

DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.97](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.97)

УДК 338.2:65.01:658.5

*О. І. Гринюк,
к. е. н., доцент кафедри фінансів,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
ORCID ID: 0000-0001-7390-1174*

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ У КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ INDUSTRY 4.0: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ, БАР'ЄРИ ТА РИЗИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ

*O. Gryniuk
PhD in Economics, Associate professor at Department of Finance,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS ENTITIES IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0 CONCEPT: CURRENT TRENDS, BARRIERS AND RISKS OF IMPLEMENTATION

У статті встановлено, що пандемія Covid-19 пришвидшила процеси цифрової трансформації, тим самим ще більше актуалізувала потребу ґрунтовного дослідження бар'єрів та ризиків впровадження технологій Індустрії 4.0. Автором представлено ретроспективу Індустрії 4.0 та основні технології, які впроваджуються в рамках реалізації концепції цифрової трансформації. Відзначено, що під час розроблення проекту імплементації технологій Індустрії 4.0 важливим етапом є ідентифікація бар'єрів їх ефективного впровадження. Автором окреслено такі основні переешкоди запровадження цифрових технологій суб'єктами господарювання в сучасних умовах: невідповідність навичок керівників суб'єкта господарювання, відсутність розуміння перспективних майбутніх операційних процесів, відсутність цілісного бачення, потреба вкладення значних фінансових ресурсів та складнощі в оцінюванні майбутніх економічних вигод від впровадження технологій Індустрії 4.0, відсутність або ж невідповідність інфраструктури, низький рівень інтеграції ланцюга формування вартості, відсутність або ж невідповідність стандартів та норм захисту інформації, дефіцит необхідних навичок у працівників та супротив змінам. Описано технології Індустрії 4.0 за пріоритетністю їх впровадження до 2025 року за секторами економіки. Встановлено, що найбільш пріоритетними технологіями надалі будуть хмарні обчислення, аналітика великих даних та електронна торгівля. Ідентифіковано ключові ризики впровадження технологій Індустрії 4.0, зокрема інвестиційні, інноваційні, інформаційні ризики, ризики законодавчо-адміністративного характеру, людського капіталу та стандартів.

The article establishes that the Covid-19 pandemic has accelerated digital transformation processes, thereby further actualizing the need for a thorough study of the barriers and risks of implementing Industry 4.0 technologies. The author presents a retrospective of Industry 4.0 and the main technologies that are being implemented as part of implementing the digital transformation concept. It is noted that when developing a project for the implementation of Industry 4.0 technologies, it is necessary to study the barriers to their effective implementation. A deep understanding of the obstacles

that business entities face on the path of digital transformation forms the basis for the project's viability for its implementation. The following main obstacles to the introduction of digital technologies by business entities in the current conditions are identified: lack of skills of business entity managers, lack of understanding of promising future operational processes, lack of holistic vision, the need to invest significant financial resources, and difficulties in assessing future economic benefits from the introduction of Industry 4.0 technologies, lack or inconsistency of infrastructure, low level of integration of the value chain, lack or inconsistency of standards and norms of Information Protection, lack of necessary skills for workers and resistance to change. It is noted that the digital transformation project will be significantly influenced by the digital "maturity" of the economic sector. The priority of their implementation describes industry 4.0 technologies until 2025 by economic sectors. It is established that the most priority technologies in the future will be cloud computing, big data, and e-commerce. The author examines the classification of Industry 4.0 risks based on various criteria. The key risks of implementing Industry 4.0 technologies at the stage of implementation of the digital transformation project, in a particular investment, innovation, information risks, legislative and administrative risks, human capital, and standards, are identified.

Ключові слова: бар'єри; ризик; Covid-19; цифровізація; цифрова трансформація; Індустрія 4.0.

Keywords: barriers; risk; Covid-19; digitalization; digital transformation; Industry 4.0.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Цифровізація реального сектору економіки є головною складовою частиною цифрової економіки та визначальним чинником зростання економіки в цілому, зокрема і самої цифрової індустрії, як виробника технологій [1]. Пандемія Covid-19 підкреслила важливість цифрової економіки в сучасних умовах, пришвидшила проекти цифрової трансформації. Відповідно до звіту Всесвітнього економічного форуму «Робота майбутнього», протягом останніх років спостерігається прискорення впроваджень технологій Індустрії 4.0 [2]. Уже на початку 2020 року суб'єкти господарювання змушені були переосмислити усталені раніше методи роботи, здійснити пошук нових шляхів трансформації, нових моделей управління бізнесом. Діджиталізація стала стратегічним вектором розвитку багатьох суб'єктів господарювання. Так, відповідно до досліджень KMPG, в якому взяли участь 74 управлінців, які працюють у 11 різних галузях економіки, в Україні 39% керівників суб'єктів господарювання (у світі – 81%) стверджують, що пандемія Covid-19 пришвидшила діджиталізацію операційної діяльності й створення операційної моделі наступного покоління, окрім того 88% респондентів в Україні та 77% у світі й надалі розбудовуватимуть інструменти цифрової співпраці й комунікацій, впроваджені внаслідок пандемії [3]. З огляду на наведе вище, питання цифрової трансформації, перешкод та ризиків реалізації її проектів є актуальним та потребує дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. У наукових працях, які присвячені дослідженню концепції Індустрії 4.0 (I4.0), увага здебільшого приділена можливостям, які відкриваються перед суб'єктами господарювання від впровадження нових технологій. Однак впровадження технологій Індустрії 4.0 несе з собою не тільки можливості, але й реальні загрози та ризики. Система управління ризиками суб'єктів господарювання у таких умовах повинна враховувати нові ризики, які виникають у процесі цифрової трансформації. Зважаючи на новизну концепції Індустрії 4.0, праць, які відображали б результати ґрунтовних досліджень бар'єрів та ризиків впровадження її технологій, не так багато, особливо вітчизняних учених. Дослідженням вказаних вище аспектів займалися такі іноземні вчені, як Patel S., S[hröder M., Indorf M., Wolfgang K., Vollmar F. Стаття Вітлінського В. В. та Скілько В. І. [16] була однією із перших вітчизняних наукових робіт, які присвячені ризикам Індустрії 4.0. Дослідженням цього наукового напрямку також займалися й інші вітчизняні вчені, зокрема Амоша О. І., Вишневський В. П., Вієцька О. В., Гаркушенко О. М., Князев С. І., Краус К. М., Краус Н. М., Лях О. В., Ткачук Г. О., Чекіна В. Д., Череватський Д. Ю.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є визначення основних бар'єрів та ризиків впровадження технологій Індустрії 4.0.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки [1], цифровізація – насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливило інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір.

Індустрія 4.0 – оновлена концепція «розумного виробництва», що ототожнюється з «Четвертою промисловою революцією» та появою кіберфізичних систем. Індустрія 4.0 – наступний етап цифровізації виробництв та промисловості, на якому головну роль відіграють такі технології та концепти, як Інтернет речей, «великі дані» (Big data), «предиктивна аналітика», хмарні та туманні обчислення, «машинне навчання», машинна взаємодія, штучний інтелект, робототехніка, 3D-друк, доповнена реальність [1]. У рамках концепції Індустрії 4.0 виробництво знаходиться у зоні цифрової трансформації, виходячи за рамки застосування виключно інформаційних технологій та автоматизації виробництва (рис. 1).

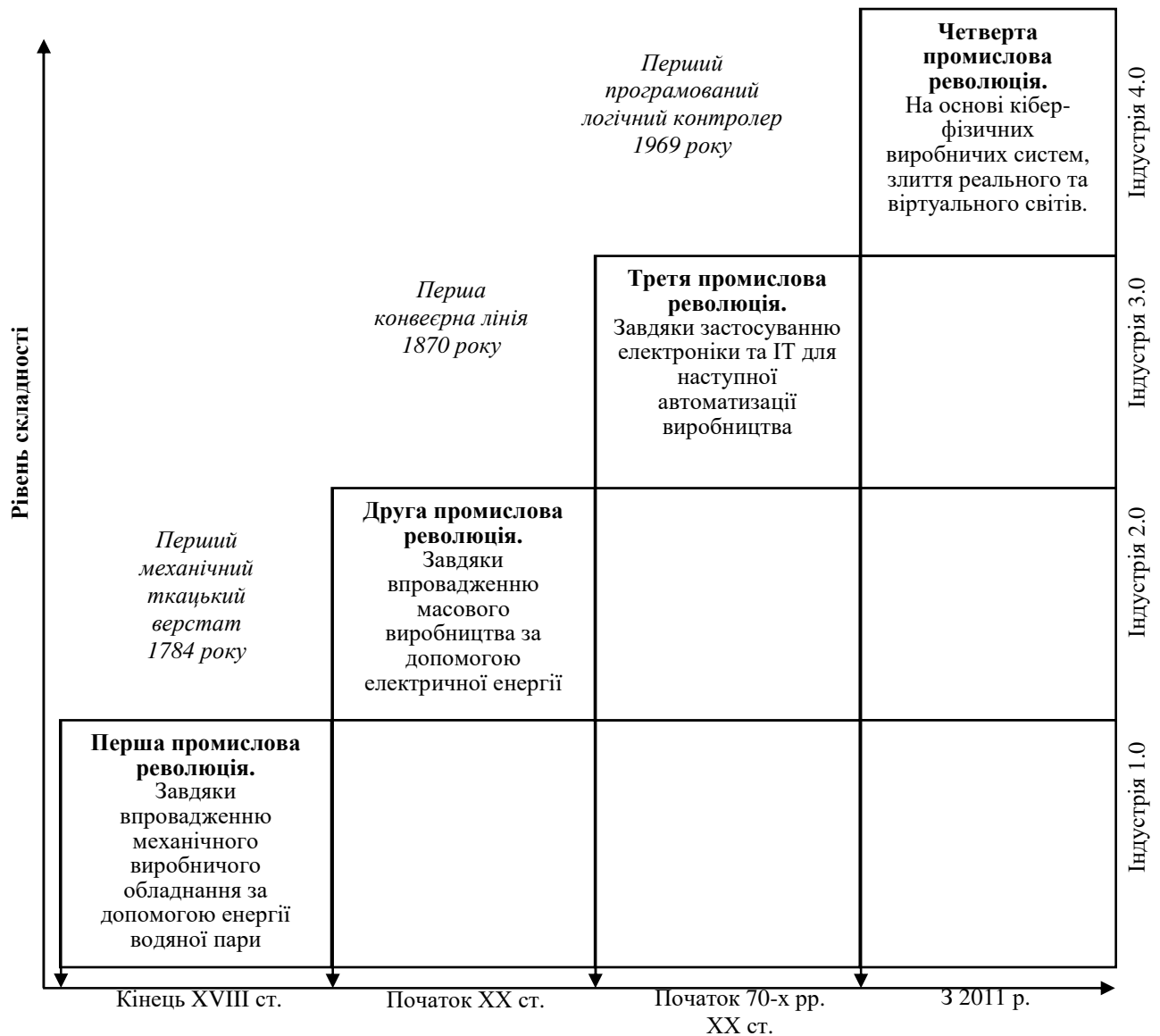


Рис. 1. Ретроспектива Індустрії 4.0

Джерело: сформовано автором на основі [4]

Автоматизація виробництва реалізується уже давно, цифровізація ж – у рамках Четвертої промислової революції, вона є базисом ефективного функціонування суб'єкта господарювання, завдяки здатності технологій позитивно впливати на оптимізацію витрат, виявлення вузьких місць бізнес-процесів, прослідковування закономірностей та забезпечення прогнозування.

Метою Індустрії 4.0 є підвищення ефективності та результативності управління та конкурентоспроможності підприємств на основі зближення фізичного та віртуального світу, тобто формування кіберфізичних систем. Індустрія 4.0 акцентує увагу на кіберфізичних системах виробництва, інтегрує інтелектуальні технології та системи передачі даних, тим самим сприяючи підвищенню гнучкості та стійкості суб'єктів господарювання. Очікується, що за результатами трансформацій підприємства стануть «цифровими», з фізичними продуктами в основі, доповнені цифровим інтерфейсом та інноваційними послугами.

Основними характеристиками Індустрії 4.0 згідно з [4, с. 6], є:

- 1) вертикальна мережа інтелектуальних виробничих систем;
- 2) горизонтальна інтеграція через нове покоління мереж ланцюга створення вартості;
- 3) інженерна підтримка всього ланцюга створення вартості;
- 4) прискорення завдяки застосуванню експоненціальних технологій.

У рамках Індустрії 4.0 впроваджуються різноманітні технології. Так, Gallo T., Cagnetti C., Silvestri C. та Ruggieri A. виділяють наступні технології Індустрії 4.0, а саме Інтернет речей (Internet of Things, IoT), обробку значного за розміром масиву різномірних даних (Big Data), хмарні обчислення (Cloud computing), кіберфізичні системи (Cyber-physical systems), роботи, робототехніку (Robots), технології (ті, що дають змогу проаналізувати внесок окремих технологій сектору 4.0), процеси (ті, що дають змогу вивчити безпеку бізнес-процесів підприємства) сектору 4.0 [5]. Натомість Hignman M., Benesova A., Steiner F., Tura J. стверджують, що концепція Індустрії 4.0 передбачає використання автономних роботів, інтернет речей, обробку значного за розміром масиву різномірних даних, цифрових близнюків, горизонтальну та вертикальну системну інтеграцію, хмарні обчислення,

кібербезпеку, адитивні технології, віртуальну реальність [6]. Даний перелік є набагато більшим, ніж представлений вище, окрім того, технології постійно вдосконалюються, з'являються нові. Розглянемо основні з них.

Кіберфізичні системи – це розумні (інтелектуальні) системи (smart systems), які складаються з фізичних та обчислювальних (апаратне та програмне забезпечення) компонент, що утворюють одне ціле в їх системній взаємодії та дозволяють відчувати зміни стану реального світу [7]. Кіберфізичні системи містять розумні (інтелектуальні) машини (smart machines), системи зберігання та виробничі потужності, які здатні автономно обмінюватися інформацією, ініціювати дії та контролювати функціонування одне одного [7]. Кіберфізичні системи є ключовою технологічною складовою концепції Індустрії 4.0. Вони дозволяють отримувати та контролювати інформацію для автоматизації та віртуалізації процесів, впливу на виробничі системи та визначення кількості працівників, необхідних для забезпечення потреб виробництва в рамках концепції Індустрії 4.0. Концепція Індустрії 4.0. забезпечує планування у режимі реального часу разом із динамічною самооптимізацією. Кіберфізичні системи постійно обмінюються інформацією щодо рівня запасів, несправностей, а також змін у замовленнях та рівні попиту. Процеси та терміни їх виконання узгоджуються з метою підвищення ефективності, оптимізації пропускну здатності, завантаження потужностей та дотримання відповідної якості виробництва, збуту та закупівель [4].

Інтернет речей є однією із ключових технологій Індустрії 4.0 разом з кіберфізичними системами, в межах якої Інтернет використовується для обміну інформацією не тільки між людьми, але й між різними машинами, пристроями, датчиками.

Хмарні обчислення – це інтернет-клієнт-серверна архітектура, де чисельні застосунки та сервіси мають свій хостинг і надаються через інтернет замість того, щоб утримувати всю необхідну інфраструктуру, сервісне програмне забезпечення та обслуговуючий персонал [8].

До технологій Індустрії 4.0 відносять також обробку значного за розміром масиву різнорідних даних, завдяки аналізу якого можна дослідити зв'язок між різними явищами та спрогнозувати майбутні. Великі дані від простого масиву інформації відрізняються наявністю неструктурованих даних.

Штучний інтелект – здатність комп'ютера або робота виконувати завдання, притаманні людині. Інше значення – наука, що прагне симулювати поведінку людини на комп'ютері [8].

Блокчейн – це розподілений реєстр, заснований на сучасних криптографічних алгоритмах, що містить базу даних про всі раніше здійснені операції, який носить децентралізований характер, і що міститься в публічних джерелах Мережі. Це структурована система з певними правилами побудови ланцюжків трансакцій і доступу до інформації [9, с. 38].

Увага до робототехніки як ще одного інструменту Індустрії 4.0 зростає протягом останніх років завдяки їх здатності виконувати не тільки повторювані, однотипні за змістом, але й складніші операції.

Впровадження технологій Індустрії 4.0 є складним процесом, який можна розглядати як проект, реалізація якого включатиме такі основні етапи [10]:

- визначення візії майбутнього та формування стратегії суб'єкта господарювання для впровадження І4.0;
- ідентифікація та опис бізнес-процесів;
- імплементація повноцінної інформаційної системи (системи планування ресурсів підприємства (ERP), управління корпоративними ресурсами і зовнішніми зв'язками (EPR II) та збір виробничих даних;
- оцифрування зібраних даних, створення цифрового двійника, зміна налаштувань засобів або ж придбання нових (на основі інформації, одержаної від цифрового близнюка);
- горизонтальна інтеграція;
- аналіз даних та вертикальна інтеграція;
- «автономне» виробництво та логістика.

Під час розроблення проекту цифрової трансформації необхідно дослідити перешкоди ефективного впровадження технологій Індустрії 4.0. Глибоке розуміння того, які перешкоди постають перед суб'єктами господарювання на шляху цифрової трансформації, формує підвалини життєздатності проекту її впровадження і тим самим дає змогу реалізувати потенціал довгострокового зростання.

Так, у звіті Всесвітнього економічного форуму «Робота майбутнього» зазначено, що перешкодами на шляху впровадження нових технологій є [2, с. 35]:

- нестача кваліфікованих спеціалістів на ринку праці (так стверджують 55,4% компаній, що взяли участь в опитуванні);
- неспроможність залучити необхідних спеціалістів (46,7%);
- «прогаліни» в навичках керівників суб'єкта господарювання (41,4%);
- недостатнє розуміння можливостей, одержаних від впровадження технологій (38,9%);
- негнучка законодавчо-нормативна база (33,0%);
- дефіцит інвестиційного капіталу (32,3%);
- недостатня гнучкість при прийнятті та звільненні працівників (26,3%);
- недостатня зацікавленість керівників суб'єкта господарювання у впровадженні технологій (17,9%);
- інші чинники (5,3%).

Згідно із дослідженнями КМРГ, в Україні 22% керівників суб'єктів господарювання найбільшим викликом на тлі посилення цифрових перетворень вважають нестачу капіталу для прискорення прогресу, в той час як у світі – лише 7% [3]. У той час як у світі 33% керівників компаній найбільшим викликом вважають відсутність розуміння перспективних майбутніх операційних процесів, які не є лише короткотерміновою реакцією на пандемію, в той час як в Україні – 14%.

На основі проведеного аналізу праць вітчизняних та зарубіжних вчених та результатів досліджень КМРГ, нами виявлено наступні бар'єри впровадження технологій Індустрії 4.0:

- невідповідність навичок керівництва суб'єкта господарювання;
- відсутність розуміння перспективних майбутніх операційних процесів;
- відсутність цілісного бачення;
- потреба вкладення значних фінансових ресурсів та складнощі в оцінюванні майбутніх економічних вигод від впровадження технологій Індустрії 4.0;
- відсутність або ж невідповідність інфраструктури;
- низький рівень інтеграції ланцюга формування вартості;
- відсутність або ж невідповідність стандартів та норм захисту інформації;
- дефіцит необхідних навичок у працівників;
- супротив змінами.

Характер прояву виявлених бар'єрів представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.
Бар'єри впровадження технологій Індустрії 4.0

№ з/п	Назва	Характер прояву
1	Невідповідність навичок керівництва суб'єкта господарювання	У цьому контексті мова йде як про недостатнє розуміння впливу технологічних інновацій, так і терміновості необхідних змін. Зовнішнє середовище вимагає швидких управлінських рішень, загострює увагу на динамічному інвестуванні.
2	Відсутність розуміння перспективних майбутніх операційних процесів	Складнощі у визначенні, впровадження яких технологій І4.0 є лише короткотерміновою реакцією на пандемію Covid-19, а які відповідають комплексній стратегії цифровізації. Суб'єктам господарювання потрібно зрозуміти чи зміни пов'язані з пандемією Covid-19 і є тимчасовим ефектом, чи свідчать про появу постійної тенденції.
3	Відсутність цілісного бачення	Необхідність розроблення комплексної стратегії цифровізації. Трансформації в компаніях реалізуються через функціонально розрізнені проекти з використанням різних технологій. Цифровізація ж повинна бути системною та глибинною. Небагатьом вдається розробити цілісний взаємозв'язок між сучасними «проривними» інструментами і комплексною стратегією цифровізації [11, с. 31].
4	Потреба вкладення значних фінансових ресурсів та складнощі в оцінюванні майбутніх економічних вигод від впровадження технологій Індустрії 4.0	Складнощі у залученні значного обсягу фінансових ресурсів для впровадження нових технологій у зв'язку з нестачею власних.
5	Відсутність / невідповідність інфраструктури	Складнощі поєднання нових технологій із застарілими системами. Низька якість Інтернет-зв'язку, відсутність або ж низька якість «технологічної» трансформації бізнесу (автоматизації бізнес-процесів, автоматизації бізнес-комунікацій, застосування єдиного електронного документообігу, забезпечення підрозділів сучасними ІТ-обладнанням). Відсутність належної цифрової інфраструктури унеможливує або ж сповільнює трансформаційні процеси.
6	Низький рівень інтеграції ланцюга формування вартості	Інтеграція ІоТ є однією із ключових проблем впровадження концепції І4.0 через несумість технологій та складність інтеграції різних технологій та систем в рамках створення кіберфізичної системи.
7	Відсутність / невідповідність стандартів та норм захисту інформації	Через відсутність / невідповідність стандартів інформаційної безпеки (та ін. стандартів) існують проблеми інтеграції мереж створення доданої вартості з врахуванням стандартів.
8	Дефіцит необхідних навичок у працівників	Потрібні навички працівників для ефективного функціонування суб'єктів господарювання постійно трансформуються. Відсутність навичок роботи з цифровими технологіями є одним з ключових бар'єрів впровадження технологій І4.0. У зв'язку з цифровізацією змін зазнають як склад, кількість, так і ролі працівників.
9	Супротив змінам / опір усталеної культури компанії	Небажання змінюватись – як на рівні топ-менеджменту, так і на рівні робітників через відсутність довіри, страх втрати роботи у зв'язку зі змінами, викликаними впровадженням технологій. Змін потребуватимуть і функціональні обов'язки керівників суб'єктів господарювання. Так, 68% керівників глобальних компаній вже у 2017 році вжили заходи щодо зміни своїх функціональних обов'язків, а в 25% організаціях введено посаду директора з цифрових технологій (Chief Digital Officer) [12, с.23].

Джерело: сформовано автором на основі [2, 3, 11-14]

Відтак, проєкт цифрової трансформації різнитиметься у кожному секторі економіки, як за строками реалізації, так і за набором впроваджуваних технологій Індустрії 4.0. На це суттєво впливатиме ряд факторів, зокрема цифрова «зрілість» сектору економіки, суб'єкта господарювання, розмір фінансових ресурсів, спрямований на впровадження нових технологій, організаційні особливості, бізнес-культура та ін.

Виділяють п'ять етапів цифрової трансформації [12]:

- 1) «знайомі» з цифровими технологіями;
- 2) початок цифровізації;
- 3) цифрове масштабування;
- 4) цифрова інтеграція;
- 5) працюють в цифровому форматі.

«Зрілість» секторів економіки з позиції рівня цифровізації представлено нами нижче на рисунку 2.

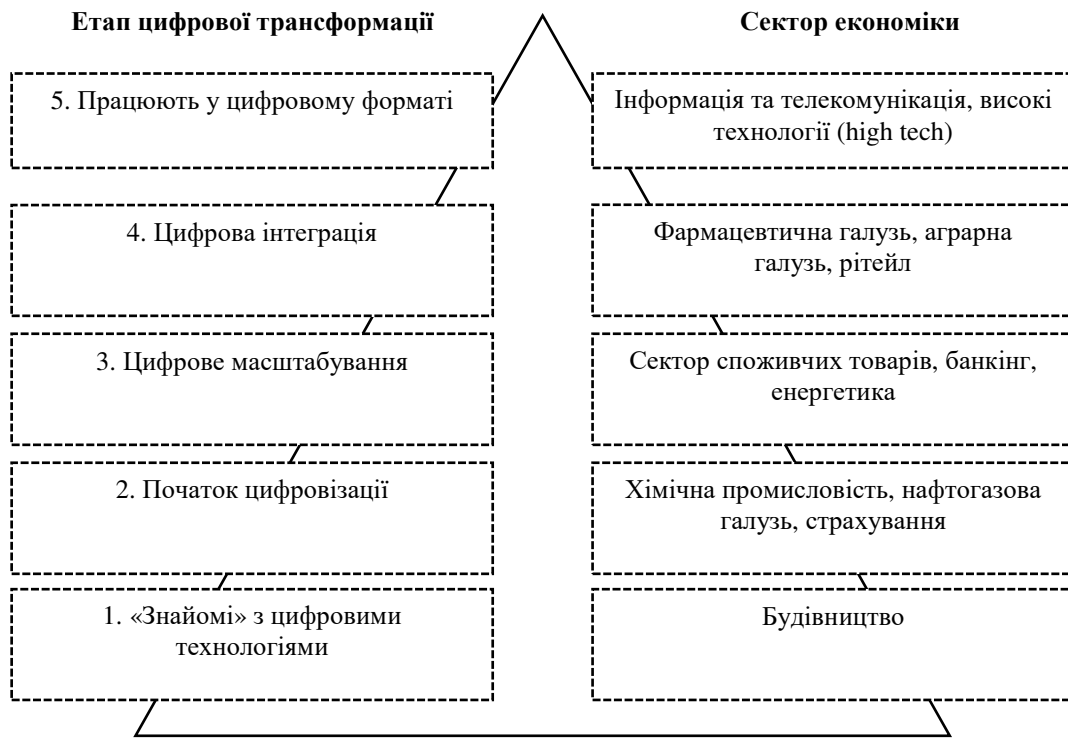


Рис. 2. «Зрілість» секторів економіки з позиції рівня цифровізації

Джерело: сформовано автором на основі [12, с. 37]

Варто зазначити, що ймовірність впровадження однієї й тієї ж технології Індустрії 4.0 різняться за секторами економіки. Технології Індустрії 4.0, відповідно до ймовірностей їх впровадження до 2025 року за секторами економіки, представлено нижче у таблиці 2.

Так, відповідно до звіту Всесвітнього економічного форуму «Робота майбутнього», хмарні обчислення, аналітика великих даних та електронна торгівля є найбільш пріоритетними технологіями, що впроваджуватимуться протягом наступних п'ятих років. Також спостерігається значне зростання уваги до кібербезпеки та криптографічного захисту інформації, негуманоїдних роботів та штучного інтелекту.

Впровадження технологій Індустрії 4.0 несе в собі як нові можливості підвищення гнучкості обслуговування клієнтів, якості та ефективності суб'єктів господарювання, так і зростання рівня ризиків їх діяльності в процесі реалізації концепції Індустрії 4.0. Складність зв'язків у кіберпросторі, нові технології виробництва, зростання частотності застосування аутсорсингу обумовлюють вразливість системи управління суб'єктами господарювання. Унаслідок неминучих змін, якими супроводжується трансформація індустріальної ери, існує висока ймовірність виникнення нових ризиків та їх негативного впливу на суб'єкти господарювання.

Таблиця 2.

Технології, які будуть впроваджені до 2025 року за секторами економіки

Технології	Сектор, ймовірність впровадження, %													
	Сільське господарство, виробництво продуктів харчування та напоїв	Автомобільна промисловість	Виробництво товарів широкого вжитку	Цифрові комунікації та інформаційні технології	Освіта	Енергетика	Фінансовий сектор	Апарат управління	Охорона здоров'я	Обробна промисловість	Гірничодобувна промисловість, металургія	Видобуток мінеральних ресурсів	Сектор професійних послуг	Транспортування та складське обслуговування
3D-, 4D-друк та моделювання	54	67	39	39	69	69	27	45	65	69	48	79	40	60
Штучний інтелект ¹	62	76	73	95	76	81	90	65	89	71	76	71	76	88
Доповнена і віртуальна реальність	17	53	58	73	70	75	62	56	67	54	57	71	57	62
Аналітика великих даних	86	88	91	95	95	76	91	85	89	81	90	86	86	94
Біотехнології	50	18	48	40	46	47	46	38	65	31	16	36	28	23
Хмарні обчислення	75	80	82	95	95	88	98	95	84	92	87	86	88	94
Блокчейн	31	40	41	72	61	50	73	40	72	41	50	46	53	38
Електронна торгівля	80	75	85	82	72	71	90	67	78	82	62	62	70	87
Кібербезпека, криптографічний захист інформації	47	88	85	95	86	88	95	95	84	72	83	71	78	75
Інтернет речей	88	82	94	92	62	94	88	79	95	84	90	93	74	76
Нові матеріали, сполуки ²	15	46	22	36	67	65	36	33	47	51	37	36	27	27
Зберігання та генерація енергії	75	64	59	38	27	88	55	33	31	62	57	69	45	46
Квантові обчислення	18	21	17	51	25	41	44	36	38	21	29	25	19	38
Роботи-гуманоїди	42	50	38	44	47	24	47	31	47	41	15	17	25	21
Роботи (інші) ³	54	60	52	61	59	65	53	50	56	79	90	79	35	69
Технології оброблення тексту, голосу, зображень	50	59	82	90	89	88	88	89	88	64	76	87	79	65

Примітки: 1 – machine learning, нейронні мережі, NLP – лінгвістична обробка; 2 – нанотруби, графен; 3 – пристрої промислової автоматизації, безпілотники.

Ймовірність впровадження інновацій			
Низька	Середня	Висока	Дуже висока
1-5	26-30	51-55	76-80
6-10	31-35	56-60	81-85
11-15	36-40	61-65	86-90
16-20	41-45	66-70	91-95
21-25	46-50	71-75	96-100

Джерело: [2, с. 28]

У зв'язку з цим актуальною є своєчасна ідентифікація ризиків впровадження технологій Індустрії 4.0, їх аналіз та оцінювання, розроблення заходів щодо попередження їх настання або ж нівелювання їх негативних наслідків.

Класифікація ризиків за етапами реалізації Індустрії 4.0, за «новизною», з погляду основних учасників Індустрії 4.0 та сфер, на які вона вплине, запропонована Вітлінським В.В., Скільцько В.І. [7] є найбільш повною з поміж тих, що зустрічаються у вітчизняних джерелах.

Згідно з [7], ризики Індустрії 4.0 поділяються на:

1) ультра нові (які виникнуть лише під час впровадження концепції промислового виробництва «Індустрія 4.0» у реальне життя, і які взагалі не притаманні нинішній економіці): ризики кіберфізичних систем, ризики Інтернету Речей (або Промислового Інтернету Речей), ризики Розумної Продукції;

2) нові ризики (що лише почали виникати на теперішньому етапі розвитку світової економіки, і проявляться повною мірою в Індустрії 4.0): ризики Великих Даних, ризики Хмар або хмарних обчислень, ризики віртуальної реальності та моделювання, ризики адитивного виробництва, ризики інформаційної безпеки та кібербезпеки;

3) традиційні (або класичні) ризики (які були, є та будуть притаманні розвитку світової економіки та суспільства): інвестиційні ризики, ризики інноваційної діяльності, ризики промислового шпигунства та конкурентної розвідки, ризики інтелектуально-трудова ресурсів, адміністративно-законодавчі ризики, ризики стандартів, ризики управління підприємством, екологічні ризики, ризики ресурсного забезпечення.

На етапах впровадження концепції Індустрії 4.0 в Україні Власенко Ю. Г., Букіна Т. В., Литвин Л. М. виділяють наступні ризики: інвестиційні, ризики інноваційної діяльності, ризики промислового шпигунства, недобросовісних дій, ресурсів інтелектуально-трудового характеру, ризики адміністративно-законодавчого характеру, ризики стандартів, неузгодженості.

Матвійченко О. С. ж класифікує ризики за двома етапами, зокрема етапом «входження» до концепції Індустрії 4.0 та етапом реалізації концепції Індустрії 4.0. Відтак, в рамках першого етапу виділяє наступні: кадровий, технологічний, інвестиційний ризик, ризик законодавчої відповідальності та державного регулювання, ризик взаємодії; до ризиків реалізації концепції Індустрії 4.0 відносить кібернетичний, цифровий, операційний ризики, ризик проектування, безпечності роботи персоналу, ризик кадрової диспропорції [16].

Краус Н. М та Краус К. М. у [17] досліджено продуктивні та технологічні інновації, породжені Четвертою промисловою революцією, та представлено наслідки та ризики їх впровадження, а також додаткові проблеми й аспекти, що потребують вирішення.

На основі аналізу праць учених щодо ризиків Індустрії 4.0, нами виокремлено наступні ризики реалізації проекту цифрової трансформації: інвестиційні, інноваційні, інформаційні ризики, ризики законодавчо-адміністративного характеру, людського капіталу та стандартів (табл. 3).

Таблиця 3.
Ризики впровадження технологій Індустрії 4.0

№ з/п	Група ризику	Характер прояву
1	Інвестиційні ризики	- значний термін реалізації проекту з впровадження технологій Індустрії 4.0 (довший, ніж очікувалось); - значний обсяг фінансових ресурсів, спрямованих на реалізацію проекту (більший, ніж очікувалось).
2	Інноваційні ризики	- ризики ефективності і результативності операційних процесів від впровадження технологій внаслідок хибності висновків на етапі аналізу та формалізації виробничих процесів; - неузгодження протоколів обміну даними і «мов» різних видів техніки у засобах комунікації; - високий рівень морального старіння обладнання; - невідповідність або ж часткова невідповідність існуючої інформаційно-комунікаційної мережі новим потребам (стійкість, якість зв'язку); - некоректне перенаштування виробничих процесів; - зміна логістичного ланцюга постачання.
3	Інформаційні ризики	ризики інформаційної безпеки: - кібер-ризики; - несанкціоноване встановлення шкідливого програмного забезпечення, шпигунських програмних продуктів; - несанкціоновані злочинні зміни в існуючому програмному забезпеченні; - втрата даних, їх цілісності / їх зміна через несанкціонований доступ користувачів, втрата конфіденційного статусу фінансової та персональної інформації. недостатнє ІТ-управління: - помилки комп'ютерних програм і помилки співробітників при введенні даних; - стрімке збільшення обсягів інформаційного ресурсу різного рівня якості; - одержання нерелевантної відповіді на інформаційний запит у зв'язку з необхідністю опрацювання великого масиву різномірної інформації / одержання релевантної відповіді, однак несвоєчасно.
4	Ризики людського капіталу	- незначна кількість працівників з достатнім кваліфікаційним рівнем знань, практичними навичками роботи з цифровими технологіями; - нестача часу або ж скорочення часу на перенавчання у зв'язку з різким прискоренням технологічних змін; - відсутність потрібних фахових спеціалістів на ринку праці / складність їх найму на вигідних для суб'єкта господарювання умовах; - довгий адаптаційний період, психологічні проблеми працівників, у зв'язку з відсутністю живого спілкування, у зв'язку з тим, що рішення приймають машини, можливість конфліктів «людина-машина».
5	Ризики-адміністративно-законодавчого характеру	- повна / часткова відсутність необхідних нормативних і законодавчих документів; - недостатні обсяги патентування та ліцензування у інноваційній діяльності; - заперечення та опротестування патентних документів; - ризики щодо забезпечення належного рівня патентної чистоти результатів наукових впроваджень; - ризики, пов'язані з паралельним патентуванням і нелегальним неправочинним імітуванням наявності інноваційних складових у технічних рішеннях та розробках.
6	Ризики стандартів	- уніфікації виробничих процесів, впровадження відповідних за змістом нормативно-технічних документів є фактором стримування та перешкоджання швидкій переорієнтації і перенаштуванню потужностей підприємства.

Джерело: сформовано автором на основі [4, с. 12-14; 6, с. 1224, 1227; 7, с. 23; 15, с.57; 17]

З розвитком аналітики, штучного інтелекту, автоматизації процесів й інтернету речей компанії майбутнього будуть зовсім іншими: більш спрощеними, оцифрованими і з іншим трудовим колективом:

співробітників буде менше, але вони володітимуть необхідними новими навичками. Варто зазначити, що з початком фінансової нестабільності, зумовленої пандемією Covid-19, ризик, пов'язаний з людським капіталом, піднявся з одинадцятої на першу позицію у переліку загроз довготерміновому зростанню [3]. Пандемія Covid-19 і перехід у формат віддаленої роботи засвідчили важливість віртуальної взаємодії між людьми. Працівники нового цифрового покоління є основою довготермінового зростання. В Україні 59% керівників суб'єктів господарювання зазначають, що перевагу надають інвестиціям у розвиток людського капіталу, а не у придбання нових технологій, в той час як в світі співвідношення кардинально інше: 67% - у купівлю нових технологій, 33% - у розвиток навичок і можливостей персоналу [3].

Цифрова трансформація природно призводить до розширення діяльності суб'єктів господарювання у кіберпросторі. Мережа як природне для інформації середовище, з одного боку, надає нові можливості для її учасників, з іншого – породжує коло небезпек, з якими може зустрітись компанія та її співробітники, інтегруючись у цифрові екосистеми [18, с. 220]. Високий рівень взаємозалежності елементів посилюють вразливість системи та збільшують загрози для її учасників. Так, ризики інформаційної безпеки суб'єктів господарювання у 2020 році займали п'яте місце у рейтингу ризиків для зростання у світі, зростання рівня їх негативного впливу обумовлено в тому числі й впровадженням технологій Індустрії 4.0. Варто зазначити, що в процесі впровадження технологій Індустрії 4.0 можуть виникати складнощі в управлінні даними та забезпеченні відповідної якості інформації. Складнощі стосуватимуться необхідності обробки великого масиву даних, що генерується різними засобами, датчиками щодо процесів та продуктів, а також формування релевантної інформації з великого масиву даних.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Отже, Індустрія 4.0 відкриває перед суб'єктами господарювання нові можливості та створює передумови для якісних змін, зокрема підвищення ефективності та результативності управління та конкурентоспроможності. Однак, окрім можливостей ці зміни несуть у собі й низку ризиків, якими супроводжується реалізація проектів цифрової трансформації. Нами виокремлено такі ключові ризики впровадження технологій Індустрії 4.0, зокрема інвестиційні, інноваційні, інформаційні ризики, ризики законодавчо-адміністративного характеру, людського капіталу та стандартів. У подальшому вважаємо за доцільне зосередитись на системних дослідженнях ризиків цифрової трансформації банківського сектору України.

Список літератури.

1. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: розпорядження Кабінету міністрів України від 17.01.2018 р. №67-р7. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p#n13> (Дата звернення: 10.04.2021).
2. The Future of Job Report 2020. *World Economic Forum*: website. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> (Last accessed: 10.04.2021).
3. Нова нормальність. *KPMG*: веб-сайт. URL: <https://home.kpmg/ua/uk/home/insights/2020/08/kpmg-review-magazine-new-normality.html> (Дата звернення: 10.04.2021).
4. Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Deloitte*: website. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (Last accessed: 10.05.2021).
5. Gallo T., Cagnetti C., Silvestri C., Ruggieri A. Industry 4.0 tools in lean production: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*. 2021. №180. P. 394-403.
6. Tupa J., Simota J., Steiner F. Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*. 2017. №11. P. 1223 – 1230.
7. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Ризики в Індустрії 4.0. *Вісник Черкаського університету*. 2016. №3. С. 17-26.
8. Hermann M., Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper. №1. Technische Universität Dortmund. 2015. 16 p.
9. Давидова І. В. Технологія блокчейн: перспективи розвитку в Україні. *Часопис цивілістики*. 2017. №26. С. 38-41.
10. Hirman M., Benesova A., Steiner F., Tupa J. Project Management during the Industry 4.0 Implementation with Risk Factor Analysis. *Procedia Manufacturing*. 2019. №38. P. 1181–1188.
11. Невизначеність 4.0. *KPMG*: веб-сайт. URL: <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/02/kpmg-review-magazine-3.pdf> (Дата звернення: 12.04.2021).
12. Трансформація бізнес-майдсету. *KPMG*: веб-сайт. URL: <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2018/09/kpmg-review-magazine-1-2018.pdf> (Дата звернення: 04.04.2021).
13. Kumar P., Bhamu J., Sangwan K.S. Analysis of Barriers to Industry 4.0 adoption in Manufacturing Organisation: an ISM Approach. *Procedia CIRP*. 2021. Vol. 98. P. 85–90.
14. Ткачук Г. О. Цифрові трансформації: взаємозв'язок із системою економічної безпеки підприємства. *Економіка харчової промисловості*. 2019. Том 11. Випуск 4. С. 42-50.
15. Власенко Ю. Г., Букіна Т. В., Литвин Л. М. Розвиток економіки України в умовах четвертої промислової революції. *Економіка та держава*. 2021. №1. С. 53-60.
16. Матвійченко О.С. Концепція Індустрія 4.0: зміст, можливості та ризики. *Бізнес інформ*. 2018. №12. С. 91-99.
17. Краус Н.М., Краус К.М. Які зміни несе в собі «індустрія 4.0» для економіки та виробництва. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2018. №9. С. 128-135.

18. Кораблінова І. А. «Цифрова трансформація» як джерело ризику компаній у сучасних умовах. *Інноваційна економіка*. 2018. №1-2 (73). С. 217-223.

References.

1. Cabinet of Ministers of Ukraine (2018), "Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Concept of development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the action plan for its implementation"", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p#n13> (Accessed 4 April 2021).
2. World Economic Forum (2020), "The Future of Job Report 2020", available at: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> (Accessed 10 April 2021).
3. KPMG (2020), "Nova normalnist", available at: <https://home.kpmg/ua/uk/home/insights/2020/08/kpmg-review-magazine-new-normality.html> (Accessed 10 April 2021).
4. Deloitte (2015), "Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies", available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (Accessed 10 May 2021).
5. Gallo, T. Cagnetti, C. Silvestri, C. and Ruggieri, A. (2021), "Industry 4.0 tools in lean proedvuiecwtion: A systematic literature review", *Procedia Computer Science*. Vol. 180, pp. 394-403.
6. Tupa J., Simota J. and Steiner F. (2017), "Aspects of risk management implementation for Industry 4.0", *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1223 – 1230.
7. Vitlinskyi, V. V. and Skitsko, V. I. (2016), "Risks in Industry 4.0", *Visnyk Cherkaskoho universytetu*, vol. 3, pp. 17-26.
8. Hermann, M., Pentek, T. and Otto B. (2015), "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review". Working Paper. No 1. Technische Universitat Dortmund. URL: https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review (Accessed 10 April 2021).
9. Davydova, I. V. (2017), "Technology blockchain: the prospects of development in Ukraine", *Chasopys tsyvilistyky*, vol. 26, pp. 38-41.
10. Hirman M., Benesova A., Steiner F. and Tupa J. (2019), "Project Management during the Industry 4.0 Implementation with Risk Factor Analysis", *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 1181–1188.
11. KPMG (2019), "Nevyznachenist 4.0.", available at: <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/02/kpmg-review-magazine-3.pdf> (Accessed 12 April 2021).
12. KPMG (2018), "Transformatsiia biznes-maidsetu", available at: <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2018/09/kpmg-review-magazine-1-2018.pdf> (Accessed 4 April 2021).
13. Kumar P., Bhamu J. And Sangwan K.S. (2021), "Analysis of Barriers to Industry 4.0 adoption in Manufacturing Organisation: an ISM Approach", vol. 98, pp. 85–90.
14. Tkachuk, H. O. (2019), "Digital transformation: interconnection with the enterprise economic security system", *Ekonomika kharchovoi promyslovosti*, vol. 11, no. 4, pp. 42-50.
15. Vlasenko, Yu. H., Bukina, T. V. and Lytvyn L. M. (2021), "Development of Ukraine's economy in the conditions of the fourth industrial revolution", *Ekonomika ta derzhava*, vol. 1, pp. 53-60.
16. Matviichenko, O. S. (2018), "The Conception of Industry 4.0: Content, Opportunities, and Risks", *Biznes Inform*, vol. 12, pp. 91-99.
17. Kraus, N.M. and Kraus, K.M. (2018), "What changes bears «industry 4.0» for the economy and production?", *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, vol. 9, pp. 128-135.
18. Korablinova, I. A. (2018), "Digital transformation as a source of risk for companies in modern conditions", *Innovatsiina ekonomika*, vol. 1-2, pp. 217-223.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2021 р.