

Марина В. Савченко¹, Назар І. Носалиук²
**РОЗВИТОК ІНДУСТРІЇ 4.0 ТА ЇЇ ВПЛИВ
НА ЕКОНОМІЧНУ БЕЗПЕКУ КРАЇН**

Цифрова парадигма глобальної економіки вибудовується з огляду на дослідження сучасних трендів Індустрії 4.0. Формування цифрової економіки у відповідних сферах означає визнання певної залежності майбутнього розвитку країни та її економічної безпеки від ступеня освоєння нею інновацій та цифрових технологій.

Метою дослідження є аналіз тенденцій розвитку Індустрії 4.0 в міжнародних масштабах та встановлення її впливу на економічну безпеку країн. Для вирішення поставленої мети у ході дослідження було сформовано теоретичний концепт дослідження понять, пов'язаних з Індустрією 4.0; виокремлено стимулятори та дестимулятори переходу досліджуваних країн до концепції Індустрії 4.0; здійснено SWOT-аналіз впровадження та розвитку Індустрії 4.0 та визначено світові тренди впровадження та розвитку Індустрії 4.0.

Авторами досліджено наукові публікації з виокремленням понять, пов'язаних з дефініцією Індустрії 4.0, таких як: масове налаштування, сервітизація, Логістика 4.0, нові системи в розробці продуктів і послуг, управління знаннями, розумний продукт, адаптація потреб людини, циркулярна економіка, бережливе виробництво, Рециклінг 4.0, наука про системи, гнучке виробництво, розумна фабрика та цифрова трансформація.

Позитивним є досвід впровадження заходів Індустрії 4.0 у країнах-членах ЄС, аналіз якого засвідчує такі стимулятори, акцент на яких є цілком доцільним при реалізації ініціатив в Україні: залучення промисловості, співпраця між різними учасниками, залучення регіональних органів влади та державного фінансування.

Авторами здійснено SWOT-аналіз, що дозволило визначити сильні та слабкі сторони, можливості та загрози економічного розвитку у контексті впровадження Індустрії 4.0. Проведено аналіз динаміки поширення мережі Інтернет серед населення в співставленні із чисельністю населення. Здійснено аналіз стосовно кількості інвестицій в розвиток нових технологій Індустрії 4.0. Виявлено ключові особливості та переваги розвитку економіки в умовах Індустрії 4.0. Висвітлено автоматизацію, цифрову технологію та їхнє впровадження у всі сфери підприємства

Отже, активізація використання країнами світу можливостей Індустрії 4.0 для застосування досягнень науково-технологічного прогресу та отримання додаткових переваг від реалізації стратегій цифрового розвитку економіки країни. Індустрія 4.0 вимагає від підприємств та країн активного розвитку гнучкості, інновацій та інноваційного мислення, щоб бути завжди конкурентним на ринку.

Ключові слова: Індустрія 4.0, цифрові технології, цифрова трансформація, четверта промислова революція, розвиток новітніх технологій, диджиталізація, економічна безпека
Рис. 7. Табл. 1. Літ. 27.

DOI: 10.32752/1993-6788-2024-1-273-48-60

Marina V. Savchenko, Nazar I. Nosaliuk
**THE DEVELOPMENT OF INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACT
ON THE ECONOMIC SECURITY OF COUNTRIES**

The digital paradigm of the global economy is being built based on the study of current Industry 4.0 trends. The formation of the digital economy in the relevant areas means the recognition of a certain dependence of the future development of the country and its economic security on the degree of its mastering of innovations and digital technologies.

¹ Vasyli' Stus Donetsk National University. Ukraine.

² Vasyli' Stus Donetsk National University. Ukraine.

The purpose of the study is to analyze trends in the development of Industry 4.0 on an international scale and establish its impact on the economic security of countries. To solve the set goal, a theoretical research concept of concepts related to Industry 4.0 was formed during the research; the stimulators and destimulators of the transition of the studied countries to the concept of Industry 4.0 are singled out; a SWOT analysis of the implementation and development of Industry 4.0 was carried out and the world trends of the implementation and development of Industry 4.0 were determined.

The authors researched scientific publications highlighting concepts related to the definition of Industry 4.0, such as: mass customization, servitization, Logistics 4.0, new systems in the development of products and services, knowledge management, smart product, adaptation to human needs, circular economy, lean production, Recycling 4.0, systems science, flexible manufacturing, smart factory and digital transformation.

The experience of the implementation of Industry 4.0 measures in the EU member states is positive, the analysis of which confirms the following stimulators, the emphasis on which is quite appropriate when implementing initiatives in Ukraine: the involvement of industry, cooperation between various participants, the involvement of regional authorities and state funding.

The authors carried out a SWOT analysis, which made it possible to determine the strengths and weaknesses, opportunities and threats of economic development in the context of the implementation of Industry 4.0. An analysis of the dynamics of the spread of the Internet among the population in comparison with the size of the population was carried out. An analysis of the number of investments in the development of new Industry 4.0 technologies was carried out. The key features and advantages of economic development in the conditions of Industry 4.0 are revealed. Automation, digital technology and their implementation in all spheres of the enterprise are highlighted

Therefore, the activation of the use of the opportunities of Industry 4.0 by the countries of the world to apply the achievements of scientific and technological progress and obtain additional benefits from the implementation of strategies for the digital development of the country's economy. Industry 4.0 requires companies and countries to actively develop flexibility, innovation and innovative thinking in order to always be competitive in the market.

Keywords: Industry 4.0, digital technologies, digital transformation, fourth industrial revolution, development of the latest technologies, digitalization, economic security.

Peer-reviewed, approved and placed: 10.03.2024.

Постановка проблеми. Світ змінюється прискореними темпами і важко уявити яким він буде через сто років у майбутньому.

Найбільш значимою концепцією розвитку економіки та суспільства на сьогодні є «Індустрія 4.0». Характерні риси Індустрії 4.0 — це повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в режимі реального часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов. Індустрія 4.0 являє собою зміну парадигми, спричинену експоненційним зростанням цифрових технологій і взаємопов'язаністю систем.

Важливу роль відіграють інтернет-технології, що забезпечують комунікації між персоналом та машинами. Підприємства виробляють продукцію відповідно до вимог індивідуального замовника, оптимізуючи собівартість виробництва. В останні роки інформаційні технології відіграють суттєву роль у житті кожної людини, а отже безпосередньо пов'язані не лише з її особистим життям, а й з її трудовою діяльністю, фінансовими розрахунками, безпекою тощо. Значних сплеск розвитку інформаційних технологій відбувся під час пандемії COVID-19, під час якої більшість

працівників виконували свою роботу відділено, а більшість підприємств були змушені змінити свої бізнес-процеси з врахуванням вимог часу.

Саме під час пандемії найбільш актуальними питаннями для всіх підприємств стали підвищення цифрових навичок персоналу та цифровізація бізнес-процесів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню загальних аспектів становлення Індустрії Х.0 та Індустрії 4.0 в умовах цифрової трансформації присвячені публікації таких науковців, як Н. Андрусак [1], Л. Болдиревої [2], А. Гулей, С. Гулей [3], Т.Д. Гірченко [2], О. Голобородька [8], О. Криворучко [9], Н. Краус [1; 4-6], К. Краус [1; 4-6] та ін.

Проте незважаючи на високий рівень досліджень питань Індустрії 4.0, в контексті аналізу характерних ознак та відмінностей між Індустрією 4.0 та Індустрією Х.0 в частинні з'ясування типу економіки, в якому реалізується відповідна Індустрія; особливостей, що притаманні виробництву тієї чи іншої Індустрії, проте залишаються окремі питання, які потребують подальшого вивчення та дослідження.

Метою дослідження є аналіз тенденцій розвитку Індустрії 4.0 в міжнародних масштабах та встановлення її впливу на економічну безпеку країн.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі наукові завдання:

- дослідити науково-теоретичні підходи до визначення дефініції «Індустрія 4.0»;
- сформувані теоретичний концепт дослідження понять, пов'язаних з Індустрією 4.0;
- виокремити стимулятори та дестимулятори переходу досліджуваних країн до концепції Індустрії 4.0;
- провести SWOT-аналіз впровадження та розвитку Індустрії 4.0;
- визначити світові тренди впровадження та розвитку Індустрії 4.0.

Методологія дослідження базується на комбінуванні теоретичних та емпіричних, кількісних і якісних методів. Для вирішення поставлених завдань було використано такі методи: аналіз, синтез, узагальнення, індукція, аналогія, системний підхід.

Основні результати дослідження. Історично промислова революція усвідомлюється як процес зміни аграрно-ремісничої економіки до економіки, у якій домінує промисловість і машинне виробництво. Так, виникненню Індустрії 4.0 передували технології, які були проривними для свого часу та характеризували етапи розвитку промислового виробництва. У період другої половини ХІХ ст. – першої половини ХХ ст. в умовах посилення технологічних зрушень спостерігається формування теоретичного підґрунтя інноваційного та техніко-економічного розвитку суспільства. Цей період характеризується розгортанням промислових і науково-технологічних революцій, на засадах яких сформовано нові детермінанти глобального економічного розвитку.

На зміну механізованого виробництва та використання парової енергії прийшло масове виробництво, засноване на розподілі праці, використанні електроенергії, далі обертів почав набирати розвиток електроніки й інформаційних технологій, що застосовувалася для автоматизації

виробництва та процесів управління, після цього почали простежуватися риси застосування цифрових технологій виробництва, що, своєю чергою, має перспективи до трансформацій і розвитку вже в технології майбутнього

Четвертій хвилі промислової революції передували три інші, загальні характеристики яких наведено на рис. 1.

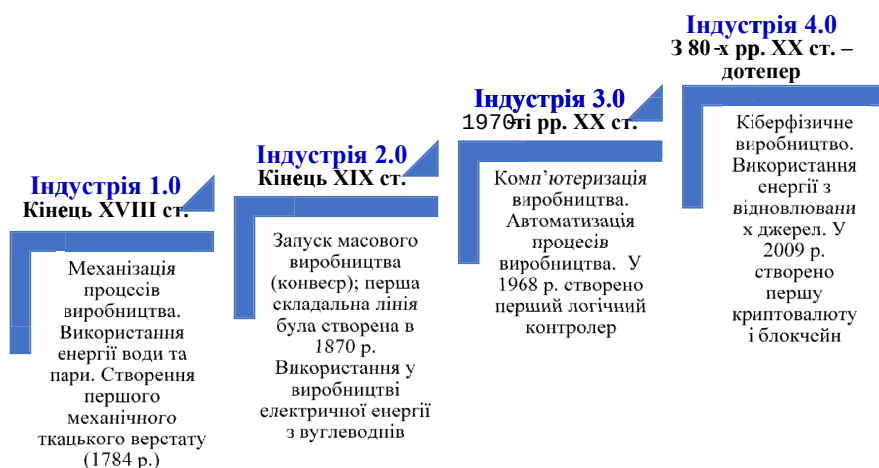


Рис. 1. Еволюція промислових революцій, побудовано авторами

Перша почалася наприкінці XVIII ст. зі збільшенням використання енергії пари та води та призвела до переходу від ручних методів виробництва до машин. Вона обплутала світ інфраструктурою залізниць. Друга почалась наприкінці XIX століття пов'язана з появою конвеєра та електрики. Вона створила мережу шосе та кабелів у всьому світі. Під час третьої – почали використовувати електроніку та інтернет-технології 1970-х років і автоматизоване виробництво. Ця революція в більшій мірі була пов'язана з інформатизацією і створенням інтернету [7–15].

Розвиток ринку, інтернаціоналізація та зростання конкурентоспроможності призвели до появи так званої Четвертої промислової революції та паралельного розвитку як концепції Індустрії 4.0, яка базується на розвитку повністю автоматизованого та інтелектуального виробництва, здатного автономно спілкуватися з основними корпоративними гравцями [16].

Термін «Індустрія 4.0» вперше був введений урядом Німеччини в 2011 р. для опису цифрової трансформації галузей [17]. Відтоді він привернув значну увагу в усьому світі. За словами К. Шваба [18], Індустрія 4.0 представляє фундаментальну зміну у виробництві, споживанні у контексті взаємодії з технологіями, що призводить до нової хвилі економічного зростання. Інтеграція цифрових технологій у різні сектори має потенціал для значного підвищення продуктивності та стимулювання інновацій.

За останні п'ять років у зарубіжних та вітчизняних наукових публікаціях, як у друкованих джерелах, так і в мережі Інтернет присутні достатньо визначень Четвертої промислової революції. Ці визначення досить близькі за

змістом. Одним із перших дослідників в Україні В.І. Скіцько систематизував джерела, де зустрічається це поняття [19].

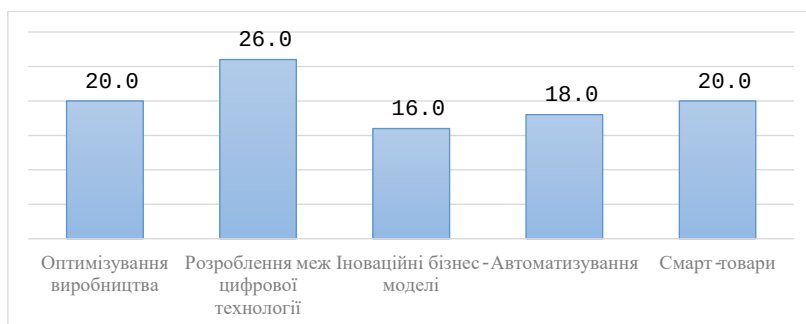


Рис. 2. Структура підходів до трактування поняття «Індустрія 4.0», побудовано на основі [20; 21]

Індустрія 4.0 базується на горизонтальній і вертикальній інтеграції виробничих систем, що керуються обміном даними в реальному часі та гнучким виробництвом, щоб забезпечити індивідуальне виробництво [22; 23].

Четверта промислова революція призведе до повної автоматизації та цифровізації процесів, а також використання електроніки та інформаційних технологій у виробництві та послугах у приватному середовищі [24].

McKinsey Global Institute визначає Четверту промислову революцію як епоху «кіберфізичних систем» — систем, які об'єднують обчислення, мережу та фізичні процеси та містять безліч технологій, які охоплюють мобільні пристрої, Інтернет речей, штучні інтелект, робототехніка, кібербезпека та 3D-друк.

Отже, «наслідки розвитку таких технологій, як 3D-друк, послуги онлайн-продажів, такі як автосервіси, медичні огляди з дому, замовлення їжі, що надсилається безпосередньо з магазину в холодильник, і так далі, матимуть значний вплив на зміни на малих і середніх підприємствах» [23, с. 5].

Запровадження «Індустрії 4.0» принесло і продовжуватиме приносити глибокі зміни в глобальну економіку щодо таких змінних, як інвестиції, споживання, зростання, зайнятість, торгівля, безпека тощо.

Сьогодні більшість країн світу розвивають промисловість із врахуванням трендів новітньої індустріальної епохи (перехід до повністю автоматизованого цифрового виробництва, що керуватиметься виключно інтелектуальними системами в режимі онлайн) при постійному взаємозв'язку із зовнішнім середовищем, виходячи за межі єдиного (окремого) підприємства, із подальшою перспективою щодо об'єднання до глобальної промислової мережі речей (товарів), послуг.

Індустрія 4.0 визначає новий етап економічного розвитку, який зумовлений широкомасштабним впровадженням цифрових технологій у виробничі процеси. Ця революція впливає на всі аспекти

Аналіз світового досвіду показав, що Індустрія 4.0 активізує, стимулює розвиток нових («нано») технологій виробництва, впливаючи на формування

глобальних виробничих систем. Наведемо структуру підходів до трактування поняття «Індустрія 4.0», отриману в результаті проведеного опитування провідних експертів (рис. 2). Індустрія 4.0, виступаючи ключовою структурною частиною четвертої промислової революції, містить безліч нанотехнологій. Їхньою головною метою є формування єдиного простору для обміну даними, віртуальної візуалізації процесів, систем, об'єктів. Індустрія 4.0 передбачатиме також формування роботизованих систем у комплексі з інтернет-технологіями (формат «розумного» підприємства).

Для кращого розуміння Перехід деяких країн до концепції Індустрії 4.0 пов'язані із низкою стимулюючих та дестимулюючих чинників (рис. 3).

СТИМУЛЯТОРИ		Німеччина	Іспанія	Франція	Італія	Нідерланди	Швеція	Великобританія	Чехія	ДЕСТИМУЛЯТОРИ	
Залучення промисловості										Знаходження балансу між різними інтересами та компетенціями	
Співпраця між різними учасниками											
Регіональні органи влади										Відсутність потенціалу	
Державне фінансування											
										Залучення малого та середнього бізнесу	
										Відсутність фінансування	

Рис. 3. Стимулятори та дестимулятори переходу досліджуваних країн до концепції Індустрії 4.0, [25]

Отже, за рис. 3 видно, що основним стимулятором Індустрії 4.0 для країн є співпраця між різними учасниками, бо вона розбудовує надійну мережу зв'язків. Не менш важливими стимуляторами, але менш розповсюдженими серед досліджених країн є залучення регіональної влади, що дозволяє реалізовувати узгоджену між національним та регіональним рівнями політику Індустрії 4.0; ініціатива державних органів у просуванні політики Індустрії 4.0, що сегрегує галузі та поліпшує мережеві зв'язки. Щодо дестимуляторів, то слід відмітити, що вони іншою мірою проявляються у різних країнах. Так, для Нідерландів важливим дестимулятором є зменшення державного фінансування, для Швеції та Великобританії – залучення малого та середнього бізнесу тощо [25, с. 8].

Концепція Індустрія 4.0 взаємопов'язана та доповнена іншими концепціями, що дає уявлення про ключові компоненти та можливості Індустрії 4.0, а також про те, як вона може трансформувати різні галузі економіки (рис. 4).

Вже під час пандемії Covid-19 в світі загалом стало зрозумілим, що значну кількість бізнес-процесів потрібно модифікувати, трансформувати тощо. Результати аналізування поточної ситуації запровадження і розвитку Індустрії

4.0 допомагає визначити їхні сильні та слабкі сторони, можливості та загрози, з якими вони стикаються в процесі впровадження цифрових технологій у виробництво та економіку. У табл. 1 наведені результати SWOT-аналізу (табл. 1).

Таблиця 1. SWOT-аналіз впровадження та розвитку Індустрії 4.0, побудовано авторами

Сильні сторони	
1) Високий рівень технологічної готовності	Країна вже має стабільну технологічну інфраструктуру та висококваліфіковану робочу силу
2) Інноваційний потенціал	Існує активна інноваційна екосистема, яка підтримує розвиток нових технологій та досліджень
3) Гнучка економіка	Економіка країни має гнучкі структури та здатність швидко адаптуватися до змін.
4) Висока освіченість населення	Високий рівень освіти сприяє формуванню кваліфікованої робочої сили.
Слабкі сторони	
1) Низький рівень цифрової готовності	Можливі труднощі в переході до цифрових технологій через обмежену доступність та використання цифрових інструментів.
2) Брак інвестицій	Недостатність інвестицій у дослідження та впровадження нових технологій.
3) Низька конкурентоспроможність малих та середніх підприємств	Можуть виявити труднощі в адаптації до нових технологій через обмежені ресурси.
4) Регуляторні обмеження	Надмірна бюрократія та обмеження в законодавстві можуть гальмувати інновації та розвиток.
Можливості	
1) Глобальні технологічні партнерства	Укладання міжнародних угод та партнерства для обміну технологіями та знаннями.
2) Залучення іноземних інвестицій	Приваблення іноземних інвесторів для розвитку цифрової інфраструктури та технологій.
3) Розвиток індустрій 4.0-сумісних галузей	Сприяння розвитку секторів, які можуть найбільше скористатися впровадженням Індустрії 4.0, таких як Інтернет речей, штучний інтелект тощо.
4) Створення цифрових навичок	Розвиток програм та ініціатив для підготовки робочої сили до використання нових технологій.
Загрози	
1) Кібербезпека	Загроза кібератак та витоку даних може призвести до серйозних проблем у впровадженні цифрових технологій.
2) Соціальні виклики	Можливість втрати робочих місць та соціальних напружень внаслідок автоматизації та роботизації.
3) Глобальна конкуренція	Змагання з іншими країнами за лідерство в галузі Індустрії 4.0.
4) Втрата контролю над даними	Питання щодо зберігання та використання великих обсягів даних та приватності.

Отже, на сьогоднішній день світ все більше стає цифровізованим. Розвинені країни переходять від виготовлення продукції з доданою вартістю до надання послуг та розробки нових наукових досліджень та програм. Доречним буде розпочати дослідження з визначення основних передумов розвитку глобальної діджиталізації та становлення індустрії 4.0 в світі.

На рис. 5 представлено результати Індексу цифрової економіки та суспільства та відносний прогрес держав-членів у період 2017-2022 рр.

Дослідники	Поняття, пов'язані з Індустрією 4.0	Визначення
У. Уїлм анс (2017)	Масове налаштування	Індустрія 4.0 діє як інструмент для надання послуг на вимогу з високою надійністю, масштабованістю та доступністю в розподіленому середовищі
Alejandro Germán Frank (2019), Ennis (2018)	Сервізація	Чувовий інтерфейс із Індустрією 4.0 з точки зору моделі попиту та інноваційних послуг із ключовою технологічною моделлю
Glas and Klean ann (2016), Alejandro Germán Frank (2019), Dabrowska (2018)	Логістика 4.0	Індустрія 4.0 дає змогу з'явитися системам Smart Logistics, златним до відповідного планування та контролю над вхідними та вихідними логістичними операціями в компаніях
Alejandro Germán Frank (2019), Dabrowska (2018)	Нові системи в розробці продуктів і послуг	Нові системи, що зосереджуються на ідентифікації продуктів і послугах, нових парадигмах відкритих інновацій, розумних продуктах і розумних фабриках
Martin (2020), A. Szalay (2019)	Управління знаннями	І4.0 збільшить можливості генерування знань і розвинення інтелектуальний зв'язок між людиною та машиною. Це шляхом відповідає концепції управління знаннями
Bhalan et al (2019), Nunes (2017)	Розумний продукт	Концепція І4.0 змінює стандарти пропонування продуктів і послуг шляхом впровадження технологічних інструментів в інтегровані системи для розвитку взаємодії людини і машини
Nam ada (2019), Sin a (2020)	Адаптація потреб людини	Зосереджуючись на потребах людини, І4.0 представляє нову взаємодію між людиною та системою з використанням технологічних інструментів, таких як Big Data та IoT
Rafael and Prakash Singh (2019), Lopez and Souza Lefebvre (2018)	Циркулярна економіка (ЦЕ)	Це визначається як глобальна економічна модель для мінімізації споживання обмежених ресурсів шляхом зосередження уваги на інтелектуальному проектуванні матеріалів, продуктів і систем
Sanders (2016), Sachin (2020)	Бережливе виробництво	Філософії Lean та І4.0 доповнюють один одного, а головний фокус – підвищення продуктивності, ефективності, якості та управління відходами з орієнтацією на споживача
Peschmann (2020), Theo (2018)	Ретинклінг 4.0	Тісно пов'язане з концепціями SE та екологічності та є одним із ключових факторів Індустрія 4.0
Erasmus (2019), Banaa (2018)	Наука про системи	Оскільки І4.0 включає різні складні технології з високим ступенем складності та інтеграції, Systems Science діє як катализатор для аналізу складних систем І4.0
Sam artina Mats (2017), Lin a (2020)	Гнучке виробництво	Основні технології І4.0 дозволяють нам розвивати та вдосконалювати бізнес-процеси з точки зору ефективності, продуктивності та гнучкості
M audhertha and Martin Baccchi (2020), Godey (2018)	Розумна фабрика	Одна з основних і фундаментальних концепцій І4.0, яка охоплює такі функції, як високоінтегрована мережа операцій і гнучкі операційні процеси
Hozdic (2015), Buchi (2020)	Цифрова трансформація	Цифрова трансформація та І4.0 тісно пов'язані терміни, оскільки наявність одного також передбачає наявність іншого. Комутиційною частиною концепції є розгортання цифрових технологій у нових моделях бізнесу та операцій

Рис. 4. Теоретичний концепт дослідження поняття, пов'язаних з Індустрією 4.0, складено авторами

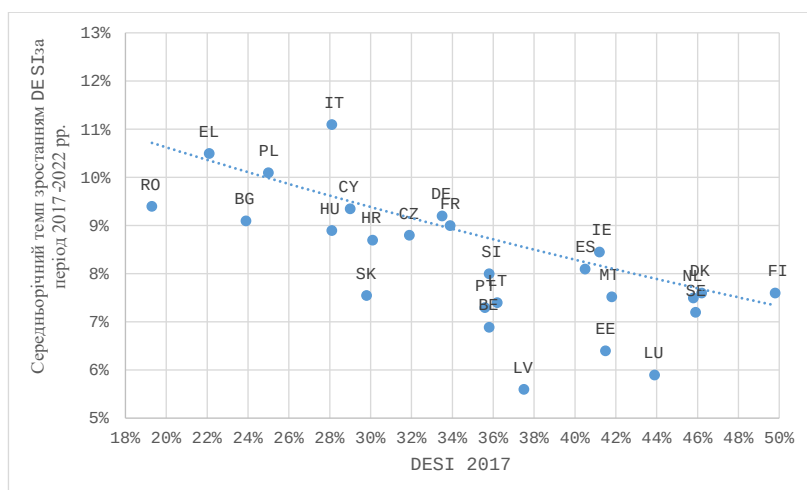


Рис. 5. Індекс цифрової економіки та суспільства – відносний прогрес держав-членів у період 2017-2022 рр., [26]

Отже, за даними рис. 5 видно, що цифрова трансформація набирає обертів і впливає на всі аспекти життя. На цьому тлі цифровий перехід є пріоритетом для ЄС та держав-членів. У розробленій стратегії «Шлях до цифрового десятиліття» встановлено мету, згідно з якою до 2030 р. всі ключові державні послуги для громадян і бізнесу повинні бути повністю онлайн-овими [27].

Одним з таких драйверів можна вважати рівень охоплення Інтернету серед населення світу рис. 6.

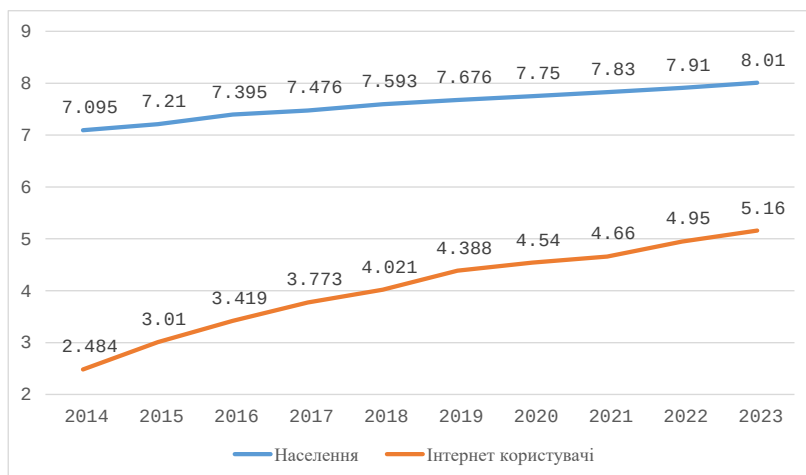


Рис. 6. Чисельність населення в порівнянні із інтернет користувачами в світі за 2014-2023 рр., млрд осіб, побудовано автором на основі [24]

Таким чином, можна стверджувати, що протягом періоду 2014–2023 рр. відбувалося зростання рівню охоплення Інтернету серед населення.

Іншим вагомим фактором в розвитку індустрії є фінансування нових ідей та розробок рис. 7.

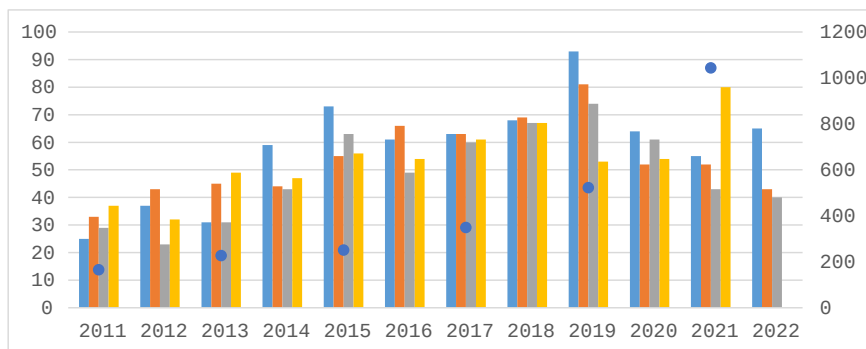


Рис. 7. Кількість фінансування стартапів, які розвивають індустрію 4.0 2011-2022 рр., побудовано авторами

За 2011–2021 рр. щорічне фінансування стартапів, які активно працюють в Індустрії 4.0, зросло на +319%. У 2021 р. було витрачено 2,2 млрд дол. США на майбутні компанії, які розробляють технології, пов'язані з Індустрією 4.0. Всього за 11 років було оголошено про 2513 угод. Загальна кількість раундів фінансування зменшилася, коли у 2020 р. виникла COVID-19, а останнім часом також постраждала через уповільнення інфляції та війни.

Кожна країна світу по-різному реагувала на виклики індустрії 4.0 у сфері державного управління та самоврядування, що подекуди сприяло швидшому розвитку цифрового суспільства в усіх сферах, в тому числі й в охороні здоров'я та освіти. Без сумнівів можна стверджувати, що такі трансформації безпосередньо вплинули також і на економічну безпеку всіх держав світу.

Висновки. Сучасний етап соціально-економічної індустріалізації можна проаналізувати через аналітичну призму, розкриваючи значну роль цифрової трансформації в рамках концепції Індустрії 4.0. Ця трансформація характеризується значною автоматизацією економічних процесів, просуванням інноваційних цифрових технологій та їх інтеграцією в усі аспекти життя та бізнесу. Досліджуючи історичні етапи промислового виробництва та прогножуючи майбутній технологічний прогрес, ми можемо визначити ключові тенденції, які ефективно регулюватимуть різні фактори створення цінності та керуватимуть ними. Ці тенденції також сприятимуть розробці нових бізнес-моделей та інтеграції всіх виробничих підрозділів в єдину базу даних, що зрештою покращить виробничі процеси та сприятиме прискоренню інновацій.

Проаналізувавши теоретичні бачення щодо становлення Індустрії 4.0, важко переоцінити її вплив, оскільки своїми характерними ознаками вона здійснює безпосередній вплив на способи ведення підприємницької діяльності, побудову та трансформацію бізнес-моделей, бізнес-процесів,

загальну конкурентоспроможність окремих суб'єктів і формування стратегічних напрямів розвитку бізнесу. Значна кількість розвинених країн світу наразі знаходиться на етапі технологічного розвитку, що здійснюється шляхом масового використання інформаційно-комунікаційних технологій у виробництві з метою його автоматизації. Інноваційність такого підходу характеризує загальне переосмислення того, як підприємства проваджують свою бізнес-діяльність, що відображається в поєднанні горизонтальної та вертикальної інтеграції технологій, програмних рішень, застосуванні новітніх систем штучного інтелекту та обробки даних, поєднанні різних технологій, створення нових кіберсистем. З огляду на це напрямами подальших наукових досліджень є вивчення можливостей цифрової трансформації ключових бізнес-процесів підприємств як ключових суб'єктів забезпечення соціально-економічного розвитку суспільства, а також визначення нових ефективних механізмів регуляції як ключового інструментарію для стимуляції та інтенсифікації економічного й індустріального розвитку з урахуванням регіональних особливостей і рівня розвитку економіки у країні.

1. Andrusiak N.O., Kraus, N.M., Kraus, K.M. (2020). Digital Cubic Space as a New Economic Augmented Reality. *Sci. innov.*, V. 16. No. 3. pp. 92–105. <https://doi.org/10.15407/scine16.03.092>.

2. Болдирєва Л.М., Краус Н.М., Краус К.М. (2019). Цифрові компетенції в сфері вищої освіти: задум, реалізація, результат. *Держава та регіон. Серія: Економіка та підприємництво*. № 1 (106). С. 4–9.

3. Гулей А.І., Гулей С.А. (2018). Соціально-економічні ефекти розвитку Індустрії 4.0. в державі. *Український журнал прикладної економіки*. № 4. Т. 3. С. 96–105.

4. Краус Н.М., Краус К.М. (2018). Цифровізація в умовах інституційної трансформації економіки: базові складові та інструменти цифрових технологій. *Інтелект ХХІ століття*. № 1. С. 211–214.

5. Краус Н.М., Краус К.М. (2018). Сучасні цифрові інформаційно-інноваційні технології в сфері фінансів, управління і адміністрування. *Економічна стратегія та політика реалізації європейського вектору розвитку України: концептуальні засади, виклики та протиріччя: монографія*. К.: Київський національний університет ім. Т. Шевченка; НДС «Центр економічних досліджень»; ТОВ «СІК ГРУП Україна». С. 469–487.

6. Краус Н.М., Краус К.М. (2018). Які зміни несе в собі «Індустрія 4.0» для економіки та виробництва? *Формування ринкових відносин в Україні*. № 9 (208). С. 128–136.

7. Lasi H, Fettek P, Kemper HG, Feld T, Hoffmann M (2014) Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng*. P. 239–242.

8. Chen B, Wan J, Shu L, Li P, Mukherjee M, Yin B (2017) Smart factory of Industry 4.0: key technologies, application case, and challenges. *IEEE Access* 6:6506–6519

9. Pereira AC, Romero F (2017) A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manuf*. P. 1206–1214.

10. Vaidya S, Ambad P, Bhosle S (2018) Industry 4.0—a glimpse. *Procedia Manuf*. P. 233–238.

11. Roblek V, Mesko M, Krapez A (2016) A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open*. P. 1–11.

12. Xu LD, Xu EL, Li L (2018) Industry 4.0: state of the art and future trends. *Int J Prod Res* 56(8):2941–2962

13. Zhong RY, Xu X, Klotz E, Newman ST (2017) Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: a review. *Engineering*. P. 616–630.

14. Lu Y (2017) Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. *J Ind Inf Integr* P. 1–12.

15. Lukac D (2015) The fourth ICT-based industrial revolution “Industry 4.0” – HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8. In: 2015 23rd Telecommunications forum Telfor (TELFOR). IEEE, New York, P. 835–838.

16. Cordes, F.; Stacey, N. Is UK Industry Ready for the Fourth Industrial Revolution? The Boston Consulting Group: Boston, MA, USA, 2017.

17. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2017). A Manager's Guide to Augmented Reality. *Harvard Business Review*. № 95(1). P. 46–54.
18. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. *Social Networking*, Vol.6. № 4. URL: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2097936>.
19. Скіцько В. І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 5. С. 33–40.
20. Сигида Л. О. Індустрія 4.0 та її вплив на країни світу. *Економіка та суспільство*. 2018. № 17. С. 58–64.
21. RьЯmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P.; Harnisch, M. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*; The Boston Consulting Group, Inc.: Boston, MA, USA, 2015.
22. Li G.; Hou Y.; Wu A. Fourth Industrial Revolution: Technological drivers, impacts and coping methods. *Chin. Geogr. Sci.* 2017. № 27. P. 626–637.
23. Thoben K.-D.; Wiesner S.; Wuest T. «Industrie 4.0» and Smart Manufacturing—A Review of Research Issues and Application Examples. *Int. J. Autom. Technol.* 2017. № 11. P. 4–16.
24. Digital 2023: The United States of America. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-united-states-of-america>
25. Digital Transformation Monitor Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe / European Commission. May 2017. 12 p.
26. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>.
27. Europe's Digital Decade: setting the course towards a digitally empowered Europe by 2030. URL: <https://eufordigital.eu/uk/europes-digital-decade-setting-the-course-towards-a-digitally-empowered-europe-by-2030/>

1. Andrusiak N.O., Kraus, N.M., Kraus, K.M. (2020). Digital Cubic Space as a New Economic Augmented Reality. *Sci. innov.*, V. 16. No. 3. pp. 92–105. <https://doi.org/10.15407/scine16.03.092>.
2. Boldyrieva L.M., Kraus N.M., Kraus K.M. (2019). Tsyfrovі kompetentsii v sferі vyshchoi osvity: zadum, realizatsiia, rezultat. *Derzhava ta rehion. Seriia: Ekonomika ta pidpriemnytstvo*. № 1 (106). S. 4–9.
3. Hulei A.I., Hulei S.A. (2018). Sotsialno-ekonomichni efekty rozvytku Industrii 4.0. v derzhavi. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. № 4. T. 3. S. 96–105.
4. Kraus N.M., Kraus K.M. (2018). Tsyfrovizatsiia v umovakh instytutsiinoi transformatsii ekonomiky: bazovi skladovi ta instrumenty tsyfrovyykh tekhnolohii. *Intelekt KhKhI stolittia*. № 1. S. 211–214.
5. Kraus N.M., Kraus K.M. (2018). Suchasni tsyfrovі informatsiino-innovatsiini tekhnolohii v sferі finansiv, upravlinnia i administruvannia. *Ekonomichna stratehiia ta polityka realizatsii yevropeiskoho vektoru rozvytku Ukrainy: kontseptualni zasady, vyklyky ta protyrichchia: monohrafiia*. K.: Kyivskyi natsionalnyi universytet im. T. Shevchenka; NDS «Tsentr ekonomichnykh doslidzhen»; TOV «SIK HRUP Ukraina». S. 469–487.
6. Kraus N.M., Kraus K.M. (2018). Yaki zminy nese v sobi “Industriia 4.0” dlia ekonomiky ta vyrobnytstva? Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini. № 9 (208). S. 128–136. Lasi H, Fettke P, Kemper HG, Feld T, HoffmannM (2014) Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng*. P. 239–242.
7. Lasi H, Fettke P, Kemper HG, Feld T, HoffmannM (2014) Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng*. P. 239–242.
8. Chen B, Wan J, Shu L, Li P, Mukherjee M, Yin B (2017) Smart factory of Industry 4.0: key technologies, application case, and challenges. *IEEE Access* 6:6506– 6519
9. Pereira AC, Romero F (2017) A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manuf*. P. 1206–1214.
10. Vaidya S, Ambad P, Bhosle S (2018) Industry 4.0—a glimpse. *Procedia Manuf*. P. 233–238.
11. RoblekV, MeskoM, KrapezA (2016) A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open*. P. 1–11.
12. Xu LD, Xu EL, Li L (2018) Industry 4.0: state of the art and future trends. *Int J Prod Res* 56(8):2941–2962
13. Zhong RY, Xu X, Klotz E, Newman ST (2017) Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: a review. *Engineering*. P. 616–630.
14. Lu Y (2017) Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. *J Ind Inf Integr* P. 1–12.

15. Lukac D (2015) The fourth ICT-based industrial revolution “Industry 4.0”—HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8. In: 2015 23rd Telecommunications forum Telfor (TELFOR). IEEE, New York, P. 835–838.
16. Cordes, F.; Stacey, N. Is UK Industry Ready for the Fourth Industrial Revolution? The Boston Consulting Group: Boston, MA, USA, 2017.
17. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2017). A Manager's Guide to Augmented Reality. Harvard Business Review. № 95(1). P. 46–54.
18. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Social Networking, Vol.6. № 4. URL: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2097936>.
19. Skitsko V. I. Industriia 4.0 yak promyslove vyrobnytstvo maibutnoho. Investysii: praktyka ta dosvid. 2016. № 5. S. 33–40.
20. Syhyda L. O. Industriia 4.0 ta yii vplyv na krainy svitu. Ekonomika ta suspilstvo. 2018. № 17. S. 58–64.
21. RьЯmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P.; Harnisch, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries; The Boston Consulting Group, Inc.: Boston, MA, USA, 2015.
22. Li G.; Hou Y.; Wu A. Fourth Industrial Revolution: Technological drivers, impacts and coping methods. Chin. Geogr. Sci. 2017. № 27. P. 626–637.
23. Thoben K.-D.; Wiesner S.; Wuest T. «Industrie 4.0» and Smart Manufacturing—A Review of Research Issues and Application Examples. Int. J. Autom. Technol. 2017. № 11. P. 4–16.
24. Digital 2023: The United States of America. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-united-states-of-america>
25. Digital Transformation Monitor Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe / European Commission. May 2017. 12 p.
26. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>.
27. Europe's Digital Decade: setting the course towards a digitally empowered Europe by 2030. URL: <https://eufordigital.eu/uk/europes-digital-decade-setting-the-course-towards-a-digitally-empowered-europe-by-2030/>