

**Яненкова Ирина Георгиевна**

*доктор економічних наук, доцент,  
провідний науковий співробітник сектору цифрової економіки  
ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»*

**Яненкова Ирина Георгиевна**

*доктор экономических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник сектора цифровой экономики  
ГУ «Институт экономики и прогнозирования НАН Украины»*

**Ianenkova Iryna**

*Doctor of Economic Science, Assistant Professor,  
Leading Researcher of Digital Economy Sector  
State Organization «Institute for Economy and Forecasting of NAS Ukraine»*

## ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ «ІНДУСТРІЯ 4.0» В УКРАЇНІ

## ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИЯ 4.0» В УКРАИНЕ

## PRECONDITIONS OF CONCEPT INDUSTRY4.0 IMPLEMENTATION IN UKRAINE

**Анотація.** У статті висвітлено актуальні питання цифровізації економіки. Узагальнено наукові погляди щодо трактування сутності концепції Індустрія 4.0. Розроблено рекомендації стосовно її впровадження в Україні. Визначено ключові аспекти впровадження концепції Індустрія 4.0 в межах організації та для національної економіки в цілому.

**Ключові слова:** «Індустрія 4.0», концепція, цифровізація, економіка, технології, системи, виробництво.

**Аннотация.** В статье освещены актуальные вопросы цифровизации экономики. Обобщены научные взгляды на трактование сущности концепции Индустрия 4.0. Разработаны рекомендации относительно ее внедрения в Украине. Определены ключевые аспекты внедрения концепции Индустрия 4.0 в рамках организации и для национальной экономики в целом.

**Ключевые слова:** «Индустрия 4.0», концепция, цифровизация, экономика, технологии, системы, производство.

**Summary.** The article highlights the actual issues of digitization of the economy. Generalized scientific views on the interpretation of the essence of the concept Industry 4.0. Recommendations on its implementation in Ukraine have been developed. The key aspects of the implementation of the Industry 4.0 concept within the organization and for the national economy as a whole are determined.

**Key words:** «Industry 4.0», concept, digitalization, economy, technologies, systems, production.

**Н**аукові погляди на концепцію «Індустрія 4.0» різняться з огляду на фокус уваги на певних особливостях цифровізації економіки. Наприклад, McKinsey [1] визначає Індустрію 4.0 як оцифрування виробничого сектора з вбудованими датчиками практично у всіх компонентах продукту та виробничого обладнання, повсюдних кіберфізичних системах та аналізі всіх відповідних даних. Вона керована чотирма кластерами проривних технологій. Перший складається з даних,

обчислювальної потужності та з'єднання — одним з прикладів є малопотужні широкосмугові мережі. Аналітика та інтелект становлять другий, тоді як взаємодія між людиною та машиною — третій кластер, що включає, наприклад, інтерфейси дотику та розширену реальність. Четвертий — це цифро-фізичне перетворення: розширені робототехніка та 3D-друк є двома прикладами.

Найчастіше сутність концепції «Індустрія 4.0» у наукових дослідженнях трактують як:

- 1) *цифрову трансформацію* систем промислового виробництва від початку до кінця життєвого циклу продукції. (McKinsey, BCG та багато інших дослідників) [1–10];
- 2) *новий етап організації та контролю* стосовно ланцюжка доданої вартості протягом всього життєвого циклу продуктів, де зростаючий попит клієнтів на персоналізацію є рушійною силою та гнучкістю, а моделі послуг з використанням інформаційних технологій йдуть рука об руку з переходом до більш автономного прийняття рішень, зміною ролей для робочої сили, новими промисловими, організаційними та спільними парадигмами та кібер-фізичними системами, пов'язаними з безпекою шляхом проектування та перетворення даних з різних ІТ і ОТ-систем у інтелект (PwC) [11];
- 3) *Четверта промислова революція* — наступна велика «хвиля» економічної активності та інновацій на користь; зближення цифрових, людських та фізичних доменів, коли програмне забезпечення «їсть світ»; руйнівник існуючих силових структур (хто виграє і хто втрачає — питання далеко не вирішено); радикальний зсув майбутньої праці, освіти та навичок (це не людина проти машини ...); тригер для нового набору норм навколо технології та людства (ми змінюємо технології, технології змінюють нас). (WEF та ін.) [12–14];
- 4) *способи*, через які розумні, пов'язані технології вбудовуються в організації, а також у повсякденне життя людей. Ідея новачка може порушити установлену галузь, або широкий набір цифрових даних, доповнений штучним інтелектом, а складні моделі можуть конкурувати з досвідом, зібраним протягом багатьох років. Знання, які десятиріччями отримувала організація, стають більш доступними для нових організацій з меншим досвідом, але правильними технологіями. (Deloitte) [15].

У процесі дослідження встановлено, що первинними цілями в галузі Індустрії 4.0 — є, як правило, автоматизація, вдосконалення виробничих процесів та оптимізація продуктивності / виробництва; більш зрілі цілі — це інновації та перехід до нових бізнес-моделей та джерел доходу, особливо пов'язаних з інформацією та послугами.

У цифровому підприємстві дані, зібрані з фізичних систем, використовуються для запуску інтелектуальних дій у фізичному світі. Внаслідок зворотних зв'язків виникають великі можливості для нових продуктів та послуг, кращих способів обслуговування клієнтів, нових типів робочих місць та абсолютно нових бізнес-моделей. Відбувається зближення двох світів, які до теперішнього часу були роз'єднані: інформаційні технології (ІТ) та операційні технології (ОТ) з гіперпов'язаною цифровою індустрією, з'єднання цифрових та фізичних кібер-фізичних систем виробництва та промислового Інтернету речей як елементів четвертої промислової революції.

Як і в попередніх промислових революціях, вплив цих змін може призвести до проривів у різних галузях, підприємствах та громадах, що впливає не тільки на те, як ми працюємо, але й на те, як ми живемо та взаємодіємо між собою. Але на цей раз революція розвивається надзвичайно швидкими темпами, керованими технологіями, що розвиваються за експоненціальною швидкістю. На тлі демографічних змін і безпрецедентного глобального підключення — не лише технологічного, а й соціального та економічного — промисловість 4.0 може наголосити на більших можливостях, ніж у будь-яких попередніх революціях, і несе більший ризик.

Незважаючи на те, що концепція є дуже комплексною та складною, можна виокремити три основні тези:

- Концепція Індустрія 4.0 не обмежується лише безпосереднім виробництвом в компанії, але включає також повний ланцюжок вартості від постачальників до клієнтів та всіх бізнесових функцій підприємства;
- Індустрія 4.0 передбачає широку підтримку всього життєвого циклу систем, продуктів і серій, що поширюються як просторово, так і організаційно;
- Індустрія 4.0 — це спеціалізація Інтернету речей, що застосовується до виробничо-промислового середовища. Він передбачає збирання даних в режимі реального часу, що веде до вирішення проблеми аналізу величезних даних та кібербезпеки.

Доцільним, на нашу думку, є використання підходу до впровадження концепції Індустрія 4.0, що запропонувала Бостонська Консалтингова Група (BCG), і в основу якого покладено наступні імперативи [16]:

- сприйняття Індустрії 4.0 в якості стратегічної бізнес-теми, а не ІТ мегапроєкту;
- чітке управління трансформацією та координація діяльності (напр., через створення керівного комітету чи департаменту);
- забезпечення правильного балансу між централізованим управлінням та місцевим делегуванням повноважень (це особливо важливо, коли розробляються пілотні проєкти, оцінюються результати та приймаються рішення, які саме технології розгортати);
- визначення найкращого методу бюджетування (інвестувати в Індустрію 4.0 з централізованого чи місцевого бюджету або обрати гібридний підхід);
- постійний моніторинг новацій у темі Індустрії 4.0 (деякі з найсучасніших компаній створили партнерські відносини з дослідницькими центрами, фінансували стартапи, брали участь у відкритих інноваційних ініціативах або створювали екосистеми, щоб контролювати та вивчати нові технології).

Щоб максимально використовувати переваги цифрової трансформації для інновацій, зростання та соціального процвітання, країни зосереджують зусилля на політичних аспектах цифрових трансформацій, удосконаленні вимірювання та розробці основ комплексної політики на засадах цілісного підходу в межах держави. Незважаючи на значний прогрес у впровадженні національних цифрових стратегій (НЦС), координація в рамках ОЕСР залишається головною проблемою. Деякі країни ЄС поки що не мають посадовців чи органів влади високого рівня, які займаються цифровими справами та координацією НЦС. В Україні — навпаки — є і посадовці, і органи влади (напр., Державне агентство з питань електронного урядування, Комітет ВР з питань інформатизації та зв'язку), які опікуються питаннями цифровізації, але немає належним чином розробленої та затвердженої НЦС. Офіційно затверджені Стратегія сталого розвитку «Україна-2020» [17] та «Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року» [18] вже застаріли, оскільки не містять ані терміну «цифрова економіка», ані цілей цифровізації та способів їх досягнення. Розроблена у 2016 році «Цифрова адженда України-2020» [19] не була прийнята, оскільки не відповідала за структурою: в ній не конкретизовано цілі, завдання, принципи, пріоритети цифровізації та відповідно, не визначено, яким чином вони мають бути реалізовані. Позитивним зрушенням є схвалення Кабінетом Міністрів України у січні 2018 року «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 рр.» [20] та затвердження плану заходів щодо її реалізації. Перевагами цієї Концепції є наголос на ключових елементах та сферах цифровізації, що дозволяє розробити на її основі НЦС. План заходів щодо реалізації Концепції містить дуже важливі та необхідні завдання, виконання яких значно прискорить і полегшить проведення цифрових трансформацій в національній економіці. Недоліками Концепції вважаємо не зовсім логічну послідовність викладення матеріалу (наприклад, визначення терміну «цифровий розвиток» передую визначенню терміну «цифрова економіка»), відсутність повноти охоплення сучасних трендів цифрової трансформації економіки (наприклад, поза увагою залишилися хмарні технології, штучний інтелект, адитивні технології).

Погоджуємось із спікерами Парламентського круглого столу «Стратегія розвитку промисловості України» [21], що часу на розробки стратегічних ініціатив вже немає. Процес деіндустріалізації в країні це наочно підтверджує.

Таким чином, для вирішення проблеми розробки стратегій цифровізації (у першу чергу — національної та для промисловості) пропонуємо органам виконавчої влади, які відповідальні за цифровізацію національної економіки терміново вирішити наступні завдання:

- розробити та затвердити Національну Цифрову Стратегію (це можна зробити, узявши за основу проект Стратегії сталого розвитку України на період до 2030 року [22] та з врахуванням положень «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 рр.»);
- доопрацювати та затвердити проект «Стратегії розвитку промисловості України» [23] (на наше переконання, цифровізація економіки в Україні має починатися з пріоритетних галузей промисловості, що дозволить отримати максимальний ефект із поширенням його на інші галузі та сфери економіки);
- розробити комплекс заходів щодо модернізації національної системи освіти для приведення у відповідність якості та кількості освітніх послуг із наявними та майбутніми потребами цифрової економіки.

Визначені нами завдання вважаємо ключовими та першочерговими, які потребують згуртованої роботи органів влади, науковців, галузевих асоціацій (представників бізнесу). Виконання цих завдань дозволить у короткостроковому періоді пригальмувати темпи деіндустріалізації, а згодом і забезпечити зростання промисловості, а також і національної економіки.

Дослідження показали, що в цілому, керівники в усьому світі перебувають на ранніх стадіях підготовки своїх організацій до використання всього потенціалу Індустрії 4.0. У міру їхнього прогресу існують можливості зміцнення ключових зв'язків, які надають перевагу їхнім клієнтам і працівникам, їхнім організаціям, громадам та суспільству.

Найважливішими аспектами впровадження концепції Індустрія 4.0 в межах організації вважаємо аналогічні, як і для економіки країни в цілому:

- 1) Стратегія. Застосування цілісного підходу до стратегічного планування з дослідженням того, як основні можливості можуть бути посилені новими для розробки нових продуктів та послуг, а також для створення нових цінностей для більш широкого кола зацікавлених сторін.
- 2) Компетенції і робоча сила. Встановлення пріоритетом підготовку робітників для опанування промисловості 4.0 шляхом створення культури навчання і спільної роботи, а також створення можливостей навчання як в межах організації, так і зовні її.
- 3) Технології. Перегляд технологій як найпотужнішого фактору, що відрізняє організацію у світі Індустрії 4.0, та інвестування в інтеграцію нових програм, які можуть підтримувати нові бізнес-моделі. Найголовніше — зрозуміти, що технології Індустрії 4.0 не повинні обмежуватися лише однією частиною організації; вони повинні бути інтегровані через всю організацію, щоб краще підтримувати широкий спектр обов'язків та зацікавлених сторін, необхідних для процвітання в світі Індустрії 4.0.

Цифрові інновації та нові бізнес-моделі стимулюють трансформацію, включаючи роботу та торгівлю. Інновації, нові бізнес-моделі та цифрові додатки змінюють роботу науки, урядів, міст та сфер економіки, як, наприклад, охорона здоров'я та сільське господарство. Політики країн щодо підтримки цифрових інновацій мають тенденцію зосереджуватися на інноваційних мережах, доступу до фінансування та використання даних (повторного використання), але приділяють меншу увагу інвестиціям у ІКТ, накопиченому знаннями капіталу та аналізу даних. Ефекти цифрового перетворення проявляються в руйнуванні та створенні робочих місць у різних секторах, появі нових форм роботи та перебудові торговельного ландшафту, зокрема, у сфері послуг. У відповідь на це багато урядів переглядають трудові закони та торгові угоди.

Ефективне використання ІКТ у житті та на роботі потребує більш спеціалізованих та загальних цифрових навичок. Тим часом загальні цифрові навички є недостатніми серед багатьох працівників, котрі використовують ІКТ щодня, а також основні навички ІКТ, такі як вирішення проблем та комунікація, які все більше необхідні для адаптації до цифрових робочих місць.

«ІТ-персонал» займає друге місце серед десяти робочих місць, які роботодавці мають труднощі з наповненням, особливо у сфері послуг, хоча дефіцит знань спеціалістів у сфері ІКТ здебільшого обмежений лише деякими країнами, принаймні в Європі. Кілька країн ЄС реалізують програми, що відповідають сучасним пріоритетам у галузі ІКТ, з очікуваними потребами у кваліфікації, однак лише деякі з них вже затвердили стратегію навичок використання ІКТ. [24]

Незважаючи на поточні наслідки кризи, послуги з інформаційних технологій продовжують зростати та стимулювати позитивний прогноз. Після глобальної економічної кризи додана вартість в галузі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в цілому в ОЕСР зменшилася у відповідності до загальної доданої вартості. Проте в секторі ІКТ додана вартість у телекомунікаційних службах та у виробництві комп'ютерів та електроніки зменшилася, а в службах інформаційних технологій (ІТ) збільшилася, і залишається незмінною у видавництві програмного забезпечення. Очікується, що ці контрастні тенденції, які відображають рівень зайнятості ІКТ в ОЕСР, будуть продовжуватися протягом найближчих років, оскільки частка вен-

чурного інвестування в ІКТ — індикатор очікувань бізнесу — повертається до піку 2000 року. Сектор ІКТ залишається ключовим фактором інновацій, що становить найбільшу частку витрат на дослідження та розробку ОЕСР, а також понад третину загальної кількості заявлених патентів у всьому світі. [24]

В Україні ІТ-галузь формує 3,4% ВВП та займає третю позицію за обсягом експорту. З 2011 року український ринок програмного забезпечення зріс у понад двічі. Зростання цього ринку відбувалося і після кризи 2013–2014 років, коли інші галузі економіки демонстрували падіння. З 2011 по 2016 рік внесок ІТ у ВВП країни зріс з 0,6 до 3,3%. [25] Разом з тим, однією з головних проблем галузі залишається відсутність розробленої та затвердженої стратегії розвитку галузі ІТ, освітніх програм щодо цифрових компетенцій та навичок майбутніх фахівців. Поточний рівень технічної освіти не відповідає існуючим запитам галузі. Немає державної програми розвитку технологічного сектору на найближчі 5 або 10 років. Все це, а також масовий відплив кваліфікованих фахівців та молоді за кордон створює загрози для стабільного зростання провідної галузі країни.

Ключовою тенденцією цифровізації є розробка платформ, що підтримують технології, які поєднують в собі як попит, так і пропозицію, щоб порушити існуючі структури промисловості, такі, як ті, що ми бачимо в рамках «спільної» економіки або економіки «за запитом». [26] Ці технологічні платформи, прості у використанні через смартфон, привертають людей, активи та дані, створюючи таким чином абсолютно нові способи споживання товарів та послуг. Крім того, вони знижують бар'єри для бізнесу та окремих осіб для створення багатства, зміни персонального та професійного середовища працівників.

Таким чином, Індустрія 4.0 дає організаціям можливість скористатися мережевими, автоматизованими та керованими даними, автономними та пізнавальними цифровими та фізичними технологіями для створення дійсно інноваційних бізнес-рішень, а не просто використання технології для покращення тих же старих способів ведення бізнесу. Але в процесі цей ефект може розповсюджуватись на все те, з чим стикається організація. Тому важливо розуміти основні зв'язки між бізнесом та потребами суспільства; між фінансовими результатами та інноваційними стратегіями; між продуктивністю робочої сили та почуттям стабільності та добробуту людей; між інтеграцією існуючих технологій та створенням абсолютно нових рішень.

#### Література

1. Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector McKinsey Digital (2015) — [Electronic resource]. — Mode of access: [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf)
2. Scalabre O. (2015) Embracing Industry 4.0 — and Rediscovering Growth — [Electronic resource] / BCG — Mode of access: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>

3. Przemysław Zawadzki, Krzysztof Żywicki (2016) Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept / *Management and Production Engineering Review* Volume 7. — No 3. — September 2016. — pp. 105–112.
4. Wollschlaeger M., Sauter T.; Jasperneite J (2017) The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0 / *IEEE Industrial Electronics Magazine*. — Volume: 11, Issue: 1, March 2017. — pp. 17–27.
5. Duong Oesterreich T., Teuteberg F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry / *Computers in Industry*. — Volume 83, December 2016, Pages 121–139.
6. Xiaomin Li, Di Li, Jiafu Wan, Athanasios V. Vasilakos (2017) A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0 // *Wireless Networks*. — January 2017, Volume 23, Issue 1, pp. 23–41.
7. Stock T., Seliger G (2016) Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0 / *Procedia CIRP*. — Volume 40, 2016, Pages 536–541.
8. Liao Y., Deschamps F., de Freitas Rocha Loures E., Pierin Ramos L.F (2017) Past, present and future of Industry 4.0 — a systematic literature review and research agenda proposal / *International Journal of Production Research*. — Volume 55, 2017. — Issue 12. — pp. 3609–3629.
9. Gilchrist A. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things / *Apress*, Jun 28, 2016. — 250 p.
10. Gorecky D., Schmitt M., Loskyll M., Zühlke D (2014) Human-machine-interaction in the industry 4.0 era // *Industrial Informatics, 2014 12th IEEE International Conference* 27–30 July 2014, Porto Alegre, Brazil.
11. Industry 4.0: Building the digital enterprise (2016 Global Industry 4.0 Survey) — [Electronic resource] / PwC — Mode of access: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
12. Schwab K. (2015) 5 ways of understanding the Fourth Industrial Revolution — [Electronic resource]. — Mode of access: <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/5-ways-of-understanding-the-fourth-industrial-revolution/>.
13. Hermann M., Pentek T., Otto B (2016) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios / *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference* 5–8 Jan. 2016, Koloa, HI, USA.
14. Pisching M., Junqueira F., Santos Filho D., Miyagi P. (2015) Service Composition in the Cloud-Based Manufacturing Focused on the Industry 4.0 / *DoCEIS2015: Technological Innovation for Cloud-Based Engineering Systems*. — pp. 65–72.
15. Industry 4.0 — are you ready? / *Deloitte Review*, Issue 22, Jan. 2018.
16. Brunelli J., Lukic V., Milon T., Tantardini M. Five Lessons from the Frontlines of Industry 4.0 (2017) [Electronic resource] / BCG — Mode of access: [http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Five-Lessons-from-the-Frontlines-of-Industry-4.0-Nov-2017\\_tcm9-175989.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Five-Lessons-from-the-Frontlines-of-Industry-4.0-Nov-2017_tcm9-175989.pdf).
17. Стратегія сталого розвитку «Україна — 2020»: Указ Президента України від 12.01.2015 р. № 5/2015 // *Офіційний вісник Президента України*. — 2015. — № 2.
18. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року Кабінет Міністрів України; Постанова, Стратегія, Перелік від 06.08.2014 № 385 [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF>
19. Проект Цифрова адженда України — 2020 («Цифровий порядок денний» — 2020) — [Електронний ресурс] — К.: ГС «Хай-тек офіс Україна», 2016. — 90 с. — Режим доступу: <https://ucsi.org.ua>.
20. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 рр. — [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-cifrovoyi-ekonomiki-ta-suspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennya-planu-zahodiv-shodo-yiyi-realizaciyi>
21. Матеріали Парламентського Круглого Столу «Стратегія розвитку промисловості України», 14 березня 2018 р., м.Київ. — [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.facebook.com/events/886648714837422/permalink/892063087629318/>
22. Стратегія сталого розвитку України на період до 2030 року (Проект Версія 3.2. станом на 05.12.2016 р.) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.ua.undp.org/content/.../ukraine/.../SD%20Project\\_Ukraine\\_version%203-2-](http://www.ua.undp.org/content/.../ukraine/.../SD%20Project_Ukraine_version%203-2-).
23. Стратегія розвитку промисловості (Проект) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://issuu.com/mineconomdev/docs/\\_\\_\\_\\_\\_ip\\_strategy\\_\\_\\_\\_\\_1\\_](https://issuu.com/mineconomdev/docs/_____ip_strategy_____1_).
24. OECD (2017), *OECD Digital Economy Outlook 2017*. — OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en>.
25. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>.
26. Schwab K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution*. Foreign Affairs [online] Available at: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> [Accessed 12 Jul. 2017].