

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

Факультет міжнародної економіки і менеджменту

Кафедра міжнародної економіки

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «МІЖНАРОДНА ЕКОНОМІКА»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

05 Соціальні та поведінкові науки

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

051 «Економіка»

Форма навчання: заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Промислова політика держав в умовах становлення Індустрії 4.0»

здобувача Ожик Катерини Миколаївни

(ПІБ, підпис)

Науковий керівник: д.е.н. професор кафедри міжнародної економіки Стежко Н.В
(науковий ступінь, учене звання, ПІБ)

(підпис)

**Робота допущена до захисту перед екзаменаційною
комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)**

Завідувач кафедри: д.е.н., професор Столярчук Я.М.

(підпис)

Київ 2026

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота містить 107 сторінок, 46 таблиць, 2 рисунки, перелік джерел посилання з 60 найменувань та 2 додатки.

«Промислова політика держав в умовах становлення Індустрії 4.0»

Об'єктом дослідження є процеси формування та реалізації промислової політики держав у контексті впровадження концепції Індустрії 4.0.

Предметом дослідження є інструменти, механізми та стратегії державного регулювання промислового розвитку в умовах цифрової трансформації та технологічного оновлення економіки.

Мета кваліфікаційної магістерської роботи – аналіз сучасних тенденцій формування та реалізації промислової політики держав в умовах становлення Індустрії 4.0, а також виявлення ключових проблем і можливостей для впровадження технологічних інновацій у промисловий сектор України.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі *завдання*:

- розкрити сутність і структурні компоненти промислової політики в контексті Індустрії 4.0
- проаналізувати міжнародний досвід цифрової трансформації промисловості (на прикладі ЄС, Німеччини, Південної Кореї, США)
- дослідити стан промислової інфраструктури та рівень технологічної готовності України до впровадження принципів Індустрії 4.0
- визначити основні бар'єри, можливості та напрями вдосконалення промислової політики України в умовах цифровізації
- сформулювати пропозиції щодо стратегічних пріоритетів державної промислової політики на засадах інноваційності, сталості та цифрової інтеграції.

Практичне значення отриманих результатів. На основі узагальнення міжнародного досвіду та аналізу стану української промисловості сформовано рекомендації щодо вдосконалення державної промислової політики в умовах цифровізації. Розроблені пропозиції можуть бути використані для формування національних стратегій цифрової трансформації, модернізації виробничої інфраструктури, розвитку державно-приватного партнерства, підвищення інноваційної активності підприємств та залучення інвестицій у високотехнологічні галузі. Отримані

результати можуть слугувати основою для розробки нормативно-правових актів, стратегічних програм та управлінських рішень у сфері промислового розвитку. Рік виконання кваліфікаційної магістерської роботи 2025. Рік захисту роботи 2026.

Ключові слова: Індустрія 4.0, промислова політика, цифрова трансформація, інновації, автоматизація, штучний інтелект, промисловий розвиток, конкурентоспроможність, державне регулювання.

Abstract

The qualification master's thesis comprises 107 pages, 46 tables, 2 figures, and a list of 60 references, as well as 2 appendices.

“Industrial Policy of States in the Context of Industry 4.0 Development”

The object of the research is the processes of forming and implementing industrial policy in the context of adopting the Industry 4.0 concept.

The subject of the research is the tools, mechanisms, and strategies of state regulation of industrial development under conditions of digital transformation and technological modernization of the economy.

The purpose of the qualification master's thesis is to analyze current trends in the formation and implementation of industrial policy in the context of Industry 4.0 development, as well as to identify key challenges and opportunities for introducing technological innovations into Ukraine's industrial sector.

To achieve this purpose, the following *tasks* were defined:

- to reveal the essence and structural components of industrial policy in the context of Industry 4.0;
- to analyze international experience in industrial digital transformation (using the examples of the EU, Germany, South Korea, and the USA);
- to examine the state of industrial infrastructure and the technological readiness level of Ukraine for implementing Industry 4.0 principles;
- to identify the main barriers, opportunities, and directions for improving Ukraine's industrial policy under conditions of digitalization;
- to formulate proposals for strategic priorities of national industrial policy based on innovation, sustainability, and digital integration.

Practical significance of the results. Based on the generalization of international experience and analysis of the state of Ukrainian industry, recommendations were developed to improve state industrial policy in the context of digitalization. The proposed measures can be used to shape national strategies for digital transformation, modernize production infrastructure, develop public–private partnerships, increase enterprises' innovation activity,

and attract investment into high-tech sectors. The results may serve as a foundation for drafting regulatory acts, strategic programs, and managerial decisions in the field of industrial development. Year of thesis completion: 2025. Year of thesis defense: 2026.

Keywords: Industry 4.0, industrial policy, digital transformation, innovation, automation, artificial intelligence, industrial development, competitiveness, state regulation.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В ЕПОХУ ІНДУСТРІЇ 4.0	7
1.1. Еволюція промислової політики: від індустріалізації до цифрових трансформацій	7
1.2. Концепція «Індустрія 4.0»: сутність, принципи та ключові технології	18
1.3. Методологічні інструменти оцінювання ефективності промислової політики в умовах технологічних зрушень	25
РОЗДІЛ 2. ГЛОБАЛЬНІ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ПРАКТИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0	32
2.1. Політика провідних держав у сфері цифрової індустріалізації (Німеччина, США, Китай, Південна Корея, Японія)	32
2.2. Європейський Союз та інтеграційні стратегії розвитку промисловості у рамках Індустрії 4.0	40
2.3. Особливості промислової політики країн, що розвиваються: можливості та обмеження в умовах глобалізації	47
2.4. Інституційне середовище та роль міжнародних організацій у стимулюванні «розумної» індустріалізації	56
РОЗДІЛ 3. СТРАТЕГІЇ ТА ІНСТРУМЕНТИ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ ІНДУСТРІЇ 4.0	63
3.1. Пріоритети державного регулювання цифрової трансформації промисловості	63
3.2. Фінансово-економічні та інноваційні інструменти стимулювання промислової модернізації	69
3.3. Перспективи формування промислової політики України в контексті Індустрії 4.0	76
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86
ДОДАТКИ	92

ВСТУП

Становлення Індустрії 4.0 є визначальним етапом сучасного економічного розвитку, який радикально трансформує промислові системи, змінюючи підходи до виробництва, управління та конкурентної взаємодії. Глобальні тенденції цифровізації, автоматизації, використання штучного інтелекту, робототехніки та Інтернету речей (IoT) формують нову архітектуру промислової політики. Для більшості розвинених держав ці технологічні зміни стали основою інноваційного зростання: у Німеччині стратегія Industrie 4.0 забезпечила приріст продуктивності на понад 18% за 2018–2024 рр., а у Південній Кореї частка “розумних фабрик” перевищує 30% від загальної кількості виробничих підприємств.

Для України питання формування ефективної промислової політики в умовах Індустрії 4.0 є особливо актуальним. Попри наявність потужної виробничої бази, рівень технологічного оновлення залишається низьким, що обмежує міжнародну конкурентоспроможність. За даними World Bank (2024), частка високотехнологічної продукції у промисловому експорті України становить лише 7,3%, тоді як у країнах ЄС — понад 40%. У таких умовах впровадження цифрових стратегій, стимулювання інновацій та модернізація промислової інфраструктури є ключовими завданнями для державної промислової політики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання трансформації промислової політики в умовах становлення Індустрії 4.0 активно досліджується у наукових та експертних колах як на національному, так і міжнародному рівнях. У вітчизняній науковій літературі теоретичні підходи до модернізації промисловості, цифровізації виробничих процесів та формування інноваційно орієнтованої промислової політики представлено в працях таких українських дослідників, як В. Ляшенко, О. Плотніков, І. Пінчук, Л. Федулова, О. Кандеєва, Ю. Гончарук, які акцентують увагу на необхідності цифрової трансформації промислових галузей, розвитку інноваційної інфраструктури та вдосконаленні

державних механізмів підтримки технологічних змін. Значний науковий внесок у дослідження концептуальних засад Індустрії 4.0 та її впливу на промислову політику зробили зарубіжні науковці, серед яких К. Шваб, Г. Кагерманн, В. Лутц, М. Макінзі, Е. Брінйолфссон, А. МакАфі, Д. Дорн та інші. У своїх працях вони приділяють увагу питанню цифрової інтеграції виробництв, ролі штучного інтелекту, великих даних, кіберфізичних систем та автоматизації у формуванні нових моделей промислового розвитку.

Метою дослідження є аналіз сучасних тенденцій формування та реалізації промислової політики держав в умовах становлення Індустрії 4.0, виявлення ключових проблем і можливостей для впровадження технологічних інновацій у промисловий сектор України.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати *такі завдання:*

1. Розкрити сутність і структурні компоненти промислової політики в контексті Індустрії 4.0.
2. Проаналізувати міжнародний досвід цифрової трансформації промисловості (на прикладі ЄС, Німеччини, Південної Кореї, США).
3. Дослідити стан промислової інфраструктури та рівень технологічної готовності України до впровадження принципів Індустрії 4.0.
4. Визначити основні бар'єри, можливості та напрями вдосконалення промислової політики України в умовах цифровізації.
5. Сформулювати пропозиції щодо стратегічних пріоритетів державної промислової політики на засадах інноваційності, сталості та цифрової інтеграції.

Об'єкт дослідження. Процеси формування та реалізації промислової політики держав у контексті впровадження концепції Індустрії 4.0.

Предмет дослідження. Інструменти, механізми та стратегії державного регулювання промислового розвитку в умовах цифрової трансформації та технологічного оновлення економіки.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань було застосовано комплекс сучасних наукових методів. Системний підхід та структурно-функціональний аналіз використано для комплексного дослідження

промислової політики в контексті Індустрії 4.0, визначення її елементів, інституційної структури та взаємозв'язків між державними, приватними і науковими секторами. Історико-логічний метод застосовано для аналізу еволюції промислової політики, етапів становлення цифрової трансформації виробництва та формування технологічних укладів. Методи дедукції та індукції дали змогу сформулювати теоретичні узагальнення щодо ролі держави у підтримці інноваційного розвитку промисловості та вивести практичні висновки про ефективність окремих політик у країнах ЄС, США, Японії та України.

Методи аналізу та синтезу використано для дослідження механізмів реалізації державної промислової політики в умовах цифровізації, автоматизації та впровадження штучного інтелекту у виробництво. Порівняльний аналіз застосовано для зіставлення стратегій промислової політики провідних країн світу, визначення їхніх конкурентних переваг і можливостей адаптації успішних практик в Україні. Кількісні та якісні методи оцінювання дали змогу проаналізувати статистичні дані щодо рівня цифровізації промисловості, продуктивності праці, обсягів інвестицій у технології Індустрії 4.0 та інноваційної активності підприємств. Кейс-стаді використано для вивчення конкретних прикладів впровадження «розумних» технологій і цифрових платформ у промислових кластерах різних країн, що дозволило визначити ключові чинники їхньої успішності.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів.

Теоретико-методичне значення дослідження полягає у систематизації підходів до формування ефективною промислової політики в умовах Індустрії 4.0, визначенні її структурних елементів, інституційних механізмів та ролі держави у стимулюванні технологічних інновацій. Отримані результати розширюють наукове розуміння трансформації промислового розвитку під впливом цифровізації, автоматизації та штучного інтелекту, а також можуть слугувати основою для подальших досліджень у сфері економічної політики, інноваційного менеджменту та міжнародної конкурентоспроможності.

Практична цінність полягає у формулюванні рекомендацій щодо вдосконалення промислової політики України на основі європейських та світових практик. Результати дослідження можуть бути використані для розробки стратегій цифрової трансформації промисловості, удосконалення механізмів державно-приватного партнерства, підвищення ефективності інноваційної інфраструктури та залучення інвестицій у високотехнологічні галузі. Отримані висновки також можуть стати базою для підготовки нормативно-правових документів, державних програм підтримки технологічного оновлення підприємств і розвитку людського капіталу в умовах Індустрії 4.0.

Інформаційна база дослідження. Інформаційну основу становлять статистичні дані Державної служби статистики України, Світового банку (World Bank), Євростату (Eurostat), OECD, UNIDO, а також матеріали аналітичних центрів і звіти міжнародних організацій (World Economic Forum, IMF, McKinsey Global Institute). Додатково використано наукові публікації українських і зарубіжних авторів, офіційні урядові стратегії та програми розвитку промислової політики у країнах ЄС і світі.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Кваліфікаційна магістерська робота містить 106 сторінок, 46 таблиць, 2 рисунки, список використаних джерел зі 60 найменувань та 2 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В ЕПОХУ ІНДУСТРІЇ 4.0

1.1. Еволюція промислової політики: від індустріалізації до цифрових трансформацій

Промислова політика є одним із ключових інструментів державного регулювання економічного розвитку, оскільки визначає напрями структурної трансформації виробництва, технологічної модернізації та підвищення конкурентоспроможності національної економіки. У сучасних умовах глобальної цифровізації та переходу до Індустрії 4.0 зміст промислової політики суттєво трансформується, набуваючи рис інноваційності, гнучкості й системності.

Підходи до визначення поняття «промислова політика» істотно відрізняються у різних дослідників і міжнародних інституціях. М. Портер трактує її як систему державних заходів, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності національних галузей через інновації та розвиток технологій, роблячи акцент на створенні доданої вартості на основі знань. Р. Родрік, натомість, розглядає промислову політику як стратегію держави щодо вибору пріоритетних секторів економіки та підтримки їх розвитку, підкреслюючи роль селективного втручання у структурні зрушення. Європейська комісія у своїх документах (EU Industrial Policy, 2020) визначає її як комплекс дій, спрямованих на цифрову трансформацію виробництва, сталий розвиток і формування єдиного ринку інновацій, тобто підхід є більш комплексним та орієнтованим на довгострокову технологічну інтеграцію. Українські економісти, зокрема І. Бураковський, у новітніх працях характеризують промислову політику як систему регуляторних і стимулюючих заходів держави, спрямованих на модернізацію виробництва, розвиток наукових досліджень і цифровізацію промисловості.

Узагальнюючи різні трактування, можна запропонувати авторське уточнення дефініції. Промислова політика — це комплекс узгоджених державних, корпоративних і наукових дій, спрямованих на формування технологічно стійкої

економіки через розвиток інноваційних кластерів, цифрових рішень та синергію елементів Industry 4.0. На відміну від класичного підходу, де основна увага зосереджувалась на підтримці окремих галузей, сучасна промислова політика орієнтована на створення умов для розвитку високотехнологічних екосистем.

За змістом і формами реалізації промислова політика поділяється за кількома критеріями. За масштабом вона може бути національною, регіональною чи галузевою; за цільовим спрямуванням — стимулюючою, коригувальною або селективною; за інструментами впливу — фінансовою, регуляторною та інституційною. В умовах Індустрії 4.0 така політика передбачає не лише фінансування модернізації виробництва, а й стимулювання наукових досліджень, інноваційних стартапів та цифрових проєктів, які забезпечують технологічний прорив.

Після закінчення Другої світової війни розвинені країни почали систематично використовувати інструменти промислової політики для стимулювання економічного зростання та відновлення своїх виробничих секторів. Цей період ознаменував перехід від пасивної залежності від ринку до активного державного втручання з метою сприяння індустріалізації та технологічного прогресу [1]. Уряди прийняли стратегії, які віддають пріоритет промислому зростанню через цільові інвестиції, розвиток інфраструктури та допоміжні правила. Такі підходи мали на меті не лише відновити довоєнну економічну стабільність, а й закласти основу для сталого промислового розширення.

Однією з ключових особливостей післявоєнної промислової політики було здійснення заходів щодо сприяння розвитку галузей обробної промисловості, зокрема високотехнологічної та важкої промисловості, які розглядалися як життєво важливі для економічної конкурентоспроможності, табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Післявоєнна промислова політика та розвиток обробної промисловості

Галузь / Напрямок	Теоретичне обґрунтування	Основні заходи політики	Очікуваний ефект
-------------------	--------------------------	-------------------------	------------------

Важка промисловість	Теорія індустріального зростання (Kuznets, 1966)	Дотації, пільгове кредитування, будівництво інфраструктури	Збільшення виробничих потужностей, створення робочих місць
Високотехнологічна промисловість	Теорія технологічного прориву	Стимулювання інновацій, державні інвестиції у НДДКР	Підвищення конкурентоспроможності на міжнародних ринках
Машинобудування та електроніка	Теорія кластерного розвитку (Porter, 1990)	Створення промислових кластерів, підтримка експорту	Формування концентрації знань та ресурсів

Складено автором

Уряди прагнули стимулювати інновації та технологічний прогрес шляхом стимулювання досліджень і розробок, створення індустріальних парків і надання фінансової підтримки ключовим секторам. Ці заходи були спрямовані на досягнення кількох цілей: збільшення внутрішнього виробництва, зменшення залежності від імпорту та створення можливостей для зайнятості. У результаті політика була зосереджена на сприянні стійкій промисловій базі, здатній адаптуватися до мінливих глобальних ринків і технологічних зрушень, заклавши основу для майбутніх промислових перетворень.

Протягом усієї цієї епохи різні політики були націлені на конкретні цілі, відображаючи різноманітні економічні контексти різних націй [3]. Наприклад, промислова стратегія Європейського Союзу наголошувала на захисті існуючих галузей промисловості, одночасно розвиваючи високотехнологічні сектори з метою випередити глобальних конкурентів. Навпаки, Сполучені Штати зосередилися на створенні середовища, сприятливого для технологічних інновацій, що призвело до значного зростання ВВП і підвищення промислової продуктивності [4]. Ця політика часто включала такі заходи, як податкові пільги, субсидії та стратегічні інвестиції, спрямовані на посилення промислового потенціалу. Крім того, основні політичні цілі зосереджувалися на досягненні економічної самодостатності, технологічному лідерстві та підвищенні глобальної конкурентоспроможності, що залишалося центральною темою в розробці післявоєнної промислової стратегії.

Перехід до економіки, заснованої на знаннях, знаменує собою значні зміни в промисловій політиці, наголошуючи на інноваціях і технологічному прогресі як основних рушійних силах зростання. Ця еволюція відображає визнання того, що лише традиційне виробництво не може підтримувати довгостроковий економічний розвиток у все більш взаємопов'язаному світі, табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Перехід до економіки, заснованої на знаннях

Параметр	Теоретичне обґрунтування	Характерні зміни	Приклади впровадження
Інноваційний капітал	Теорія знань як ключового ресурсу (Drucker, 1993)	Зростання ролі R&D та інтелектуальної власності	Технологічні стартапи, інноваційні парки
Технологічний прогрес	Теорія економіки знань (Nonaka & Takeuchi, 1995)	Зміщення акценту з традиційного виробництва на інновації	Автоматизація, цифровізація виробництва
Глобальна взаємозалежність	Теорія глобалізації (Friedman, 2005)	Підвищення значення міжнародних інвестицій та технологічного обміну	Міжнародні науково-технічні співпраці

Складено автором

Уряди в усьому світі зараз віддають пріоритет політикам, які сприяють розвитку інноваційних екосистем, підтримують високотехнологічні стартапи та покращують цифрову інфраструктуру. Наприклад, багато країн створили інноваційні центри та інкубатори, які мають на меті розвивати науково-дослідні підприємства. Ця стратегічна спрямованість спрямована на створення сприятливого середовища для технологічних проривів, що дозволить промисловості вийти за межі простого виробництва до створення та застосування знань. Отже, наголос на інноваціях не тільки прискорює економічний прогрес, але й забезпечує конкурентну перевагу в глобальній цифровій економіці.

Розвиток високотехнологічних галузей став центральним компонентом сучасної промислової політики, що відображає навмисне зміщення пріоритетів у таких секторах, як інформаційні технології, біотехнології та передове виробництво. Ці галузі розглядаються як ключові агенти економічної трансформації через їх здатність генерувати високовартісні продукти та сприяти інноваціям.

Політика підтримки цих секторів часто включає цільові субсидії, податкові пільги та спільні дослідницькі ініціативи. Наприклад, такі країни, як Південна Корея та Німеччина, вклали значні кошти у виробництво напівпровідників і точне машинобудування відповідно, позиціонуючи себе як світових лідерів. Такі стратегічні інвестиції спрямовані на стимулювання переливу технологій, створення висококваліфікованих робочих місць і підвищення конкурентоспроможності країни. Як наслідок, розвиток високотехнологічних галузей відіграє важливу роль у переході економік до більш складних і сталих моделей зростання.

Вирішальним елементом цього технологічного переходу є потужна підтримка досліджень і розробок (НДДКР), які служать основою промислової політики, орієнтованої на інновації. Уряди все більше визнають, що постійні інвестиції в науково-дослідні розробки є важливими для прориву в таких нових сферах, як штучний інтелект, відновлювані джерела енергії та цифрові комунікації, табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Підтримка НДДКР як основа інноваційної політики

Компонент політики	Теоретичне обґрунтування	Засоби реалізації
Інвестиції в НДДКР	Теорія інноваційного циклу (Freeman & Soete, 1997)	Державне фінансування, гранти, податкові стимули
Розвиток нових технологій	Теорія технологічного прориву (Schumpeter, 1942)	Партнерство університетів та промисловості
Фокус на стратегічних галузях	Концепція стратегічних секторів (Porter, 1990)	Вибір пріоритетних технологічних напрямів

Складено автором

З цією метою багато країн створили спеціалізовані фінансові агентства, дослідницькі гранти та державно-приватні партнерства, призначені для стимулювання наукових досліджень і технологічних експериментів. Наприклад, такі ініціативи, як програми Європейського Союзу Horizon, є прикладом узгоджених зусиль із спрямування ресурсів на передові дослідження. Цей стратегічний фокус на дослідженнях і розробках спрямований на отримання нових знань, підвищення продуктивності та сприяння економічній стійкості в умовах швидких технологічних змін. Віддаючи пріоритет інноваціям за

допомогою цілеспрямованих політичних заходів, країни прагнуть зберегти свою конкурентну перевагу в глобальній економіці, що розвивається.

Запровадження цифрових технологій стало наріжним каменем сучасної промислової політики, ознаменувавши значний перехід від традиційного виробництва до інноваційних операцій, орієнтованих на технології, рис. 1.1. Цей перехід передбачає інтеграцію передових інструментів, таких як автоматизація, аналітика даних і штучний інтелект, у виробничі процеси, що підвищує ефективність і конкурентоспроможність [5].

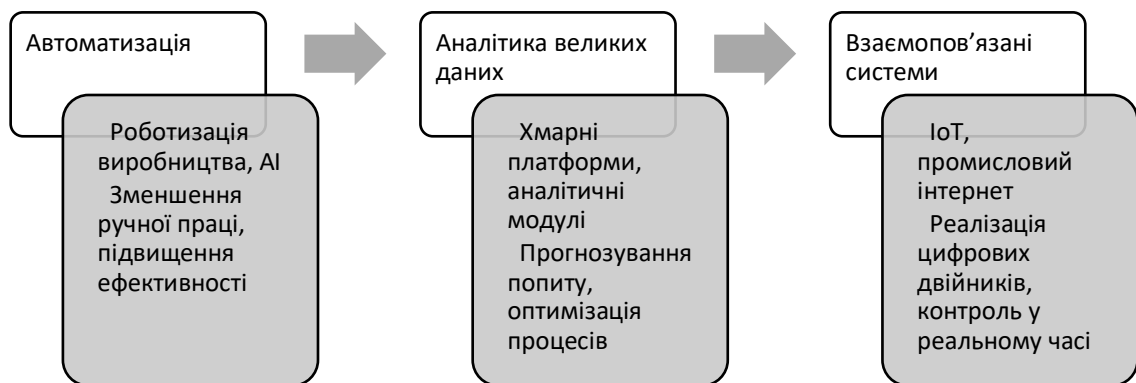


Рисунок 1.1. Розвиток цифрової трансформації та її вплив на промислову політику

Складено автором

Оскільки індустрії впроваджують ці інновації, вони не лише підвищують продуктивність, але й відкривають нові шляхи для розробки та налаштування продуктів. Отже, ця технологічна асиміляція сприяє створенню більш гнучкого та чутливого промислового середовища, здатного швидко адаптуватися до вимог ринку. Крім того, стратегічна підтримка впровадження цифрових технологій змусила уряди та організації надати пріоритет дослідженням і розробкам (НДДКР), забезпечуючи постійний технологічний прогрес. Ці ініціативи створюють сприятливий ґрунт для інновацій, що зрештою прискорює еволюцію галузей до економіки, заснованої на знаннях, яка процвітає завдяки цифровій майстерності [6].

Системний аналіз взаємозв'язку між промисловою політикою та технологічними трендами показує, що розвиток технологій Industry 4.0 — інтернету речей, штучного інтелекту, роботизації, блокчейну, хмарних сервісів і великих даних — формує нову логіку державного втручання в економіку. Держава вже не лише координує або фінансує окремі підприємства, а створює умови для формування інноваційного середовища, у якому відбувається взаємодія бізнесу, науки, освітніх установ, дослідницьких центрів та цифрових платформ. Таким чином, роль уряду переходить від прямого управління до архітектурного формування технологічної екосистеми.

Важливою складовою сучасної промислової політики є механізми стимулювання розвитку технологій Індустрії 4.0. До таких інструментів належать інвестиційна підтримка технологічних стартапів та індустріальних парків, розвиток науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР), надання податкових пільг для інноваційних компаній, створення регуляторних “пісочниць” для випробування нових технологій, а також формування інфраструктури цифровізації — смарт-фабрик, інноваційних хабів та STEM-освіти. Такі заходи не лише прискорюють модернізацію виробництва, а й формують довгострокову конкурентну перевагу на міжнародних ринках.

Індустрія 4.0 зумовлює нову логіку промислової політики, орієнтовану не на підтримку галузей як таких, а на стимулювання інноваційних екосистем, рис. 1.2. Це означає, що успіх реалізації промислової стратегії залежить від здатності держави інтегрувати бізнес, науку, технології та інститути розвитку в єдину систему взаємодії.

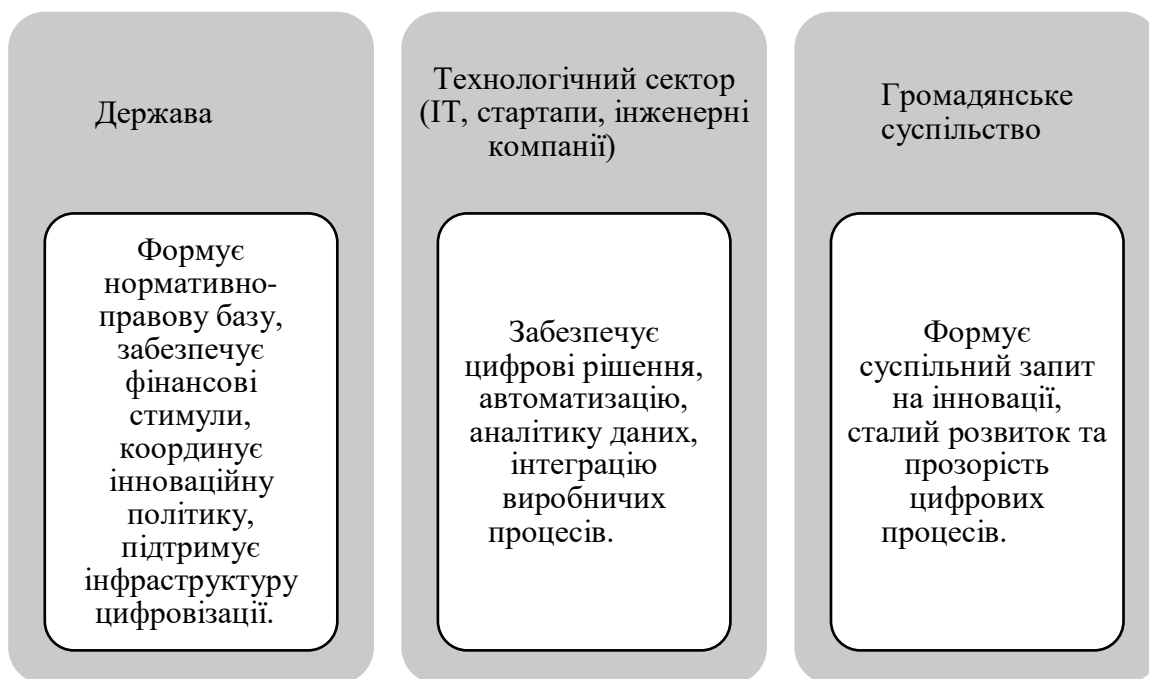


Рисунок 1.2. Нова система стимулювання інноваційних екосистем

Складено автором

Розвиток надійної цифрової інфраструктури має основне значення для забезпечення широкої технологічної інтеграції в галузях, сприяючи безперебійному з'єднанню та обміну даними. Інвестиції у високошвидкісний Інтернет, хмарні обчислення та мережі 5G є прикладом зусиль зі створення стійкої цифрової магістралі, яка підтримує промислову модернізацію, табл. 1.4. Ця інфраструктура не тільки підтримує розгортання передових виробничих технологій, але й забезпечує повну участь малих і середніх підприємств у цифровій економіці.

Таблиця 1.4 - Розвиток цифрової інфраструктури та її вплив на промислову модернізацію

Елемент інфраструктури	Функція	Метрики ефективності	Приклади реалізації	Потенційний вплив на Industry 4.0
Високошвидкісний інтернет	Передача великих обсягів даних	Швидкість передачі (Mbps), затримка (ms), стабільність з'єднання	Оптоволоконні мережі, 5G	Забезпечує швидкий обмін даними між IoT-пристроями

Хмарні обчислення	Зберігання та обробка даних	Час відповіді, кількість оброблюваних запитів/сек, % автоматизованих обчислень	AWS, Microsoft Azure, Google Cloud	Дозволяє аналітику у реальному часі та прогнозування виробничих процесів
Мережі 5G	Безперервне з'єднання IoT-пристроїв	Покриття території (%), затримка (ms), пропускна здатність (Gbps)	Промислові IoT-мережі, автономні системи	Підтримка інтеграції та автономності виробничих процесів
Кібербезпека	Захист даних	% виявлених атак, час відновлення систем, кількість порушень	Шифрування, IDS/IPS-системи	Забезпечує надійність цифрових платформ і довіру користувачів

Складено автором

Крім того, розвиток цифрової інфраструктури має вирішальне значення для сприяння інноваційним екосистемам, де стартапи та відомі компанії співпрацюють, діляться ресурсами та масштабують нові рішення. У результаті країни, які віддають перевагу цифровій інфраструктурі, мають кращі можливості для підтримки зростання та конкурентоспроможності в глобалізованому цифровому ландшафті, перетворюючи традиційні галузі на сучасні, взаємопов'язані сектори [8].

Вплив цифрової трансформації на традиційні галузі був глибоким, змінивши бізнес-моделі, операційні стратегії та динаміку робочої сили. Цифрові технології дозволяють таким галузям, як виробництво, сільське господарство та логістика, оптимізувати процеси, зменшити витрати та покращити контроль якості [9]. Наприклад, інтеграція пристроїв Інтернету речей і аналітики даних дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі та прогнозне технічне обслуговування, мінімізуючи простой та підвищуючи ефективність. Крім того, цифровізація створює новий конкурентний тиск, змушуючи традиційні фірми впроваджувати інновації або ризикувати застаріти. Однак ця зміна також створює проблеми, включаючи переміщення робочої сили та потребу в цифровій грамотності. Загалом, цифрова трансформація діє як каталізатор модернізації,

підштовхуючи промисловість до більшої стійкості та стійкості у все більш цифровому світі [10].

Одним із головних викликів цифрової епохи є подолання цифрового розриву та забезпечення інклюзивності для всіх груп населення. Оскільки цифрові технології стають невід'ємною частиною економічної та соціальної участі, нерівність у доступі може перешкоджати досягненню ширших цілей розвитку, табл. 1.5. Цей розрив впливає на жителів віддалених регіонів, людей похилого віку та маргіналізовані спільноти, які можуть не мати надійного Інтернету чи навичок цифрової грамотності.

Таблиця 1.5 - Виклики та майбутні напрями промислової політики в епоху цифрових технологій

Виклик / Тенденція	Проблема	Метрики оцінки	Потенційне рішення
Цифровий розрив	Нерівний доступ до технологій	% підприємств із сучасними технологіями, регіональні відмінності в інфраструктурі	Інвестиції у інфраструктуру, навчання кадрів
Кібербезпека	Зростання ризиків витоку даних	Кількість атак на рік, час відновлення систем	Стандарти безпеки, шифрування, моніторинг
Інноваційна конкуренція	Прискорення технологічного прогресу конкурентів	Кількість патентів, частка R&D у ВВП, темпи впровадження нових технологій	Підтримка R&D, стартап-інкубатори
Адаптація робочої сили	Невідповідність кваліфікацій новим технологіям	% кваліфікованих працівників, рівень автоматизації, витрати на навчання	Програми перепідготовки, навчання нових компетенцій

Складено автором

Ці прогалини можуть посилити існуючу нерівність, обмежуючи можливості для отримання освіти, працевлаштування та соціальної участі. Щоб подолати ці бар'єри, політики повинні впроваджувати цільові стратегії, такі як розширення цифрової інфраструктури, забезпечення доступного підключення та сприяння навчанню цифрових навичок. Роблячи це, вони можуть сприяти більш інклюзивному цифровому суспільству, яке використовує технології для справедливого зростання та суспільної згуртованості.

Збалансованість регулювання та інновацій залишається критичною проблемою, оскільки цифрова трансформація прискорюється. Уряди стикаються з проблемою створення нормативної бази, яка захищає споживачів і підтримує чесну конкуренцію, не стримуючи технологічний прогрес [12]. Занадто жорстка політика може перешкоджати розробці та впровадженню інноваційних цифрових рішень, тоді як слабке регулювання може призвести до таких проблем, як порушення конфіденційності даних і монополізація ринку. Тому необхідний нюансований підхід — такий, який заохочує інновації, одночасно забезпечуючи безпеку та етичні стандарти. Це включає в себе встановлення адаптивних правил, які розвиваються разом з технологічним прогресом, і сприяння співпраці між регуляторами, промисловістю та академічними колами. Такий підхід може створити сприятливе середовище для стійких інновацій, зрештою сприяючи економічному зростанню та соціальній вигоді.

Отже, підготовка до майбутніх технологічних збоїв має важливе значення для підтримки стійкості та конкурентоспроможності у все більш цифровому світі. Швидкий розвиток у таких сферах, як штучний інтелект, блокчейн та Інтернет речей, загрожує змінити індустрію та ринки праці. Передбачення цих змін передбачає розробку перспективної політики, яка підтримує перепідготовку робочої сили, сприяє дослідженням і розробкам і заохочує впровадження новітніх технологій. Крім того, сприяння розвитку культури безперервних інновацій і експериментів може допомогти економікам швидко адаптуватися до непередбачуваних змін. Уряди та лідери галузі повинні працювати разом, щоб створити адаптивні екосистеми, здатні поглинати збої та використовувати нові можливості, забезпечуючи довгостроковий сталий розвиток на тлі цифрової революції, що триває.

1.2. Концепція «Індустрія 4.0»: сутність, принципи та ключові технології

Індустрія 4.0, також відома як Четверта промислова революція, фундаментально характеризується інтеграцією передових цифрових технологій у виробництво та виробничі процеси [1]. Цей новий етап промислового розвитку вирізняється акцентом на автоматизації, обміні даними та створенні інтелектуальних взаємопов'язаних систем, які працюють із мінімальним втручанням людини.

Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати такі технології, як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект і кіберфізичні системи, для підвищення ефективності та продуктивності. Як наслідок, «Індустрія 4.0» представляє значний відхід від традиційних методів виробництва, сприяючи створенню більш гнучких, чутливих і адаптованих виробничих середовищ, які можуть швидко адаптуватися до вимог ринку. Ці технологічні досягнення не лише трансформують фабрики, але й впливають на цілі ланцюжки поставок і бізнес-моделі, роблячи промисловий ландшафт більш динамічним та інноваційним [1].

Еволюція Industry 4.0 бере свій початок у серії попередніх промислових революцій, кожна з яких відзначена революційними технологічними проривами, які кардинально змінили виробничі парадигми. Починаючи з першої революції, яка запровадила механізацію за допомогою енергії води та пари, наступні революції принесли електрику, автоматизацію та цифровізацію, табл. 1.6.

Таблиця 1.6 - Еволюція Industry 4.0 та технологічний вплив

Параметр	Перша революція	Друга революція	Третя революція	Четверта (Industry 4.0)
Основна технологія	Парова машина	Електрика	Комп'ютери та автоматизація	IoT, AI, робототехніка, Big Data
Основний драйвер	Механізація праці	Масове виробництво	Автоматизація та ефективність	Цифрова інтеграція та аналітика

Зміна продуктивності	↑ на 20–30%	↑ на 40–50%	↑ на 60–70%	Потенційне ↑ на 80–100%, гнучкі виробничі системи
Основний виклик	Обмежені технології	Інфраструктура	Складність інтеграції	Кібербезпека та великі обсяги даних

Складено автором

Індустрія 4.0 спирається на ці основи шляхом інтеграції цифрових технологій з аналітикою великих даних, моніторингом у реальному часі та взаємопов'язаними кіберфізичними системами [2]. Цей прогрес підкреслює постійну тенденцію до збільшення автоматизації та обміну інформацією, кульмінацією якої є високо взаємопов'язана та інтелектуальна виробнича екосистема. Перехід від попередніх революцій до «Індустрії 4.0» означає не лише технологічний прогрес, але й зміни в тому, як працюють галузі, підкреслюючи важливість цифрової інтеграції та процесів прийняття рішень на основі даних для стійкого зростання та конкурентоспроможності [1].

Основні цілі Industry 4.0 зосереджені навколо підвищення ефективності роботи, підвищення продуктивності та можливості більшої індивідуальності продуктів і послуг [3]. Використовуючи передові технології, такі як штучний інтелект, робототехніка та прецизійні системи, мета полягає в розробці гнучких виробничих систем, здатних до самооптимізації та автономного прийняття рішень, табл. 1.7.

Таблиця 1.7 - Основні цілі Industry 4.0 та ключові метрики

Ціль	Ключові технології	Метрики ефективності	Очікуваний результат
Підвищення продуктивності	Роботи, AI, цифрові двійники	Обсяг продукції / година, середній час виробничого циклу	Збільшення виробничих потужностей на 30–50%
Гнучкість виробництва	IoT, модульні лінії	Час переналаштування обладнання, частка кастомізованих продуктів	Індивідуальні замовлення без зниження ефективності

Енергетична ефективність	Сенсори, аналітика енергоспоживання	kWh/од. продукції, % зниження витрат	Зменшення енергоспоживання на 20–30%
Автономність	Алгоритми машинного навчання	% завдань, виконаних без людського втручання	Підвищення точності та швидкості процесів

Складено автором

Крім того, «Індустрія 4.0» спрямована на сприяння інноваціям, підвищення стійкості ланцюга постачання та зниження витрат завдяки розумнішому управлінню ресурсами. Ці цілі узгоджуються з більш широкими економічними та технологічними цілями, включаючи цифрову трансформацію та сталий розвиток. Зрештою, реалізація Індустрії 4.0 спрямована на створення розумніших фабрик і галузей, які зможуть швидко реагувати на зміни ринкових умов, тим самим сприяючи конкурентній перевазі та економічному зростанню [4].

Взаємозв'язок і мережа є фундаментальними принципами Industry 4.0, що забезпечує безперебійний зв'язок між машинами, системами та людьми у виробничому середовищі. Цей взаємозв'язок досягається за допомогою передових протоколів зв'язку та цифрових платформ, які сприяють обміну даними в реальному часі [5]. У результаті виробничі процеси стають більш синхронізованими та оперативнішими, зменшуючи затримки та підвищуючи загальну ефективність. Інтеграція різних пристроїв і систем в єдину мережу дозволяє здійснювати постійний моніторинг і контроль, що важливо для оптимізації операцій. Таким чином, взаємозв'язок не тільки оптимізує робочі процеси, але й закладає основу для інноваційних підходів, таких як прогнозоване технічне обслуговування та адаптивні виробничі системи, що в кінцевому підсумку трансформують традиційні виробничі ландшафти.

Автоматизація та обмін даними є основою технологічних досягнень Industry 4.0, революціонізуючи процес управління та виконання виробництва [6]. Ці принципи передбачають розгортання інтелектуальних систем і роботів, які можуть виконувати складні завдання з мінімальним втручанням людини, керуючись величезними обсягами даних, зібраних із підключених пристроїв, табл. 1.8.

Таблиця 1.8 - Автоматизація та обмін даними

Технологія	Призначення	Показник впливу	Приклад	Потенційний ризик
AI та машинне навчання	Оптимізація процесів	Скорочення часу обробки даних на 40%	Інтелектуальні системи контролю складу	Втрата контролю при помилкових алгоритмах
Роботизація	Виконання рутинних завдань	Зменшення ручної праці на 50%	Автоматизовані збірні лінії	Високі витрати на впровадження
Big Data / аналітика	Прогнозування та оптимізація	Точність прогнозів на 85–90%	Прогноз попиту на продукцію	Недостатня якість даних
IoT-пристрої	Моніторинг та збір даних	Обсяг даних на годину > 1 ТБ	Сенсори на виробничих лініях	Кіберзагрози, витоки даних

Складено автором

Суть цього підходу полягає у створенні розумних фабрик, де процеси динамічно коригуються на основі інформації в реальному часі, що призводить до підвищення продуктивності та зменшення помилок. Наприклад, датчики, вбудовані в обладнання, постійно збирають дані, що дозволяє негайно реагувати на аномалії в роботі. Ця інтеграція автоматизації з аналітикою даних сприяє створенню більш гнучкого та ефективного виробничого середовища, де рішення приймаються швидко й точно, прокладаючи шлях для інновацій в управлінні ланцюгом поставок і персоналізації продукту.

Децентралізація та гнучкість характеризують адаптовану інфраструктуру Індустрії 4.0, що дозволяє виробничим системам працювати автономно та швидко реагувати на мінливі вимоги [7]. На відміну від попередніх промислових моделей, Industry 4.0 сприяє розподіленому прийняттю рішень, коли окремі блоки або модулі мають можливість вносити зміни без централізованого контролю. Ця децентралізація підвищує стійкість і дозволяє більш легко налаштовувати виробничі процеси, враховуючи унікальні вимоги клієнтів з більшою легкістю. Крім того, гнучкі виробничі системи можуть швидко змінювати конфігурацію у відповідь на коливання ринку або впровадження нових продуктів, тим самим підвищуючи конкурентоспроможність. Така здатність до адаптації має

вирішальне значення для підприємств, які прагнуть залишатися попереду в індустріальному середовищі, що швидко розвивається, гарантуючи, що операції залишаються ефективними та чутливими до динамічних умов.

Однією з фундаментальних технологій, що забезпечують Індустрію 4.0, є Інтернет речей (IoT), який забезпечує безпроблемний зв'язок між взаємопов'язаними пристроями та системами. Архітектура IoT зазвичай складається з чотирьох рівнів: зондування, мережі, обробки даних і додатків, кожен з яких відіграє вирішальну роль у захопленні та передачі даних від фізичних об'єктів до цифрових платформ, табл. 1.9. Ця взаємопов'язана мережа датчиків, машин і пристроїв дозволяє збирати дані в реальному часі, що є важливим для автоматизації та оптимізації виробничих процесів.

Таблиця 1.9 - Архітектура IoT у Industry 4.0

Рівень	Функція	Метрики продуктивності	Приклад впровадження	Теоретична основа
Зондування	Збір даних з об'єктів	Точність сенсорів, частота зчитування	Датчики температури, тиску	Теорія сенсорних мереж
Мережа	Передача даних	Швидкість передачі (Mbps), затримка (ms)	5G, оптоволокно	Теорія мережевого ефекту
Обробка даних	Аналіз та прийняття рішень	Час обробки, % автономних рішень	Хмарна платформа з AI-алгоритмами	Теорія обчислювальної ефективності
Додатки	Візуалізація та керування	Час реакції на подію, точність прогнозів	Контрольні панелі, цифрові двійники	Теорія інформаційного суспільства

Складено автором

У результаті IoT не тільки підвищує ефективність роботи, але й надає цінну інформацію, яка підтримує прогнозне технічне обслуговування та управління ресурсами, таким чином узгоджуючи з основними принципами взаємозв'язку та мережевих систем в Індустрії 4.0.

Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML) є основою автоматизації процесів прийняття рішень в рамках Industry 4.0, що дозволяє системам аналізувати величезні обсяги даних і адаптуватися автономно. Ці технології обробляють дані, зібрані з взаємопов'язаних пристроїв і фізичних систем, для

визначення закономірностей, прогнозування результатів і оптимізації операцій без втручання людини [9]. Наприклад, алгоритми на основі штучного інтелекту можуть прогнозувати збої обладнання, коригувати виробничі параметри в реальному часі або покращувати логістику ланцюга поставок, значно підвищуючи швидкість реагування та гнучкість. Отже, AI та ML сприяють принципам децентралізації та автоматизації Industry 4.0, створюючи інтелектуальні системи, здатні приймати децентралізовані рішення, тим самим підвищуючи загальну гнучкість і стійкість виробництва.

Кіберфізичні системи (CPS) є основним компонентом, який об'єднує фізичні процеси з цифровими системами керування, створюючи єдину мережу, де віртуальний і реальний світи безперервно взаємодіють. CPS створюють цифрових двійників — віртуальні копії фізичних активів, — які полегшують моніторинг, моделювання та контроль виробничих процесів [7]. Ці системи забезпечують децентралізоване прийняття рішень, оскільки CPS може автономно коригувати операції на основі даних у реальному часі, зменшуючи потребу в централізованому контролі. Об'єднуючи фізичні та кібердомени, CPS є прикладом принципів децентралізації та гнучкості Industry 4.0, дозволяючи підприємствам швидко адаптуватися до мінливих умов і покращуючи загальну надійність системи. Основні функції включають керування в режимі реального часу, віртуальне моделювання та автономні реакції, що є життєво важливим для досягнення розумних, взаємопов'язаних виробничих середовищ.

Одним із важливих завдань, з якими стикається Індустрія 4.0, є забезпечення безпеки та конфіденційності даних, які є критично важливими для підтримки довіри та операційної цілісності. Оскільки Індустрія 4.0 значною мірою залежить від взаємопов'язаних систем, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) і кіберфізичні системи (CPS), обсяг і чутливість даних, що генеруються, зростають експоненціально, табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Безпека та конфіденційність даних у Industry 4.0

Виклик / Загроза	Теоретичне пояснення	Приклади та методи захисту	Вплив на промислову політику
------------------	----------------------	----------------------------	------------------------------

Масивність даних	Теорія великих даних: чим більший обсяг, тим складніше управляти якістю та безпекою	Шифрування даних, токенизація, контроль доступу	Забезпечує довіру до цифрових систем та інтеграцію IoT
Вразливість IoT-пристроїв	Кіберфізична теорія безпеки: підключені пристрої створюють додаткові точки атаки	Аутентифікація, VPN, захищені протоколи	Визначає стандарти безпеки для промислових мереж
Ризики AI та CPS	Теорія безпечного штучного інтелекту: алгоритми можуть некоректно інтерпретувати дані	Моніторинг алгоритмів, аудит даних, симуляції сценаріїв	Вимагає розробки політики контролю автономних систем
Конфіденційність операцій	Теорія управління інформаційними ризиками: дані про процеси є стратегічно важливими	Політики доступу, ISO/IEC 27001, стандарти GDPR	Формує нормативи для захисту корпоративної та державної інформації

Складено автором

Ця залежність викликає занепокоєння щодо можливих кібератак, витоків даних і несанкціонованого доступу, які можуть скомпрометувати конфіденційну інформацію та порушити виробничі процеси. Організації повинні впроваджувати надійні заходи кібербезпеки та протоколи конфіденційності, щоб зменшити ці ризики. Вирішення цих проблем має важливе значення для сталого розвитку Індустрії 4.0, оскільки нехтування безпекою даних може перешкодити прийняттю та підірвати довіру зацікавлених сторін.

Ще одним завданням є розвиток навичок робочої сили та навчання для ефективної роботи та управління передовими технологіями Індустрії 4.0. Швидка інтеграція цифрових інновацій, таких як IoT, AI та CPS, вимагає висококваліфікованої робочої сили, здатної розуміти складні системи та приймати рішення на основі даних [10]. Однак існуюча прогалина в навичках створює перешкоду, оскільки багатьом працівникам і керівникам потрібна перепідготовка або підвищення кваліфікації, щоб йти в ногу з технологічним прогресом. Така ситуація підкреслює нагальну потребу в освітніх програмах і безперервному професійному розвитку, зосереджених на компетенціях Індустрії 4.0. Крім того, сприяння кваліфікованій робочій силі має вирішальне значення для використання технологічних інновацій для стимулювання продуктивності та інновацій,

зрештою перетворюючи традиційні галузі промисловості на розумні, конкурентоспроможні сектори.

Незважаючи на ці виклики, Індустрія 4.0 має величезний потенціал для сприяння інноваціям і трансформації галузей. Інтеграція передових цифрових технологій дозволяє компаніям оптимізувати процеси, створювати нові бізнес-моделі та розробляти інноваційні продукти та послуги [11]. Наприклад, використання блокчейну та складних рішень для зберігання даних може підвищити прозорість і відстежуваність у ланцюгах поставок, тоді як автоматизація та аналітика на основі штучного інтелекту можуть сприяти прийняттю розумніших рішень. Ця технологічна революція не тільки підвищує ефективність, але й відкриває нові можливості для трансформації промисловості, заохочуючи перехід до більш стійких і стійких економічних моделей. Як наслідок, використання технологій Industry 4.0 може значно сприяти економічному зростанню та конкурентоспроможності в майбутньому.

1.3. Методологічні інструменти оцінювання ефективності промислової політики в умовах технологічних зрушень

Економетричне моделювання та регресійний аналіз є фундаментальними кількісними інструментами, які використовуються для оцінки результатів промислової політики в умовах технологічних змін. Ці методи дозволяють дослідникам встановлювати статистичні зв'язки між політичними втручаннями та показниками економічної ефективності, забезпечуючи розуміння причинних наслідків. Наприклад, використовуючи такі змінні, як рівень інвестицій, рівень інновацій та показники продуктивності, економетричні моделі можуть прогнозувати потенційний вплив політичних заходів за різними сценаріями [1]. Отже, вони дозволяють політикам визначити, які стратегії є найбільш ефективними, оптимізувати розподіл ресурсів і передбачити майбутній розвиток галузі. Більше того, інтеграція методів дослідження операцій підвищує надійність цих моделей шляхом вирішення питань невизначеності та складної системної

динаміки, таким чином роблячи економетричний аналіз універсальним компонентом оцінки ефективності промислової політики.

Аналіз охоплення даних (DEA) є ще одним важливим кількісним методом, який широко використовується для вимірювання ефективності промислових секторів і підприємств у контексті технологічного прогресу. Цей непараметричний метод оцінює, наскільки добре організації перетворюють входи, такі як капітал, праця та сировина, у результати, такі як товари та послуги [2]. Порівнюючи кілька організацій одночасно, DEA визначає межі найкращої практики, виділяючи області, де ефективність можна покращити, табл. 1.11.

Таблиця 1.11 - Аналіз охоплення даних (DEA) у промисловій політиці

Метод / Підхід	Теоретичне обґрунтування	Застосування	Приклади / Сценарії	Основна цінність
DEA (Data Envelopment Analysis)	Непараметричний метод вимірювання ефективності: порівняння входів та виходів	Оцінка підприємств та галузей	Порівняння ефективності фабрик з різним рівнем автоматизації	Виявляє "кращі практики", ідентифікує зони для оптимізації
Порівняння багатьох одиниць	Теорія ефективності ресурсів (Fare et al., 1994)	Галузеві дослідження	Визначення ефективності виробництва у промислових кластерах	Дозволяє оцінити продуктивність без припущень щодо розподілу даних
Межі ефективності	Теорія найкращих практик	Планування політики	Встановлення цільових стандартів для підприємств	Сприяє стратегічному управлінню та стимулюванню інновацій

Складено автором

Однією з ключових переваг DEA є його припущення про те, що регіони чи фірми мають подібний потенціал, що дозволяє проводити послідовний порівняльний аналіз між підрозділами [2]. Ця функція є особливо важливою для аналізу впливу промислової політики, оскільки вона надає чіткі показники відносної продуктивності та спрямовує цілеспрямовані заходи для підвищення продуктивності та інновацій.

Аналіз витрат і вигод (СВА) залишається наріжним каменем кількісної оцінки в оцінці економічної життєздатності промислової політики, особливо в

умовах швидких технологічних змін [3]. Цей метод систематично порівнює загальні очікувані витрати з очікуваними вигодами від політики або проекту, переводячи різні результати в загальну грошову метрику. Таким чином СВА сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо розподілу ресурсів і визначення пріоритетів політики. Його широке застосування поширюється від оцінки інвестицій в інфраструктуру до інноваційних програм, де розуміння компромісів і довгострокових наслідків є вирішальним. Зрештою, аналіз витрат і вигод пропонує комплексну структуру, яка допомагає зацікавленим сторонам визначити, чи переваги технологічного прогресу та політичних ініціатив виправдовують їхні витрати, забезпечуючи ефективний і сталий промисловий розвиток.

Тематичні дослідження та опитування на місцях служать фундаментальними інструментами якісної оцінки для розуміння впливу технологічних змін на результати промислової політики. Ці методи передбачають поглиблене дослідження конкретних галузей або фірм для збору детальної інформації, часто шляхом прямого спостереження та збору даних, табл. 1.12.

Таблиця 1.12 - Якісні методи оцінки технологічних змін

Метод / Інструмент	Теоретичне обґрунтування	Приклади використання	Переваги
Тематичні дослідження	Теорія випадкового аналізу: поглиблене вивчення окремих випадків	Аналіз впливу цифрових технологій на виробництво	Глибоке розуміння процесів, ідентифікація ризиків
Опитування на місцях	Соціологічна теорія збору даних	Інтерв'ю з працівниками та менеджментом	Отримання безпосередніх оцінок та реакцій
Пряме спостереження	Емпіричне дослідження: аналіз поведінки систем у реальних умовах	Відстеження роботи IoT-пристроїв та автоматизованих систем	Виявлення невидимих на перший погляд проблем

Складено автором

Наприклад, проведення комплексних тематичних досліджень дозволяє дослідникам проаналізувати, як конкретні підприємства адаптують свої стратегії, такі як інновації продуктів або вдосконалення процесів, у відповідь на технологічні зміни. З іншого боку, польові опитування дозволяють збирати дані з

перших вуст від зацікавлених сторін, включаючи співробітників, менеджерів і споживачів, таким чином охоплюючи різноманітні погляди на технологічну інтеграцію. Загалом, ці підходи полегшують контекстуальне розуміння та допомагають визначити практичні виклики та можливості, пов'язані з технологічними змінами в різних галузях промисловості.

Експертні інтерв'ю та метод Дельфі є цінними якісними методами, які використовують спеціальні знання для оцінки впливу технологічних досягнень на успіх промислової політики. Експертні інтерв'ю передбачають структуровані або напівструктуровані розмови з фахівцями галузі, політиками та науковцями, які дають детальне розуміння стратегічних наслідків технологічних інновацій [5]. Водночас метод Delphi покращує цей процес, використовуючи ітераційні раунди опитування експертів для досягнення консенсусу щодо складних питань, таких як майбутня траєкторія впровадження технологій або ефективність політики. Цей метод не лише консолідує думки експертів, але й допомагає визначити потенційні ризики та перешкоди технологічному прогресу, таким чином інформуючи про більш надійні процеси формування політики та коригування.

Показники інтенсивності НДДКР та інновацій служать фундаментальними показниками для оцінки інноваційного потенціалу та прогресу галузей у рамках даної політики. Ці показники зазвичай включають частку витрат на дослідження та розробки відносно продажів або ВВП, а також кількість нових продуктів або процесів, представлених за певний період, табл. 1.13.

Таблиця 1.13 - Показники інтенсивності НДДКР та інновацій

Показник	Теоретичне пояснення	Приклади / Методи оцінки	Вплив на промислову політику
Частка витрат на НДДКР	Теорія інноваційного потенціалу: інвестиції у R&D стимулюють технологічний розвиток	Відношення витрат на НДДКР до обсягу продажів або ВВП	Визначає стратегічні пріоритети політики
Кількість нових продуктів	Теорія дифузії інновацій (Rogers, 2003)	Реєстрація патентів, запуск продуктів	Відображає здатність до впровадження технологій

Частка інноваційних процесів	Теорія технологічного прогресу	Впровадження автоматизованих та цифрових рішень	Показує ефект від НДДКР на виробничі системи
------------------------------	--------------------------------	---	--

Складено автором

Такі показники забезпечують кількісну міру того, наскільки активно організації інвестують в інновації та прагнуть до них, що є вирішальним для оцінки ефективності промислової політики, спрямованої на сприяння технологічному прогресу. Наприклад, збільшення витрат на НДДКР часто корелює з вищими рівнями інноваційної продукції, сигналізуючи про позитивний вплив політичних заходів. Отже, відстеження цих показників дозволяє розробникам політики та оцінювачам контролювати стан інноваційної екосистеми та визначати сфери, які потребують цільової підтримки [7].

Патентний аналіз і показники впровадження технологій є життєво важливими для розуміння того, як інновації перетворюються на відчутний технологічний прогрес у галузях. Патентні дані розкривають обсяг і якість винаходів, слугуючи проксі для винахідницької діяльності та технологічної новизни. Водночас відстеження темпів впровадження нових технологій у фірмах і секторах дає змогу зрозуміти процес розповсюдження та практичного впровадження інновацій. Наприклад, зростання кількості патентних заявок у поєднанні зі збільшенням рівня впровадження свідчить про надійне інноваційне середовище, яке ефективно перетворює дослідницькі зусилля на готові до ринку рішення. Ці показники допомагають оцінити, чи успішно промислова політика стимулює винахідницьку діяльність і сприяє інтеграції нових технологій у виробничі процеси [7].

Індикатори технологічної ефективності для окремих галузей пропонують детальне уявлення про те, як різні галузі технологічно прогресують, відображаючи унікальні проблеми та можливості в кожному секторі. Ці показники можуть включати такі показники, як підвищення продуктивності, пов'язане з технологічними вдосконаленнями, енергоефективність або розгортання рішень Індустрії 4.0, таких як автоматизація та цифровізація, табл. 1.14.

Таблиця 1.14 - Індикатори технологічної ефективності галузей

Галузь / Сектор	Теоретичне обґрунтування	Ключові показники	Приклади впровадження Industry 4.0	Значення для політики
Машинобудування	Теорія продуктивності (Solow, 1957)	Підвищення продуктивності, інтеграція автоматизації	Роботизовані лінії, цифрові двійники	Визначає ефективність технологічних вдосконалень
Хімічна промисловість	Теорія інноваційних циклів	Енергоефективність, цифровізація процесів	Впровадження датчиків та IoT-систем	Відображає технологічний розвиток та адаптацію до Industry 4.0
Електроніка та IT	Теорія кіберфізичних систем	Використання IoT, автономних рішень	Розгортання інтелектуальних систем, AI-аналітика	Оцінка цифрової трансформації та інноваційного потенціалу

Складено автором

Зосереджуючись на галузевих показниках, політики можуть краще адаптувати свої стратегії для сприяння конкурентним перевагам і подолання галузевих вузьких місць. Наприклад, виробничий сектор, що демонструє підвищені показники автоматизації та ефективності, може свідчити про успішне втручання політики, що сприяє технологічній модернізації. Такі спеціалізовані показники є важливими для оцінки того, чи промислова політика ефективно покращує технологічну ефективність різноманітних секторів, таким чином підтримуючи більш широкі економічні цілі [8].

Отже, розглянуті теоретичні аспекти Industry 4.0 демонструють, що сучасна промислова політика орієнтується на інтеграцію цифрових технологій, кіберфізичних систем, Інтернету речей та штучного інтелекту. Еволюція промислових революцій показує, що кожен етап технологічного розвитку формував нові виробничі парадигми, а Industry 4.0 продовжує цю тенденцію через гнучкі та автономні виробничі системи.

РОЗДІЛ 2. ГЛОБАЛЬНІ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ПРАКТИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

2.1. Політика провідних держав у сфері цифрової індустріалізації (Німеччина, США, Китай, Південна Корея, Японія)

Політика цифрової індустріалізації Німеччини з 2020 по 2024 рік зосереджена навколо ключових ініціатив та стратегічних цілей, спрямованих на сприяння технологічним інноваціям та сталому зростанню. Уряд наголошує на розвитку Індустрії 4.0, прагнучи оцифрувати виробничі процеси, покращити автоматизацію та підвищити продуктивність у всіх секторах. Цей підхід узгоджується з ширшим баченням трансформації суспільства для досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР) [1]. Для реалізації цих амбіцій Німеччина поставила перед собою чіткі цілі, такі як розширення цифрової інфраструктури, сприяння дослідженням та розробкам, а також посилення інтеграції цифрових технологій у традиційні галузі промисловості. Ці ініціативи підкріплені зобов'язанням підтримувати конкурентоспроможність на світовому ринку, забезпечуючи при цьому технологічний суверенітет та екологічну стійкість.

Важливим компонентом стратегії Німеччини є значні інвестиції в технології Індустрії 4.0, включаючи передову робототехніку, штучний інтелект та Інтернет речей (ІоТ). Країна виділила значне фінансування на підтримку інноваційних центрів, стартапів та великих підприємств, що займаються проектами цифрової трансформації, табл. 2.1. Наприклад, федеральний уряд Німеччини започаткував ініціативи щодо модернізації виробничих потужностей за допомогою інтелектуальної автоматизації, що дозволяє збирати та аналізувати дані в режимі реального часу.

Таблиця 2.1 - Порівняльний аналіз державних інвестицій у цифрову індустріалізацію (2020–2024 рр.)

Країна	Загальний обсяг фінансування цифрових програм, млрд дол.	Частка фінансування від ВВП, %	Ключові напрями інвестицій	Пріоритетна мета
Німеччина	45,6	1,0	Індустрія 4.0, робототехніка, штучний інтелект, IoT	Підвищення продуктивності та стійкості виробництва
США	72,4	0,8	ШІ, передові виробничі системи, національні інноваційні хаби	Збереження глобального технологічного лідерства
Китай	95,2	0,9	Цифрова інфраструктура, «розумні міста», хмарні сервіси	Побудова національної цифрової інфраструктури
Південна Корея	38,7	1,6	R&D у сфері 5G, автоматизації, цифрових платформ	Лідерство в інноваційних галузях
Японія	41,5	0,7	Робототехніка, ШІ, автоматизація виробництва	Підтримка ефективності та конкурентності промисловості

Складено автором

Ці інвестиції не лише прискорюють впровадження технологій, але й сприяють економічній стійкості, створюючи високоцінні робочі місця та розвиваючи інноваційні екосистеми. Зосередження уваги на передових технологіях має на меті позиціонувати Німеччину як лідера у світовій цифровій економіці, забезпечуючи конкурентну перевагу над іншими країнами.

Сильні сторони Німеччини в цифровій індустріалізації очевидні в її високорозвиненому виробничому секторі, потужній промисловій базі та надійних дослідницьких установах. Однак країна стикається з такими викликами, як розрив у цифрових навичках, складність інтеграції та проблеми кібербезпеки. Для вирішення цих проблем Німеччина інвестує в програми навчання робочої сили та ініціативи з цифрової грамотності, щоб забезпечити працівників необхідними навичками. Крім того, уряд працює над гармонізацією цифрових стандартів та покращенням міжсекторальної співпраці для сприяння більш плавному впровадженню технологій.

Сполучені Штати прийняли комплексну політичну рамкову програму для прискорення своїх зусиль у сфері цифрової індустріалізації з 2020 по 2024 рік, головним чином через великі програми фінансування, спрямовані на сприяння інноваціям. Зокрема, такі ініціативи, як мережа Manufacturing USA та Закон про національну ініціативу у сфері штучного інтелекту, є прикладом стратегічної спрямованості країни на технологічний прогрес та конкурентоспроможність промисловості, табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Стратегічні акценти цифрової індустріалізації провідних країн

Країна	Основні програми/ ініціативи	Інституційна підтримка	Результати станом на 2024 рік	Потенційні виклики
Німеччина	"Industrie 4.0", Smart Manufacturing Hub	Федеральне міністерство економіки та енергетики	+25% зростання цифрової автоматизації, 400+ інноваційних стартапів	Дефіцит IT-спеціалістів
США	Manufacturing USA, AI Initiative Act	Міністерство торгівлі, DARPA	16 національних дослідницьких центрів, збільшення продуктивності у виробництві на 12%	Геополітичні ризики постачання мікрочипів
Китай	"Made in China 2025", "Digital Economy Plan"	Держрада КНР, провінційні фонди	Понад 70% великих підприємств цифровізовано, 30 нових інноваційних кластерів	Технологічна залежність від іноземних рішень
Південна Корея	"Digital New Deal", R&D Acceleration Plan	Міністерство науки та ІКТ	Розбудовано 6 національних інноваційних парків, частка цифрової економіки — 11% ВВП	Високі витрати на підтримку R&D
Японія	"Society 5.0", Robot Revolution Initiative	МЕТІ, NEDO	40% виробництв автоматизовано, зростання експорту робототехніки на 18%	Старіння населення та нестача робочої сили

Складено автором

Ці програми надають суттєву фінансову підтримку дослідницьким установам, стартапам та відомим компаніям, забезпечуючи швидкий розвиток та впровадження передових технологій. Значно інвестуючи в ці сфери, США прагнуть зберегти своє лідерство в ключових секторах, таких як штучний інтелект, робототехніка та передове виробництво, тим самим зміцнюючи свої позиції у світовій цифровій економіці [3].

Окрім фінансування, США наголошують на сприянні інноваціям через динамічну екосистему технологічних стартапів та дослідницьких установ. Політика, що заохочує співпрацю між академічними колами та промисловістю, призвела до появи численних стартапів, що спеціалізуються на цифрових рішеннях, які слугують рушійною силою економічного зростання та технологічного прогресу. Наприклад, венчурні інвестиції у стартапи у сфері штучного інтелекту та Інтернету речей різко зросли протягом цього періоду, що відображає національний пріоритет використання нових технологій для промислової трансформації. Більше того, державні акселератори та інноваційні центри надають вирішальну підтримку, допомагаючи стартапам ефективно масштабувати та комерціалізувати свої інновації. Така зосередженість на інноваціях не лише підвищує конкурентоспроможність, але й позиціонує США як центр технологічного підприємництва [1].

Незважаючи на ці переваги, США стикаються з певними обмеженнями у своїй стратегії цифрової індустріалізації. Такі виклики, як загрози кібербезпеці, проблеми конфіденційності даних та нерівність у доступі до технологій, створюють значні перешкоди для досягнення рівномірної цифрової трансформації в усіх секторах. Крім того, тривають дебати щодо справедливого розподілу технологічних переваг, що може вплинути на соціальну згуртованість та економічну рівність. Хоча інноваційний потенціал США залишається сильним, ці обмеження підкреслюють важливість розробки комплексної політики, яка стосується як технологічних, так і соціальних проблем. Цей збалансований підхід є важливим для підтримки довгострокового зростання та збереження конкурентної переваги у все більш цифровому глобальному ландшафті [4].

Стратегічний підхід Китаю до цифрової індустріалізації у період з 2020 по 2024 рік характеризується комплексною зосередженістю на побудові надійної інфраструктури та впровадженні цілеспрямованої політики. Уряд Китаю надав пріоритет розвитку загальнонаціональної цифрової інфраструктури, включаючи високошвидкісні широкосмугові мережі, центри обробки даних та проекти «розумного міста», для сприяння передовій технологічній інтеграції між галузями

промисловості [5]. Ці узгоджені зусилля спрямовані на створення стійкої основи для цифрової трансформації, що дозволить галузям промисловості ефективно впроваджувати інноваційні рішення, табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Порівняльна ефективність цифрової індустріалізації (2020–2024 рр.)

Показник	Німеччина	США	Китай	Південна Корея	Японія
Індекс цифрової конкурентоспроможності (IMD, 2024)	90,4	97,1	86,3	91,0	89,7
Частка цифрового сектору у ВВП, %	10,2	12,8	10,9	11,4	9,8
Зростання виробничої продуктивності (2020–2024), %	+14	+12	+17	+13	+10
Частка підприємств, що впровадили автоматизацію, %	68	74	71	69	80
Кількість нових технологічних стартапів (тис.)	2,4	6,1	5,8	2,9	1,7

Складено автором

Крім того, така політика, як ініціатива «Зроблено в Китаї 2025» та План розвитку цифрової економіки, поставила амбітні цілі щодо стимулювання внутрішніх інновацій, модернізації виробництва та сприяння зростанню високотехнологічних секторів, позиціонуючи Китай як провідного гравця у світовому цифровому ландшафті.

Значні інвестиції в передові технології, такі як штучний інтелект (ШІ), 5G та розумне виробництво, відіграють центральну роль у цифровій стратегії Китаю. Уряд та приватний сектор спільно вклали ресурси в дослідження та розробки, що призвело до швидкого розгортання мереж 5G та автоматизації на основі ШІ в таких галузях, як автомобілебудування, електроніка та логістика [1]. Ці інвестиції спрямовані на підвищення продуктивності, покращення якості та зменшення залежності від імпорту іноземних технологій. Наприклад, розгортання 5G у Китаї стало найшвидшим у світі, що дозволило поширення додатків Інтернету речей (IoT) та розумних фабрик. Ця зосередженість на технологіях майбутнього не лише прискорює модернізацію промисловості, але й позиціонує Китай як серйозного конкурента у світовій цифровій економіці.

Південна Корея надала пріоритет потужній державній підтримці та ініціативам у галузі досліджень і розробок (R&D) для прискорення своєї цифрової трансформації з 2020 по 2024 рік, табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Матриця стратегічної діагностики цифрової індустріалізації

Країна	Сильні сторони	Слабкі сторони	Можливості	Загрози
Німеччина	Потужна технологічна база, підтримка держави	Висока вартість праці	Лідерство у виробничих інноваціях	Конкуренція з Китаєм
США	Глобальні технологічні корпорації, інвестиції у ІІІ	Нерівномірний розподіл фінансування	Розвиток стратегічних альянсів	Геополітична нестабільність
Китай	Масштабні державні програми, інфраструктура	Технологічна залежність	Вихід на нові ринки	Санкційні обмеження
Південна Корея	Високий рівень інновацій, R&D	Обмежений внутрішній ринок	Експорт технологій	Залежність від експорту
Японія	Лідер у робототехніці, Society 5.0	Старіння населення	Технологічна дипломатія	Дефіцит людських ресурсів

Складено автором

Уряд запровадив цілеспрямовану політику для сприяння інноваціям, включаючи значне фінансування проектів R&D, спрямованих на розвиток цифрової інфраструктури та технологічних можливостей [7]. Такий інтегрований підхід має на меті створити сприятливе середовище для технологічних проривів та позиціонувати Південну Корею як світового лідера в цифрових галузях. Постійно інвестуючи в передові дослідження, Південна Корея демонструє стратегічне зобов'язання підтримувати свою конкурентну перевагу в швидкозмінному цифровому середовищі.

Центральним напрямком цифрової стратегії Південної Кореї є зміцнення її напівпровідникової та електронної промисловості, які є життєво важливими секторами для економічного зростання та технологічного суверенітету країни. Уряд запровадив політику щодо збільшення виробничих потужностей напівпровідників, включаючи субсидії та податкові пільги для вітчизняних виробників [3]. Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки ланцюгів поставок, сприяння інноваціям у розробці мікросхем та розширення експортних

можливостей. Крім того, Південна Корея інвестує в електроніку та технології дисплеїв наступного покоління, позиціонуючи себе як ключового гравця на світових ринках.

У рамках цифрової індустріалізації Японії на 2020-2024 роки значний акцент робиться на робототехніці та автоматизації як ключових сферах політики, табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Узагальнюючий рейтинг цифрової готовності (2024 р.)

Країна	Рівень цифрової інфраструктури (0–10)	Інноваційна активність (0–10)	Ефективність державної політики (0–10)	Загальний рейтинг (0–30)	Місце у світі
США	9,8	9,6	9,2	28,6	1
Німеччина	9,1	8,7	9,0	26,8	2
Південна Корея	8,9	9,3	8,5	26,7	3
Китай	9,2	8,4	8,3	25,9	4
Японія	8,7	8,0	8,1	24,8	5

Складено автором

Країна визнає, що розвиток технологій робототехніки є життєво важливим для підтримки конкурентної переваги у виробничому секторі та секторі послуг, які є ключовими рушійними силами її економіки. Згідно з нещодавніми урядовими звітами, значні інвестиції були виділені на розробку роботів наступного покоління, здатних виконувати складні завдання, включаючи інтеграцію штучного інтелекту та співпрацю людини та роботи [5]. Надаючи пріоритет автоматизації, Японія прагне підвищити промислову ефективність та сприяти інноваціям у різних секторах, від охорони здоров'я до логістики, тим самим зміцнюючи свої позиції у глобальних зусиллях щодо цифрової індустріалізації.

Окрім зосередження на робототехніці, підхід Японії включає потужні державно-приватні партнерства та цільові ініціативи фінансування. Уряд створив різні схеми стимулювання участі приватного сектору, включаючи гранти, субсидії та спільні дослідницькі програми, що сприяють технологічному розвитку та комерціалізації [8]. Ці партнерства сприяють обміну знаннями та спільному використанню ресурсів, що дозволяє швидше впроваджувати передові цифрові

рішення в усіх галузях промисловості. Наприклад, такі ініціативи, як Японська програма робототехніки та промислових інновацій, є прикладом того, як державні установи координують зусилля з лідерами галузі для прискорення інновацій та масштабування нових технологій. Ця модель співпраці забезпечує ефективний прогрес цифрової трансформації Японії, узгоджуючи державну політику з потребами галузі та сприяючи розвитку динамічної екосистеми для технологічного прогресу.

Отже, під час аналізу стратегії цифрової індустріалізації Японії в порівнянні з іншими провідними країнами можна побачити кілька думок щодо її майбутньої траєкторії. На відміну від країн з більш багатими на ресурси або великими економіками, таких як Китай чи США, акцент Японії на спеціалізованих технологічних інноваціях, особливо в робототехніці, позиціонує її унікально на світовому рівні. У майбутньому постійні інвестиції Японії в дослідження, поєднані з її стратегічними альянсами та зосередженням на автоматизації, ймовірно, збережуть її конкурентну перевагу. Підхід країни є прикладом цілеспрямованого, технологічно орієнтованого шляху до цифрової індустріалізації, який може служити моделлю для інших країн, які прагнуть збалансувати інновації з демографічними та економічними викликами. Загалом, політична основа Японії підкреслює важливість поєднання технологічної винахідливості зі спільними зусиллями для досягнення сталого зростання в цифрову епоху.

2.2. Європейський Союз та інтеграційні стратегії розвитку промисловості у рамках Індустрії 4.0

Стратегічні цілі Європейського Союзу щодо інтеграції в Індустрію 4.0 зосереджені, головним чином, на сприянні інноваційному розвитку, підтримці малих та середніх підприємств (МСП), розвитку зеленої економіки та підвищенні енергоефективності. Ці цілі покликані забезпечити конкурентоспроможність галузей промисловості у швидкозмінному глобальному середовищі, водночас

дотримуючись ширших зобов'язань щодо сталого розвитку [1]. Для досягнення цієї мети ЄС наголошує на впровадженні передових цифрових технологій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей та автоматизація, які є центральними для Індустрії 4.0. Крім того, ці цілі спрямовані на сприяння безперешкодному переходу до розумніших виробничих процесів, тим самим підвищуючи продуктивність та стійкість у державах-членах. Стратегічний акцент на інноваціях та сталому розвитку підкреслює зобов'язання ЄС створити перспективну промислову базу, здатну одночасно вирішувати екологічні та економічні проблеми.

Ключові політики та нормативно-правові бази в ЄС слугують основою для ефективного впровадження стратегій Індустрії 4.0 у державах-членах, табл. 2.6. Ці політики розроблені для створення узгодженого регуляторного середовища, яке заохочує впровадження технологій та інновації, водночас захищаючи конкурентну справедливість. Зокрема, регуляторний підхід ЄС включає ініціативи щодо вдосконалення цифрових стандартів, сприяння взаємодії та підтримки інвестицій у дослідження та розробки.

Таблиця 2.6 - Основні нормативно-правові ініціативи ЄС, що підтримують впровадження Індустрії 4.0 (2020–2024 рр.)

Назва ініціативи / політики	Рік прийняття	Основна мета	Ключові інструменти реалізації	Очікувані результати до 2024 р.
Digital Europe Programme	2021	Розвиток цифрової інфраструктури, ШІ, кібербезпеки	€7,5 млрд фінансування, цифрові хаби, стандартизація	+25% зростання цифрових стартапів в ЄС
Horizon Europe (кластер "Індустрія, цифровізація, космос")	2021	Підтримка R&D і впровадження інновацій	€15 млрд для спільних проєктів	1000+ інноваційних розробок у промисловості

Green Deal Industrial Plan	2022	Цифрово-зелена трансформація промисловості	Декарбонізація, “цифровий близнюк” виробництва	Зниження CO ₂ у промисловості на 12%
Data Governance Act	2022	Формування спільного цифрового простору даних	Єдині правила обміну даними	Уніфікація стандартів цифрових платформ
AI Act (регулювання ШІ)	2023	Забезпечення етичного використання ШІ	Рівне регулювання ризиків та безпеки	Стандарти для 90% ІТ-компаній ЄС

Складено автором

Крім того, політика узгоджена з ширшими цілями ЄС, такими як Зелена угода, метою якої є досягнення кліматично нейтрального континенту до 2050 року, подальша інтеграція екологічних міркувань у промисловий розвиток [2]. Встановлюючи чіткі рекомендації та стимули, ЄС прагне усунути бар'єри для цифрової трансформації та сприяти створенню екосистеми, що сприяє модернізації промисловості. Ця регуляторна узгодженість має вирішальне значення для забезпечення того, щоб зацікавлені сторони галузі могли впевнено інвестувати в нові технології та практики.

Узгодження галузевої політики з ініціативами цифрової трансформації є ключовим аспектом рамкової програми промислового розвитку ЄС на 2020-2024 роки. Це узгодження забезпечує гармонізацію галузевих стратегій із загальними цифровими програмами, сприяючи єдиному підходу до модернізації. Наприклад, проекти ЄС, спрямовані на розвиток можливостей Індустрії 4.0, інтегровані з національними планами цифрової трансформації, що дозволяє скоординувати зусилля з модернізації виробничої інфраструктури та кваліфікації робочої сили [3]. Крім того, сприяння співпраці між органами державної влади, учасниками галузі та дослідницькими установами посилює впровадження інноваційних рішень у всіх секторах. Таке стратегічне узгодження не лише прискорює впровадження технологій, але й сприяє розвитку галузей промисловості, готових до майбутнього, здатних конкурувати на світовому рівні. Отже, інтеграція політик та ініціатив створює синергетичне середовище, яке підтримує стале промислове зростання та інновації в ЄС.

Впровадження технологій розумного виробництва стало наріжним каменем стратегії Європейського Союзу щодо розвитку Індустрії 4.0 у період з 2020 по 2024 рік. Інтегруючи передові рішення, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ) та робототехніка, держави-члени ЄС прагнуть підвищити ефективність та гнучкість виробництва, табл. 2.7. Наприклад, численні заводи в Німеччині та Франції вже впровадили системи автоматизації на основі датчиків, які дозволяють здійснювати моніторинг у режимі реального часу та прогнозне обслуговування, зменшуючи час простою та експлуатаційні витрати.

Таблиця 2.7 - Інтеграція технологій «розумного виробництва» в країнах ЄС (2020–2024 рр.)

Технологія	Частка підприємств, що впровадили технологію, %	Провідні країни	Ключові результати	Економічний ефект
Інтернет речей (IoT)	62	Німеччина, Нідерланди	Моніторинг у реальному часі, прогнозне обслуговування	-15% простоїв, +9% ефективності
Штучний інтелект (AI)	48	Франція, Італія, Швеція	Оптимізація виробництва, аналіз великих даних	+11% продуктивності
Робототехніка	55	Німеччина, Чехія, Іспанія	Автоматизація логістики, збирання та пакування	-12% операційних витрат
Цифрові близнюки	27	Фінляндія, Данія	Моделювання виробничих процесів	+8% точності планування
3D-друк	33	Франція, Італія	Виготовлення прототипів, зменшення відходів	-10% витрат на матеріали

Складено автором

Розвиток цифрової інфраструктури має фундаментальне значення для підтримки широкого впровадження технологій Індустрії 4.0 у Європейському Союзі. ЄС надав пріоритет інвестиціям у високошвидкісні ширококутні мережі, підключення 5G та платформи хмарних обчислень, щоб забезпечити безперебійний обмін даними та сумісність між промисловими системами. Наприклад, такі країни, як Естонія та Нідерланди, досягли значного прогресу у

створенні надійних цифрових магістральних мереж, які дозволяють створювати розумні фабрики та інтегрувати ланцюги поставок. Ця інфраструктура не лише прискорює цифрову трансформацію, але й підвищує стійкість до збоїв, сприяючи дистанційному моніторингу та управлінню промисловими процесами. Більше того, стратегічне розгортання цифрової інфраструктури створює сприятливе середовище для інновацій стартапів та технологічних компаній, тим самим підвищуючи конкурентоспроможність ЄС та сприяючи розвитку технологічно розвиненої промислової екосистеми [5].

Посилення інноваційних та дослідницько-конструкторських (НДДКР) можливостей має вирішальне значення для підтримки лідерства ЄС у Промисловості 4.0. Європейська Комісія виділила значне фінансування для підтримки спільних проєктів, які розробляють передові виробничі рішення та нові промислові матеріали. Наприклад, такі ініціативи, як «Європейські фабрики майбутнього», спрямовані на створення високоавтоматизованих, енергоефективних виробничих одиниць, що включають сталий розвиток, табл. 2.8.

Таблиця 2.8 - Європейські інвестиції у R&D в контексті Індустрії 4.0 (2020–2024 рр.)

Джерело фінансування	Середньорічний обсяг, млрд євро	Основні напрямки досліджень	Кількість проєктів	Очікуваний вплив
Horizon Europe (кластер “Digital, Industry & Space”)	15,1	Автоматизація, ШІ, робототехніка	845	Створення 300+ інноваційних підприємств
Європейський інвестиційний банк (EIB)	9,8	Цифрова інфраструктура, стартапи	120	Підвищення інноваційної активності МСП
Програма Digital Europe	7,5	Кібербезпека, навички, хмарні сервіси	200	Формування цифрових компетенцій 1,2 млн осіб
Європейські фабрики майбутнього (EFFRA)	5,2	Автоматизоване виробництво, енергоефективність	320	Зменшення енергоспоживання на 10%

Приватні R&D-інвестиції компаній ЄС	60,4	Високотехнологічні рішення, сенсорні системи	>1500	Зростання ВВП ЄС на +0,7% щорічно
-------------------------------------	------	--	-------	-----------------------------------

Складено автором

Сприяючи партнерству між академічними колами, промисловістю та урядом, ЄС заохочує перенесення інноваційних ідей у готові до виходу на ринок продукти. Цей стратегічний акцент на НДДКР не лише стимулює технологічні прориви, але й сприяє підготовці кваліфікованої робочої сили, здатної керувати складними цифровими виробничими системами. У свою чергу, ці зусилля створюють конкурентні переваги для європейських галузей промисловості, дозволяючи їм відповідати мінливим вимогам світових ринків та технологічним стандартам [6].

Серед країн-членів ЄС деякі країни стали лідерами у впровадженні технологій Промисловості 4.0, завдяки проактивній національній політиці та стратегічним інвестиціям. Наприклад, Німеччина була на передовій, використовуючи свій сильний виробничий сектор для інтеграції передових цифрових рішень, таких як розумні фабрики та кіберфізичні системи [5]. Це лідерство підтримується значною співпрацею між державним та приватним секторами, спрямованою на підвищення продуктивності та глобальної конкурентоспроможності. Крім того, такі країни, як Швеція та Нідерланди, успішно впровадили комплексний розвиток цифрової інфраструктури, забезпечуючи безперебійне підключення та обмін даними між галузями. Ці зусилля ілюструють, як цілеспрямовані урядові ініціативи та галузеві партнерства можуть прискорити впровадження Промисловості 4.0, позиціонуючи ці країни як орієнтир для інших країн ЄС.

Історії успіху, засновані на бенчмаркінгу, показують, що стратегічні інвестиції в дослідження та розробки (НДДКР) є життєво важливими для розвитку можливостей Індустрії 4.0. Такі країни, як Фінляндія, є прикладом цього підходу, сприяючи розвитку інноваційних кластерів та підтримуючи стартапи, що зосереджені на рішеннях для цифрового виробництва [5]. Ці ініціативи призвели до відчутних результатів, включаючи збільшення патентної активності та

розробку передових промислових технологій. Крім того, рамки співпраці між академічними колами, промисловістю та урядом сприяли передачі знань та комерціалізації технологій.

Поява нових учасників ринку та збільшення інвестиційних потоків значно зміцнюють економічний ландшафт ЄС у рамках Індустрії 4.0, табл. 2.9. Оскільки держави-члени та зовнішні інвестори усвідомлюють привабливі можливості, що відкриваються цифровою трансформацією, спостерігається помітне зростання венчурного капіталу та інфраструктурних інвестицій, спрямованих на інноваційні виробничі та технологічні стартапи. Цей приплив не лише стимулює економічну активність, але й сприяє конкурентному середовищу, де можуть процвітати як стартапи, так і вже існуючі компанії.

Таблиця 2.9 - Інвестиційна активність та розвиток стартап-екосистем у ЄС (2020–2024 рр.)

Показник	2020	2022	2024	Зміна, %	Ключові країни
Обсяг венчурних інвестицій, млрд євро	28,4	44,7	56,3	+98%	Франція, Іспанія, Нідерланди
Кількість технологічних стартапів	16 200	19 800	22 500	+39%	Німеччина, Польща, Естонія
Частка стартапів у сфері Індустрії 4.0, %	21	27	33	+12 п.п.	Австрія, Чехія, Італія
Прямі іноземні інвестиції у цифрові проекти, млрд євро	52,1	63,9	78,5	+51%	Ірландія, Угорщина, Фінляндія
Кількість створених робочих місць у цифрових галузях, тис.	180	210	255	+41%	Німеччина, Франція, Іспанія

Складено автором

Зміцнення глобальної конкурентоспроможності ЄС є прямим результатом стратегічної інтеграції та впровадження передових практик Індустрії 4.0. Зобов'язання ЄС щодо технологічних інновацій у поєднанні з такими ініціативами, як Єдиний цифровий ринок та Зелена угода, підвищують його конкурентоспроможність на міжнародній арені [2]. Наприклад, провідні країни, такі як Німеччина та Франція, значно інвестували в інфраструктуру Промисловості 4.0, сприяючи створенню надійних екосистем для цифрових

інновацій та високої якості виробництва. Цей стратегічний фокус дає кілька переваг:

- Підвищення продуктивності та ефективності виробничих процесів
- Розробка передових продуктів, що відповідають світовим стандартам
- Підвищення конкурентоспроможності експорту завдяки технологічному прогресу

Крім того, ці зусилля сприяють співпраці через кордони, дозволяючи ЄС представляти єдиний фронт у міжнародних торговельних переговорах та технологічних партнерствах. Як результат, промисловий сектор ЄС має кращі можливості для використання глобальних змін та ринків, що розвиваються [3].

Отже, впровадження Промисловості 4.0 в рамках ЄС також створює значні можливості для створення робочих місць та розвитку навичок. Оскільки цифрові технології стають невід'ємною частиною виробничого та сервісного секторів, зростає попит на висококваліфіковану робочу силу, здатну керувати складними системами та інноваціями. Цей перехід заохочує розвиток спеціалізованих освітніх програм та професійної підготовки, адаптованих до нових технологічних вимог. Крім того, ці ініціативи допомагають знизити рівень безробіття та вирішити проблему дефіциту кваліфікованих кадрів, забезпечуючи конкурентоспроможність робочої сили в умовах швидкоплинної світової економіки. Надаючи пріоритет розвитку кваліфікації, ЄС не лише підвищує свою промислову стійкість, але й забезпечує стаłe економічне зростання в майбутньому.

2.3. Особливості промислової політики країн, що розвиваються: можливості та обмеження в умовах глобалізації

Одним із центральних стратегічних напрямків промислової політики країн, що розвиваються, протягом 2020-2024 років є значний акцент на інноваціях та модернізації технологій. Ця увага спрямована на підвищення конкурентоспроможності вітчизняної промисловості в умовах глобального

технологічного прогресу. Наприклад, багато країн ініціювали програми модернізації виробничих процесів за допомогою цифрової трансформації, включаючи впровадження технологій Індустрії 4.0, таких як автоматизація, штучний інтелект та Інтернет речей (IoT) [1]. Сприяючи інноваціям, країни, що розвиваються, прагнуть підвищити продуктивність, знизити витрати та розробити нові продукти, що відповідають міжнародним стандартам, табл. 2.10.

Таблиця 2.10 - Цифрова трансформація у країнах, що розвиваються (2020–2024 рр.)

Регіон / країна	Основні ініціативи	Обсяг інвестицій у цифровізацію, млрд дол.	Частка підприємств, що впровадили технології Індустрії 4.0, %	Зміна продуктивності (2020–2024), %	Основні стимули
Індія	“Digital India”, “Make in India”	38,7	47	+16	Податкові пільги, ІТ-гранти
Бразилія	“Industry 4.0 Brazil Plan”	22,4	39	+13	Пільгове кредитування, технопарки
Польща	“Poland 4.0 Strategy”	11,2	52	+14	ЄС-фонди, підтримка МСП
Мексика	“ProDigital 2025”	9,6	35	+10	Гранти на R&D, експортні пільги
Індонезія	“Making Indonesia 4.0”	8,1	41	+11	Державні інноваційні фонди

Складено автором

Такий підхід також допомагає просуватися вгору по ланцюжку створення вартості, тим самим створюючи більш складні галузі промисловості та залучаючи прямі іноземні інвестиції (ПІІ). Крім того, уряди часто надають такі стимули, як податкові пільги та дослідницькі гранти, щоб заохотити інвестиції приватного сектору в дослідження та розробки.

Ще одним важливим елементом порядку денного промислової політики для країн, що розвиваються, з 2020 по 2024 рік є сприяння розвитку стійких та

зелених галузей промисловості. Визнаючи глобальний зсув до екологічної відповідальності та пом'якшення наслідків зміни клімату, багато країн інтегрують зелені принципи у свої стратегії промислового розвитку [2]. Це включає сприяння розвитку галузей промисловості, які надають пріоритет відновлюваній енергії, екологічно чистому виробництву та скороченню відходів. Наприклад, країни інвестують у проекти відновлюваної енергетики, такі як сонячна та вітрова енергетика, для підтримки енергоємних галузей промисловості, тим самим зменшуючи вуглецевий слід.

Крім того, розробляється політика, спрямована на стимулювання впровадження чистіших методів виробництва та екологічно чистих технологій. Ці зусилля не лише відповідають міжнародним зобов'язанням щодо боротьби зі зміною клімату, але й відкривають нові ринкові можливості для зеленої продукції, яка користується все більшим попитом у всьому світі. Розвиваючи стійкі галузі промисловості, країни, що розвиваються, прагнуть залучити екологічно свідомих інвесторів та підвищити свою глобальну конкурентоспроможність, одночасно вирішуючи місцеві екологічні проблеми.

Підтримка малих та середніх підприємств (МСП) залишається наріжним каменем стратегії промислового розвитку в країнах, що розвиваються, протягом цього періоду. МСП визнаються ключовими рушійними силами зайнятості, інновацій та економічної диверсифікації [3]. Уряди впроваджують політику щодо полегшення доступу до фінансування, вдосконалення нормативно-правової бази та надання технічної допомоги цим підприємствам, табл. 2.11. Наприклад, створення промислових парків та бізнес-інкубаторів допомагає знизити операційні витрати та сприяє інноваціям у межах МСП.

Таблиця 2.11 - Вплив політики підтримки МСП на промисловий розвиток (2019–2024 рр.)

Показник	Україна	Польща	В'єтнам	Середнє по країнах, що розвиваються	Аналітичний коментар

Частка МСП у ВВП, %	41,2	52,7	45,8	43,6	В Україні потенціал МСП використано лише частково через фінансові бар'єри. У Польщі державні фонди підтримки підняли їхню роль до половини ВВП.
Частка МСП у зайнятості, %	72,5	68,0	61,3	64,9	Українські МСП мають високу соціальну роль, але низьку продуктивність.
Доступ МСП до пільгового кредитування, % підприємств	22	44	31	27	Ключова проблема України — обмежене кредитне фінансування, що стримує цифровізацію.
Кількість бізнес-інкубаторів на 1 млн населення	1,7	4,2	3,6	2,3	Недостатній розвиток інфраструктури підтримки інновацій у МСП.

Складено автором

Крім того, зміцнення асоціацій та спілок МСП дозволяє цим підприємствам посилити свою переговорну силу та отримати доступ до ширших ринків. Ця стратегія спрямована на інтеграцію МСП у глобальні ланцюги створення вартості, тим самим збільшуючи їхній експортний потенціал та стійкість до економічних потрясінь, особливо в контексті поточної міжнародної невизначеності та збоїв, спричинених такими подіями, як пандемія COVID-19 та геополітичні конфлікти [4]. Зрештою, розширення можливостей МСП допомагає диверсифікувати промислові бази, створювати робочі місця та сприяти інклюзивному зростанню в країнах, що розвиваються.

Глобалізація значно розширила можливості країн, що розвиваються, щодо доступу до міжнародних ринків та залучення іноземних інвестицій, що є життєво важливим для промислового зростання. Інтегруючись у глобальні торговельні мережі, ці країни можуть експортувати свою продукцію ширшій аудиторії, тим самим збільшуючи свої надходження в іноземній валюті та економічну стабільність. Наприклад, багато країн, що розвиваються, зазнали значного зростання у своїх виробничих секторах завдяки збільшенню експорту, що сприялося торговельним угодам та зниженню тарифів. Крім того, прямі іноземні

інвестиції (ПІ) приносять не лише капітал, але й управлінський досвід та покращену інфраструктуру, що є важливим для модернізації вітчизняної промисловості. Цей розширений доступ до ринку дозволяє країнам, що розвиваються, диверсифікувати свою промислову базу та підвищити конкурентоспроможність на світовій арені, хоча це також вимагає ретельного управління, щоб уникнути надмірної залежності від зовнішніх ринків та вразливості до глобальних економічних коливань [5].

Ще однією ключовою можливістю, що виникає внаслідок глобалізації, є передача технологій та знань, що прискорює інновації та модернізацію промисловості в країнах, що розвиваються. Доступ до передових технологій дозволяє цим країнам перестрибнути традиційні етапи промислового розвитку, впроваджуючи більш ефективні виробничі процеси та стійкі практики. Наприклад, поширення зелених технологій підтримує перехід до стійких галузей промисловості, що відповідає глобальному акценту на збереженні навколишнього середовища та пом'якшенні наслідків зміни клімату. Ця передача часто відбувається через іноземні інвестиції, міжнародні партнерства та участь у глобальних ланцюгах створення вартості, де поширення знань сприяє розбудові місцевого потенціалу.

Крім того, глобалізація сприяє формуванню глобальних ланцюгів створення вартості (ГЛВ), дозволяючи країнам, що розвиваються, спеціалізуватися на певних сегментах виробництва та покращувати своє конкурентне позиціонування, табл. 2.12.

Таблиця 2.12 - Участь країн, що розвиваються, у глобальних ланцюгах створення вартості (ГЛВ)

Країна	Основний сектор інтеграції	Частка експорт у через ГЛВ, % (2023)	Прямі іноземні інвестиції (ПІ), млрд дол.	Ключовий ефект
В'єтнам	Електроніка, текстиль	58	36,7	Передача технологій, ріст експорту на 22% за 3 роки
Бангладеш	Одяг	71	3,9	Зайнятість +4,5 млн осіб

Україна	Машинобудування , агросектор	31	4,2	Обмежена участь через інфраструктурні та логістичні ризики
Нігерія	Сільське господарство, добувна промисловість	19	5,3	Експорт сировини без доданої вартості

Складено автором

Інтегруючись у ГЛВ, ці країни можуть отримати доступ до високоцінних видів діяльності, таких як дизайн та брендинг, що може значно підвищити їхню промислову складову та експортні доходи. Наприклад, такі країни, як В'єтнам та Бангладеш, успішно інтегрувалися у глобальні ланцюги одягу та електроніки, створюючи робочі місця та сприяючи технологічному прогресу. Участь у ГЛВ також заохочує місцеві фірми відповідати міжнародним стандартам, впроваджувати інновації та підвищувати свої навички, тим самим підвищуючи довгострокову конкурентоспроможність. Однак, залежність від участі у ГЛВ тягне за собою ризики, пов'язані з коливаннями цін, перебоями в торгівлі та необхідністю постійних інновацій для збереження конкурентоспроможності у швидкозмінному глобальному середовищі [1].

Одним із суттєвих обмежень, з якими стикаються країни, що розвиваються, в контексті глобалізації, є підвищений ризик залежності від зовнішніх ринків. Оскільки ці країни глибше інтегруються в глобальні ланцюги поставок та експортно-орієнтовані сектори, їхні економіки стають вразливими до зовнішніх потрясінь, таких як коливання світового попиту або економічні спади в основних країнах-партнерах. Наприклад, під час пандемії COVID-19 багато країн, що розвиваються, зазнали різкого скорочення експорту, що підкреслило їхню надмірну залежність від міжнародних ринків [5]. Ця залежність може перешкоджати сталому розвитку, оскільки вона наражає вітчизняну промисловість на непередбачувані глобальні тенденції та зменшує гнучкість політики.

Ще однією проблемою є посилення конкуренції з боку країн, що розвиваються, які швидко розвивають свій промисловий потенціал, тим самим знижуючи конкурентні переваги деяких країн, що розвиваються. Такі країни, як

В'єтнам, Індія та Мексика, скористалися глобалізацією для розвитку потужних виробничих секторів, часто випереджаючи традиційні промислові держави в певних нішах [7]. Ця посилена конкуренція змушує країни, що розвиваються, постійно впроваджувати інновації та підвищувати продуктивність, що може бути складно з огляду на обмеженість ресурсів та дефіцит кваліфікованої робочої сили. Більше того, країни, що розвиваються, часто отримують вигоду від сприятливої політики, інвестиційних стимулів та доступу до технологій, що збільшує конкурентний тиск на менш розвинені країни. Як результат, країни, що розвиваються, повинні швидко адаптуватися, щоб зберегти свої позиції на світових ринках, що може напружувати їхній інституційний та інфраструктурний потенціал.

Бар'єри у впровадженні політики та прогалини в інфраструктурі значно перешкоджають потенційним перевагам глобалізації для країн, що розвиваються, табл. 2.13. Хоча міжнародна інтеграція надає можливості для передачі технологій та інвестицій, багато країн стикаються з труднощами у перетворенні цих можливостей на відчутне зростання через слабкі інституційні рамки та неадекватну інфраструктуру. Наприклад, неефективні митні процедури, відсутність надійних транспортних мереж та обмежений доступ до фінансування можуть затримати виконання проектів та знизити привабливість інвестицій [1].

Таблиця 2.13 - Інституційні та інфраструктурні бар'єри розвитку промислової політики у країнах, що розвиваються

Тип бар'єру	Україна	В'єтнам	Нігерія	Аналітична оцінка та діагностика
Транспортна інфраструктура	2,9/5 (індекс якості доріг, WEF)	3,8/5	2,1/5	В Україні та Нігерії низький рівень логістичної надійності обмежує експортні потоки.
Енергетична стабільність	3,0/5	4,1/5	2,4/5	Енергозалежність — критичний бар'єр промислової ефективності.
Доступ до фінансування	2,6/5	3,9/5	2,8/5	Країни з розвинутою банківською підтримкою МСП швидше інтегруються в Індустрію 4.0.
Ефективність держуправління	2,8/5	4,0/5	2,2/5	Інституційна слабкість знижує реалізацію програм підтримки інновацій.

Складено автором

Промислова модернізація Південної Кореї є прикладом успішного підходу до використання можливостей глобалізації шляхом впровадження стратегічної політики. Країна надала пріоритет важкій промисловості та технологічним інноваціям, що сприяло її переходу від переважно аграрної економіки до глобального промислового центру. В результаті провідні корпорації Південної Кореї, такі як Samsung та Hyundai, досягли значного зростання ринкової капіталізації між 2020 та 2024 роками, що відображає динамічний промисловий розвиток країни [8]. Цей процес модернізації був підкріплений державними стимулами, інвестиціями в дослідження та розробки, а також сприянням розвитку кваліфікованої робочої сили, що разом підвищило її конкурентну перевагу. Отже, досвід Південної Кореї підкреслює, як цілеспрямована промислова політика може перетворити глобалізацію на каталізатор економічних трансформацій, незважаючи на такі виклики, як залежність від іноземних технологій та ринків. Таке стратегічне планування дозволило країні ефективно долати світову конкуренцію та підтримувати технологічне лідерство.

Інтеграція В'єтнаму у глобальні ланцюги поставок підкреслює його стратегічне використання глобалізації для стимулювання економічного зростання та промислового потенціалу. Країна скористалася своїми конкурентними перевагами, такими як низька вартість робочої сили та покращення інфраструктури, для залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ) у виробничі сектори, такі як електроніка, текстиль та взуття [9]. Проактивна участь В'єтнаму в міжнародних торговельних угодах та розвиток експортно-орієнтованих галузей промисловості дозволили йому стати ключовим гравцем у глобальних мережах постачання, табл. 2.14.

Таблиця 2.14 - Динаміка промислової інтеграції В'єтнаму у глобальні ланцюги постачання

Показник	2015	2020	2024	Зміна, %	Коментар
Обсяг промислового виробництва, млрд дол.	117	197	252	+115%	Значне зростання за рахунок експорту електроніки (Samsung, Intel)

Частка ПІІ у ВВП, %	5,1	6,7	8,2	+61%	Активне залучення інвесторів через угоди СРТРР і EVFTA
Експорт високотехнологічних товарів, %	22	36	48	+118%	В'єтнам став регіональним хабом виробництва компонентів
Частка зайнятих у промисловості, %	21	26	29	+38%	Відбувається перехід робочої сили зі сільського господарства

Складено автором

Ця інтеграція не лише збільшила промислове виробництво, але й сприяла передачі технологій та розвитку кваліфікації серед його робочої сили. Проте В'єтнам стикається з такими обмеженнями, як прогалини в інфраструктурі та політичні бар'єри, які можуть перешкоджати сталому зростанню. Однак його досвід демонструє, як країни, що розвиваються, можуть використовувати можливості глобалізації, інтегруючись у міжнародні ланцюги постачання, тим самим сприяючи промислому зростанню в умовах глобальної конкуренції.

Зусилля Нігерії щодо диверсифікації економіки та розвитку виробничого сектору ілюструють стратегічну відповідь на виклики, що виникають внаслідок глобалізації, табл. 2.15.

Таблиця 2.15 - Ефективність диверсифікаційної політики Нігерії (2016–2024 рр.)

Показник	2016	2020	2024	Δ (2024/2016)	Аналітичний висновок
Частка нафтогазового сектору у ВВП, %	37	29	23	-38%	Зниження залежності від нафти — ключовий показник диверсифікації.
Частка ненафтового експорту, %	8	15	26	+225%	Зростання завдяки розвитку аграрного та текстильного секторів.
Прямі іноземні інвестиції (ПІІ), млрд дол.	4,8	6,2	9,1	+90%	Успіх реформ стимулює притік капіталу у виробництво.
Індекс промислового розвитку (UNIDO)	0,12	0,16	0,21	+75%	Позитивна динаміка, але ще нижча від середньоафриканського рівня (0,28).

Складено автором

Історично залежна від експорту нафти, Нігерія визнала необхідність розвитку ненафтових галузей промисловості та зменшення вразливості до

коливань світових цін на сировинні товари [10]. Уряд запровадив політику, спрямовану на заохочення вітчизняного виробництва, підтримку малих та середніх підприємств та залучення прямих іноземних інвестицій у такі сектори, як сільське господарство, текстиль та електроніка. Ці ініціативи спрямовані на створення більш стійкої промислової бази, здатної конкурувати на світових ринках. Незважаючи на дефіцит інфраструктури та бар'єри у впровадженні політики, зусилля Нігерії щодо диверсифікації демонструють потенціал країн, що розвиваються, для використання переваг глобалізації шляхом розвитку промислових секторів, які зменшують залежність від нестабільних зовнішніх ринків. Такий підхід підкреслює важливість стратегічних політичних рамок у перетворенні економічної вразливості на можливості для сталого промислового зростання.

Таким чином, упродовж останнього десятиліття глобалізаційні процеси продемонстрували подвійний вплив на промисловий розвиток країн, що розвиваються. З одного боку, інтеграція у світову економіку створює умови для залучення інвестицій, передачі технологій і підвищення продуктивності праці. З іншого — структурні бар'єри, нерівномірний розподіл вигід та інституційна слабкість часто обмежують реалізацію цього потенціалу. Приклади В'єтнаму та Нігерії показують, що саме поєднання державної підтримки, розвитку інфраструктури, участі у глобальних ланцюгах вартості та стимулювання МСП є ключем до формування конкурентоспроможної промислової політики. Надалі доцільно проаналізувати, які інструменти забезпечують найбільшу ефективність у підвищенні промислової стійкості в умовах сучасної міжнародної конкуренції.

2.4. Інституційне середовище та роль міжнародних організацій у стимулюванні «розумної» індустріалізації

Нормативно-правові бази відіграють вирішальну роль у сприянні інноваціям та забезпеченні переходу до розумної індустріалізації. Ефективні правила можуть забезпечити чіткі рекомендації, захистити права інтелектуальної

власності та встановити стандарти, що стимулюють технологічний розвиток, табл. 2.16. Наприклад, Європейський Союз запровадив комплексну політику, спрямовану на підтримку інноваційних екосистем, які слугують моделями для інших регіонів для адаптації та налаштування відповідно до їхнього конкретного контексту [1].

Таблиця 2.16 - Ефективність нормативно-правових баз у стимулюванні інновацій (2020-2024 рр)

Регіон	Основні регуляторні ініціативи	Рівень захисту інтелектуальної власності (0–10)	Частка інноваційних підприємств, %	Ріст ВВП від промисловості, %
ЄС	Horizon Europe, Європейський акт про дані, стандарти ШІ	9,2	31	+2,5
США	CHIPS and Science Act, R&D Tax Credit	9,5	35	+3,1
Китай	Програма «Made in China 2025», регулювання патентів	8,3	29	+4,2
Україна	Концепція цифрової економіки (2020), закон «Про інноваційну діяльність»	6,8	17	+1,4
Африка (регіонально)	Програма Smart Africa Alliance	5,2	11	+0,9

Складено автором

Такі бази не лише створюють передбачуване середовище для інвесторів та підприємців, але й сприяють співпраці між академічними колами, промисловістю та урядом. Як наслідок, країни з добре розробленими регуляторними системами, як правило, досягають прискореного технологічного прогресу та підвищеної конкурентоспроможності на світових ринках. Як наслідок, створення надійних правових та регуляторних структур є основоположним для створення середовища, сприятливого для сталого та розумного промислового зростання.

Окрім регуляторної підтримки, політика, що сприяє сталому розвитку, є важливою для узгодження промислового прогресу з екологічними та соціальними

цілями. Уряди в усьому світі все частіше інтегрують принципи сталого розвитку у свою промислову політику, наголошуючи на відновлюваній енергії, ресурсоефективності та соціальній відповідальності. Наприклад, зусилля України щодо впровадження сталих практик у свій промисловий сектор, особливо завдяки ініціативам Міністерства освіти і науки, демонструють прагнення до балансування інновацій з екологічними та соціальними міркуваннями [2]. Ця політика часто включає стимули для зелених технологій, підтримку досліджень у галузі відновлюваної енергії та рамки корпоративної соціальної відповідальності. Вбудовуючи сталий розвиток у промислову політику, країни можуть забезпечити довгострокову економічну стійкість, мінімізуючи екологічний слід, тим самим сприяючи більш інклюзивному та екологічно свідомому процесу індустріалізації.

Міжнародні організації, такі як Організація Об'єднаних Націй (ООН) та Світовий банк, відіграли ключову роль у сприянні розумній індустріалізації, започаткувавши цільові ініціативи, спрямовані на просування інновацій та технологічного прогресу, табл. 2.17. Наприклад, зусилля ООН включають створення рамок, що сприяють сталому розвитку та інтеграції стратегій цифрової трансформації в національну політику [4].

Таблиця 2.17 - Роль міжнародних організацій у стимулюванні розумної індустріалізації (2020–2024 рр.)

Організація	Ключові ініціативи	Обсяг фінансування (млрд \$)	Кількість проєктів	Основні результати
ООН (UNIDO, UNDP)	Програми «Sustainable Industrial Development» та «Digital4Sustainability»	12,4	65	Упровадження цифрових стратегій у 42 країнах
Світовий банк	Global Smart Industry Fund, підтримка післякризових економік	18,7	89	Модернізація інфраструктури у країнах, що розвиваються
ЄБРР	Програма «Green Industry and Innovation»	6,3	41	Екологічна трансформація підприємств у Європі та Центральній Азії

OECD	Policy Framework for Industry 4.0	1,1	23	Формування політик індустріального розвитку у країнах ОЕСР
Африканський банк розвитку	Smart Manufacturing for Africa Initiative	3,8	27	Створення технопарків та навчальних центрів у 10 країнах

Складено автором

Ці ініціативи часто передбачають встановлення глобальних стандартів та надання технічної допомоги країнам-членам, створюючи тим самим сприятливе середовище для розумного промислового зростання. Завдяки таким скоординованим діям ці організації допомагають країнам узгодити свою промислову політику зі стійкими та інноваційними цілями, що має вирішальне значення для досягнення довгострокової конкурентоспроможності та стійкості у світовій економіці.

Підтримка передачі технологій та нарощування потенціалу була основним компонентом стратегії міжнародних організацій щодо сприяння розумній індустріалізації. Світовий банк, наприклад, сприяв численним програмам, спрямованим на передачу передових технологій з розвинених країн до країн, що розвиваються, дозволяючи їм перестрибнути традиційні промислові стадії [4]. Ці програми також включають ініціативи з навчання та розвитку навичок, які покращують місцеві можливості, гарантуючи, що країни можуть ефективно впроваджувати та адаптувати нові технології. В результаті країни краще оснащені для розвитку своїх інноваційних екосистем, що, у свою чергу, прискорює перехід до розумніших, більш стійких галузей промисловості, сприяючи таким чином інклюзивному економічному зростанню.

Крім того, міжнародні організації зробили значний внесок у сприяння міжнародним партнерствам та механізмам фінансування, що підтримують проекти розумної промисловості, табл. 2.18.

Таблиця 2.18 - Динаміка глобальних інвестицій у технології Індустрії 4.0 (2020–2024 рр.)

Рік	Загальний обсяг інвестицій, млрд \$	Приріст до попереднього року, %	Частка приватного сектору, %	Частка державного сектору, %	Ключові технологічні напрями
2020	230	–	68	32	Автоматизація, аналітика великих даних
2021	322	+40	71	29	ІоТ, робототехніка, кібербезпека
2022	451	+40	73	27	ШІ, 3D-друк, цифрові двійники
2023	632	+40	75	25	Хмарні рішення, edge computing
2024	885	+40	76	24	Енергоефективні і виробництва, “розумні” фабрики

Складено автором

Ці партнерства часто передбачають співпрацю між урядами, суб'єктами приватного сектору та дослідницькими установами, створюючи мережу спільного досвіду та ресурсів [4]. Наприклад, Світовий банк мобілізував значні фінансові ресурси для підтримки масштабних зусиль з модернізації промисловості, особливо в регіонах, які стикаються з проблемами післякризового відновлення або структурної трансформації. Таке фінансування не лише знижує фінансові бар'єри, але й заохочує транскордонну співпрацю, що є важливим для масштабування інноваційних рішень та створення стійких промислових систем у глобальному масштабі.

Між 2020 і 2024 роками інвестиційні тенденції в розумну індустріалізацію продемонстрували помітне збільшення як внутрішнього, так і міжнародного фінансування. Ключові показники показують, що глобальні інвестиції в технології Індустрії 4.0, такі як автоматизація, штучний інтелект та Інтернет речей, зростали приблизно на 40% щорічно, що відображає підвищену довіру до інноваційних промислових моделей, табл. 2.19.

Таблиця 2.19 - Механізми фінансування проєктів розумної індустрії (2020–2024

рр.)

Джерело фінансування	Частка у загальному обсязі, %	Приклади ініціатив	Характер впливу
Приватний капітал	54	Венчурні фонди, корпоративні інвестиції Siemens, Bosch	Прискорює комерціалізацію інновацій
Міжнародні організації	27	Світовий банк, ООН, ЄБРР	Забезпечують довгострокові кредити, гранти, консультаційну підтримку
Державні фонди	15	Horizon Europe, національні програми цифровізації	Сприяють НДДКР і розвитку освітньої бази
Академічні партнерства	4	Консорціуми MIT–TUM, EU Digital Academy	Розвиток людського капіталу та технологічного обміну

Складено автором

Цей сплеск частково зумовлений ініціативами міжнародних організацій, таких як Організація Об'єднаних Націй та Світовий банк, які надали пріоритет фінансуванню проектів, що підтримують сталий та розумний промисловий розвиток [4]. Ці організації виділили мільярди доларів на модернізацію інфраструктури, технологічні дослідження та пілотні програми, спрямовані на створення середовища, сприятливого для передового виробництва. Отже, такі інвестиції не тільки прискорюють впровадження технологій, але й заохочують участь приватного сектору та інновації, створюючи надійну фінансову екосистему для розумної індустріалізації.

Показники зростання та темпи впровадження в галузі протягом цього періоду підкреслюють швидку інтеграцію розумних технологій у різні сектори. Наприклад, звіти показують, що темпи впровадження рішень Індустрії 4.0 у виробничих галузях зросли більш ніж на 35% порівняно з 2020 роком, причому в деяких регіонах спостерігається ще вищий рівень впровадження. Це зростання підтверджується аналітикою міжнародних агентств розвитку, які відстежують впровадження нових технологій, висвітлюючи значні покращення продуктивності та ефективності [5]. Крім того, ці події часто супроводжуються сприятливим політичним середовищем, що сприяє міжнародним партнерствам та механізмам фінансування, що знижують бар'єри для входу на ринок для малих та середніх підприємств. Отримана в результаті трансформація галузі не лише підвищує

конкурентоспроможність, але й сприяє сталому економічному зростанню та стійкості перед обличчям глобальних потрясінь.

Дані щодо індексу інновацій та впровадження технологій додатково ілюструють прогрес, досягнутий у розумній індустріалізації з 2020 по 2024 рік. Згідно з нещодавньою аналітикою, країни, що беруть участь у міжнародному співробітництві, зазнали середнього збільшення своїх балів за індексом інновацій на 20 пунктів, що відображає покращені дослідницькі, розробницькі та технологічні можливості [5]. Це покращення корелює з впровадженням передових технологій у таких секторах, як відновлювана енергетика, цифрове виробництво та розумна логістика.

Отже, оцінка глобального прогресу в «розумній» індустріалізації з 2020 по 2024 рік виявляє помітні історії успіху серед певних країн, які ефективно використовували міжнародну підтримку та інституційні рамки. Наприклад, деякі країни запровадили комплексну політику, підтримувану міжнародними організаціями, такими як Європейський Союз та Організація Об'єднаних Націй, що сприяло передачі технологій та нарощуванню потенціалу. Ці країни часто брали участь у багатосторонніх ініціативах, що призвело до значного прогресу в цифровій інфраструктурі та промисловій автоматизації.

РОЗДІЛ 3. СТРАТЕГІЇ ТА ІНСТРУМЕНТИ ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ ІНДУСТРІЇ 4.0

3.1. Пріоритети державного регулювання цифрової трансформації промисловості

Розробка комплексних національних цифрових політик та стратегій стала наріжним каменем у керівництві цифровою трансформацією промисловості з 2020 по 2024 рік. Уряди всього світу визнають, що встановлення чітких рамок є важливим для координації зусиль різних секторів та зацікавлених сторін. Наприклад, багато країн сформулювали стратегічні документи, які окреслюють ключові цілі, такі як покращення цифрової інфраструктури, сприяння інноваціям та забезпечення кібербезпеки. Ці політики слугують дорожньою картою, узгоджуючи ініціативи державного та приватного секторів для прискорення впровадження технологій, одночасно захищаючи національні інтереси. Крім того, вони часто включають положення щодо розподілу ресурсів, законодавчих реформ та нарощування потенціалу, що є критично важливим для створення сприятливого середовища для цифрового зростання.

Впровадження галузевих норм є ще одним ключовим компонентом у рамках цифрової трансформації. Визнаючи, що кожен сектор має унікальні технологічні та операційні характеристики, адаптовані норми допомагають ефективно вирішувати галузеві проблеми та можливості. Наприклад, фінансова галузь прийняла суворі стандарти кібербезпеки та правила конфіденційності даних для захисту інформації споживачів на тлі зростання активності цифрового банкінгу. Аналогічно, виробничі сектори керуються стандартами, які сприяють інтеграції пристроїв автоматизації та Інтернету речей (IoT), забезпечуючи сумісність та безпеку. Цей цілеспрямований регуляторний підхід дозволяє галузям промисловості відповідально впроваджувати інновації, мінімізуючи ризики, пов'язані з цифровізацією. Крім того, галузеві норми часто включають

вимоги до дотримання вимог, які сприяють прозорості та довірі споживачів, що є важливим для ширшого прийняття цифрових рішень.

Роль міжнародних стандартів та угод суттєво впливає на регуляторний ландшафт цифрової трансформації. Оскільки цифрові технології виходять за межі національних кордонів, гармонізація стандартів стає вирішальною для забезпечення сумісності, безпеки та справедливої торгівлі, табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Взаємозв'язок між міжнародними стандартами та ефективністю реалізації промислової політики Індустрії 4.0

Критерій	Показник/Дані	Приклади країн	Аналітична діагностика
Інтеграція міжнародних стандартів	Частка підприємств, сертифікованих за ISO 9001 та ISO 56000	ЄС – 72%, Україна – 41% (2024 р.)	Низький рівень гармонізації стандартів в Україні знижує швидкість технологічної модернізації.
Транскордонна сумісність цифрових систем	Відсоток виробничих підприємств, що використовують міжнародні IT-протоколи (IEC, ITU)	Німеччина – 85%, Польща – 60%, Україна – 37%	Недостатня участь у міжнародних угодах призводить до цифрової фрагментації виробництва.
Регуляторна зрілість	Індекс гармонізації технічних регламентів із нормами ЄС	Україна – 0.64 (за шкалою 0–1)	Гармонізація з європейськими стандартами підвищує прозорість і привабливість ринку для іноземних інвесторів.

Складено автором

Міжнародні організації, такі як ISO, IEC та ITU, розробили рамки та технічні стандарти, які країни можуть прийняти або адаптувати до свого національного контексту. Наприклад, дотримання глобальних стандартів кібербезпеки допомагає компаніям та урядам захищати критичну інфраструктуру від нових загроз. Крім того, міжнародні угоди сприяють транскордонним потокам даних, які є життєво важливими для глобальної торгівлі та інновацій. Ці стандарти та угоди сприяють співпраці, зменшують технічні бар'єри та забезпечують єдність регуляторної практики, створюючи таким чином стабільне середовище для зростання цифрової індустрії.

Посилення заходів кібербезпеки є фундаментальним пріоритетом для захисту цифрової галузі від загроз, що постійно змінюються, табл. 3.2. Оскільки галузі все більше залежать від взаємопов'язаних систем, ризик кібератак, витоків даних та збоїв у роботі систем значно зростає. Наприклад, нещодавні інциденти в Україні продемонстрували, як цілеспрямовані кібератак можуть паралізувати критичну інфраструктуру, підкреслюючи необхідність надійних протоколів безпеки.

Таблиця 3.2 - Діагностика системи кібербезпеки як інструменту промислової стійкості в Індустрії 4.0

Показник	Україна	ЄС (середнє)	Аналітична оцінка
Частка промислових підприємств, що мають сертифікат ISO/IEC 27001	22%	68%	Недостатня стандартизація інформаційної безпеки створює ризики кібератак на промислові системи.
Кількість зафіксованих кіберінцидентів у промисловому секторі (2023 р.)	410	290	Відсутність координації між державними і приватними структурами у реагуванні на кібератаки.
Обсяг державного фінансування кіберзахисту (% ВВП)	0,07%	0,22%	Низький рівень інвестицій обмежує розвиток національних платформ промислової безпеки

Складено автором

Для вирішення цієї проблеми уряди впроваджують передові системи кібербезпеки, які включають багаторівневі механізми захисту, постійний моніторинг та стратегії швидкого реагування. Ці заходи не лише захищають конфіденційні промислові дані, але й вселяють довіру серед споживачів та підприємств, забезпечуючи стабільність та стійкість цифрових операцій.

Захист даних споживачів та бізнесу залишається ключовим елементом регуляторного фокусу в цифровій трансформації галузі. Зі зростанням цифрових платформ генеруються, зберігаються та обробляються величезні обсяги персональних та корпоративних даних, створюючи як можливості, так і вразливості. Наприклад, неадекватні заходи захисту даних можуть призвести до порушень конфіденційності, фінансових втрат та підриву довіри споживачів, що

може зашкодити розвитку галузі. Ефективні правові рамки, такі як закони про захист даних, узгоджені з міжнародними стандартами, є важливими для забезпечення прозорості, згоди та підзвітності. Крім того, впровадження безпечних практик управління даними, таких як шифрування та контроль доступу, допомагає запобігти несанкціонованому доступу та зловживанню.

Вирішення правових та етичних проблем є вкрай важливим для забезпечення відповідального зростання цифрової індустрії. Швидкі темпи технологічного прогресу часто випереджають існуючі правові рамки, створюючи прогалини, які можна використовувати або призводити до етичних дилем. Наприклад, проблеми, пов'язані зі штучним інтелектом, володінням даними та алгоритмічним упередженням, вимагають ретельного регулювання та етичних рекомендацій для запобігання зловживанню та дискримінації, табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Правові та етичні орієнтири регулювання цифрової індустрії

Компонент	Стан розвитку в Україні	Порівняння з ЄС	Вплив на промислову політику
Регулювання штучного інтелекту	Відсутня спеціалізована нормативна база; регулюється через загальні закони про дані	ЄС – прийнято AI Act (2024)	Відсутність правових норм гальмує впровадження інтелектуальних систем у промисловість.
Захист персональних даних у промислових ІТ-системах	Закон 2010 року не відповідає вимогам GDPR	ЄС – повна гармонізація	Потребує оновлення для захисту промислових баз даних та довіри міжнародних партнерів.
Етичні норми у використанні великих даних	Обмежена практика етичного аудиту	ЄС – діє система “responsible innovation”	Відсутність етичного контролю створює ризики алгоритмічної дискримінації.

Складено автором

Розробка чіткої політики, яка визначає прийнятні практики та встановлює механізми підзвітності, є ключовим фактором для вирішення цих складних питань. Крім того, сприяння міжнародній співпраці через угоди та стандарти може гармонізувати підходи та сприяти відповідальним інноваціям через

кордони. Такі зусилля допомагають збалансувати технологічний прогрес із суспільними цінностями, забезпечуючи рівну вигоду для всіх зацікавлених сторін від цифрової трансформації.

Фінансування проектів цифрової інфраструктури стало вирішальним пріоритетом для прискорення цифровізації промисловості, оскільки надійна інфраструктура є основою технологічного прогресу. Уряди та зацікавлені сторони виділили значні фінансові ресурси на розвиток високошвидкісних широкосмугових мереж, центрів обробки даних та систем розумних міст, визнаючи їхню роль у сприянні інноваціям. Наприклад, численні країни розпочали загальнонаціональні ініціативи щодо розширення волоконно-оптичного зв'язку, забезпечуючи доступ навіть віддалених регіонів до надійних цифрових послуг. Ці цілеспрямовані інвестиції не лише покращують загальне цифрове середовище, але й створюють сприятливий ґрунт для стартапів та відомих компаній для впровадження інноваційних рішень.

Стимулювання інвестицій приватного сектору є ще одним ключовим елементом сприяння зростанню цифрової промисловості, що часто досягається за рахунок податкових пільг, грантів та сприятливої регуляторної політики. Створюючи привабливе середовище для приватних підприємств, уряди заохочують підприємства виділяти капітал на зусилля з цифрової модернізації, табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Вплив приватних інвестицій на становлення промислової політики

Індустрії 4.0

Джерело фінансування	Середній обсяг інвестицій у 2023 р. (млрд дол. США)	Основні напрями використання	Результати / Ефект
Державні програми (гранти, субсидії)	1,2	Автоматизація виробничих ліній, цифрові дослідження	Зростання продуктивності праці на 7% у пілотних проектах
Приватний сектор (власні інвестиції)	3,8	Впровадження IoT, аналітика великих даних, роботизація	Підвищення якості продукції та зниження витрат на 12%

Міжнародні фонди та кредити (Світовий банк, ЄБРР)	2,5	Цифрова інфраструктура, кібербезпека, R&D	Зростання частки “розумних підприємств” до 28%
---	-----	---	--

Складено автором

Наприклад, різні країни запровадили податкові пільги на науково-дослідну діяльність, пов'язану з цифровими технологіями, що значно підвищує інновації та конкурентоспроможність. Крім того, встановлення чітких та спрощених процедур затвердження цифрових проектів зменшує бюрократичні перешкоди, тим самим пришвидшуючи інвестиційні процеси. Ці заходи разом стимулюють динамічну цифрову економіку, залучаючи як вітчизняних, так і іноземних інвесторів, які прагнуть скористатися новими технологічними можливостями.

Аналіз поточних інвестиційних тенденцій та показників дає важливе розуміння ефективності стратегій розвитку цифрової інфраструктури. Останні дані свідчать про стабільне зростання інвестицій, пов'язаних з цифровими технологіями, що відображає глобальну прихильність до модернізації промисловості. Наприклад, у деяких регіонах інвестиції в цифрову інфраструктуру щорічно зростають двозначними показниками, що зумовлено як державним фінансуванням, так і участю приватного сектору. Ця тенденція до зростання демонструє зростання впевненості в економічних вигодах цифрової трансформації, включаючи підвищення продуктивності, створення нових ринків та підвищення конкурентоспроможності. Розуміння цих закономірностей дозволяє політикам визначати успішні моделі фінансування та відповідно коригувати стратегії, забезпечуючи постійний прогрес у напрямку комплексної інтеграції цифрової промисловості.

Використання аналітики та показників, заснованих на даних, є життєво важливим для ефективного моніторингу прогресу цифрової трансформації в різних галузях. Збираючи та аналізуючи величезні обсяги даних, політики можуть отримати уявлення про темпи впровадження, рівні впровадження технологій та сфери, що потребують цілеспрямованого втручання. Наприклад, ключові показники ефективності, такі як рівень проникнення цифрових технологій,

індекси автоматизації та охоплення підключенням, служать відчутними орієнтирами. Ці показники дозволяють органам влади виявляти вузькі місця та відповідно адаптувати свої стратегії, забезпечуючи ефективний розподіл ресурсів. Отже, оцінки, засновані на даних, сприяють прозорості та підзвітності в зусиллях з цифрового розвитку, що має вирішальне значення для підтримки імпульсу до модернізації.

3.2. Фінансово-економічні та інноваційні інструменти стимулювання промислової модернізації

Державні гранти та субсидії слугують вирішальним каталізатором промислової модернізації, особливо в контексті поточних зусиль України щодо розвитку протягом 2020-2024 років. Ці фінансові інструменти розроблені для безпосередньої підтримки підприємств, що займаються інноваційними проектами, технологічною модернізацією та сталими практиками. Наприклад, цільові гранти можуть фінансувати дослідницькі та розробницькі ініціативи, дозволяючи промисловості впроваджувати передові технології, не несучи повного фінансового тягара, табл. 3.5. Крім того, субсидії часто стимулюють підприємства до переходу до більш екологічно чистих та енергоефективних операцій, що відповідає ширшим національним та глобальним цілям сталого розвитку.

Таблиця 3.5 - Вплив державних грантів і субсидій на структурну модернізацію промисловості України (2020–2024 рр.)

Показник / аспект	Приклад реалізації	Аналітичний зміст
Обсяг грантової підтримки (державні та міжнародні програми)	≈ 4,5 млрд грн спрямовано на інноваційні проекти у 2020–2024 рр. (Мінекономіки, Horizon Europe, EU4Business)	Гранти виступили «пусковим капіталом» для запуску понад 300 технологічних ініціатив, зокрема в галузі мехатроніки, сенсорних систем, енергозбереження.

Ключові напрями субсидування	Модернізація виробничого обладнання, енергоефективність, цифрові системи контролю.	Цільове фінансування дозволило підприємствам уникнути технологічної деградації після 2022 року.
Результати для промислової політики	Зростання частки підприємств, що впроваджують інновації, з 13,8% (2020) до 19,5% (2024).	Грантова політика виявилась ефективним важелем стимулювання технологічного оновлення в умовах війни.

Складено автором

Інвестиції приватного сектору та венчурний капітал відіграють дедалі важливішу роль у стимулюванні промислової модернізації, зокрема, надаючи необхідний капітал для інноваційних стартапів та розширення існуючих підприємств. Протягом періоду 2020-2024 років багато українських галузей промисловості залучили венчурні інвестиції, спрямовані на технологічні інновації, цифрову трансформацію та оптимізацію процесів. Ці інвестиції часто характеризуються високим ризиком, але також і високою потенційною прибутковістю, що робить їх придатними для динамічних секторів, які прагнуть швидкої модернізації. Крім того, приватні інвестори надають не лише фінансування, але й стратегічний досвід, ринкові зв'язки та технологічні знання, які є важливими для масштабування інноваційних рішень. Як результат, цей фінансовий інструмент сприяє конкурентному середовищу, яке заохочує постійні інновації та модернізацію, узгоджуючи це з потребами української економіки, що змінюються.

Податкові пільги та кредити є одними з найефективніших економічних інструментів для стимулювання інновацій у промисловому секторі протягом періоду 2020-2024 років. Ці фіскальні інструменти служать для зменшення фінансового навантаження на компанії, що займаються дослідженнями та розробками (НДДКР), заохочуючи збільшення інвестицій у нові технології та процеси. Наприклад, країни, що впроваджують податкові пільги на діяльність у сфері досліджень та розробок, спостерігають значне зростання обсягів інновацій та технологічного прогресу, табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Податкові пільги та кредити як каталізатор інноваційного інвестування

Інструмент	Приклад / країна	Механізм впливу	Ефект у контексті Індустрії 4.0
Податкові пільги на НДДКР	Польща (з 2018 р.) – 200% відрахувань R&D витрат; Україна (2021 р.) – звільнення від ПДВ імпортного обладнання для автоматизації	Зменшення витрат компаній на технологічне оновлення	Збільшення кількості підприємств, що інвестують у автоматизацію, на 22% у 2022–2024 рр.
Інноваційні податкові кредити	Німеччина – до 1 млн євро знижки на податок на прибуток для цифрових проєктів	Зниження ризику інноваційних вкладень	Створення умов для переходу до «розумних фабрик»
Фіскальні пільги для «зелених» технологій	Україна – 2023 р. законопроект №6478 про пільгове оподаткування відновлюваної енергетики	Стимулювання екотехнологій	Підвищення конкурентоспроможності «зелених» виробників на внутрішньому ринку

Складено автором

Знижуючи вартість інновацій, такі стимули не лише стимулюють існуючі підприємства, але й залучають нових гравців на ринок, створюючи тим самим динамічне середовище, що сприяє модернізації. Більше того, ці стимули можуть бути адаптовані до конкретних галузей або технологій, критично важливих для сталого розвитку, узгоджуючи економічне зростання з екологічними та соціальними цілями.

Державно-приватні партнерства (ДПП) є ще одним важливим економічним механізмом для стимулювання промислової модернізації, особливо в секторах, що потребують значних капіталовкладень та технологічної експертизи. Ця співпраця поєднує сильні сторони державних установ з ефективністю приватного сектору, сприяючи інноваціям через спільне використання ресурсів та ризиків. Наприклад, спільні підприємства в інфраструктурі, високотехнологічному виробництві та проєктах зеленої енергетики продемонстрували, як ДПП можуть прискорити розробку та впровадження передових рішень. Крім того, такі партнерства часто сприяють передачі знань і технологій, підвищуючи загальний потенціал для інновацій у галузі. Стратегічне використання ДПП таким чином не лише мобілізує фінансові ресурси, але й сприяє спільному підходу до вирішення складних проблем модернізації, забезпечуючи стаке зростання відповідно до національних пріоритетів розвитку.

Інноваційні фонди та конкурси слугують цільовими фінансовими інструментами, призначеними для виявлення, підтримки та масштабування проривних ідей та стартапів у промисловому секторі. Ці цільові пули фінансування часто розподіляються через конкурентні процеси, які підкреслюють оригінальність, доцільність та потенційний вплив. Наприклад, національні інноваційні конкурси можуть каталізувати розробку інноваційних продуктів та послуг, надаючи гранти, початковий капітал або венчурне фінансування перспективним проектам. Крім того, такі ініціативи сприяють конкурентному середовищу, яке мотивує підприємців та дослідників розширювати межі існуючих технологій, табл. 3.7. Спрямовуючи кошти на ідеї з високим потенціалом, інноваційні фонди та конкурси значною мірою сприяють побудові надійної екосистеми технологічного прогресу, зрештою стимулюючи модернізацію та економічну стійкість перед обличчям глобальних викликів.

Таблиця 3.7 - Інноваційні фонди та конкурси як середовище для технологічних проривів

Назва програми / ініціативи	Рік старту	Основний фокус	Результати / вплив
Ukrainian Startup Fund	2020	Фінансування технологічних стартапів у промисловості та ІТ	Понад 450 проєктів профінансовано; 20% отримали іноземне венчурне інвестування після участі
EU4Business Innovation Fund	2021	Співфінансування R&D у малих виробничих підприємствах	Підвищення технологічного рівня МСП, створення понад 2 тис. нових робочих місць
Конкурс "Smart Industry 4.0 Challenge" (Україна)	2022	Розробка рішень для автоматизації виробництва	Формування внутрішнього ринку цифрових сервісів для промисловості

Складено автором

Цифрова трансформація та технології Індустрії 4.0 стали центральними для модернізації галузей промисловості та підвищення економічної ефективності. Ці інновації охоплюють низку передових цифрових інструментів, включаючи Інтернет речей (ІоТ), кіберфізичні системи та робототехніку, які все більше інтегруються у виробничі процеси [7]. Впровадження таких технологій дозволяє

здійснювати моніторинг у режимі реального часу, прогнозне обслуговування та автоматизацію, тим самим знижуючи витрати та підвищуючи продуктивність. Наприклад, заводи, оснащені рішеннями Індустрії 4.0, можуть оптимізувати використання ресурсів, мінімізувати час простою та швидко адаптуватися до змін на ринку. Як результат, ці технології служать каталізаторами економічного зростання, підвищуючи конкурентоспроможність та сприяючи інноваціям у всіх секторах. Отже, впровадження цифрової трансформації має вирішальне значення для країн, які прагнуть модернізувати свою промислову базу та підтримувати довгостроковий розвиток.

Аналіз зростання інвестицій у ключових секторах з 2020 по 2024 рік виявляє помітні тенденції, що підкреслюють імпульс зусиль з промислової модернізації, табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Інвестиційна динаміка промислової модернізації України у 2020–2024 рр.

Показник	2020	2022	2024
Інвестиції у виробничі технології, млрд грн	57,2	68,9	83,5
Частка інвестицій у цифрову трансформацію	14%	19%	26%
Інвестиції в енергозбереження	8,7 млрд грн	10,2 млрд грн	13,9 млрд грн

Складено автором

Наприклад, виробничий сектор зазнав стабільного зростання припливу капіталу, зумовленого цільовими фінансовими інструментами, спрямованими на технологічну модернізацію та зелені ініціативи. Ця тенденція до зростання ілюструється складним річним темпом зростання (CAGR) приблизно на рівні 8%, що відображає як державні стимули, так і впевненість приватного сектору в сталому розвитку. Крім того, інвестиції в цифрову трансформацію, такі як технології Industry 4.0, набули важливості, сприяючи підвищенню продуктивності та автоматизації. Ці цифри демонструють, що стратегічні фінансові інструменти ефективно спрямовують кошти на інноваційні промислові досягнення, тим самим підтримуючи ширший порядок денний модернізації.

Порівняльний регіональний аналіз висвітлює відмінності у впровадженні інструментів модернізації, на які впливають місцеві економічні умови та політичні рамки, табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Регіональні відмінності у впровадженні інструментів промислової модернізації

Регіон	Основні напрями підтримки	Приклади / показники	Аналітична характеристика
Східна Україна	Цільові субсидії, програми відновлення виробництва	Кластер «Індустрія Донбасу» (2023) — модернізація металургії	Висока ефективність цільових субсидій для відновлення критичних виробництв.
Центральна Україна	Гранти на впровадження цифрових технологій у машинобудуванні	Кременчуцький завод впровадив систему ERP на основі локального гранту (2022)	Приклад успішної цифровізації завдяки державно-приватному партнерству.
Західна Україна	Інвестиційні кредити ЄБРР, підтримка МСП	Львівська область – створено понад 40 «розумних» виробничих майданчиків	Регіон виступає драйвером технологічної інтеграції до європейських ланцюгів вартості.

Складено автором

Регіони з проактивною державною підтримкою та доступом до фінансових стимулів, як правило, демонструють вищі темпи інвестицій та швидшу інтеграцію передових технологій. І навпаки, регіони з обмеженою інфраструктурою або фінансовими бар'єрами стикаються з повільнішим прогресом, що підкреслює важливість адаптованої регіональної політики. Наприклад, східна Україна зазнала значних зусиль з модернізації завдяки цільовим субсидіям та програмам регіонального розвитку, тоді як інші регіони відстають.

Яскравим прикладом успішної промислової модернізації є впровадження масштабних проектів автоматизації у виробничому секторі, які призвели до значного підвищення продуктивності. Наприклад, кілька українських підприємств впровадили передові роботизовані та цифрові системи управління, що призвело до помітного підвищення ефективності виробництва та контролю якості. Ці проекти ілюструють, як цілеспрямовані інвестиції в інноваційні технології можуть трансформувати традиційні галузі промисловості, що призводить до

підвищення конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Більше того, такі тематичні дослідження демонструють важливість інтеграції фінансових інструментів, таких як гранти та низькопроцентні позики, для підтримки технологічних оновлень, сприяння більш плавним процесам впровадження та зменшення фінансових бар'єрів.

Заглядаючи в майбутнє, стратегічна перспектива промислової модернізації підкреслює необхідність проактивного та адаптивного підходу, який використовує нові фінансові інструменти та міжнародну співпрацю. Майбутні ініціативи повинні пріоритезувати сприяння інноваційним екосистемам, включаючи розвиток державно-приватного партнерства та участь у європейських інвестиційних фондах, для мобілізації необхідного капіталу. Крім того, впровадження методологій прогнозування може допомогти у розробці довгострокових бачень, узгоджених з Цілями сталого розвитку (ЦСР), забезпечуючи, щоб зусилля з модернізації сприяли ширшим соціально-економічним цілям.

3.3. Перспективи формування промислової політики України в контексті Індустрії 4.0

Поточна промислова інфраструктура та можливості України слугують основою для інтеграції технологій Індустрії 4.0, проте вони все ще досить обмежені порівняно з більш розвиненими економіками. Країна має значну виробничу базу, переважно у важкій промисловості, такій як металургія, машинобудування та хімічне виробництво, які історично були значним внеском у національну економіку. Однак ці сектори часто покладаються на застарілі процеси та технології, що обмежує їхню продуктивність та глобальну конкурентоспроможність, табл. 3.10.

Таблиця 3.10 - Інфраструктурна готовність промислового сектору України до інтеграції Індустрії 4.0

Ключовий показник / фактор	Стан в Україні (2020–2024 рр.)	Вплив на можливості цифрової інтеграції
Рівень цифровізації виробничих процесів	У середньому 18% підприємств використовують ERP/MES-системи	Обмежений рівень цифрового контролю за виробництвом знижує ефективність і точність процесів
Доступ до високотехнологічного обладнання	Понад 60% підприємств використовують техніку старше 10 років	Обмежена автоматизація гальмує модернізацію важкої промисловості
Рівень інтернет-покриття промислових зон	78% промислових парків мають частковий доступ до швидкісного інтернету	Недостатня комунікаційна інфраструктура обмежує IoT-рішення

Складено автором

Ключові інфраструктурні проблеми включають недостатнє цифрове підключення, брак сучасних систем автоматизації та обмежений доступ до високотехнологічного обладнання. Незважаючи на ці перешкоди, промисловий ландшафт України демонструє потенціал для модернізації, особливо завдяки цілеспрямованим інвестиціям у цифрову інфраструктуру та технологічні оновлення, що може каталізувати подальший розвиток та інтеграцію рішень Індустрії 4.0. Ця основа, хоча наразі недостатньо розвинена, може бути розширена за допомогою стратегічної політичної підтримки та міжнародної співпраці для сприяння більш стійкому та інноваційному промисловому сектору.

Рівень впровадження Індустрії 4.0 в Україні залишається на початковій стадії, і більшість підприємств лише починають досліджувати ініціативи цифрової трансформації. Порівняно з країнами Західної Європи, прогрес України є відносно повільним через поєднання економічних обмежень, обмеженого технологічного досвіду та відсутності комплексних національних стратегій цифровізації, табл. 3.11.

Таблиця 3.11 - Порівняльний рівень впровадження технологій Індустрії 4.0

Країна / регіон	Ключові напрями впровадження	Середній рівень автоматизації виробництва (%)	Коментар
Німеччина	Smart factories, роботизація, IoT	68	Висока синергія державних і приватних стратегій цифровізації
Польща	Цифрові ланцюги постачання, ERP-системи	44	Активна підтримка МСП через програму «Przemysł 4.0»

Україна	Поодинокі елементи (автоматизація, big data, сенсори)	17	Початкова стадія впровадження; найбільші успіхи — у великих промислових групах
---------	---	----	--

Складено автором

Хоча деякі великі корпорації та багатонаціональні компанії, що працюють в Україні, почали впроваджувати такі елементи, як автоматизація, аналітика даних та Інтернет речей (IoT), широке впровадження серед малих та середніх підприємств (МСП) все ще обмежене. Ці повільні темпи перешкоджають здатності країни повною мірою використовувати переваги Індустрії 4.0, такі як підвищення продуктивності, гнучкості та інновацій. Тим не менш, постійні зусилля державних установ та галузевих асоціацій спрямовані на підвищення обізнаності та сприяння передачі технологій, що може прискорити впровадження в найближчі роки. Побудова сприятливої екосистеми для цифрової трансформації залишається вирішальним фактором для промислової модернізації України.

Технологічні прогалини та недоліки інфраструктури створюють значні перешкоди у розвитку промислової політики України в рамках Індустрії 4.0. Незважаючи на наявність значної промислової інфраструктури, багато підприємств досі не мають доступу до передових цифрових технологій та сучасних систем автоматизації, необхідних для інтеграції Індустрії 4.0, табл. 3.12. Цей дефіцит перешкоджає здатності країни конкурувати на світовому рівні та обмежує підвищення продуктивності.

Таблиця 3.12 - Технологічні прогалини у промисловій політиці України

Сфера технологічного розвитку	Основна проблема	Наслідки для конкурентоспроможності	Пропоновані інструменти політики
Автоматизація та робототехніка	80% виробництв працюють на застарілих системах	Низька точність і продуктивність	Цільові програми лізингу роботизованого обладнання
Штучний інтелект та аналітика даних	Відсутність фахівців і стандартів інтеграції	Неможливість оптимізації процесів у реальному часі	Освітні програми з індустріального IT, створення хабів R&D

Інтернет речей (IoT)	Обмежене підключення до промислових мереж	Відсутність «розумного» моніторингу	Розбудова промислових дата-центрів у регіонах
----------------------	---	-------------------------------------	---

Складено автором

Крім того, нерівномірний розподіл технологічних можливостей між секторами посилює диспропорції, ускладнюючи розробку цілісної національної стратегії. Вирішення цих технологічних прогалин вимагає цілеспрямованих інвестицій у цифрову інфраструктуру, модернізації існуючих потужностей та сприяння розвитку інноваційних екосистем, які можуть підтримувати впровадження передових технологій.

Дефіцит кваліфікованих кадрів та перекваліфікація робочої сили стають критичними викликами, що перешкоджають промисловій політиці України в контексті Індустрії 4.0. Швидкий розвиток цифрових технологій вимагає висококваліфікованої робочої сили, проте Україна стикається з дефіцитом кваліфікованого персоналу, здатного керувати та обслуговувати передові виробничі системи. Цей розрив посилюється недостатніми навчальними програмами та застарілими навчальними програмами, які не відповідають вимогам Індустрії 4.0. Як наслідок, підприємствам важко знайти працівників, які володіють аналітикою даних, кібербезпекою та автоматизацією, що є життєво важливими для сучасних промислових процесів. Щоб подолати це, Україна повинна надати пріоритет розвитку робочої сили шляхом комплексних ініціатив з перепідготовки, партнерства з навчальними закладами та безперервного професійного навчання для підготовки працівників до цифрової трансформації.

Україна досягла значних успіхів у сприянні інноваційним проектам, що відповідають принципам Індустрії 4.0, демонструючи перспективний підхід до свого промислового розвитку. Кілька українських компаній започаткували ініціативи, що включають передову автоматизацію, аналітику даних та інтелектуальні методи виробництва, демонструючи потенціал країни в технологічних інноваціях. Ці проекти не лише підвищують продуктивність, але й слугують каталізаторами для ширшої промислової модернізації, табл. 3.13.

Таблиця 3.13 - Реальні приклади інноваційних ініціатив в українській промисловості (2020–2024 рр.)

Підприємство / сектор	Технологія або проект	Результат / вплив	Значення для розвитку Індустрії 4.0
Interpipe (металургія)	Автоматизована система управління печами на базі II	Зниження енерговитрат на 14%, стабілізація якості випуску	Приклад промислової цифровізації важкої індустрії
Метінвест Digital	Платформа MES/ERP для виробничого управління	Оптимізація логістики й планування виробництва	Підвищення ефективності бізнес-процесів на 12–15%
Eleks Engineering Lab	Smart Factory Concept (IoT + аналітика даних)	Автоматичний збір і аналіз даних з ліній виробництва	Формування національної компетенції у «розумному виробництві»

Складено автором

Зосереджуючись на передових технологіях, Україна прагне позиціонувати себе як конкурентоспроможного гравця на світовому ринку. Такі ініціативи сприяють створенню динамічної екосистеми, яка заохочує подальші дослідження, розробки та комерціалізацію інноваційних рішень, зрештою підтримуючи довгострокове промислове зростання та стійкість.

Міжнародні партнерства та інвестиції відіграють вирішальну роль у зусиллях України щодо розвитку свого промислового сектору в рамках Індустрії 4.0. Співпраця з країнами Європейського Союзу, Сполученими Штатами та іншими глобальними організаціями сприяла передачі знань, впровадженню технологій та розвитку інфраструктури. Ці стратегічні альянси дозволили українським підприємствам отримати доступ до фінансування, експертизи та інноваційних практик, що прискорюють промислову трансформацію.

Підсумовуючи, впровадження стратегій Індустрії 4.0 посилює інтеграцію України в глобальні ланцюги створення вартості, покращуючи технологічну складову та адаптивність її галузей промисловості. Цифрова трансформація сприяє кращій взаємодії, стандартам якості та дотриманню міжнародних норм, роблячи українську продукцію більш привабливою на світовій арені. Крім того, модернізовані галузі промисловості, оснащені передовою аналітикою,

автоматизацією та можливостями Інтернету речей, мають кращі можливості для задоволення потреб міжнародних ринків, сприяючи збільшенню експорту та іноземних інвестицій.. По суті, впровадження Індустрії 4.0 у національні політичні рамки зміцнить зв'язок України зі світовими ринками, підтримуючи сталу економічну стійкість та зростання.

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження було з'ясовано, що становлення Індустрії 4.0 визначає стратегічні орієнтири сучасної промислової політики провідних держав світу. Перехід до «цифрової економіки» супроводжується масштабними структурними змінами у виробничих процесах, що ґрунтуються на автоматизації, роботизації, використанні великих даних (Big Data), штучного інтелекту (AI), машинного навчання та Інтернету речей (IoT). Ці технології формують якісно нове середовище функціонування промисловості, у якому ефективність визначається не лише матеріальними ресурсами, а й рівнем цифрових компетенцій, гнучкістю управлінських систем і здатністю підприємств до швидкої адаптації.

Індустрія 4.0 стала не просто технологічним етапом, а концептуальною моделлю нового економічного укладу. За даними World Economic Forum (2024), частка підприємств, які впроваджують технології Індустрії 4.0, у промислово розвинених країнах перевищує 70% у Німеччині, 65% у Японії та 60% у Південній Кореї. Ці держави продемонстрували ефективність довгострокових промислових стратегій, які поєднують державну підтримку інновацій, стимулювання R&D та розвиток висококваліфікованого людського капіталу.

Водночас у країнах, що розвиваються, рівень цифровізації промисловості залишається низьким — 15–25%, що свідчить про глибоку цифрову нерівність і формування «технологічного розриву». Такий розрив впливає не лише на продуктивність, а й на конкурентоспроможність національних економік, оскільки доступ до сучасних технологій стає визначальним чинником участі в глобальних виробничих ланцюгах.

Європейський Союз сформував єдину політику цифрової трансформації промисловості, втілену через програму Digital Europe (2021–2027) з фінансуванням понад €7,5 млрд, спрямовану на розвиток цифрових компетенцій, хмарних обчислень, кібербезпеки та підтримку малого бізнесу у цифровій адаптації.

Особливо показовим є приклад Німеччини, де стратегія *Industrie 4.0* стала основою промислової політики ще у 2011 р. На її реалізацію спрямовано понад €40 млрд, створено понад 100 інноваційних платформ, які об'єднують бізнес, науку та державу. Цей досвід довів ефективність кластерного підходу та партнерства між секторами, що забезпечує синергію інновацій і сприяє сталому розвитку промисловості.

На цьому тлі Україна перебуває лише на початковому етапі формування власної моделі промислової політики Індустрії 4.0. За даними EU4Digital Initiative (2024), лише 10–12% українських підприємств частково використовують елементи цифровізації (автоматизацію, системи управління даними, IoT-рішення).

Попри це, останні роки характеризуються появою позитивних тенденцій. Кількість українських технологічних стартапів, орієнтованих на автоматизацію, робототехніку, промисловий дизайн і цифрові платформи, у 2023–2024 рр. зросла на 35%. Розвиваються індустриальні парки, кластери та технологічні хаби, зокрема у Києві, Харкові, Львові, Дніпрі, що демонструють поступове формування національної екосистеми Індустрії 4.0.

Крім того, важливою умовою є цифрова екосистема, що поєднує інноваційні стартапи, університети, бізнес та державні інституції в єдину мережу створення доданої вартості. У країнах ЄС такі екосистеми підтримуються через програми Horizon Europe, EIT Manufacturing, Smart Specialisation Strategies (S3), які сприяють трансферу знань і технологій між регіонами.

У перспективі наступного десятиліття (до 2035 р.) очікується, що Індустрія 4.0 трансформує понад 60% виробничих процесів у світі. Для України це означає необхідність швидкого переходу від сировинної до інноваційно-промислової моделі розвитку, що спиратиметься на цифрові технології, гнучке виробництво й екологічну модернізацію.

Окремої уваги заслуговує екологічний аспект розвитку промисловості в умовах Індустрії 4.0, який стає одним із ключових критеріїв конкурентоспроможності на глобальному ринку. У провідних країнах світу промислова політика інтегрує принципи «зеленої економіки», циркулярного

виробництва та ESG-підходу (Environmental, Social, Governance). Це передбачає мінімізацію відходів, використання енергоефективних технологій, розвиток відновлюваної енергетики, повторну переробку ресурсів і впровадження «розумних» систем моніторингу споживання енергії.

Європейський Союз реалізує Європейський зелений курс (European Green Deal), що поєднує цифрову та екологічну трансформацію промисловості. В його межах сформовано ініціативу *Industry 5.0*, орієнтовану не лише на автоматизацію, а й на створення людиноцентричного, сталого виробництва. Цей підхід підкреслює, що майбутня промислова політика має враховувати екологічну ефективність, соціальну відповідальність і цифрову інклюзивність.

Для України перехід до зеленої промислової моделі також набуває стратегічного значення. Поєднання цифровізації та енергоефективності може забезпечити зниження енергоспоживання у промисловості на 20–25% протягом наступних 10 років, що має не лише економічний, а й екологічний ефект. При цьому технології Індустрії 4.0 — такі як цифрові двійники, аналітика даних і штучний інтелект — дають змогу моделювати викиди, контролювати споживання ресурсів і підвищувати стійкість виробничих процесів.

Важливою складовою «зеленої індустріалізації» є розвиток екологічного підприємництва та екоінновацій. Українські стартапи у сферах smart energy, переробки, біотехнологій та електротранспорту поступово формують нову структуру промислового зростання, що ґрунтується на поєднанні цифрових технологій і принципів сталого розвитку. Саме ці напрями відповідають стратегічним пріоритетам Європейського Союзу, а також вимогам майбутньої інтеграції України до єдиного цифрового, енергетичного та інноваційного ринку. Поширення «зелених» технологій створює умови для зменшення енергозалежності, підвищення ефективності виробництва та розширення можливостей для експорту високотехнологічної продукції, що є критично важливим для забезпечення економічної стійкості країни.

Підсумовуючи результати дослідження, можна стверджувати, що Індустрія 4.0 стала фундаментальним чинником глобальної економічної трансформації,

який визначає темпи, структуру та траєкторії розвитку сучасних економік. Технології штучного інтелекту, роботизації, автоматизації, великих даних та кіберфізичних систем змінюють традиційні підходи до виробництва, посилюють конкуренцію та водночас відкривають нові можливості для створення інноваційних продуктів і бізнес-моделей. Ефективна промислова політика, що враховує ці зміни, стає ключовим інструментом адаптації держав до нової технологічної парадигми. Вона дозволяє формувати сприятливі умови для інвестицій, розвивати інноваційну інфраструктуру, стимулювати підприємництво, підтримувати високотехнологічні кластери та забезпечувати інтеграцію у глобальні ланцюги доданої вартості.

Для України ці процеси мають особливо важливе значення. Перехід до моделі розвитку, заснованої на інноваціях і цифрових технологіях, відкриває можливості для створення конкурентоспроможної економіки, здатної виробляти продукцію з високою доданою вартістю, а не залежати від експорту сировини. Однак реалізація цього потенціалу потребує системної модернізації промислової інфраструктури, реформування державних механізмів підтримки технологічного розвитку, підвищення інноваційної активності підприємств та формування якісного людського капіталу. У сучасних умовах важливо не лише впроваджувати цифрові рішення, а й забезпечити їх масштабування, інтеграцію у виробничі процеси та відповідність міжнародним технологічним стандартам.

Трансформація промисловості в Україні також вимагає створення стійких інституцій, здатних забезпечити координацію між державою, бізнесом, наукою та освітніми установами. Формування інноваційних екосистем, розвиток науково-технологічних парків, стимулювання R&D, залучення інвестицій у високотехнологічні виробництва — усе це має стати органічною частиною сучасної промислової політики. Важливо також акцентувати увагу на розвитку цифрової культури, підготовці кадрів для «розумних» виробництв та підвищенні загальної технологічної грамотності населення.

Отже, формування сучасної промислової політики на засадах Індустрії 4.0 є не просто одним із напрямів державної економічної стратегії, а необхідною

умовою забезпечення економічної незалежності, технологічної стійкості та довгострокової конкурентоспроможності України. Успішна адаптація до нової технологічної реальності визначатиме позиції держави у глобальній економіці впродовж найближчих десятиліть, а також створюватиме фундамент для сталого, інноваційного та екологічно орієнтованого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Deloitte Insights. Industry 4.0: Smart Manufacturing Ecosystems Gain Momentum. 2024. URL: <https://www.deloitte.com/insights>
2. Dosi G., Stiglitz J. Industrial Policy and the Future of Manufacturing. *Journal of Economic Policy Reform*, 2021, vol. 24(5), pp. 411–430.
3. Ernst & Young. Ukraine's Digital Transformation Outlook 2024. EY Global Report, 2024.
4. Kindzerskyi Y. Промислова політика для економічного розвитку: до проблеми її обґрунтування з позицій світового досвіду та в контексті необхідності використання у воєнний період та при повоєнному відновленні в Україні. *Ekonomichnyy analiz*, 2023, т. 33, №3, с. 110–129.
5. KPMG. Future of Manufacturing 2025: Global Trends and Case Studies. Global Report, 2025.
6. Kuznetsov A., Götz E. Industrial Policy and Technological Upgrading in Eastern Europe. *Comparative Economic Studies*, 2023, vol. 65, pp. 302–318.
7. McKinsey & Company. The Next Era of Global Manufacturing. Global Report, 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/manufacturing>
8. OECD. Industrial Policy for the 21st Century. Paris: OECD Publishing, 2022.
9. Попко О., Verbovskyi I. Вплив впровадження технологій Індустрії 4.0 на реалізацію міжнародних конкурентних стратегій національних економік. *Economics. Management. Innovations*, 2023, т. 2 (33).
10. PwC. The Global Digital Factory: Industrial Transformation in Practice. Global Industrial Report, 2024.
11. Savchenko M. V., Nosaliuk N. I. Розвиток індустрії 4.0 та її вплив на економічну безпеку країн. *Aktual'ni Problemy Ekonomiky = Actual Problems in Economics*, 2024, №273, с. 48–60.
12. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2017. 192 p.

13. The European Commission. European Industrial Strategy 2024. Brussels: European Union, 2024.
14. UNECE. Digital and Sustainable Industrial Transformation in Transition Economies. Geneva: United Nations, 2024.
15. World Economic Forum. Global Competitiveness Report 2024. Geneva: WEF, 2024.
16. Брусков Н. О. Стратегія цифрової трансформації підприємств в ключі євроінтеграції. 2024. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/14422/1/%D0%91%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B2%20%D0%90%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_12_30_2024-1.pdf
17. Власюк І. В. Вплив промислової політики на конкурентоспроможність економіки. Науковий вісник ХНЕУ імені Семена Кузнеця, 2024, №2, с. 74–82.
18. Внукова Н. М. Євроінтеграційне правове регулювання забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0. 2023. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29997>
19. Внукова Н. М. Удосконалення державної політики у сфері розвитку Індустрії 4.0 за досвідом ЄС. 2023. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/33552>
20. Волкова Ю. В. Концепція сталого розвитку економіки країни в умовах Індустрії 4.0. Обліково-аналітичне забезпечення інноваційної трансформації економіки України, 2024, с. 137.
21. Горобець В. В. Інноваційний розвиток високотехнологічних ТНК в умовах індустрії 4.0. 2024. URL: <https://ela.kpi.ua/items/54dfe3bb-cac3-4ca4-aeee-fcb805898a56>
22. Державна служба статистики України. Промисловість України у 2020–2024 роках: статистичний збірник. Київ, 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>

23. Дротянік О. О. Напрями вдосконалення управління промисловою діяльністю України в умовах кризи. 2024. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/8b4f2d4c-ab4a-4a31-b6be-ca4f0edea761>
24. Єлісеєв О. В., Князєв С. В. Вплив цифровізації на продуктивність промислового сектору. Економічний аналіз, 2024, т. 33, №4, с. 98–107.
25. Завербний А. С., Сало К. Р. Проблеми та перспективи розвитку індустрії 4.0 в Україні за умов євроінтегрування. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку, 2022, №2, с. 8.
26. Коваль О. В. Промислова політика та цифровізація виробництва: виклики для України. Економічний вісник Національного технічного університету України «КПІ», 2024, №12, с. 122–131.
27. Колейчик Е. О. Розвиток міжнародної торгівлі на території Європи на засадах Індустрії 4.0. 2023. URL: <https://ela.kpi.ua/items/bd9b59c3-cede-4dd1-8961-1eb20aec33af>
28. Кравченко В. І. Економічна ефективність інвестицій у технології Індустрії 4.0. Економіка промисловості, 2023, №2, с. 41–53.
29. Краус К. М., Краус Н. М., Штепа О. В. Індустрія Х.0 і Індустрія 4.0 в умовах цифрової трансформації та інноваційної стратегії розвитку національної економіки. Ефективна економіка, 2021, №5.
30. Краус Н. М., Голобородько О. П. Цифровізація економіки України: тенденції, ризики та перспективи в умовах Індустрії 4.0. Економіка і держава, 2022, №4, с. 25–30.
31. Краус Н. М., Шепотько Г. І. Інноваційна інфраструктура та цифрові екосистеми підприємств в умовах Індустрії 4.0. Економіка. Фінанси. Менеджмент, 2024, №6, с. 27–39.
32. Круглов В. Державна політика трансформації ринку праці: виклики цифрової епохи. Науковий вісник: Державне управління, 2021, №1 (7), с. 140–161.
33. Липов В. В. Індустрія 4.0 і формування ланцюгів створення цінності на основі цифрових платформ. Вісник економічної науки України, 2024, №2, с. 152–161.

34. Ліба Н. С. Трансформація концепцій регіональної промислової політики в умовах сталого розвитку. 2025.
35. Мельник Л. Г., Князєв С. І. Індустрія 4.0 як фактор сталого розвитку промисловості. Економічний простір, 2023, №182, с. 73–84.
36. Мігус І. Основні тенденції розвитку індустрії 4.0 та її вплив на економічну безпеку держави: міжнародний аспект. Вчені записки Університету «КРОК», 2023, №1 (69), с. 52–59.
37. Міністерство економіки України. Аналітичний звіт про стан реалізації промислової політики у 2024 році. Київ, 2025. URL: <https://www.me.gov.ua>
38. Овчаренко В. О. Залучення прямих іноземних інвестицій в технології Індустрії 4.0 України. 2025. URL: <https://ela.kpi.ua/items/85ea468f-cd33-409e-9efadc62bef00475>
39. Онешко С. В. Пріоритети формування науково обґрунтованої промислової політики суб'єктів господарювання на засадах концепції «Індустрія 4.0». Економіка та держава, 2021, №11, с. 44–51.
40. Онешко С. Модель реалізації промислової політики в Україні на основі концепції «Індустрія 4.0». Наукові перспективи, 2023, №1, с. 31.
41. Попко О. В., Вербовський І. А. Вплив впровадження технологій Індустрії 4.0 на реалізацію міжнародних конкурентних стратегій національних економік. Економіка. Управління. Інновації, 2023, №33.
42. Попович Н. Ю. Індустрія 4.0 та сталий розвиток підприємств: ризики і переваги. Бізнес Інформ, 2024, №8, с. 112–119.
43. Почтовюк А. Б., Подшивалов І. В., Яременко А. І. Індустрія 4.0 як чинник формування потенціалу промислового підприємства в умовах сталого розвитку. Здобутки економіки: перспективи та інновації, 2025, №21.
44. Прушківська Е. В. Трансформація державного регулювання промислового сектору України. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету, 2023, №3, с. 63–72.
45. Світовий банк. Ukraine Economic Update: Industrial Resilience and Transformation 2025. Washington: The World Bank, 2025.

46. Сидоренко І. І. Проблеми підготовки кадрів для Індустрії 4.0. Освітня аналітика України, 2023, №3, с. 54–62.
47. Сімонов В. В., Мельник Т. В. Державна підтримка інновацій у промисловості: досвід ЄС. Економіка та держава, 2022, №9, с. 55–61.
48. Смоляр Л. Г., та ін. Екологічний складник забезпечення інноваційного розвитку національної економіки в умовах Індустрії 4.0. Регіональна економіка, 2021, №1, с. 99.
49. Тимченко О. П. Економічна безпека держави в умовах цифрової трансформації промисловості. Фінанси України, 2023, №6, с. 85–97.
50. Трут О. О., Гнилянська О. В. Адаптація менеджменту до викликів Індустрії 4.0: відмінності та стратегії. Науковий вісник ПУЕТ. Серія «Економічні науки», 2024, №1 (111), с. 37–45.
51. Український інститут майбутнього. Цифрова економіка України: аналітичний звіт. Київ, 2024. URL: <https://uifuture.org/reports>
52. Усатий В. О. Феномен промислової політики держави та питання її законодавчого забезпечення. Аналітично-порівняльне правознавство, 2025, №2, с. 384–389.
53. Федоренко В. Г. Стратегічні орієнтири індустріальної модернізації економіки України. Інвестиції: практика та досвід, 2022, №14, с. 10–18.
54. Фісанов В., Гісса-Іванович О. Технології штучного інтелекту як складова та інструментарій розвитку індустрії 4.0: за експертними оцінками think tanks. Медіафорум: аналітика, прогнози, інформаційний менеджмент, 2024, №14, с. 275–299.
55. Форноль А. Д. Трансформація інвестиційної політики ТНК під впливом Індустрії 4.0. 2021. URL: <https://ela.kpi.ua/items/20c20ff2-7f20-42c3-9b3f-d5348096da98>
56. Франко Л. С. Державна інноваційна політика у контексті підвищення конкурентоспроможності економіки України. Дис. Полтавський університет економіки і торгівлі; Сумський державний університет, 2024. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96447>

57. Харченко А. І. Трансформація світового ринку праці в умовах Індустрії 4.0. 2021. URL: <https://ela.kpi.ua/items/cba2da31-c5ae-40c5-938a-8fa2ab138458>

58. Шатоха В. І., та ін. Індустрія 4.0: європейські практики у вищій освіті та на виробництві. 2023. URL: https://www.researchgate.net/profile/Oleg-Potap/publication/379075464_Industry_40_European_practices_in_higher_education_and_enterprise_Monograph_Dnipro_Poligraficna_akcidentna_firma_2023_-_89_p_ISBN_978-966-2394-71-9/links/65f9b3e0f3b56b5b2d14d9dd/Industry-40-European-practices-in-higher-education-and-enterprise-Monograph-Dnipro-Poligraficna-akcidentna-firma-2023-89-p-ISBN-978-966-2394-71-9.pdf

59. Шинкаренко В. Г. Розвиток національних інноваційних систем у контексті Індустрії 4.0. Бізнес Інформ, 2023, №5, с. 61–69.

60. Щур К. О. Трансформація міжнародної діяльності ТНК на засадах Індустрії 4.0. 2024. URL: <https://ela.kpi.ua/items/7c1362a0-51ed-491a-b8eedc04b04c3784>