стані<sup>11</sup>).

Природно, що інтенсифікація процесів роботизації пов'язана із заостренням проблем зайнятості, падіння доходів людей, витіснення людини з виробництва, які активно обговорюються в останні роки. Але при цьому важливо враховувати, що ці проблеми по-різному зачіпляють різні країни.

## СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ

В Україні цифрові технології розвиваються в цілому відносно успішно. За даними Portulans Institute, незалежного аналітичного центру (Washington DC, US), який складає індекс мережевої готовності (Network Readiness Index), ми займаємо 53-тє місце із 130 країн світу і є лідером за цим індексом серед групи країн з доходами, нижчими за середні (lower middle income group)<sup>12</sup>. У фінансовій сфері Україна також входить до групи лідерів з упровадження цифрових грошей центрального банку (central bank digital currency)<sup>13</sup>, а за використанням криптовалют ми взагалі на першому місці у світі — майже 12% населення володіють тими чи іншими видами цих активів<sup>14</sup>. Проте що стосується використання цифрових технологій у промисловості, то тут ситуація є набагато гіршою. Це можна простежити на використанні промислових роботів (рис. 2).

У «доповідному» 2018 р. середня щільність роботів у світі становила близько 100 од. на 10 тис. працівників у обробній промисловості. При цьому в країнах-лідерах вона перевищувала 200 од., а в аутсайдерах — Єгипті, Перу, Україні — залишалася на рівні 1 од.<sup>15</sup>

У нас така ситуація склалася тому, що, по-перше, немає зацікавленості замінювати дешеву робочу силу дорогими послугами роботів, адже заробітна плата приблизно 1000 дол. (2018 р., з урахуванням ПКС) — це, за всіма мірками, дуже низький рівень. По-друге, тому, що ні держава, ні бізнес не фінансують належним чином науку, від якої залежить розвиток технологій ІоТ і робототехніки. Сумарне фінансування НДДКР в Україні у 2018 р. становило 0,5% ВВП при середньосвітовому показнику — 2,2%. У доларовому ж еквіваленті (з урахуванням ПКС) у розрахунку на одного дослідника Украї-

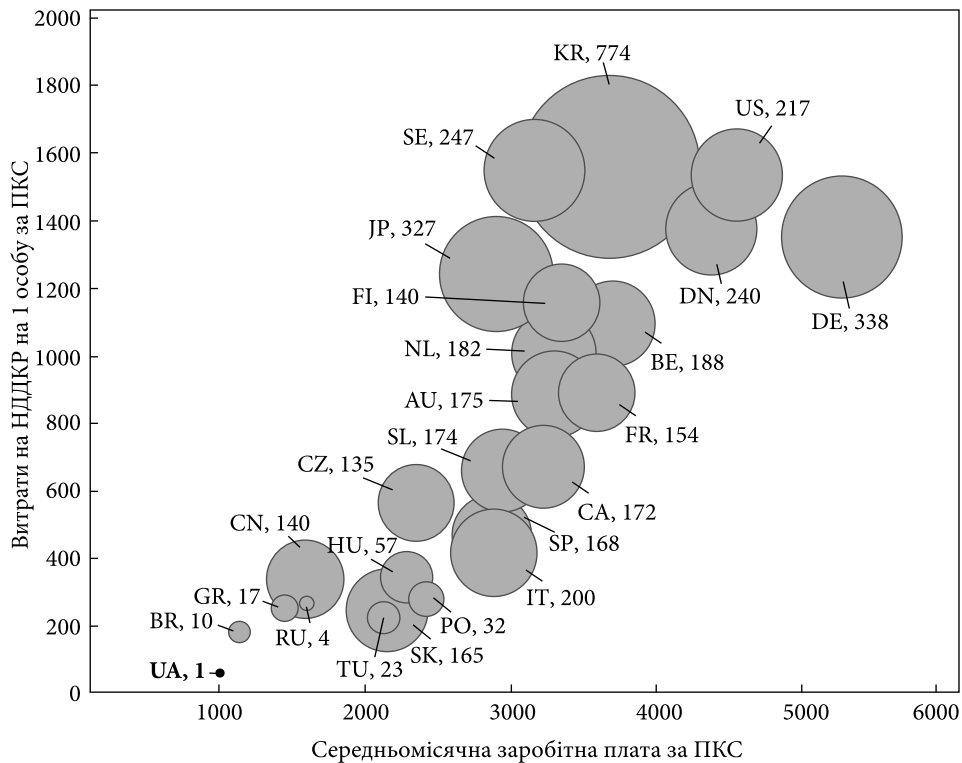
<sup>11</sup> У 2019 р. на коботів припадало близько 5% від загальної кількості встановлених промислових роботів — 18 тис. з більш як 373 тис. (Industrial Robots. *International Federation of Robotics*. URL: <https://ifr.org/industrial-robots> (дата звернення 11.08.2021)).

<sup>12</sup> Benchmarking the Future of the Network Economy. *Portulans Institute*. URL: <https://network-readinessindex.org/countries/> (дата звернення 17.12.2021).

<sup>13</sup> CBDC global index. 1<sup>st</sup> ed. PricewaterhouseCoopers LLP, 2021. 41 p. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/financial-services/assets/pwc-cbdc-global-index-1st-edition-april-2021.pdf>

<sup>14</sup> Global Cryptocurrency Ownership Data 2021. *Triple-A*. URL: <https://triple-a.io/crypto-ownership/> (дата звернення 08.12.2021).

<sup>15</sup> Automation strategies drive 12% increase in number of robots at work globally. *IFR Secretariat*. URL: <https://ifr.org/post/automation-strategies-drive-12-increase-in-number-of-robots-at-work-globally> (дата звернення 11.08.2021).



**Рис. 2.** Щільність використання роботів у обробній промисловості (од. на 10 тис. робітників), середньомісячна заробітна плата і витрати на НДДКР на 1 особу в окремих країнах світу у 2018 р. AU — Австрія; BE — Бельгія; BR — Бразилія; CA — Канада; CN — Китай; CZ — Чехія; DE — Німеччина; DN — Данія; FI — Фінляндія; FR — Франція; GR — Греція; HU — Угорщина; IT — Італія; JP — Японія; KR — Республіка Корея; NL — Нідерланди; PO — Польща; RU — Росія; SE — Швеція; SK — Словаччина; SL — Словенія; SP — Іспанія; TU — Туреччина; UA — Україна; US — Сполучені Штати Америки

Джерело: складено автором за: International Federation of Robotics. URL: <https://ifr.org/worldrobotics/>; Statistics on Wages. ILOSTAT. URL: <https://ilostat.ilo.org/topics/wages/>; World Development Indicators: Science and technology. The World Bank. URL: <http://wdi.worldbank.org/table/5.13#> (дата звернення: 19.12.2021).

на приблизно в 4,5 разу відстає від середнього значення у світі<sup>16</sup>. І, по-третє, тому, що з низькими інвестиціями українського промислового бізнесу в такий важливий елемент виробничих технологій, як програмне забезпечення і бази даних, розраховувати на щось краще немає достатніх підстав (табл. 1).

У Німеччині, яка є одним із світових лідерів Індустрії 4.0, зростання обсягів промислового виробництва забезпечується на стільки через збільшення використання класичних факторів — праці та фізичного капіталу, скільки за рахунок випереджальних темпів зростання вартості ПЗ і БД, що використовуються у виробництві [9]. За період 2014—2019 рр. у переробній промисловості Німеччини середні темпи зростання вартості ПЗ і БД удвічі перевищували темпи зростання вартості основних фондів. При цьому у 2019 р. пи-

<sup>16</sup> Розраховано за даними: World Development Indicators: Science and technology. The World Bank. URL: <http://wdi.worldbank.org/table/5.13#> (дата звернення 10.12.2021).



Таблиця 1. Інвестиції у програмне забезпечення (ПЗ) і бази даних (БД) у промисловості окремих країн світу у 2019 р., млн євро

Країни	Підгалузі промисловості	Капітальні інвестиції		Інвестиції у ПЗ і БД, % до капітальних інвестицій
		усього	у тому числі ПЗ і БД	
Японія	Добувна	1 149	25	2,21
	Переробна	294 429	21 586	7,33
США	Добувна	149 344	2 121	1,42
	Переробна	495 275	29 561	5,97
Німеччина	Добувна	1 121	25	2,23
	Переробна	141 312	5 349	3,79
Україна	Добувна	2 367	12	<b>0,49</b>
	Переробна	3 657	28	<b>0,76</b>

Джерело: складено автором за: OECD Statistics. URL: <https://stats.oecd.org/Index.aspx>; Державна служба статистики України. Статистична інформація. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

тома вага інвестицій у ПЗ і БД складала 3,79% від загального обсягу капітальних інвестицій, а в Україні — тільки 0,76%. Зрозуміло, що прямо порівнювати Україну з передовими державами (Німеччиною, США, Японією та ін.) не зовсім коректно, адже вона відноситься до іншої «вагової категорії». Тому, щоб зробити аналіз більш структурованим, можна використати такий підхід [10, р. 129—138]. Спочатку формується база даних за країнами світу, яка містить показники цифрового (кібернетичного) і технологічного (фізичного) розвитку, у даному випадку за п'ять років (2014—2018) (табл. 2)<sup>17</sup>.

Усі вони були розділені на дві групи: результуючі показники ( $b'$ ,  $b''$  і  $c'$ ,  $c''$ ) і фактори впливу ( $b_1—b_9$  і  $c_1—c_9$ ). Далі, шляхом кореляційно-регресійного аналізу були відібрані шість факторів, що чинять найбільший вплив на результуючі показники цифрового (фактори  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_8$ ) і технологічного (фактори  $c_2$ ,  $c_4$ ,  $c_6$ ) розвитку, які були використані для ієрархічної кластеризації країн світу (рис. 3).

Як показано на рис. 3, упорядкування об'єктів аналізу дозволило сформулювати чотири досить чітко відокремлені групи країн, що були умовно позначені як країни Індустрії 4.0 (група А: Австрія, Бельгія, Данія, Фінляндія, Німеччина, Ізраїль, Японія, Республіка Корея, Нідерланди, Сінгапур, Швеція, Швейцарія, США), Індустрії 3.0+ (група В: Австралія, Болгарія, Канада, Хорватія, Кіпр, Чехія, Естонія, Франція, Гонконг, Китай, Угорщина, Італія, Латвія, Литва, Малайзія, Нова Зеландія, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина, Словенія, Іспанія, Велика Британія), Індустрії 3.0 (група С: Албанія, Алжир, Аргентина, Вірменія, Азербайджан, Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бразилія, Чилі, Китай, Колумбія, Коста-Ріка, Еквадор, Єгипет,

<sup>17</sup> Зі складу вибірки були виключені країни, по яких відсутні необхідні дані про розвиток цифрових і виробничих технологій, країни з чисельністю населення до 1 млн осіб, а також специфічні економіки, аномальні результати діяльності яких обумовлені привласненням ренти від продажу вуглецевої сировини (Катар, Саудівська Аравія та ін.).

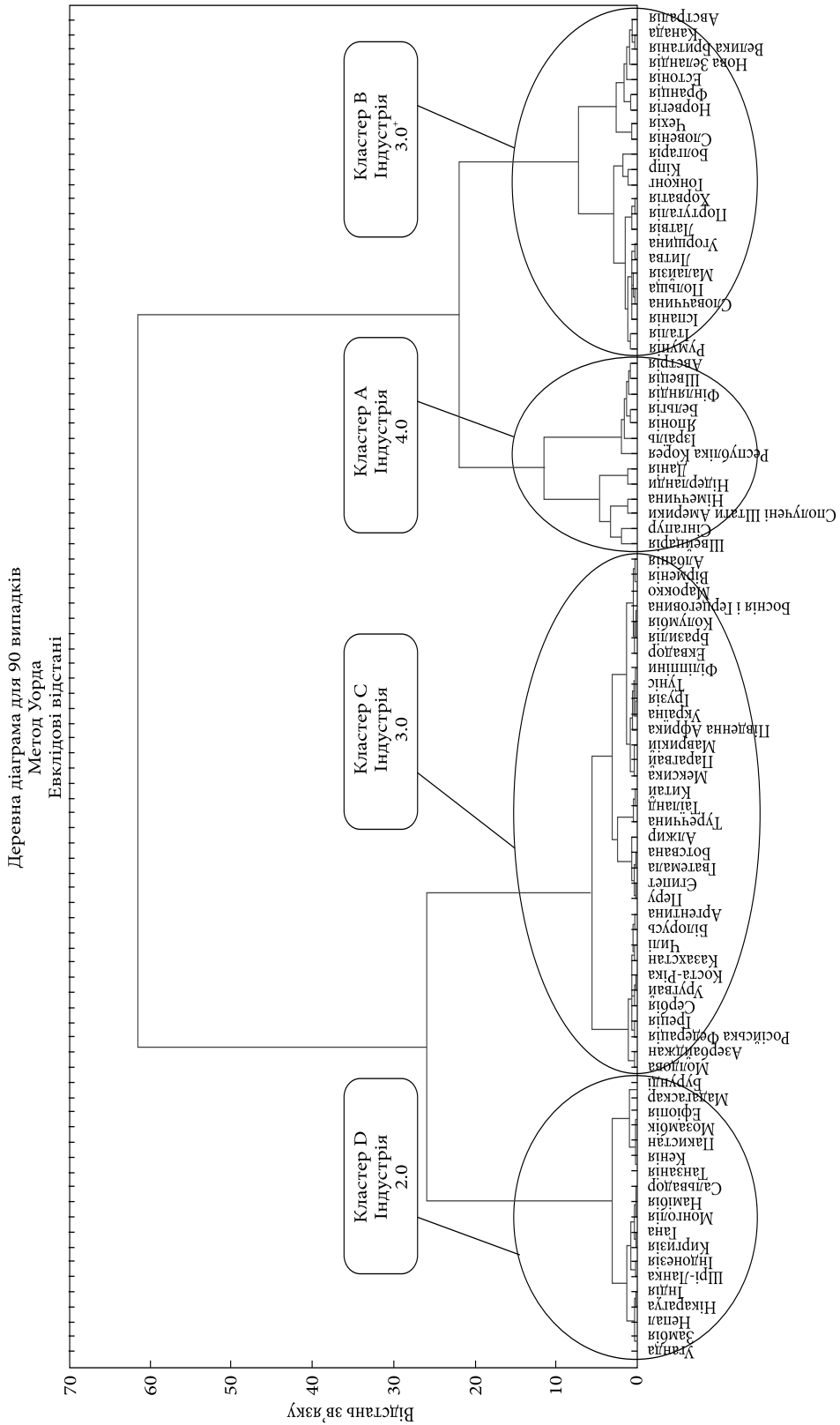


Рис. 3. Кластеризації країн світу за показниками розвитку кібернетичної та технологічної підсистем  
Джерело: [10, р. 137].



Грузія, Греція, Гватемала, Йорданія, Казахстан, Маврикій, Мексика, Молдова, Марокко, Парагвай, Перу, Філіппіни, Російська Федерація, Сербія, Південна Африка, Таїланд, Туніс, Туреччина, **Україна**, Уругвай) та Індустрії 2.0 (група D: Бурунді, Сальвадор, Ефіопія, Гана, Індія, Індонезія, Кенія, Киргизька Республіка, Мадагаскар, Монголія, Мозамбік, Намібія, Непал, Нікарагуа, Пакистан, Шрі-Ланка, Уганда, Танзанія, Замбія).

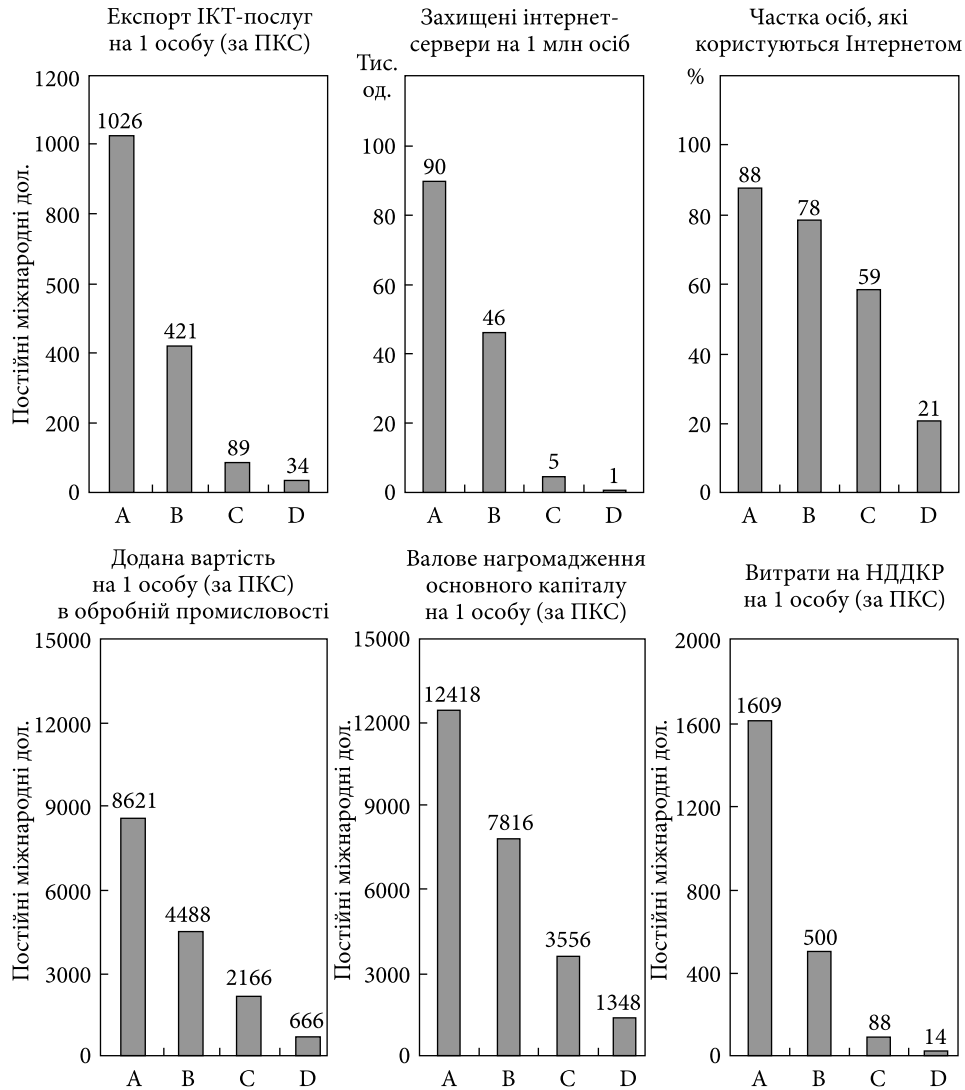
Про суттєві відмінності між цими групами свідчать відповідні техніко-економічні показники (рис. 4).

Як видно з наведених даних, середні значення показників по кластерах істотно (в разі) відрізняються, тобто як технологічні, так і цифрові індикатори (крім кількості осіб, які користуються Інтернетом) свідчать про наявність суттєвих розривів між групами країн, що можна трактувати як різні ступені їх кіберфізичного розвитку. Зауважимо, що склад кластера А є відносно невеликим за чисельністю і включає економіки, які сьогодні виступають явними технологічними лідерами світу (США, Німеччина, Південна Корея, Японія та ін.). Це саме ті держави, де нині інтенсивно розвивається Індустрія 4.0. Що стосується України, то вона за всіма параметрами, своєю «ваговою категорією» явно не дотягує не тільки до кластера А, але й до клас-

**Таблиця 2. Показники, що характеризують цифровий і технологічний розвиток країн світу**

Показники цифрового розвитку		Показники технологічного розвитку	
$b'$	Додана вартість (ДВ) сектору ІКТ, % від ВВП	$c'$	Високотехнологічний експорт, % від ВВП
$b''$	Додана вартість (ДВ) сектору ІКТ на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.	$c''$	Високотехнологічний експорт на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.
$b_1$	Експорт ІКТ-послуг, % від експорту послуг	$c_1$	Обробна промисловість, додана вартість, % від ВВП
$b_2$	Експорт ІКТ-послуг, поточні дол.	$c_2$	Обробна промисловість, ДВ на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.
$b_3$	Експорт ІКТ-послуг за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.	$c_3$	Валове нагромадження основного капіталу (ОК), % від ВВП
$b_4$	Експорт ІКТ-послуг на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.	$c_4$	Валове нагромадження ОК на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.
$b_5$	Захищені інтернет-сервери, тис. од. на 1 млн осіб	$c_5$	Витрати на НДДКР, % ВВП
$b_6$	Підписки на фіксований телефонний зв'язок, од. на 100 осіб	$c_6$	Витрати на НДДКР на 1 особу за ПКС, постійні міжнародні дол. 2017 р.
$b_7$	Підписки на мобільний стільниковий зв'язок, од. на 100 осіб	$c_7$	Заявки резидентів на промислові зразки, од. на 1 млн осіб
$b_8$	Особи, які користуються Інтернетом, % населення	$c_8$	Патентні заявки резидентів, од. на 1 млн осіб
$b_9$	Фіксовані широкосмугові підписки, од. на 100 осіб	$c_9$	Статті в науково-технічних журналах, од. на 1 млн осіб

Джерело: складено автором за [10, р. 133].



**Рис. 4.** Кількісна характеристика сформованих кластерів А, В, С і D країн світу за показниками цифрового і технологічного розвитку  
*Джерело:* складено автором за [10, р. 138].

тера В, який включає низку східноєвропейських країн. Зате її можна вважати типовим представником кластера С, позначеного як осередок Індустрії 3.0. Більшість виробничих технологій такої промисловості відносяться до технологічних укладів, заснованих на масовому і серійному виробництві з використанням енергії з непоновлювальних джерел, період домінування яких у світі завершився ще у ХХ ст.

У цьому зв'язку доцільно нагадати, по-перше, що технології, у тому числі цифрові, характеризуються життєвим циклом, по завершенні якого перехід до нового покоління інженерно-конструкторських рішень це завжди розрив наступності (принаймні в певних аспектах) і стрибок, який зробити дуже непросто, ризиковано і дорого. І, по-друге, що цифрові технології не розвиваються у

відриві від матеріальних носіїв, притому що їх промислове виробництво є загально визнаним драйвером інновацій, у тому числі в цифровій сфері<sup>18</sup>.

У цьому контексті стає зрозумілим, що розвиток ІКТ у відриві від реального сектору економіки та його провідної ланки — промисловості — заняття малоперспективне. І для того щоб перейти на більш високий щабель кіберфізичного розвитку, країні, що відноситься до кластеру С, мало розвивати цифрову економіку саму по собі, а потрібно суттєво підняти базовий рівень техніки і технологій, у яких «прошивається» і на яких базується «цифра», і одночасно нарощувати інвестиції в основний капітал нових поколінь, поступово підводячи його до параметрів більш розвинутих груп країн. А це дуже серйозні кошти (див. рис. 4, розриви за показником «Валове нагромадження основного капіталу на 1 особу (за ПКС)» по групах країн) і вагомі проблеми, що виходять далеко за межі власне цифрової економіки.

## ЩО РОБИТИ?

Перше ніж визначитися з тим, що потрібно робити, доцільно дуже коротко зупинитися на причинах науково-технологічних успіхів одних країн і провалів інших. Питання про те, чому в одних країнах промислова революція почалась і пішла, а в інших — ні, чому одні країни явно випереджають інші за технологічним прогресом і загальним рівнем розвитку економіки, відносяться до числа давніх у економічній науці й явно виходять за рамки неокласичної теорії, що займається питаннями найкращого використання обмежених ресурсів, які мають альтернативне застосування. Було запропоновано багато варіантів відповідей, основні з яких можна звести до впливу чинників культури та інститутів<sup>19</sup>.

**Вплив чинника культури** виходить з настанови про те, що, по-перше, культура має значення і, по-друге, деякі культури сильніше тяжіють до прогресу, ніж інші. Є «культури, що сприяють економічному розвитку (високий рівень культурного капіталу), і культури, що противляться йому (низький рівень культурного капіталу). Наявність або відсутність культурного капіталу визначає, створює та чи інша культура сприятливі умови для економічного розвитку і соціального прогресу або, навпаки, перешкоджає їм» [11, с. 30]. При цьому під культурним капіталом розуміється сукупність цінностей, вірувань і настанов, що ведуть суспільство до демократичної форми правління, соціальної справедливості та ліквідації бідності [11, с. 27]. З огляду на те, що на культуру глибокий вплив справляє релігія, є підстави стверджувати, що краще сприяють цілям модернізації економіки іудаїзм, конфуціанство, протестантизм, а гірше — католицизм, православ'я, індуїзм, буддизм, іслам [11, с. 56—71].

<sup>18</sup> Re-finding Industry - Defining Innovation. European Commission. Report of the independent High-Level Group on industrial technologies. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2018. 52 p. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/475890>

<sup>19</sup> У складі чинників, що обумовили економічні успіхи окремих регіонів світу і країн, які до них входять, зазвичай називають ще й географічний фактор (наприклад, [14]), але в контексті даного дослідження він не розглядається. Причина полягає в тому, що, хоча географія дійсно має значення, проте вона виступає, в основному, як первинний чинник, що впливає на особливості формування культури та інститутів, а не як чинник безпосередній, що визначає, зокрема, особливості розвитку технологій.

**Вплив чинника інститутів** розкриває теорія соціальних порядків, під якими розуміються інституційні моделі суспільної організації [12, с. 32—33]. Було запропоновано розрізняти порядки обмеженого і відкритого доступу. Порядок обмеженого доступу — це така суспільна організація, основу якої складають особисті стосунки між людьми, особливо — між владними індивідами, з урахуванням того, хто ким є і хто кого знає. На відміну від нього, у разі відкритого доступу головну роль виконують взаємодії безособових категорій індивідів (громадян), які дістають хороші можливості створювати організації, якщо тільки вони (індивіди) відповідають мінімальним безособовим критеріям [12, с. 40—41]. При цьому перехід від обмеженого до вільного доступу означає відкритий вхід і конкуренцію організацій на багатьох ринках, більш прозорі інститути, кращий захист прав власності та ін. з усіма наслідками, що випливають звідси для економіки і технологій.

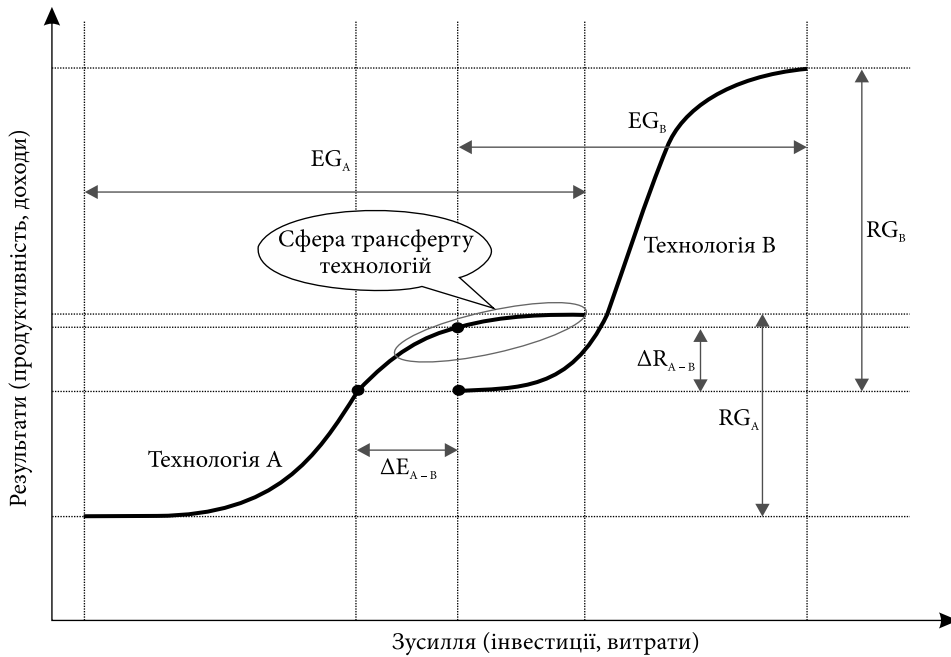
Щось схоже пропонує теорія ексклюзивних та інклюзивних інститутів, які, на думку її авторів, визначають економічний успіх або невдачу тієї чи іншої країни [13, с. 86]. Інклюзивні інститути стимулюють участь великих груп населення в економічному і політичному житті завдяки захищеним правам приватної власності, неупередженій системі правосуддя, рівним можливостям усіх громадян займатися бізнесом, розподіляти доходи тощо [13, с. 87]. Екстрактивні інститути мають властивості протилежні інклюзивним, тобто виключають більшу частину людей з процесів прийняття політичних рішень і розподілу доходів, направляючи кошти від експлуатації однієї частини суспільства на збагачення іншої [13, с. 87].

Можна сперечатися про те, який із зазначених чинників (культури чи інститутів) є важливішим. Однак, по-перше, складні економічні процеси, як правило, не можна пояснити єдиною причиною. Тому, мабуть, мають рацію ті фахівці, які говорять про полікаузальність, тобто одночасний вплив декількох взаємопов'язаних чинників [14; 15]. І, по-друге, культура та інститути — це дійсно важливо, але їх поліпшення — справа не швидка, яка потребує проведення градуалістських реформ [14, с. 21]. Крім того, самі по собі вони не запускають цикл «технології — доходи — нові технології». Для цього потрібні інші, додаткові рушійні сили.

З огляду на це, принципове значення для вирішення проблеми просування нових технологій, здатних привести країну до успіху, крім інноваційної активності бізнесу, яка залежить від якості культури та інститутів, має **чинник промислової політики**, пов'язаної з їх життєвим циклом.

Ідея ув'язування промислової політики (урядових заходів, що заохочують поточну діяльність або інвестиції у галузь [16]) з життєвим циклом технологій є досить простою та інтуїтивно зрозумілою. Як відомо, залежність між витратами і результатами в життєвому циклі технологій можна представити S-подібними кривими (рис. 5).

Їх сенс полягає в тому, що на перших порах, коли та чи інша технологія тільки розпочинає свій життєвий цикл (стадія зародження), зусилля щодо її просування, як правило, дають скромні або взагалі негативні результати, що підриває стимули бізнесу займатися такою ризикованою справою. Це, зокрема, пов'язано з проблемою «долини смерті» (valley of death) — проходження етапу між дослідженнями і успішними інноваціями, коли оцінити



**Рис. 5.** Життєвий цикл технологій і розриви між ними.  $EG_A$ ,  $EG_B$  (Efforts Gap) — розрив зусиль, відповідно, для технологій A і B;  $RG_A$ ,  $RG_B$  (Results Gap) — розрив результатів, відповідно, для технологій A і B;  $\Delta E_{A-B}$  — стрибок зусиль при переході від технології A до технології B;  $\Delta R_{A-B}$  — стрибок результатів при переході від технології A до технології B. Джерело: складено автором за [10, р. 131].

бізнесові перспективи розроблюваних продуктів або процесів ще важко, ризики є високими, а залучення фінансування проблемним [17]. Тому на початковому етапі циклу технології вимагають найбільшої урядової підтримки, особливо з урахуванням того, що для багатьох країн питання технологічного розвитку — не просто питання успіху або провалу бізнесу, це питання економічної влади, національної безпеки і конкурентоспроможності.

У тому випадку, якщо запропоновані ідеї та інженерно-конструкторські рішення виявилися правильними, то в міру розкриття технологіями свого потенціалу (стадія зростання) зусилля (витрати) починають приносити зростаючу віддачу (результати), що показано як збільшення кута нахилу середньої частини S-подібних кривих. Нарешті, на стадії зрілості подальші зусилля з удосконалення технологій дають тільки невеликі результати з точки зору їх фізичної продуктивності (кут нахилу лінії стає малим). Це свідчить про те, що потенціал даного технологічного рішення в основному вичерпано.

Але саме на етапі фізичної зрілості добре відпрацьовані технології приносять найбільшу фінансову віддачу. Тому індустріально розвинуті економіки зазвичай продають такі зрілі технології іншим, менш розвинутим країнам, що приносить продавцям хороші дивіденди. А економіки-переслідувачі, які локалізують і адаптують ці технології, дістають можливість підтягнути свій загальний рівень розвитку, але ризикують посилити свою залежність від країн-лідерів, що використовують потоки коштів від експлуатації зрілих технологій для просування нових поколінь інженерно-конструкторських рішень.

При цьому слід ураховувати, що перехід від старих до нових технологій загрожує суттєвими втратами в продуктивності й доходах ( $\Delta R_{A-B}$  на рис. 5). Освоювати нові рішення зазвичай дорожче, ніж удосконалювати старі: досягнення одного й того самого рівня продуктивності в разі розвитку нових технологій спочатку вимагає більших витрат ( $\Delta E_{A-B}$  на рис. 5), зате потім, якщо прийняті рішення виявляться вдалим, вони починають приносити набагато більшу віддачу, ніж технології попереднього покоління (тобто в термінах рис. 5 втрати від переходу  $\Delta R_{A-B}$  відчутно компенсуються вигодами від використання потенціалу  $RG_B$ ) [10, р. 130—131].

Концепція життєвого циклу технологій допомагає пояснити особливості промислової політики різних за технологічним рівнем країн. Очевидно, що вона є важливішою для економік, що розвиваються (наздоганяють), у тому числі України, ніж для індустріально розвинутих країн. Тим з них, які стали на шлях індустріального розвитку і просувають нові для себе галузі, що характеризуються зменшеними витратами і зростаючою віддачею [18], для досягнення успіху потрібно вживати спеціальних заходів з підтримки цих галузей. Це пояснюється, по-перше, зазначеними особливостями початкової стадії життєвого циклу відповідних технологій і, по-друге, тим, що більш розвинуті країни вже володіють низкою технологій, які перебувають на стадії зростання або зрілості, завдяки чому вони отримують ресурси для подальшого розвитку, а отже, від самого початку займають кращі конкурентні позиції.

Особливості промислової політики за групами країн принципово не змінюються, якщо технологій нової генерації у зрілому вигляді ще немає ні в кого. У цьому випадку як індустріально розвинутих, так і наздоганяючим економікам важливо забезпечити урядову підтримку таких технологій. Але, знову-таки, для других вона має більше значення, оскільки вони не володіють достатнім досвідом успішного просування технологічних інновацій, відповідними інститутами і генерованими зрілими технологіями доходами.

Тепер у світі спостерігається саме така ситуація. Багато кіберфізичних технологій тільки починають розкривати свій потенціал. А за першість у тих з них, чий потенціал уже приблизно відомий, ведеться гостра боротьба (прикладом може слугувати гостре суперництво за світове лідерство в просуванні п'ятого покоління мобільного зв'язку 5G, важливого для розвитку Інтернету речей [19]). І ця боротьба, як зазначають фахівці, в найближчі десятиліття загострюватиметься<sup>20</sup>. Не випадково, що нині багато розвинутих країн не покладаються лише на ринкові стимули, а розробляють і впроваджують спеціальні національні програми розвитку промисловості на основі передових, насамперед цифрових, технологій [20]. Аналогічних заходів вживають і країни, що наздоганяють, але тільки з урахуванням культурної та інституціональної специфіки і наявних фінансових можливостей.

Зрозуміло, ніхто не скасовував провалів держави в промисловій політиці, обумовлених недосконалістю доступної уряду інформації, своєкорисливою поведінкою чиновників тощо. Економічна історія рясніє прикладами, коли нібито хороші наміри перетворювалися на гучні невдачі [21, с. 45]. Однією із звичайних їх причин є нездатність урядів упоратися з політич-

<sup>20</sup> Global Trends 2040: A More Contested World. 7<sup>th</sup> ed. A Publication of the National Intelligence Council. NIC, 2021, 54 p. URL: <https://www.dni.gov/index.php/gt2040-home>



ним тиском з боку лобістів галузей, у яких не було шансів стати конкурентоспроможними [22].

На практиці це означає, що розробити хорошу для умов даної держави промислову політику дуже не просто, а її реалізація пов'язана з високими ризиками. Але ще більш ризиковано для країн, що розвиваються, взагалі її не проводити, оскільки в цьому випадку наздоганяючий розвиток легко трансформується в розвиток за траєкторією перманентного відставання.

Отже, мабуть, був правий Д. Родрік (D. Rodrik, Harvard University), який стверджував, що промислова політика — це, радше, стан розуму, ніж перелік конкретних політик [23], у тому сенсі, що починати потрібно з досягнення національного консенсусу стосовно важливості розвитку сучасної промисловості, здатної забезпечити зростаючу віддачу на вкладені кошти, і з конструктивною співпрацею між урядом і приватним сектором, яка має принципове значення для пошуку найкращих шляхів вирішення виниклих проблем. Але все це не скасовує важливості продуманих заходів вертикального (галузевого) характеру, перш за все стосовно перспективних технологій на стадії зародження.

Характерним прикладом сучасної вертикальної промислової політики є заходи, що нині вживаються деякими країнами світу у сфері виробництва інтегральних мікросхем. Одна з причин, чому цим займаються, — їх глобальний дефіцит, обумовлений постковідним зростанням попиту на мікроелектроніку. Але більш фундаментальна причина полягає в тому, що передові країни прагнуть забезпечити свою безпеку в цій стратегічній галузі шляхом налагодження власного виробництва напівпровідникової продукції, заснованого на новітніх технологічних процесах, здатних принципово підвищити продуктивність мікросхем і знизити споживання енергії. Це досягається за рахунок зменшення розмірів напівпровідникових структур: від 90 нанометрів (нм) на початку 2000-х років до 8—5 нм у даний час. В обладнанні навігаційних систем, промисловій електроніці, виготовленні банківських карток та ін. використовуються мікросхеми з топологією 90 нм, процесор смартфона Samsung 10+ виконано за технологією 8 нм, а в айфоні Apple 12 топологічний розмір чипів — усього 7 нм. Компанія Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) — найбільша у світі у сфері виробництва напівпровідників — уже освоює техпроцеси 4 і 3 нм і обговорює з Apple запуск 2-нм виробництва<sup>21</sup>.

Зрозуміло, що налагодження власного виробництва мікроелектроніки — це дуже складний, ризикований, тривалий і дорогий процес. Однак національна безпека і конкурентоспроможність є важливішими. Тому уряди низки країн світу не заощаджують на фінансуванні та зусиллях з розвитку цього промислового сегмента.

У червні 2021 р. Сенат США прийняв знаменний закон, який передбачає виділення 52 млрд дол. на збільшення національного виробництва напівпровідникової продукції. У свою чергу, ці інвестиції мають стати частиною більш широкого пакета заходів з розвитку «молодих» галузей, що реалізують такі технології, як штучний інтелект, квантові обчислення та ін. (Закон США про інновації та конкуренцію 2021 р.<sup>22</sup>).

<sup>21</sup> Shilov A. TSMC Update: 2nm in Development, 3nm and 4nm on Track for 2022. *AnandTech*. 2021. Apr 26. URL: <https://www.anandtech.com/show/16639/tsmc-update-2nm-in-development-3nm-4nm-on-track-for-2022> (дата звернення: 18.08.2021).

<sup>22</sup> Leprince-Ringuet D. The Senate just agreed \$52 billion to boost US chip making. It's going to take a lot more. *ZDNet*. 2021. Jun 09. URL: <https://www.zdnet.com/article/the-senate-just-agreed-52-billion-to-boost-us-chip-making-its-going-to-take-a-lot-more/> (дата звернення: 18.08.2021).

Трохи раніше, у травні 2021 р., Південна Корея оприлюднила національний план підтримки виробництва мікросхем, у рамках якого протягом наступного десятиріччя корейські компанії планують інвестувати близько 450 млрд дол. Уряд країни має намір об'єднати зусилля з компаніями і конкретно їх підтримувати, зокрема, за допомогою розширення податкових пільг. У цьому плані беруть участь 153 компанії (у тому числі Samsung Electronics Co. і SK Hynix Inc), покликані захистити цю економічно найбільш важливу галузь країни<sup>23</sup>.

У Китаї центральне місце в промисловій політиці у сфері напівпровідників займає Національний інвестиційний фонд розвитку промисловості інтегральних схем, створений у 2014 р. з державним фінансуванням у розмірі 21 млрд дол. Цей фонд був оновлений у 2019 р. для другого раунду державного фінансування, обсяг якого перевищив 35 млрд дол. Крім того, Китай оголосив про створення більш як 15 фондів місцевих органів влади на загальну суму 25 млрд дол., призначених для фінансування китайських напівпровідникових компаній. У поєднанні з Національним фондом це вже становить понад 70 млрд дол.<sup>24</sup> Для порівняння: ВВП України у 2020 р. склав 156 млрд дол.

Не менш важливими є також заходи горизонтального (загальносистемного), а також змішаного (матричного) типів, які мають ураховувати в тому числі й специфічні ефекти сучасних цифрових платформ [24]. Мається на увазі створення в цілому сприятливих умов для інноваційного розвитку промисловості, але з огляду на пріоритети технологічного, галузевого і територіального розвитку, за рахунок вжиття заходів як у економічній сфері (належне фінансування НДДКР, у тому числі з боку бізнесу, стабільні та відносно низькі податки, надання доступу до дешевих «довгих» грошей, зокрема, через інститути розвитку, низький курс національної валюти при контрольованій інфляції та ін.), так і в інституціональній та культурній (поліпшення загальних умов ведення бізнесу також і на регіональному та місцевому рівнях, належний захист прав власності, забезпечення легкості ведення бізнесу, організаційна підтримка експорту, заохочення високої корпоративної культури тощо).

## ВИСНОВКИ

Сьогодні Україна — це територія розвитку переважно цифрового бізнесу і послуг, а не високотехнологічної промисловості, яка визначає конкурентні позиції держав у світі, національну безпеку і добробут громадян. Одна з головних причин такого становища полягає в тому, що для розвитку цифрового бізнесу і послуг (наприклад, побудованих на операціях з криптовалютами) достатньо відносно «коротких» інтересів економічних суб'єктів, у тому числі пошукувачів ренти (включаючи політичну), розвиток же високотехнологічного промислового виробництва вимагає реалізації «довгих» інтересів Української держави, її громад і громадян, які полягають у поступальному системному прогресі людського капіталу, інноваційного середовища, освіти,

<sup>23</sup> Jaewon K. South Korea plans to invest \$450 bn to become chip 'powerhouse'. *nikkeiAsia*. 2021. May 13. URL: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/South-Korea-plans-to-invest-450bn-to-become-chip-powerhouse> (дата звернення: 18.08.2021).

<sup>24</sup> Taking Stock of China's Semiconductor Industry. *SIA*. 2021. Jul 13. URL: <https://www.semiconductors.org/taking-stock-of-chinas-semiconductor-industry/> (дата звернення: 18.08.2021).

науки, культури та ін. Для дотримання таких «довгих» інтересів необхідно дотримуватись і «довгих» правил гри, які виходять далеко за межі політичних циклів, що проходять в Україні в режимі перманентних потрясінь.

Сучасні цифрові технології — це тільки інструмент вирішення проблем, а не саме їх вирішення. Україна є однією з перших країн у світі за розвитком цифрових фінансових інструментів і однією з останніх за розвитком кіберфізичного виробництва. Це означає, що в довгостроковій перспективі ми продовжимо втрачати свої конкурентні позиції у світі.

Очевидно, що для вирішення проблеми потрібно розірвати ланцюжок негативних причинно-наслідкових зв'язків «застарілі технології — низькі доходи — подальший занепад» і негативного відбору «найбільш пристосованих» до умов «коротких» політичних циклів. Один з дієвих методів є добре відомим із світової практики — проведення проактивної національно орієнтованої промислової політики. Колись саме вона допомогла Південній Кореї, Китаю і деяким іншим державам, які наочно продемонстрували, що все ж таки можна вирішити, здавалося б, невирішувану проблему — «наздогнати і обігнати». Але це дуже непростий і примхливий метод, використання якого чревате провалами політики через недостатню поінформованість уряду, своєкорисливу поведінку чиновників, їх нездатність протистояти галузевим лобістам, интересантам інших держав тощо.

Проте в умовах початкового етапу промислової революції, який відкриває певне «вікно можливостей» для зацікавлених сторін, незважаючи на всі ці ризики, багато урядів не шкодують зусиль і коштів для просування новітніх виробничих смарт-технологій, оскільки від них залежить майбутнє національної безпеки і конкурентоспроможності. Приблизно в цьому напрямі потрібно рухатись і Україні, розмежовуючи «довгі» економічні інтереси держави і «короткі» інтереси політичної кон'юнктури.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. MacDougall W. *INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future*. Berlin, Germany Trade & Invest, 2014. 39 p.
2. Hauser H. The Struggle for Technology Sovereignty in Europe. *Project Syndicate*. 2021. Mar 31. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/europe-technology-sovereignty-imperative-by-hermann-hauser-2021-03> (дата звернення: 10.12.2021).
3. Malmkvist L., Sachse J., Beurle D. The future of manufacturing - Building the future through agility and innovation. *Future-iQ*, 2016. 48 p. URL: <https://www.aedg.org/wp-content/uploads/Future-iQ-Partners-Future-of-Manufacturing.pdf>
4. Kautzsch T., Kronenwett D., Thibault G. Megatrends and the future of industry: A new era in manufacturing presents long-term opportunities. *Oliver Wyman*, 2017. 6 p. URL: [https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2017/nov/Megatrends\\_And\\_The\\_Future\\_Of\\_Industry.pdf](https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2017/nov/Megatrends_And_The_Future_Of_Industry.pdf)
5. Moore G. Cramming More Components onto Integrated Circuits. *Proceedings of the IEEE*. 1998. Vol. 86 (1). P. 82—85. URL: <https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf>
6. Hilbert M., Lopez P. The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*. 2011. Vol. 332. P. 60—65. <https://doi.org/10.1126/science.1200970>
7. Reinsel D., Gantz J., Rydning J. The Digitization of the World. From Edge to Core. *IDC White Paper I*, 2020. 23 p. URL: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>

8. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2016. 184 p. URL: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
9. Мадых А.А., Охтеня А.А. Моделирование трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности. *Экономика промышленности*. 2018. №4(84). С.26—41. <https://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.026>
10. Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M.Yu. et al. Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness. V.P. Vishnevsky, S.I. Kniaziev (Eds.). NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. Kyiv, Akadempriodyka, 2021. 168 p.
11. Харрисон Л. Евреи, конфуцианцы и протестанты: культурный капитал и конец мультикультурализма. М., Мысль, 2014. 286 с.
12. Норт Д., Уоллис Дж., Вайнгайт Б. Насилие и социальные порядки. Концептуальные рамки для интерпретации письменной истории человечества. М., Изд-во Института Гайдара, 2011. 480 с.
13. Аджемоглу Д., Робинсон Д.А. Почему одни страны богатые, а другие бедные. Происхождение власти, процветания и нищеты. М., АСТ, 2015. 575 с.
14. Полтерович В.М. К общей теории социально-экономического развития. Ч. 1. География, институты или культура? *Вопросы экономики*. 2018. № 11. С. 5—26. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-11-5-26>
15. Балацкий Е.В. Принцип согласованности в теории социального развития. *Terra Economicus*. 2021. № 19 (1). С. 36—52. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2021-19-1-36-52>
16. Lin J. Industrial Policy Comes Out of the Cold. *Project Syndicate*. 2010, Dec 01. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/industrial-policy-comes-out-of-the-cold> (дата звернения: 10.12.2021).
17. Murphy L.M., Edwards P.L. Bridging the Valley of Death: Transitioning from Public to Private Sector Financing. Colorado, National Renewable Energy Laboratory, 2003. 55 p.
18. Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. Под ред. В. Автономова. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». 4-е изд. М., Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. 384 с.
19. Lee J. The Global War for 5G Heats up. *The Diplomat*. 2020. Jul 31. URL: <https://thediplomat.com/2020/08/the-global-war-for-5g-heats-up/> (дата звернения: 10.12.2021).
20. Князев С.И. Европейский опыт развития смарт-промышленности. *Економіка промисловості*. 2020. № 2 (90). С. 27—53. <https://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.027>
21. Черноуцан Е.М. Промышленная политика Франции: вызовы цифровых технологий. *Актуальные проблемы Европы*. 2021. № 3 (111). С. 28—53. <https://doi.org/10.31249/ape/2021.03.02>
22. Moreno L. Getting Industrial Policy Right. *Project Syndicate*. 2015. Jan 23. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/latin-america-industrial-policy-failures-by-luis-a-moreno-2015-01> (дата звернения: 10.12.2021).
23. Rodrik D. The Return of Industrial Policy. *Project Syndicate*. 2010. Apr 12. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/the-return-of-industrial-policy-2010-04> (дата звернения: 10.12.2021).
24. Старк Д., Паис И. Алгоритмическое управление в экономике платформ. *Экономическая социология*. 2021. Т. 22. № 3. С. 71—103. <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2021-3-71-103>

Стаття надійшла 20.12.2021

## REFERENCES

1. MacDougall W. *INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future*. Berlin, Germany Trade & Invest, 2014.
2. Hauser H. The Struggle for Technology Sovereignty in Europe. *Project Syndicate*, March 31, 2021, available at: <https://www.project-syndicate.org/commentary/europe-technology-sovereignty-imperative-by-hermann-hauser-2021-03> (accessed on: 10.12.2021).
3. Malmkvist L., Sachse J., Beurle L. The future of manufacturing - Building the future through agility and innovation. *Future-iQ*, 2016, available at: <https://www.aedg.org/wp-content/uploads/Future-iQ-Partners-Future-of-Manufacturing.pdf>

4. Kautzsch T., Kronenwett D., Thibault G. Megatrends and the future of industry: A new era in manufacturing presents long-term opportunities. *Oliver Wyman*, 2017, available at: [https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2017/nov/Megatrends\\_And\\_The\\_Future\\_Of\\_Industry.pdf](https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2017/nov/Megatrends_And_The_Future_Of_Industry.pdf)
5. Moore G. Cramming More Components onto Integrated Circuits. *Proceedings of the IEEE*, 1998, Vol. 86 (1), pp. 82-85, available at: <https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf>
6. Hilbert M., Lopez P. The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*, 2011, Vol. 332, pp. 60-65. <https://doi.org/10.1126/science.1200970>
7. Reinsel D., Gantz J., Rydning J. The Digitization of the World. From Edge to Core. *IDC White Paper 1*, 2020, available at: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-data-age-whitepaper.pdf>
8. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2016, available at: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
9. Madykh A., Okhten O. Modeling the transformation of the impact of production factors on the economy in the process of smart industry formation. *Economy of Industry*, 2018, No. 4 (84), pp. 26-41. <https://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.026> [in Russian].
10. Vishnevsky V., Harkushenko O., Zanizdra M. et al. Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness. V.P. Vishnevsky, S.I. Kniaziev (Eds.). NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, Kyiv, Akadempriodyka, 2021.
11. Harrison L. Jews, Confucians, and Protestants: Cultural Capital and the End of Multiculturalism. Moscow, Mysl, 2014 [in Russian].
12. North D., Wallis J., Weingast B. Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History. Moscow, Publisher of the Gaidar Institute, 2011 [in Russian].
13. Acemoglu D., Robinson J. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty. Moscow, AST, 2015 [in Russian].
14. Polterovich V.M. Towards a general theory of socio-economic development. Part 1. Geography, institutions, or culture? *Voprosy Ekonomiki*, 2018, No. 11, pp. 5-26. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-11-5-26> [in Russian].
15. Balatskiy E. The principle of consistency in social development theory. *Terra Economicus*, 2021, No. 19 (1), pp. 36-52. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2021-19-1-36-52> [in Russian].
16. Lin J. Industrial Policy Comes Out of the Cold. *Project Syndicate*, December 1, 2010, available at: <https://www.project-syndicate.org/commentary/industrial-policy-comes-out-of-the-cold> (accessed on: 10.12.2021).
17. Murphy L.M., Edwards P.L. Bridging the Valley of Death: Transitioning from Public to Private Sector Financing. Colorado, National Renewable Energy Laboratory, 2003.
18. Reinert E.S. How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor. V. Avtonomov (Ed.). National Research University Higher School of Economics, 4<sup>th</sup> edition, Moscow, Publishing House of the Higher School of Economics, 2016 [in Russian].
19. Lee J. The Global War for 5G Heats up. *The Diplomat*, July 31, 2020, available at: <https://thediplomat.com/2020/08/the-global-war-for-5g-heats-up/> (accessed on: 10.12.2021).
20. Kniaziev S. Experience of European smart industry development. *Economy of Industry*, 2021, No. 2 (90), pp. 27-53. <https://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.027> [in Russian].
21. Chernoutsan E. French industrial policy: Digital challenges. *Current Problems of Europe*, 2021, No. 3 (111), pp. 28-53. <https://doi.org/10.31249/ape/2021.03.02> [in Russian].
22. Moreno L. Getting Industrial Policy Right. *Project Syndicate*, January 23, 2015, available at: <https://www.project-syndicate.org/commentary/latin-america-industrial-policy-failures-by-luis-a-moreno-2015-01> (accessed on: 10.12.2021).
23. Rodrik D. The Return of Industrial Policy. *Project Syndicate*, April 12, 2010, available at: <https://www.project-syndicate.org/commentary/the-return-of-industrial-policy-2010-04> (accessed on: 10.12.2021).
24. Stark D., Pais I. Algorithmic Management in the Platform Economy. *Economic Sociology*, 2021, Vol. 22, No. 3, pp. 71-103. <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2021-3-71-103> [in Russian].

Received on December 20, 2021



Valentyn Vyshnevskiy, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Academician  
of the NAS of Ukraine, Head of the Department  
of Financial and Economic Problems  
of Industrial Potential Application  
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine  
2, Marii Kapnist St., Kyiv, 03057, Ukraine

#### DIGITAL TECHNOLOGIES AND PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

The accelerated development of cyberphysical production systems and robotization of production are important long-term trends in the global smart industry. The performed analysis shows that Ukraine lags significantly behind in the implementation of these technologies. It is one of the leading countries in the world in the development of digital financial instruments and one of the last in the development of cyberphysical production. This means that in the long run the country will continue to lose its competitive position in the world. One of the main reasons for this situation is that the economic rules of the game in the country are tied to short-term political cycles, which hinders the long-term investment and innovation.

It is necessary to break the chain of negative causal links «outdated technologies-low incomes-further decline» and the negative selection of «the most adapted» to the conditions of short-term political cycles. One of the effective methods of solving this problem, well known from world practice, is to pursue a proactive nationally oriented industrial policy. It has helped South Korea, China and some other countries make the transition to accelerated industrial development through innovation and the introduction of cyberphysical systems. But this is a very difficult and inconstant method, the use of which is fraught with political failures due to lack of information in the government, selfish behavior of officials, their inability to resist industry lobbyists, stakeholders of other states and more.

However, in the initial phase of the industrial revolution, which opens a «window of opportunity» for stakeholders, despite all these risks, many governments spare no effort and money to promote the latest industrial smart technologies, as on them depend the future of national security and competitiveness. Ukraine needs to move approximately in this direction, distinguishing between long-term economic interests of the state and short-term interests of the political situation

**Keywords:** *smart industry; Industry 4.0; digital technologies; cyberphysical production systems; robotization; industrial policy.*