

## СМАРТ-ПРОМИСЛОВІСТЬ: ФОРМУВАННЯ БАЗИСУ НОВОГО ЕТАПУ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ У СВІТІ

© 2020 КНЯЗЄВ С. І.

УДК [338.45+338.2+330.88]:004  
JEL: F29; O11; P51

### Князєв С. І. Смарт-промисловість: формування базису нового етапу економічного зростання у світі

Метою статті є аналіз процесів становлення смарт-промисловості в країнах-лідерах, визначення перспектив, зумовлених її розвитком у світі, а також місця і ролі України в цих процесах. Визначено фундаментальну особливість сучасного періоду, якою є структурна перебудова світової економіки, обумовлена зміною технологічних укладів. Кінець чергового економічного циклу збігся зі спалахом пандемії раніше невідомого вірусу (COVID-19), що призводить до найсильнішої економічної кризи за останні десятиріччя. Сформульовано нові виклики, ризики та загрози, пов'язані зі змінами структури світового господарства, а отже, і з принципово новими процесами конкуренції, що проходять в умовах змін технологій, комунікацій тощо. Розкрито особливості промислового смарт-підприємства – гнучкого кіберфізичного виробництва, що забезпечує точне налаштування на споживача і ґрунтується на використанні великих даних, – як складової смарт-промисловості. Проаналізовано досвід формування стратегій розбудови смарт-промисловості країн-лідерів: ФРН, США та Китаю, які у найближчому майбутньому будуть відігравати провідну роль у побудові нової моделі «розумного зростання» світової економіки. Також розглянуто особливості національних стратегічних програм країн ЄС щодо дигіталізації промисловості та розбудови Індустрії 4.0, що сформовані як відповідь на головний виклик сучасності – недостатні темпи цифровізації промислових секторів і розвитку інновацій. Визначено нові перспективи, можливості та проблеми, пов'язані з розвитком смарт-промисловості в Україні. Надано ряд пропозицій, реалізація яких сприятиме подоланню наслідків теперішньої економічної кризи і виходу України на траєкторію стабільного економічного зростання.

**Ключові слова:** технологічний уклад, смарт-підприємство, смарт-промисловість, Індустрія 4.0, промисловий інтернет речей, кіберфізичні виробничі системи, інформаційно-комунікаційні технології, великі дані.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-150-162>

**Бібл.:** 38.

**Князєв Святослав Ігорович** – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, Відділення економіки, Національна академія наук України (вул. Володимирська, 54, Київ, 01030, Україна)

**E-mail:** [ksi@nas.gov.ua](mailto:ksi@nas.gov.ua)

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/AAA-9130-2019>

УДК [338.45+338.2+330.88]:004  
JEL: F29; O11; P51

### Князєв С. И. Смарт-промышленность: формирование базиса нового этапа экономического роста в мире

Целью статьи являются анализ процессов становления смарт-промышленности в странах-лидерах, определение перспектив, обусловленных её развитием в мире, а также места и роли Украины в этих процессах. Определена фундаментальная особенность современного периода, которая состоит в структурной перестройке мировой экономики, обусловленной изменением технологических укладов. Конец очередного экономического цикла совпал со вспышкой пандемии ранее неизвестного вируса (COVID-19), что приводит к развитию наисильнейшего экономического кризиса последних десятилетий. Сформулированы новые вызовы, риски и угрозы, связанные со сменой структуры мирового хозяйства, а соответственно, и принципиально новыми процессами конкуренции, что проходят в условиях изменения технологий, коммуникаций и т. п. Раскрыты особенности промышленного смарт-предприятия – гибкого киберфизического производства, которое обеспечивает точные настройки на потребителя и базируется на использовании больших данных, – как составляющей смарт-промышленности. Проанализирован опыт формирования стратегий строительства смарт-промышленности странами-лидерами: ФРГ, США и Китая, которые в ближайшем будущем будут играть ведущую роль в формировании новой модели «разумного роста» мировой экономики. Также рассмотрены особенности национальных стратегических программ стран ЕС по дигитализации промышленности и строительству Индустрии 4.0, сформированные в ответ на главный вызов современности – недостаточные темпы цифровизации промышленных секторов и развития инноваций. Определены новые перспективы, возможности и проблемы, связанные с развитием смарт-промышленности в Украине. Представлен ряд предложений, реализация которых будет содействовать преодолению теперешнего экономического кризиса и выходу Украины на траекторию стабильного экономического роста.

**Ключевые слова:** технологический уклад, смарт-предприятие, смарт-промышленность, Индустрия 4.0, промышленный интернет вещей, киберфизические производственные системы, информационно-коммуникационные технологии, большие данные.

**Библ.:** 38.

**Князєв Святослав Ігорович** – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Отделение экономики, Национальная академия наук Украины (ул. Владимирская, 54, Киев, 01030, Украина)

**E-mail:** [ksi@nas.gov.ua](mailto:ksi@nas.gov.ua)

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/AAA-9130-2019>

Роботу виконано в рамках НДР «Довгострокові фактори і тенденції розвитку національної промисловості в умовах четвертої промислової революції» (0119U001473).

**Kniaziev S. I. Smart Industry: Building the Basis for a New Stage of Economic Growth in the World**

The article is aimed at analyzing the processes of establishing smart industry in the leading countries, defining the prospects determined by its development in the world, as well as the place and role of Ukraine in these processes. The fundamental feature of the modern period is identified, which consists in the structural change of the world economy, caused by changes in technological orders. The end of the latest economic cycle coincided with the outbreak of a pandemic of a previously unknown virus (COVID-19), leading to the worst economic crisis of recent decades. New challenges, risks and threats are formulated, associated with the change of structure of the world economy, and, accordingly, fundamentally new processes of competition, which take place in the conditions of changes in technology, communications, etc. Features of the industrial smart enterprise – flexible cyberphysical production facility, which provides accurate settings on the consumer and is based on the use of big data as a component of the smart industry – are disclosed. The experience of forming strategies of the smart industry construction by the leading countries: Germany, the United States and China, which will play a leading role in the formation of the new model of «reasonable growth» of the world economy in the near future, is analyzed. Also considered are the features of the EU's national strategic programs on the digitalization of industry and the construction of Industry 4.0, formed in response to the main challenge of our time – the insufficient pace of digitalization of industrial sectors along with the development of innovation. New perspectives, opportunities and problems related to the development of the smart industry in Ukraine are defined. A number of proposals are presented, the implementation of which will help to overcome the current economic crisis and Ukraine's exit on the trajectory of stable economic growth.

**Keywords:** technological order, smart enterprise, smart industry, Industry 4.0, industrial Internet of things, cyberphysical production systems, information and communication technologies, big data.

**Bibl.:** 38.

**Kniaziev Sviatoslav I.** – PhD (Economics), Senior Research Fellow, Department of Economics, The National Academy of Sciences of Ukraine (54 Volodymyrska Str., Kyiv, 01030, Ukraine)

**E-mail:** ksi@nas.gov.ua

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/AAA-9130-2019>

Фундаментальною особливістю сучасного періоду є структурна перебудова світової економіки, обумовлена зміною технологічних укладів. Життєві цикли цих макроекономічних, технологічних та інституціональних цілісностей проявляються у «довгих хвилях» Кондратьєва [1]. Процес зміни технологічних укладів відбувається приблизно раз на півстоліття і супроводжується технологічними революціями, які обумовлюють виникнення і схлопування фінансових бульбашок, знецінюють значну частину виробничого та людського капіталу, викликаючи економічну кризу та депресію [2; 3].

На сьогодні кінець чергового економічного циклу збігся зі спалахом пандемії раніше невідомого вірусу (COVID-19) і рекордним обвалом цін на нафту. Ця криза уже стала найсильнішою за останні десятиліття: за оцінками МВФ, очікуване падіння обсягів ВВП у 2020 р. в США може скласти 5,9 %, у Євросоні – 7,5 %, в Україні – 7,7 % [4]. Все це неминуче провокує появу нових викликів, ризиків і загроз, пов'язаних зі змінами структури світового господарства, а отже, і з принципово новими процесами конкуренції, що проходять в умовах змін технологій, комунікацій тощо. Ринки, що розвиваються, до яких відноситься й Україна, перебувають під найбільшим ударом. На них негативно впливає монетарна політика провідних центробанків світу, які «заливають» свої економіки грошима, зниження попиту на сировинні товари, характерні для кризових періодів, розриви у ланцюжках поставок і зростання загального рівня боргового навантаження.

Вихід з кризи на чергову «довгу хвилю» економічного зростання призведе до формування нових форм організації, перш за все, у промисловому виробництві, а отже, і зміни у трудових відносинах, логістичних процесах тощо. На цьому етапі суттєво підвищується роль держави у стимулюванні інвестиційної й інноваційної активності в перспективних напрямках зростання нового технологічного укладу та подоланні супутніх кризових явищ, у тому числі обумовлених пандемією. Уже тепер у багатьох країнах розміри державної підтримки економіки складають макроекономічні величини. Наприклад, у США на боротьбу з наслідками коронавірусу спрямовано приблизно 2,3 трлн дол. (близько 11 % ВВП), у тому числі: 250 млрд дол. – на забезпечення разових податкових пільг фізичним особам; 250 млрд дол. – для розширення допомоги з безробіття; 24 млрд дол. – на забезпечення безпеки мережі продуктів харчування для найбільш вразливих груп населення; 510 млрд дол. – на запобігання корпоративним банкрутствам шляхом надання кредитів, гарантій тощо [5].

Водночас для країн, які зможуть своєчасно освоїти і масштабувати кіберфізичні виробництва нового технологічного укладу, відкриваються можливості «здійснити стрибок» в економічному розвитку, раніше за інших опанувавши нову «довгу хвилю» розвитку та запустивши новий цикл накопичення капіталу.

Варто зазначити, що світова історія вже знає схожі приклади. У попередні часи державне стиму-

лювання відбувалося переважно через проведення гонки озброєнь та відповідне збільшення державних видатків на НДДКР. Саме так у минулому столітті отримали розвиток хімічні та ядерні технології, ІКТ та електронна промисловість тощо. Сьогодні багато фахівців говорять про запровадження нових типів озброєння, певним чином «гуманних» для людини, водночас руйнівних для роботизованої армії та критичної цивільної інфраструктури противника, зокрема: кібернетичних, космічних, електромагнітних та ін., що, своєю чергою, стимулюватиме розвиток технологій подвійного призначення.

**Н**айближчим часом охорона здоров'я, а також медична та фармацевтична промисловості, як провідні галузі нового технологічного укладу, актуалізовані пандемією COVID-19, можуть отримати додатковий імпульс для зростання. Практично тотальне введення у світі карантинних заходів та обмеження на пересування громадян, з одного боку, зменшують витрати на інформаційні технології тих споживачів, які попали під карантинний прес, а з іншого – надають імпульс для подальшого розвитку ІКТ внаслідок нарощування попиту на послуги електронної торгівлі, дистанційної освіти, обладнання для роботи вдома і з віддалених робочих місць [6].

Держави інвестують колосальні ресурси в обладнання громадських місць і транспорту засобами відеореєстрації і стеження за громадянами, розпізнання їх обличч, контролю за їх пересуванням та станом здоров'я. На цій основі отримують розвиток системи штучного інтелекту, що оперують великими обсягами даних («big data») і для обробки яких потрібні високошвидкісний інтернет, супер-ЕОМ та високопродуктивне програмне забезпечення. А це, своєю чергою, стимулює розвиток нанотехнологій для виробництва обчислювальної техніки із відповідними показниками продуктивності, компактності й енергоефективності, а також інших авангардних технологій сучасної «розумної» індустрії, яка тепер швидко прогресує у світі.

Ще у квітні 2011 р. на щорічному промисловому ярмарку у Ганновері (Федеративна Республіка Німеччина) були вперше презентовані основні положення нової концепції розвитку промисловості «Індустрія 4.0», ініційовані Німецькою академією технічних наук, Німецьким дослідним центром зі штучного інтелекту та Федеральним міністерством освіти та наукових досліджень Німеччини.

По суті концепція стала відповіддю на вимоги часу щодо формування нової архітектури світової економіки після глобальної фінансової кризи 2008–2009 рр., що виникла внаслідок зменшення частки реальної економіки (сфери виробництва) та збільшення частки сфери послуг, а також внаслідок різкого стрибка цін на енергоресурси на початку 2000-х рр.,

до якого, своєю чергою, призвело досягнення зрілості домінуючого технологічного укладу та зниження темпів економічного зростання.

Запропонований у концепції підхід передбачає підвищення конкурентоздатності промислової продукції за рахунок інтеграції принципів кіберфізичних систем (Cyber Physical Systems, CPS) у виробничі процеси на підприємствах шляхом підключення виробничого обладнання, машин, споруд, складських приміщень тощо до Інтернету. Впровадження промислового інтернету речей (Industrial Internet of Things, IIoT) та персоналізованого роботизованого виробництва визначені як важливі складові четвертої промислової революції, яка має забезпечити формування якісно нової «розумної» смарт-індустрії як базису смарт-зростання світової економіки, заснованого на знаннях та екологічно дружніх технологічних і продуктивних інноваціях.

За оцінками фахівців McKinsey & Co до 2025 р., технологіями IIoT буде охоплено від 80 % до 100 % світової обробної промисловості [7], а капіталізація ринку Індустрії 4.0 до 2024 року може сягнути 156,6 млрд дол. при очікуваних середньорічних темпах зростання у 16,9 % [8]. То ж не дивно, що проблемам смарт-індустрії в країнах світу присвячено велику кількість наукових публікацій, аналітичних матеріалів, різного роду оглядів і звітів міжнародних інститутів і організацій [9; 10].

Натомість кількість вітчизняних робіт у цій сфері є не такою значною. Okремі питання смарт-спеціалізації та Індустрії 4.0 розглянуто у статтях І. Єгорова [11; 12], Ю. Рижової [12; 13], В. Хаустової [14], В. Скілько [15] та ін. Проблематиці подальшого розвитку національної промисловості на принципах «смарт» присвячено низку робіт фахівців Інституту економіки промисловості НАН України.

**У** них, зокрема, висвітлено актуальність переходу економіки України до неоіндустріальної моделі розвитку з метою забезпечення виходу на якісно вищий рівень соціально-економічної ефективності, проаналізовано сучасний стан української промисловості і визначено ключові напрями нової стратегії її розвитку [16], виявлено особливості промислових смарт-підприємств і смарт-промисловості та перешкоди, які потрібно подолати для оновлення вітчизняного виробництва на базі IIoT [17], розкрито проблеми ускладнення і роботизації виробництва в Україні, промисловість якої відрізняється фізичним і моральним зносом виробничих фондів і несприятливим інвестиційним кліматом [18], розкрито трансформаційний потенціал цифровізації економіки України [19], із урахуванням специфіки вітчизняних виробників запропоновані напрями залучення інвестицій у розбудову промисловості на засадах Індустрії 4.0 [20].

Проте цілісна концепція становлення і розвитку смарт-промисловості, на відміну від багатьох країн світу, в Україні і досі відсутня. Тому різні аспекти цієї важливої проблеми потребують подальших спеціальних досліджень, що враховують сучасні особливості становлення у світі нового технологічного укладу, наявні світові практики запровадження Індустрії 4.0 (як успішні, так і невдалі), а також особливості (техніко-технологічні, структурні, інституційні та ін.) промисловості України.

Отже, метою статті є аналіз процесів становлення смарт-промисловості у країнах-лідерах, визначення перспектив, зумовлених її розвитком у світі, а також місця і ролі України в цих процесах.

Первиною ланкою смарт-промисловості є смарт-підприємство, що характеризується можливістю за допомогою IoT відстежувати і контролювати функціонування знарядь виробництва і виробничий персонал, а також використовувати дані, що збираються, для підвищення продуктивності праці, вдосконалення технологічних процесів і якості продукції.

Смарт-підприємство може розглядатися також з точки зору взаємодії апаратних засобів, первинних даних, програмного забезпечення, штучного та людського інтелекту. Інформація, отримувана за допомогою датчиків, лог-файлів і пошукових роботів від фізичних пристроїв і комп'ютерних мереж, збирається, передається, попередньо опрацьовується, зберігається, візуалізується, аналізуються і застосовуються висококваліфікованим персоналом для моделювання промислових продуктів і виробничих процесів [17, с. 24].

Практична реалізація такої взаємодії пов'язана з опрацюванням у режимі реального часу великих обсягів даних («big data») [21]. Як зазначено у [22, р. 654], технології великих даних являють собою нове покоління технологій і архітектур, призначених для одержання економічної вигоди від дуже великих обсягів широкого спектра даних, за допомогою високошвидкісного захоплення, знайдення і/або аналізу. Це визначення описує чотири відмітні особливості великих даних («4Vs») – обсяг (volume), різноманіття (variety), швидкість (velocity) і вартість (value) [23].

Для правильного розуміння і ефективного використання цієї інформації зазвичай застосовується спеціальний інструментарій – інтелектуальний аналіз, предиктивна аналітика, об'єктно орієнтований аналіз, скоринг у режимі реального часу, прогнозне моделювання, оптимізація тощо [22, р. 675–677; 24]. Заводські менеджери й інші фахівці можуть використовувати таку просунуту аналітику для глибокого занурення в історичні дані про виробничі процеси. Все це дозволяє виявляти й оптимізувати фактори, що справляють найбільший вплив на кінцеві результати

господарської діяльності. У багатьох глобальних товаровиробників у широкому діапазоні галузей промисловості та географічних місць розташування вже накопичена велика кількість первинних виробничих і ринкових даних, отримуваних у режимі реального часу.

Використовуючи інтеграцію та аналіз таких раніше ізольованих масивів (у тому числі слабоструктурованих і неструктурованих [22, р. 654]), вони дістають можливість пропонувати нові важливі ідеї [24]. Уся отримана інформація використовується для прийняття рішень, побудованих на даних (data-driven decision making – DDD) [25], як у сфері поточних управлінських впливів, так і у стратегічному управлінні різноманітними промисловими системами [26, р. 9]. Водночас на сьогодні залишається не вирішеною досить гостра проблема – створення безпечних мереж, що забезпечать невразливість інтегрованих з інтернетом фізичних систем та пов'язаних з ними виробничих процесів від кібератак.

Виробничим підприємствам (компаніям) у майбутньому, певно, доведеться поступово відмовлятися від власного виробництва комплектуючих і збільшувати кількість постачальників, працюючи з ними на відомих принципах «точно в строк» і «точно у встановленій послідовності» («Just-in-Time» та «Just-in-Sequence»).

Це, своєю чергою, вимагає високого рівня координації процесів взаємодії, заснованих на децентралізації управління та відмові від намагань стандартизувати та планувати виробничі процеси та ланцюжки, що постійно розвиваються.

Як уже зазначалось, на сьогодні у низці країн світу сформовані власні стратегії щодо основних напрямів і механізмів становлення національної смарт-промисловості. Водночас варто приділити особливу увагу подібностям та відмінностям таких стратегій індустріальних країн-лідерів, розміщених на різних континентах, а саме ФРН, США та Китаю, які у найближчому майбутньому будуть відігравати провідну роль у побудові нової моделі smart growth світової економіки.

Німеччина, взявши курс на об'єднання провідних технологій та побудову IoT, стала лідером серед країн ЄС у сфері «Індустрії 4.0». Зацікавлення у впровадженні нових технологій та відповідному отриманні потенційних дивідендів, у першу чергу, виявили провідні промислові концерни, у тому числі Siemens, ThyssenKrup, Robert Bosch, BASF. За деякими оцінками, німецький бізнес до 2020 р. може інвестувати в інфраструктуру IoT до 40 млрд євро щорічно [10].

Зважаючи на те, що смарт-промисловість – це набагато більше, ніж відособлені підприємства і продукти, які на них створюються, саме великі кон-

церни Німеччині традиційно виділяють значні обсяги коштів на проведення фундаментальних і прикладних досліджень, спрямованих на забезпечення розвитку смарт-промисловості на засадах взаємодії підприємств з дослідниками, розробниками, постачальниками, дистриб'юторами, споживачами та ін. через ІСТ (мобільний Інтернет, інтернет речей, хмарні технології), завдяки чому формується глобальна цифрова платформа для поліпшення координації та підвищення активності участі усіх партнерів як в окремих ланцюгах, так і цілих мережах створення вартості.

**Н**а сьогодні Німеччина робить ставку на формування засад смарт-промисловості у традиційних для себе видах діяльності: по-перше, в обробній промисловості – машинобудуванні та автомобілебудуванні, які забезпечують їй провідне місце у європейській та світовій економіках. По-друге, у транспортно-логістичному комплексі та безпосередньо пов'язаних з ним виробництвах спеціалізованого обладнання, комплексних автоматизованих, вбудованих і кіберфізичних виробничих систем, датчиків пневматичних систем управління, виконавчих механізмів тощо. По-третє, у сфері ІКТ.

Наразі багато німецьких виробничих фірм є світовими лідерами у згаданих вище галузях. Їх подальший розвиток у контексті побудови смарт-промисловості має забезпечити збереження лідируючих позицій ФРН на міжнародних ринках промислової продукції, які ще тривалий час перебуватимуть у стані волатильності та певної невизначеності. Підвищення швидкості реагування та гнучкості на попит з боку клієнтів може знизити негативний вплив високих витрат на оплату праці, яка в обробній промисловості Німеччини є досить високою і складає близько 20 % від загальних витрат [27, р. 14].

Застосування нових технологій, що активно впроваджуються в німецькій промисловості (Embedder Systems, Smart Factory, Robuste Netze, Cloud Computing, IT-Security), стимулює надходження значних інвестицій в перехід на засади «смарт» у галузях машинобудування, автомобілебудування, електротехніки, хімії, ІКТ, сільського господарства. Все це суттєво підвищує привабливість Німеччини як місця розташування смарт-підприємств.

Держава зі свого боку здійснює заходи зі стимулювання використання цифрових технологій в економіці. Зокрема, в країні розроблено і затверджено на державному рівні «Інформаційно-комунікаційну технологічну стратегію» [27, р. 16], що передбачає розширення необхідної інфраструктури, прискорений розвиток цифрових технологій та їх упровадження у виробництво, вирішення проблем кібербезпеки.

У березні 2015 р. Федеральним міністерством економіки та енергетики і Федеральним міністер-

ством освіти та наукових досліджень Німеччини створено найбільшу в країні мережеву платформу Plattform Industrie 4.0, яка врахувала позитивний досвід функціонування комунікативних майданчиків підприємницьких спілок BITCOM, VDMA та ZVEI.

Особливу увагу в ній приділено таким питанням, як безпека мережевих систем, право, освіта та підвищення кваліфікації, взаємозв'язок представників влади, бізнесу, науки та суспільства. Одне з основних її завдань полягає у висвітленні діючих пілотних проектів та їх послідовне впровадження у бізнес-моделі [27, р. 17].

Досвід Німеччини уже був вивчений і підхоплений іншими промислово розвинутими країнами ЄС, в яких були прийняті схожі державні програми: Нідерландами – «Smart Industry», Францією – «Industrie du Futur» (IdF), Великою Британією – «High Value Manufacturing Catapult» (HVMC), Італією – «Industria 4.0», Бельгією – «Made Different» та ін. Загалом за останні роки в ЄС було розпочато п'ятнадцять національних ініціатив щодо дигіталізації промисловості та формування Індустрії 4.0 [38].

У більшості цих національних стратегічних програм визначено, що вони приймаються країнами як відповідь на головний виклик – недостатні темпи цифровізації промислових секторів та розвитку інновацій. Майже в усіх країнах ЄС програми передбачають підходи до розгортання та впровадження – «згори-донизу» (top-down). Це означає, що ключова роль у плануванні та впровадженні належить урядам. Виключеннями є Швеція та Нідерланди. У першій країні більшу роль грають об'єднані групи промисловців і науковців, вони також розглядають питання бюджету.

А нідерландська програма базується на принципах «потрійної спіралі» (triple helix) і підходах «знизудогори» через значне залучення промисловців, університетів і наукових установ, тоді як виконавчі (урядові структури) відповідають тільки за окремі напрямки.

**В**аналізованих стратегіях спостерігається значний перетин по цілях і завданнях розвитку. Більшість політик націлені на зростання конкурентоздатності цільових промислових секторів, їх модернізацію та зростання. Часто економічні цілі комбінуються з соціальними та екологічними. Варіації цілей стосуються окремих акцентів, пов'язаних з амбіціями країни або ж внутрішніми причинно-наслідковими аспектами.

Проте існують і певні відмінності. Наприклад, французька IdF є частиною нової національної промислової політики країни, а італійська стратегія спланована в рамках дорожньої карти розвитку інновацій в країні. Урядом розглядається набагато

більший перелік викликів, включно з кліматичними змінами, вичерпними ресурсами, демографічними змінами тощо. Франція розглядала значні проблеми недоінвестування в промислові сектори та низький рівень цифровізації. Нідерланди, натомість, розглядали серйозні виклики в низькому рівні зайнятості в промислових секторах. Британська НВМС розкриває, як уряд розвиває технологічні центри в низці галузей.

Італія, як і Велика Британія, ставить завдання щодо прискорення в розробках технологій наступного укладу, окремо при цьому приділяючи увагу підтримці малого та середнього бізнесу (МСБ). Натомість Велика Британія, Франція та Іспанія роблять акцент на процесах швидкої комерціалізації інновацій.

Більшість національних стратегій 4.0 базується на суспільному (public) фінансуванні (тобто з бюджетів центральних, регіональних органів влади та місцевого самоврядування), доповнених приватними інвестиціями.

Проте наявні і унікальні риси. Наприклад, французька та іспанська ініціативи – обидві детально описують інструменти фінансування у вигляді позик для компаній з метою прискорення інноваційного розвитку.

Французька комбінує широкий набір фінансових інструментів, включно з позиками та податковими пільгами, й залученням приватних інвестицій до НДДКР. Шведська Р2030, керована та фінансована значною мірою самими галузями, має на меті забезпечення кращого довгострокового сталого зростання. Унікальний елемент британської програми НВМС полягає у тому, щоб забезпечити масштабування технологій та розповсюдження інновацій з мінімальними ризиками через сім технологічних центрів, забезпечуючи при цьому стратегічне залучення ключових промислових партнерів, а також передбачаючи чіткі схеми підтримки МСБ.

**Х**оча всі представлені політики заохочують наукові дослідження за напрямками 4.0, пріоритет все ж таки віддається впровадженню та розгортанню вже наявних технологій 4.0. Тільки італійська стратегія робить більший акцент на наукових дослідженнях, зокрема, на розробці нових технологій для майбутніх виробництв. У політиків також немає чіткого фокусу на якихось окремих технологіях чи технологічних секторах [28].

Кооперація між галузями, краща координація в наукових дослідженнях і відносинах між національними та регіональними учасниками є головною темою в кожній національній політиці країн ЄС.

У США значущою подією стало створення в 2014 р. компаніями АТТ&Т, Cisco, General Electric та Intel Консорціуму промислового Інтернету

(Industrial Internet Consortium ТМ, ІІС) (далі – Консорціум) [29]. Його було створено як некомерційну організацію з відкритим членством. Метою організації є усунення бар'єрів між різноманітними технологіями задля забезпечення максимального доступу до великих даних і вдосконалення інтеграції фізичного і цифрового середовища. Консорціум має сприяти підключенню та оптимізації ресурсів, операцій та даних з метою розкриття цінностей бізнесу в усіх галузях промисловості.

**Д**ля США модернізація промислового сектора та цифрове мережеве об'єднання виробничого обладнання з віртуальним світом, як і для Німеччини, відноситься до найважливіших пріоритетів. Одним з найважливіших завдань своєї стратегії американський уряд вважає реіндустріалізацію (решоринг) та повернення країни в число промислових лідерів<sup>1</sup>. Водночас варто зазначити, що підходи та завдання, що ставлять перед собою Німеччина та США на шляху до реіндустріалізації та побудови нової смарт-промисловості, дещо відрізняються.

Концепція Індустрія 4.0 має на увазі розвиток промисловості Німеччини і передбачає, перед усім, національний, а не глобальний прорив. Її основним завданням є оптимізація виробництва, робота над стандартами та орієнтація на хай-тек ландшафт.

Основний фокус розвитку спрямований на малі та середні підприємства. При цьому Концепція не заперечує можливість доступу міжнародних компаній до компонентів виробництва перспективної продукції за умови їх придбання іншими компаніями.

<sup>1</sup> У своїй інавгураційній промові новий Президент США Д. Трамп так охарактеризував цю проблему: «Один за одним заводи були закриті та покинули наші береги, навіть не замислюючись про мільйони і мільйони кинутих американських робітників. Багатство нашого середнього класу було вирвано з будинків людей і потім перерозподілено у всьому світі. Але це було в минулому. І тепер ми дивимось тільки у майбутнє. ...Усі рішення про торгівлю, про податки, про імміграцію, з іноземних справ буде прийнято на користь американських робітників і американських сімей. Ми повинні захистити наші кордони від руйнівних дій інших країн, які випускають наші продукти, обкрадають наші компанії та знищують наші робочі місця. Захист приведе до більшого процвітання і сили» (CNN. Inaugural address: Trump's full speech. 2017. URL: <http://edition.cnn.com/2017/01/20/politics/trump-inaugural-address>)

Окремо варто зазначити, що низка регуляторних заходів уряду США сприяла тому, що американські корпорації згорнули частину виробничих потужностей в інших країнах (Мексика, Китай та ін.), при цьому наростивши виробництво промислової продукції на території США (НВ. Ford не будуватиме завод у Мексиці. 2017. URL: <https://nv.ua/amp/ford-ne-buduvatime-zavod-u-meksitsi-413251.html>)

Це позитивно відобразилося на темпах зростання американської економіки протягом останніх років, а також забезпечило у 2019 році найнижчий рівень безробіття у США за останні 50 років (VOA. У США – найнижче безробіття за 50 років. 2019. URL: <https://ukrainian.voanews.com/a/bezrobittja-ameryka/4902687.html>)

Натомість ідеологією Консорціуму є «спільне використання», оскільки, як вважається, тільки переймаючи досвід інших, а не дублюючи один одного, можливо домогтися сукупного прогресу без зайвих витрат. Інструментом у цьому випадку є глобальна мережа Інтернет, до якої підключена майже вся техніка у світі, що надає дані та зворотний зв'язок, задля підвищення ефективності компаній.

**К**онсорціум фокусується на розвитку багатьох галузей економіки: промисловості, енергетики, медицини, транспорту, сільського господарства, сфери комунальних послуг. Своє завдання він вбачає в оптимізації рентабельних активів, роблячи акцент на загальній фінансовій віддачі. Також пропагується створення відкритих платформ, які можуть сформувати стандарти у майбутньому та забезпечити відмову від формальної стандартизації. Відмінною рисою поглядів Консорціуму, що відрізняє його від інших схожих програм, є об'єднання у безпечну виробничу мережу уже існуючих об'єктів.

Певною мірою може скластися враження, що політика США (концепції «спільного використання» та «відкритих платформ») протирічить офіційним заявам уряду щодо відродження промислової потужності країни. Але у цьому зв'язку варто згадати, що смарт-промисловість тяжіє до платоспроможного споживача, а законодавчо гарантовані усталені «правила гри» в Сполучених Штатах (гарантування авторських прав, захищеність інвесторів, незалежність судової влади, низький рівень корупції, високий рівень розвитку людського і доступність фінансового капіталу тощо) у поєднанні з найбільш потужною у світі сферою НДДКР, надає країні широкі можливості застосування провідного міжнародного досвіду в різних галузях і хороші шанси посісти лідируючі позиції у світі у розвитку смарт-промисловості.

Китай займає особливе місце серед країн, які розуміють важливість смарт-виробництва для свого індустріального майбутнього і вже розробили власні політики і програми розвитку та застосування ІІТ. У 2015 р. уряд країни прийняв стратегічний документ «Made in China 2025» (далі – Стратегію), в якому намічені пріоритети китайської промисловості на базі сучасних смарт-технологій [30; 31, с. 39]. Крім того, КНР передбачає прискорити інтеграцію інформаційних технологій і виробничого сектора з розвитком індустріального інтернету на основі реалізації ініціативи «Internet Plus», яка має життєво важливе значення для трансформації економіки і цифрової економіки та створення хмарних платформ, що сприяють розвитку взаємозв'язків як всередині промислових компаній, так і у виробничих ланцюжках в цілому.

Враховуючи особливості політичного устрою країни, не викликає подиву той факт, що почин здійснення смарт-модернізації належить уряду кра-

їни, а державна політика з її реалізації сформована за принципом «зверху – донизу». Стратегія ставить за мету амбітне завдання – перетворення Китаю до 2025 р. на світового виробника та високотехнологічну державу, насамперед через нарощування потужностей «інтелектуальної» smart industry. Характерною рисою Стратегії є провідна роль уряду країни в управлінні економікою та трансформаційними процесами.

Як і в ідеології Консорціуму у США, завдання Стратегії у КНР не обмежуються питаннями розвитку виключно промисловості, а включають 9 пріоритетів: поліпшення промислових інновацій; інтеграцію інформаційних технологій та виробництва; підтримку китайських брендів; впровадження зеленого виробництва; просування проривних досягнень у десяти ключових секторах (інформаційні технології; числові контрольні інструменти та робототехніка; космічна та авіаційна продукція; морське обладнання та високотехнологічні судна; передове залізничне транспортне обладнання; енергозберігаючі та транспортні засоби з використанням нових видів енергії; енергетичне обладнання; сільськогосподарські машини; нові матеріали; біологічна медицина та високотехнологічні медичні апарати); прогресивну реструктуризацію виробничого сектора; просування сервісоорієнтованого виробництва та індустрії промислових послуг; інтернаціоналізацію виробництва. Остання позиція заслуговує на особливу увагу та згадку про політику «спільного використання» Консорціуму.

**В**олодіючи величезним фінансовим, промисловим і людським капіталом, Китай в останнє десятиріччя великими темпами нарощує і свій науково-технічний потенціал. Санкції з боку США та країн Євросоюзу проти китайських високотехнологічних компаній змусили їх форсувати власні НДДКР у створення національної технологічної бази, і тепер за їх обсягами Китай займає другу сходинку у світі. Здійснення значних капіталовкладення та активний розвиток власної наукової сфери, дозволяє йому вже не просто копіювати західні технології, а й просувати власні (в тому числі цифрові), яскравим прикладом чого є розробки Alibaba Group, Lenovo та ін. Водночас на сьогодні власні результати НДДКР не можуть поки що забезпечити цільові темпи зростання економіки Китаю, тим більше – у зв'язку з пандемією. Тому в арсеналі китайських компаній присутні різноманітні методи із залучення іноземних технологій у власне промислове виробництво, від офіційних<sup>2</sup>,

<sup>2</sup> Мається на увазі, наприклад, розміщення на власній території повних циклів виробництва автогігантів Volkswagen, Toyota, Peugeot, Citroen, Honda, Renault, Nissan, BMW; придбання китайською компанією Geely у 2010 році шведського концерну VOLVO; придбання китайською державної авіаційною компанією AVIC американських компаній Continental Motors (у 2010 році) та Cirrus Aircraft (у 2011 році).

до напів офіційних та неофіційних<sup>3</sup> (з урахуванням того, що питання збереження прав інтелектуальної власності на території Китаю є досі не до кінця вирішеними).

З метою практичної реалізації Стратегії у 2016 році профільними міністерствами та відомствами було утворено фонд у розмірі 3,05 млрд дол. США. Завданнями фонду визначено інвестування в сектори передової промисловості, підтримку модернізації традиційної промисловості і підтримку промисловості високого технічного рівня.

Доцільно зазначити, що Стратегія передбачає поділ підприємств на три категорії: підприємства-лідери (frontrunners), підприємства, що подають надію (hopefuls) та підприємства, які запізнюються (latcomers). До лідерів віднесена невелика група підприємств, на яких вже застосовуються принципи смарт-промисловості і які вже інтегровані у світові ринки та здатні до конкуренції на них. До другої категорії, куди входить найбільша кількість державних і приватних підприємств, віднесені підприємства, що перебувають на етапі переходу від Індустрії 2.0 до Індустрії 3.0. Ця категорія підприємств є найчисельнішою та на сьогодні є основою функціонування всієї індустрії Китаю, забезпечуючи зайнятність лівової частки робітників, зайнятих у промисловості. На інвестування в переоснащення та запровадження принципів смарт-промисловості саме цієї категорії підприємств буде спрямована робота згаданого Фонду. До третьої категорії віднесені підприємства з великою часткою ручної праці, які у майбутньому втратять свої позиції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Прихований вплив автоматизації на ринок праці і дефіцит висококваліфікованих кадрів значно знижують здатність і бажання багатьох підприємств Китаю інвестувати у витратну модернізацію обладнання. Тому Стратегія може не досягти мети в частині широкомасштабної модернізації виробництва та його переходу на принципи «смарт». Натомість вона має хороші шанси на поліпшення важливих складових промисловості країни та створення впливових груп глобальних лідерів в економічному смарт-зростанні у найближчій перспективі. У більш тривалій перспективі, зважаючи на зростання рівня життя населення країни, чисельність якого є найбільшою у світі, розвиток людського капіталу, прискорене нарощування науково-технічного потенціалу країни тощо, є всі підстави для перетворення Китаю на лідера смарт-промисловості в Азії та одного з лідерів у світі.

В Україні ситуація з формуванням та реалізацією стратегічних підходів щодо розбудови смарт-промисловості поки що складається не найкращим

чином. Причина цього полягає у відомих проблемах з інноваціями, пов'язаних з у цілому несприятливим інституційним середовищем, короткими правилами поведінки економічних суб'єктів і низькими інвестиціями у НДДКР [32], наслідком чого є, в тому числі, слабкі позиції держави у світі за індексом розвитку ІСТ [33].

Хоча слід зазначити, що вже є певне просування у сприянні розвитку смарт промисловості за ініціативою «знизу». Зокрема, у 2016 р. Асоціацією підприємств промислової автоматизації України (АППАУ) спільно з Асоціацією інноваційного розвитку України засновано рух «Індустрія 4.0 в Україні» [34], до якої увійшло близько 60 компаній, серед яких більшість знаних брендів АСУ та ІТ, провідні системні інтегратори та близько 10 замовників, зокрема «АрселорМіттал Кривий Ріг». У ході роботи об'єднання було розроблено кілька стратегічних ініціатив щодо Smart Factory та Індустрії 4.0, серед яких, зокрема, створення нових технопарків і дорожніх карт цифрової трансформації підприємств. У 2018 році групою експертів від АППАУ та руху «Індустрія 4.0 в Україні» розроблено проект національної стратегії Індустрії 4.0, який на сьогодні проходить публічне обговорення та перебуває на розгляді у Кабінеті Міністрів України [35].

Існують приклади розміщення на території України виробничих підприємств провідних світових виробників, зокрема компанії Leoni, інноваційні розробки і рішення якої використовуються світовими лідерами автоіндустрії (VW, Audi, Porsche та ін.), а також провідними компаніями у галузях телекомунікацій, інформаційних технологій, охорони здоров'я та енергетики. Поодинокі приклади застосування практики побудови нових виробництв на принципах «смарт» відомі у сфері ТЕК, АПК, транспорту, машинобудування та фармацевтичній промисловості.

Щодо політики центральних органів влади, то, на відміну від планів дій США, Китаю, країн ядра ЄС та інших індустріальних лідерів, на сьогодні в Україні відсутній стратегічний документ, що визначає нову стратегію промислового розвитку країни взагалі та смарт-промисловості, як її складову, зокрема. Також не визначено органи влади, відповідальні за впровадження політики з формування такої промисловості.

Залишаються відомі недоліки в системі підготовки та перепідготовки STEM-персоналу – Україна, маючи один з найвищих показників у світі за рівнем освіти, не може забезпечити необхідний рівень підготовки кадрів внаслідок застарілості програм і методів викладання за низькою напрямів розвитку сучасної техніки і технології<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Див., наприклад: Huawei (SecurityLab.ru. Huawei. URL: <http://www.securitylab.ru/news/tags/Huawei/>

<sup>4</sup> За прогнозами МВФ та МОП, протягом 2018–2030 рр. Україну очікує щорічне скорочення працездатного населення на 1,2% (тобто за



**П**роблемними питаннями планомірної розбудови в Україні смарт-промисловості є також питання обмеженості фінансових ресурсів для розбудови відповідної інфраструктури, кредитування та проведення НДДКР у проривних для країни сферах. У провідних країнах світу основним джерелом фінансування НДДКР є не держава, а бізнес. Саме попит з боку бізнесу і, насамперед індустрії, допомагає підтримувати високий рівень НДДКР у провідних країнах. Тому сучасну промисловість і називають драйвером інновацій. В Україні ж фінансує науку переважно держава (48 %), значна частина коштів надходить з-за кордону (22 %). А бізнес порівняно з індустріальними країнами-лідерами фінансує науку дуже мало (29 %). Це свідчить про явну слабкість приватного попиту на високотехнологічні розробки. Такий слабкий попит, своєю чергою, пов'язаний із коротким горизонтом планування, який змушує бізнес надавати перевагу не тривалим за характером інноваціям, а швидким результатам, що обумовлено нестабільністю розвитку і зростанням соціальної нерівності під згубним впливом політичного циклу [19].

Для того щоб розірвати це замкнуте коло, принципово важливо вивести розвиток економіки та її провідної ланки – промисловості – за рамки короткострокових політичних циклів, що генерують нестабільність і збільшують соціальну нерівність. Для цього, перш за все, необхідні довгострокові гарантії власності, в тому числі інтелектуальної, державно-приватні стратегії розвитку, в тому числі кіберфізичного виробництва, а також інститути розвитку, засновані на принципах незалежних регуляторних агентств, зміна правил роботи і керівництва яких має виходити за межі повноважень чергової політичної влади.

Для розширення масштабів та інтенсифікації НДДКР в Україні за прикладом багатьох інших держав потрібно розробити й ухвалити власну Стратегію інноваційного розвитку. У 2019 році Кабінет Міністрів України схвалив Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року [36]. Однак у чинній редакції вона не відповідає на ключові питання:

- ✦ хто є відповідальним за виконання стратегії, якими для цього він наділяється ресурсами і повноваженнями, у тому числі – щодо конкретизації та здійснення контролю за виконанням заходів стратегії, якою має бути відповідальність за невиконання стратегії;
- ✦ якими мають бути кількісні результати, коли вони будуть досягнуті (етапи) та які для цього

потрібні (приблизно) витрати з розбивкою по періодах;

- ✦ хто та як їх буде фінансувати; як це фінансування має узгоджуватись з реальними фінансовими планами уряду (бюджетами, бюджетними програмами), політикою Національного банку України і Міністерства фінансів України, планами підприємств і організацій.

Для того щоб вирішити ці принципові питання, потрібна не просто поточна нормотворча діяльність чиновників і залучених фахівців, а проведення за держзамовленням спеціальних наукових досліджень із проблем формування інноваційної стратегії держави, у тому числі щодо:

- ✦ аналізу відомих стратегій національного інноваційного розвитку у світі;
- ✦ виконання SWOT-аналізу української інноваційної системи;
- ✦ постановку кількісних цілей;
- ✦ побудови функцій залежності результатів від витрат і обґрунтування таким чином хоча б приблизних масштабів фінансування для досягнення поставлених цілей;
- ✦ обґрунтування можливих форм фінансування (спеціальні бюджетні і позабюджетні фонди, інститути розвитку, кредити, фінтех, податкові стимули, краудфандинг тощо);
- ✦ обґрунтування рекомендацій щодо призначення органів, відповідальних за реалізацію стратегії, визначення обсягів необхідних їм повноважень і ресурсів, їх взаємовідносин із іншими органами влади і управління (у тому числі в процесах формування бюджетної, податкової та монетарної політики), з державними і приватними підприємствами і організаціями.

## ВИСНОВКИ

Сучасні промислові кіберфізичні системи, що розвиваються випереджальними темпами, уже роблять помітний внесок у збільшення продуктивності праці, задоволення зростаючих потреб людини і підвищення якості життя. Стає очевидним, що сектори економіки, які включають, насамперед, стандартизовані виробничі процеси, мають бути найближчими роками змінені в рамках нових інтернет-моделей глобальних ланцюжків створення вартості.

**С**вітові мегатренди, такі як глобалізація, урбанізація, демографічні зміни та трансформація джерел отримання енергії, також зазнають суттєвих змін під впливом випереджаючого розвитку ІоТ.

Внаслідок того, що виробники стикаються з підвищенням тиску витрат і волатильності ринків і прискоренням НТП, випробувальний та життєвий цикли

весь вказаний період Україна втратить 15,6 % або близько 1/6 частину своїх трудових ресурсів) і без значного зростання продуктивності праці неможливо буде забезпечити зростання ВВП вище 2,5 % на рік. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/02/19/657257/>

продуктів стають все коротшими й інформаційно ємними. Сучасний світовий досвід розвитку смарт-індустрії і новітні тенденції до рещорингу, що практикується розвиненими країнами, свідчить про те, що матеріальне виробництво без «просунутої» інформації – це неперспективно й неефективно. Але й інформація без «просунутого» матеріального виробництва – це теж не дуже добре, хоча саме цифровізація виробничих систем (у взаємозв'язку з 3D-друком, біо-, нано- та іншими новітніми технологіями) більшою мірою визначають специфіку того, що тепер іменують смарт-індустрією. При цьому важливо вважати на те, що завдяки ІоТ сьогодні уже немає неперспективних галузей виробництва. Адаже у кожній сфері є підприємства, які здатні (або не здатні) забезпечити перехід виробництва на принципи «смарт».

**Я**к показали результати аналізу, наразі у світі існують різні підходи до розбудови смарт-індустрії, які враховують специфіку їх минулого розвитку («path dependence»), особливості гео-економічного позиціонування, розвитку сфери НДДКР, інституційного середовища тощо. Україні теж потрібно послідовно формувати власну модель становлення і розвитку ІоТ, здатну подолати теперішню кризу традиційної промисловості. В державі має бути сформований власний план переходу вітчизняного виробництва на засади «смарт», оскільки наведений у статті аналіз зарубіжного досвіду свідчить про недоцільність «сліпого» копіювання іноземних стратегій.

Визначення пріоритетів техніко-економічного розвитку країни за основними напрямками НТП має вестися виходячи з закономірностей довгострокового економічного зростання, глобальних напрямків техніко-економічного розвитку та національних конкурентних переваг. Ці пріоритети мають реалізовуватися шляхом реалізації, за фінансової підтримки держави, цільових програм, пільгових кредитів, державних закупівель та інструментів державної економічної політики.

Враховуючи сучасний стан речей, для України конгруентною може стати комбінована модель побудови смарт-промисловості, яка передбачає сполучення оптимізації рентабельних активів (за прикладом США) та підтримки національного малого та середнього бізнесу (за прикладом Німеччини), оскільки саме він здатний в умовах, що склались, забезпечити швидку інтеграцію у світове смарт-середовище, розробку й експорт необхідних провідних технологій і продуктів для мережевої індустрії. Що стосується великого бізнесу, якій, на відміну від середнього та малого, здатний пролобіювати власні інтереси як всередині країни, так і за її межами, то його розвиток на принципах «смарт» потребує законодавчого встановлення і практичної підтримки «довгих правил гри», які б надійно захищали права власності, мінімізували

політичні впливи на економічні процеси і виключали рентоорієнтовану поведінку домінуючих власників. Усе це має гарантувати захищеність довгострокових інвестицій в переозброєння базових секторів промисловості, а також вкладень у проведення НДДКР.

Важливим елементом національної промислової політики має стати стимулювання попиту на вітчизняну промислову продукцію – обладнання (або обладнання із значним відсотком локалізації) та матеріали – шляхом відповідного регулювання тендерних держзакупівель.

Сьогоднішня технологічна революція потребує вивільнення від оподаткування (або, принаймні, суттєве його скорочення) видатків на НДДКР. Багато країн виплачують податкові премії підприємствам, що реалізують інноваційні проекти у перспективних напрямках розвитку нового технологічного укладу.

Виходячи з його структури та досвіду провідних країн необхідно забезпечити суттєве збільшення державних видатків на охорону здоров'я та освіти, що є «несучими» галузями нового технологічного укладу, а також принципово (мінімум у три рази) збільшити асигнування на НДДКР. При цьому збільшення фінансування слід концентрувати на перспективних напрямках розвитку нового технологічного укладу, в котрих українська наука ще є конкурентоздатною у світі. Зокрема, необхідно суттєво збільшити фінансування наукових розробок у сфері молекулярної біології, генної інженерії і клітинних технологій, виготовлення нових матеріалів, зокрема наноматеріалів тощо. Більшість критично важливих для становлення нового технологічного укладу видатків, зокрема, фінансування фундаментальних досліджень, створення інфраструктури підготовки кадрів відповідної кваліфікації та інформаційної інфраструктури, може бути здійснено виключно за бюджетної підтримки.

**С**тратегічний національний документ зі становлення національної смарт-промисловості в Україні має включати такі принципи, завдання та організаційно-економічні механізми:

- ✦ здійснення SWOT-аналізу та визначення смарт-спеціалізації України у світі, із урахуванням закономірностей коеволюції соціально-економічної, техніко-технологічної, соціокультурної та екологічної просторових систем, оскільки ці закономірності не є загальносвітними, а залежать від індивідуальних обставин розвитку країни у просторі та часі, і саме вони визначають специфіку постановки цілей і способів їх досягнення на цьому його етапі;
- ✦ формування сприятливого інституційного середовища для забезпечення розвитку смарт-промисловості шляхом прискорення

прогресивних організаційно-управлінських, техніко-технологічних і структурно-галузевих трансформацій шляхом вбудовування в Європейський єдиний цифровий ринок (Digital Single Market) і в Європейську дигіталізовану індустрію (Digitising European Industry) [37, p. 9].;

- ✦ формування цілісного комплексу фінансових джерел і дієвих алгоритмів кредитування для малих і середніх підприємств задля забезпечення їх переходу на засади «смарт»;
- ✦ кардинальне збільшення обсягу державних асигнувань на проведення НДДКР і створення сприятливих умов для залучення фінансових можливостей місцевих бюджетів і бізнес-структур у їх виконання;
- ✦ розробка та запровадження оновлених відповідно до сучасних технологій навчальних програм підготовки та перепідготовки STEM-персоналу відповідно до вимог розвитку смарт-промисловості;
- ✦ забезпечення реалізації комплексу заходів зі зміцнення національної та регіональних інноваційних систем, що підтримують розвиток малих і середніх підприємств, яким важче, ніж великим, конкурувати з міжнародними корпораціями.

З урахуванням світового досвіду (як позитивного, так і негативного) реалізація цих пропозицій сприятиме подоланню наслідків теперішньої економічної кризи і виходу України на траєкторію стабільного економічного зростання. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1989. 523 с.
2. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал: динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело, 2011. 231 с.
3. Глазьев С. О глубинных причинах нарастающего хаоса и мерах по преодолению экономического кризиса. 01.04.2020 URL: [https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/78041-o-glubinykh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniju-jekonomicheskogo-krizisa#\\_ftn5](https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/78041-o-glubinykh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniju-jekonomicheskogo-krizisa#_ftn5)
4. International Monetary Fund. World Economic Outlook. Chapter 1. The great lockdown. April 2020, 25 pp.
5. Policy Responses to COVID19 // IMF (2020). URL: <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Policy-Responses-to-COVID-19#U>
6. Грамматчиков А. Цифровизация под давлением. *Эксперт*. 2020. № 15–16 (1159). С. 18–20.
7. McKinsey Global Institute. The internet of things: mapping the value beyond the hype. McKinsey&Company, 2015. 131 p.
8. Industry 4.0 Market | Size, Share, system and Industry Analysis and Market Forecast to 2024 // Marketsandmarkets.com. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industry-4-market-102536746.html>
9. Roadmap Smart Industry. 2016. 34 p. URL: <https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry>
10. Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierter industriellen Revolution. PWC, 2014. URL: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/industrie-4-0>
11. Yegorov I. Smart Specialization for Ukraine: Preliminary Analysis. Unpublished Report to JRC, Seville, Spain. September 2016. 14 p.
12. Yegorov I., Ryzhkova Y. Innovation policy and implementation of smart specialisation in Ukraine. *Economy and Forecasting*. 2018. No. 3. P. 48–64.
13. Рижкова Ю. О. Особливості реалізації концепції розумної спеціалізації в деяких країнах світу. *Проблеми науки*. 2015. № 1. С. 41–50.
14. Хаустова В. Є., Крамарев Г. В., Зінченко В. А. Інноваційно-технологічне забезпечення модернізації пріоритетних галузей промисловості України. *Бізнес Інформ*. 2019. № 3. С. 218–228.
15. Скіцько В. І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 5. С. 33–40.
16. Збаразська Л.О. Неоіндустріалізація в Україні: концепт національної моделі. *Економіка промисловості*. 2016. № 3. С. 5–32.
17. Вишневський В. П., Князев С. І. Смарт-промисловість: перспективи і проблеми. *Економіка України*. 2017. № 7. С. 22–37.
18. Череватський Д. Камо гряде, промислове? // *Дзеркало тижня*. 2017. № 29. URL: [https://dt.ua/energy\\_market/kamo-gryadeshi-promislovoste-250970\\_.html](https://dt.ua/energy_market/kamo-gryadeshi-promislovoste-250970_.html)
19. Вишневський В. П., Гаркушенко О. М., Князев С. І., Липницький Д. В., Чекіна В. Д. Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал : монографія / за ред. В. П. Вишневського, С. І. Князева. Київ : Академперіодика, 2020. 188 с.
20. Амоша О. І., Вишневський В. П., Ляшенко В. І., Харзішвілі Ю. М., Підоричева І. Ю., Мадих А. А., Охтеня О. О., Дасів А. Ф., Міночкина О. М. Індустрія 4.0: напрями залучення інвестицій з урахуванням інтересів вітчизняних виробників. *Економічний вісник Донбасу*. 2019. № 3 (57). С. 189–216.
21. Yin S., Kaynak O. Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends. *Proceedings of the IEEE*. 2015. Vol. 103. No. 2. P. 143–136.
22. Hu H., Wen Y., Chua T.-S., Li X. Towards scalable systems for big data analytics: A technology tutorial. *IEEE Access*. 2014. Vol. 2. P. 652–687.
23. Baily M. N., Manyika J. Is Manufacturing «Cool» Again? // Project Syndicate. 2013. URL: <https://www.project-syndicate.org/print/skills-and-workers-in-the-new-age-of-manufacturing-by-martin-n-baily>
24. Auschitzky E., Hammer M., Rajagopaul A. How big data can improve manufacturing // McKinsey & Company. 2014. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-big-data-can-improve-manufacturing>
25. Jagadish H. V., Gehrke J., Labrinidis A. et al. Big Data and Its Technical Challenges. Exploring the inherent technical challenges in realizing the potential of Big Data. *Communications of the ACM*. 2014. Vol. 57. No. 7. P. 652–687.

26. Evans P., Annunziata M. *Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines*. Fairfield, CT: General Electric Co., 2012.
27. Белов В. Новая парадигма промышленного развития Германии – Стратегия «Индустрия 4.0». *Современная Европа*. 2016. № 5 (71). С. 11–22. URL: <http://www.sov-europe.ru/2016/5-2016/3.pdf>
28. Федак М. Огляд стратегій по 4.0 країн ЄС від Єврокомісії. 2019. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/08/27/review-national-strategies-4-0-in-eu/>
29. AT&T, Cisco, GE, IBM и Intel сформировали Консорциум промышленного Интернета. URL: [https://www.cisco.com/c/ru\\_ru/about/press/press-releases/2014/03-033114b.html](https://www.cisco.com/c/ru_ru/about/press/press-releases/2014/03-033114b.html)
30. Li L. China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of «Made-in-China 2025» and «Industry 4.0». *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol. 135. P. 66–74.
31. Єрфорт І. Ю., Збаразська Л. О. Політика Китаю щодо розвитку smart-промисловості. *Вісник економічної науки України*. 2017. № 1. С. 39–47.
32. European Commission. *Peer Review of the Ukrainian Research and Innovation System. Horizon 2020 Policy Support Facility / Directorate-General for Research and Innovation*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. 76 p.
33. ITUdata. *ICT Development Index 2017*. URL: <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html>
34. АППАУ (2020). *Індустрія 4.0 в Україні*. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/>
35. Юрчак О. Українська стратегія Індустрії 4.0 – 7 напрямів розвитку. 2019. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/01/02/ukrainska-strategiya-industrii-4-0-7-napriankiv-rozsvutku/>
36. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року» від 10.07.2019 №526-р. *Офіційний вісник України*. 2019. № 57. Ст. 1983.
37. Reiman M., Ruckriegel C. (Lead authors). *Road2CPS. Priorities and Recommendations for Research and Innovation in Cyber-Physical Systems*. Steinbeis-Europa-Zentrum: Steinbeis-Edition, 2017. 56 p.
38. Digital transformation monitor, 2017 // EC. URL: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/category/national-initiatives?page=1>
- pany. 2014. <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/how-big-data-can-improve-manufacturing>
- Baily, M. N., and Manyika, J. "Is Manufacturing «Cool» Again?" Project Syndicate. 2013. <https://www.project-syndicate.org/print/skills-and-workers-in-the-new-age-of-manufacturing-by-martin-n--baily->
- Belov, V. "Novaya paradigma promyshlennogo razvitiya Germanii - Strategiya «Industriya 4.0» [The New Paradigm of Industrial Development in Germany - Strategy "Industry 4.0"]. *Sovremennaya Yevropa*. 2016. <http://www.sov-europe.ru/2016/5-2016/3.pdf>
- Cherevatskyi, D. "Kamo hriadeshe, promyslove?" [Where were You Going, Industrial?]. *Dzerkalo tyzhnia*, no. 29 (2017). [https://dt.ua/energy\\_market/kamo-gryadeshipromislovoste-250970\\_.html](https://dt.ua/energy_market/kamo-gryadeshipromislovoste-250970_.html)
- "Digital transformation monitor, 2017". EU. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/category/national-initiatives?page=1>
- European Commission. *Peer Review of the Ukrainian Research and Innovation System. Horizon 2020 Policy Support Facility*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- Evans, P., and Annunziata, M. *Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines*. Fairfield, CT: General Electric Co., 2012.
- Fedak, M. "Ohliad stratehii po 4.0 krain YeS vid Yevrokomisii" [Overview of Strategies for 4.0 EU Countries from the European Commission]. 2019. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/08/27/review-national-strategies-4-0-in-eu/>
- Glazev, S. "O glubinnikh prichinakh narastayushchego khaosa i merakh po preodoleniyu ekonomicheskogo krizisa" [On the Underlying Causes of Growing Chaos and Measures to Overcome the Economic Crisis]. <https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/78041-oglubinnikh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniju-jekonomicheskogo-krizisa#.ftn5>
- Grammatchikov, A. "Tsifrovizatsiya pod davleniyem" [Digitalization under Pressure]. *Ekspert*, no. 15-16 (1159) (2020): 18-20.
- Hu, H. et al. "Towards scalable systems for big data analytics: A technology tutorial". *IEEE Access*, vol. 2 (2014): 652-687.
- "Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierter industriellen Revolution". PWC, 2014. <https://www.strategyand.pwc.com/reports/industrie-4-0>
- "Industry 4.0 Market | Size, Share, system and Industry Analysis and Market Forecast to 2024". *Marketsandmarkets.com*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industry-4-market-102536746.html>
- "ITUdata. *ICT Development Index 2017*". <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html>
- International Monetary Fund. World Economic Outlook. Chapter 1. The great lockdown*, April 2020.
- Jagadish, H. V. et al. "Big Data and Its Technical Challenges. Exploring the inherent technical challenges in realizing the potential of Big Data". *Communications of the ACM*, vol. 57, no. 7 (2014): 652-687.
- Khaustova, V. Ye., Kramarev, H. V., and Zinchenko, V. A. "Innovatsiino-tekhnologichne zabezpechennia modernizatsii priorytetnykh haluzei promyslovosti Ukrainy" [The Innovation-Technological Provision for Modernization of the Priority Branches of Industry of Ukraine]. *Biznes Inform*, no. 3 (2019): 218-228.

## REFERENCES

- "APPAU (2020). *Industriia 4.0 v Ukraini*" [APPAU (2020). *Industry 4.0 in Ukraine*]. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/>
- "AT&T, Cisco, GE, IBM i Intel sformirovali Konsortsium promyshlennogo Interneta" [AT&T, Cisco, GE, IBM, and Intel formed the Industrial Internet Consortium]. [https://www.cisco.com/c/ru\\_ru/about/press/press-releases/2014/03-033114b.html](https://www.cisco.com/c/ru_ru/about/press/press-releases/2014/03-033114b.html)
- Amosha, O. I. et al. "Industriia 4.0: napriamy zaluchennia investytsii z urakhuvanniam interesiv vitchyznianskykh vyrobnykiv" [Industry 4.0: Areas of Investment Attraction Taking Into Account the Interests of Domestic Producers]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, no. 3 (57) (2019): 189-216.
- Auschitzky, E., Hammer, M., and Rajagopaul, A. "How big data can improve manufacturing". McKinsey & Com-

- Kondratev, N. D. *Problemy ekonomicheskoy dinamiki* [Problems of Economic Dynamics]. Moscow: Ekonomika, 1989.
- [Legal Act of Ukraine] (2019).
- Li, L. "China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of «Made-in-China 2025» and «Industry 4.0»". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 135 (2018): 66-74.
- McKinsey Global Institute. *The internet of things: mapping the value beyond the hype*. McKinsey&Company, 2015.
- "Policy Responses to COVID19". IMF (2020). <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Policy-Responses-to-COVID-19#U>
- Peres, K. *Tekhnologicheskiye revolyutsii i finansovyy kapital: dinamika puzyrey i periodov protsvetaniya* [Technological Revolutions and Financial Capital: Dynamics of Bubbles and Periods of Prosperity]. Moscow: Delo, 2011.
- "Roadmap Smart Industry". 2016. <https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry>
- Reiman, M. et al. *Road2CPS. Priorities and Recommendations for Research and Innovation in Cyber-Physical Systems*. Steinbeis-Europa-Zentrum: Steinbeis-Edition, 2017.
- Ryzhkova, Yu. O. "Osoblyvosti realizatsii kontseptsii rozumnoi spetsializatsii v deiakykh krainakh svit" [Features of the Concept of Smart Specialization in Some Countries]. *Problemy nauky*, no. 1 (2015): 41-50.
- Skitsko, V. I. "Industriia 4.0 yak promyslove vyrobnytstvo maibutnyoho" [Industry 4.0 as the Industrial Production of the Future]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 5 (2016): 33-40.
- Vyshnevskiy, V. P. et al. *Tsyfrovizatsiia ekonomiky Ukrainy: transformatsiinyi potentsial* [Digitization of Ukraine's Economy: Transformation Potential]. Kyiv: Akadempriodyka, 2020.
- Vyshnevskiy, V. P., and Kniaziev, S. I. "Smart-promyslovist: perspektyvy i problemy" [Smart Industry: Prospects and Problems]. *Ekonomika Ukrainy*, no. 7 (2017): 22-37.
- Yerfort, I. Yu., and Zbarazska, L. O. "Polityka Kyrtaiu shchodo rozvytku smart-promyslovosti" [China's Smart Industry Development Policy]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, no. 1 (2017): 39-47.
- Yin, S., and Kaynak, O. "Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends". *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, no. 2 (2015): 143-136.
- Yegorov, I. *Smart Specialization for Ukraine: Preliminary Analysis*. Unpublished Report to JRC, Seville, Spain, September 2016.
- Yegorov, I., and Ryzhkova, Y. "Innovation policy and implementation of smart specialization in Ukraine". *Economy and Forecasting*, no. 3 (2018): 48-64.
- Yurchak, O. "Ukrainska stratehiia Industrii 4.0 - 7 napriamiv rozvytku" [Ukrainian Industry Strategy 4.0 - 7 Directions of Development]. 2019. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/01/02/ukrainska-strategiya-industrii-4-0-7-napriankiv-rozvytku/>
- Zbarazska, L. O. "Neoindustrializatsiia v Ukraini: kontsept natsionalnoi modeli" [Neo-industrialization in Ukraine: the Concept of the National Model]. *Ekonomika promyslovosti*, no. 3 (2016): 5-32.