

Криштанович Мирослав Франкович,

доктор наук з державного управління, професор,
професор кафедри педагогіки та інноваційної освіти,
Інституту права, психології та інноваційної освіти
Національного університету «Львівська політехніка»
ORCID ID: 0000-0003-1750-6385

МЕХАНІЗМ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА ЯК ОСНОВА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

THE PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP MECHANISM AS THE BASIS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF INDUSTRY 4.0

У статті ми розглядаємо механізм державно-приватного партнерства (ДПП) який є важливим інструментом для забезпечення інноваційного розвитку в умовах Індустрії 4.0. У сьогоденні, коли швидко змінюються технологічні процеси, автоматизація виробництва та цифровізація стають основними рушіями економічного прогресу, важливо ефективно інтегрувати ресурси держави та приватного сектору для досягнення високих результатів у розвитку інновацій. ДПП у контексті Індустрії 4.0 охоплює взаємодію між державними структурами, приватними підприємствами, науковими установами та освітніми організаціями, що сприяє розвитку нових технологій та моделей бізнесу. Основними завданнями механізму ДПП є оптимізація фінансування інновацій, зниження ризиків для приватних інвесторів, а також створення сприятливого правового та регуляторного середовища для розвитку новітніх технологій. Крім того, важливим аспектом є розвиток науково-дослідних і технологічних кластерів, що дозволяють прискорити інноваційні процеси через ефективну взаємодію між усіма учасниками партнерства. Механізм ДПП також допомагає розв'язувати такі проблеми, як фінансування інноваційних стартапів, створення сприятливих умов для трансферу технологій і комерціалізації результатів наукових досліджень.

Індустрія 4.0 передбачає застосування інноваційних технологій, як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ), великі дані, роботизація, які вимагають великих інвестицій у дослідження та інфраструктуру. У цьому контексті ДПП виступає як ефективний механізм для залучення інвестицій, спільного фінансування великих інноваційних проєктів, а також для реалізації стратегічних ініціатив, що включають розробку новітніх технологій, впровадження цифрових рішень та підготовку кваліфікованих кадрів.

Впровадження ефективного механізму ДПП в умовах Індустрії 4.0 здатне значно підвищити конкурентоспроможність національної економіки, сприяти розвитку нових високотехнологічних підприємств і створенню робочих місць, а також забезпечити сталий розвиток у глобальному конкурентному середовищі. Тому розвиток і вдосконалення механізмів державно-приватного партнерства є необхідною умовою для успішної трансформації економіки в епоху Індустрії 4.0.

Ключові слова: державно-приватне партнерство, механізм, інноваційний розвиток, четверта промислова революція, Індустрія 4.0, цифровізація, бізнес і держава, сталий розвиток.

In the article we consider the mechanism of public-private partnership (PPP), which is an important tool for ensuring innovative development in the conditions of Industry 4.0. Nowadays, when technological processes are rapidly changing, automation of production and digitalization are becoming the main drivers of economic progress, it is important to effectively integrate the resources of the state and the private sector to achieve high results in the development of innovations. PPP in the context of Industry 4.0 encompasses the interaction between state structures, private enterprises, scientific institutions and educational organizations, which contributes to the development of new technologies and business models. The main tasks of the PPP mechanism are to optimize the financing of innovations, reduce risks for private investors, and create a favorable legal and regulatory environment for the development of new technologies. In addition, an important aspect is the development of research and technology clusters, which allow accelerating innovation processes through effective interaction between all partners. The PPP mechanism also helps to solve problems such as financing innovative startups, creating favorable conditions for technology transfer and commercialization of research results. Industry 4.0 involves the use of innovative technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), big data, robotics, which require large investments in research and infrastructure. In this context, PPP acts as an effective mechanism for attracting investments, co-financing large innovation projects, as well as for implementing strategic initiatives that include the development of new technologies, the implementation of digital solutions, and the training of qualified personnel.

The implementation of an effective PPP mechanism in the context of Industry 4.0 can significantly increase the competitiveness of the national economy, promote the development of new high-tech enterprises and job creation, as well as ensure sustainable development in a global competitive environment. Therefore, the development and improvement of public-private partnership mechanisms is a necessary condition for the successful transformation of the economy in the era of Industry 4.0.

Key words: public-private partnership, mechanism, innovative development, fourth industrial revolution, Industry 4.0, digitalization, business and state, sustainable development.

Постановка проблеми: У сучасних умовах глобалізації та стрімкого розвитку технологій питання інноваційного розвитку економіки стає одним із найважливіших для кожної країни. Одним з ключових факторів, що забезпечують успішну реалізацію інноваційних стратегій, є ефективна взаємодія між державним і приватним секторами. Особливо це стосується періоду трансформації виробничих процесів у рамках Індустрії 4.0, коли технології, такі як автоматизація, штучний інтелект, Інтернет речей та великі дані, вимагають великих інвестицій у новітні розробки, інфраструктуру та освіту. Механізм державно-приватного партнерства стає важливим інструментом для досягнення ефективного і сталого інноваційного розвитку. Проте на шляху його реалізації виникають низка проблем, які потребують уваги. По-перше, в Україні та інших країнах з перехідною економікою існує недостатньо розвинена правова база для ефективного використання ДПП у інноваційній сфері. Часто державні ініціативи не узгоджуються з потребами приватного сектору, що знижує інвестиційну привабливість таких партнерств. По-друге, високі ризики, пов'язані з реалізацією інноваційних проєктів, можуть стримувати приватних інвесторів від участі в державних ініціативах. По-третє, важливим викликом є недостатня взаємодія між державними органами, науковими установами та бізнесом. Приватні компанії не завжди готові працювати з державними структурами через бюрократичні бар'єри, нестабільність регуляторного середовища або відсутність довіри. Крім того, існують труднощі у фінансуванні інноваційних проєктів, оскільки державні фонди та програми часто мають обмежені ресурси, а приватні інвестори вважають інвестиції в нові технології надто ризикованими. Тому, основною проблемою є необхідність вдосконалення механізму державно-приватного партнерства для стимулювання інноваційного розвитку в умовах Індустрії 4.0.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, проведені науковцями, такими як, М. Авксентьєва [1], А. Музиченка, А. Бержаніра [2], В. Велкова [3], Л. Тараша, І. Петрова [4], С. Єрмілова [5], М. Криштановича [6], А. Музиченко, А. Бержанір [7], А. Апарова, А. Яценка [8], В. Жежуха [9], В. Круглова [12–13], В. Станішевського [14], вказують на

необхідність вдосконалення механізму ДПП для стимулювання інноваційного розвитку в умовах Індустрії 4.0, а також необхідність створення стимулюючих умов для приватних інвесторів, що зможуть підтримувати інноваційні стартапи у таких технологічних галузях, як роботизація, штучний інтелект та Інтернет речей. Деякі науковці у своїх працях звертають увагу на проблеми правової та інституційної підтримки ДПП а також на необхідність вдосконалення правової бази для забезпечення стабільної та безпечної роботи ДПП в інноваційних галузях. Важливими аспектами є створення чітких нормативних актів, що регулюють взаємодію держави та приватних компаній, а також захист прав інвесторів і забезпечення прозорості процесів. Тому вивчення і впровадження кращих практик є ключовим для розвитку механізмів ДПП в контексті новітніх технологічних змін.

Метою статті є аналіз механізму державно-приватного партнерства як основи інноваційного розвитку в умовах Індустрії 4.0, вивчення його ролі у стимулюванні технологічних трансформацій та інвестицій у новітні технології, а також визначення шляхів вдосконалення цього механізму для подолання існуючих перешкод і розвитку інноваційних екосистем. Особливу увагу буде приділено вивченню наукових досліджень та міжнародного досвіду застосування ДПП у високотехнологічних сферах, що дозволить сформулювати рекомендації для покращення співпраці між державним та приватним секторами в умовах сучасних викликів. Для вдосконалення механізму державно-приватного партнерства в умовах Індустрії 4.0 можна запровадити кілька методів, які сприятимуть більш ефективній співпраці між державою та приватним сектором, а також стимулюватимуть інноваційний розвиток. Основні методи включають: метод стратегічного планування та аналізу ризиків; метод публічно-приватних інноваційних кластерів; метод інтелектуального капіталу та обміну знаннями; метод фінансування через інноваційні фонди та гранти; метод розвитку партнерських відносин на основі публічно-приватних договорів, та ін. Запровадження цих методів допоможе створити більш ефективне та прозоре середовище для реалізації інноваційних проєктів через механізм ДПП і сприятиме розвитку Індустрії 4.0 в Україні та інших країнах.

Виклад основного матеріалу. Механізм державно-приватного партнерства є важливим інструментом для реалізації інноваційних стратегій, особливо в умовах Індустрії 4.0, де технології швидко змінюються, а вимоги до виробництва та економіки значно зростають. ДПП дозволяє з'єднати ресурси держави та приватного сектора, що дає можливість вирішувати проблеми фінансування, розвитку нових технологій та вдосконалення інфраструктури. Однак для ефективної реалізації цього механізму необхідно врахувати певні аспекти і запровадити ряд методів для забезпечення сталого розвитку [1–3]. Індустрія 4.0 характеризується переходом до цифрових технологій, які включають автоматизацію виробничих процесів, використання штучного інтелекту, Інтернету речей, великих даних та роботизацію. Всі ці новітні технології потребують значних інвестицій, висококваліфікованих кадрів та розвитку інфраструктури. Взаємодія держави та приватних компаній через механізм ДПП дає можливість мобілізувати необхідні ресурси для реалізації великих інноваційних проєктів. В Україні та інших країнах з перехідною економікою, механізм ДПП стикається з низкою проблем, серед яких: недостатнє фінансування інноваційних проєктів, відсутність належної правової бази, недостатня інтеграція наукових і бізнесових інтересів. Ці проблеми потребують вирішення для забезпечення ефективної співпраці та сприяння розвитку Індустрії 4.0 [4–6].

У контексті Індустрії 4.0 важливо використовувати інноваційні методи та інструменти для розвитку ДПП. Нижче наведено основні методи, які можуть бути застосовані для покращення цього механізму.

Індустрія 4.0 вимагає від держави та бізнесу нових підходів до взаємодії та співпраці. Механізм ДПП є потужним інструментом для забезпечення інноваційного розвитку, однак для його ефективної реалізації потрібно вдосконалити стратегічне планування, регуляторні механізми, фінансування інновацій та розвивати інтелектуальний капітал. Розвиток інноваційних кластерів та партнерських відносин між державними і приватними структурами також є ключовими для забезпечення сталого технологічного прогресу в умовах Індустрії 4.0 [7–8].

Міжнародний досвід у застосуванні механізму ДПП для розвитку Індустрії 4.0 надає конкретні уроки для вдосконалення цього механізму. У таких країнах, як США, Японія та Німеччина, інституції активно співпрацюють з приватним сектором для підтримки інноваційних проєктів.

У США розвиток Індустрії 4.0 підтримується через численні програми державно-приватного партнерства, які сприяють інноваціям у таких сферах, як робототехніка, штучний інтелект, передові матеріали та автоматизація виробництва.

Японія є одна з лідерів у сфері робототехніки, автоматизації та штучного інтелекту. Тут державно-приватне партнерство активно застосовується для розвитку Індустрії 4.0, зокрема через державні ініціативи та стратегічні партнерства між компаніями та урядом.

Німеччина є одним із провідних світових центрів індустріальної автоматизації та розвитку Індустрії 4.0. Країна активно використовує механізми ДПП для підтримки інновацій в сфері промисловості та технологій [9–10].

Таблиця 1

В таблиці описуються методи вдосконалення механізму державно-приватного партнерства в контексті Індустрії 4.0 для ефективного розвитку високотехнологічних проєктів та інновацій

№	Метод	Опис
2.1	Стратегічне планування та аналіз ризиків	Стратегічне планування є важливим елементом для розвитку інноваційних проєктів. Використання аналізу великих даних і штучного інтелекту для прогнозування результатів співпраці, виявлення слабких місць та зниження ризиків.
2.2	Формування інноваційних кластерів	Інноваційні кластери об'єднують підприємства, наукові установи, державні органи і стартапи для створення нових технологій. Спільне фінансування та обмін знаннями знижують фінансові ризики і прискорюють технологічний розвиток.
2.3	Інтелектуальний капітал і обмін знаннями	Обмін знаннями між державним, приватним сектором і науковими установами через цифрові платформи або технологічні хаби дозволяє підвищити ефективність ДПП та збільшити кількість інноваційних розробок.
2.4	Фінансування через інноваційні фонди та гранти	Створення спеціалізованих інноваційних фондів і державних грантів для підтримки стартапів та наукових досліджень дозволяє залучати інвестиції і знижувати фінансові ризики для приватних компаній.
2.5	Адаптація до регуляторних змін	Використання «пісочниць» для тестування нових технологій без правових бар'єрів дозволяє компаніям впроваджувати інновації в реальних умовах, що спрощує адаптацію регуляторної політики до нових технологій.

Джерело: побудовано автором.

Особливості застосування державно-приватного партнерства у США, Японії та Німеччині:

США активно використовують ДПП для підтримки інновацій, зокрема через спільне фінансування наукових досліджень та інвестиції в створення технологічної інфраструктури. Пріоритет надається розвитку стартапів і малих компаній через гранти та податкові пільги, що дозволяє швидко адаптувати нові технології на ринку.

Японія має багатий досвід створення технологічних кластерів, в яких поєднуються наукові дослідження, розробки нових технологій та їх комерціалізація. Важливу роль у співпраці між державним і приватним секторами відіграє державна підтримка досліджень та інноваційних роз-

робок через фінансування, гранти та податкові пільги.

Німеччина активно застосовує модель відкритого інноваційного середовища, де державні установи і приватний сектор активно взаємодіють для розвитку нових технологій. Важливою частиною стратегії є фінансування досліджень та розробок, а також створення інфраструктури для розвитку стартапів та малих підприємств у сфері технологій [11–12].

У США, Японії та Німеччині механізм ДПП активно застосовується для розвитку Індустрії 4.0 через стратегічні ініціативи, інвестиції в інновації, створення інтелектуальних кластерів та підтримку стартапів. Ці країни демонструють, як

Таблиця 2

В даній таблиці нами розписано міжнародний досвід застосування механізму державно-приватного партнерства для розвитку Індустрії 4.0 у США, Японії та Німеччині

Країна	Ініціатива / Проект	Опис	Особливості ДПП
США	Advanced Manufacturing Partnership (AMP)	ініціатива для розвитку інноваційних виробничих технологій через співпрацю уряду, промисловості та наукових установ.	Спільне фінансування наукових досліджень, підтримка стартапів та технологічних інновацій.
	Manufacturing USA	Мережева ініціатива, що об'єднує технологічні центри для розвитку нових виробничих технологій (наприклад, America Makes – для 3D-друку).	Підтримка інновацій через співпрацю з урядом та приватним сектором, створення технологічних центрів.
	National Institute of Standards and Technology (NIST)	Розробка стандартів для впровадження новітніх технологій, а також спільна робота з індустрією для адаптації нових технологій.	Роль держави у стандартизації та підтримка індустрії через партнерства для розвитку інноваційних технологій.
Японія	Society 5.0	Стратегія розвитку Японії, що поєднує фізичний та кібернетичний простір для створення інтелектуальної економіки.	Співпраця між державними органами та великими корпораціями (наприклад, Toyota, Panasonic) для впровадження інновацій.
	NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)	Агентство, що сприяє розвитку нових енергетичних і промислових технологій через співпрацю з приватним сектором та науковими установами.	Державна підтримка інновацій, фінансування спільних проектів між урядом і приватними компаніями.
	Smart Factory Initiative	Розвиток інтелектуальних фабрик, де використовується автоматизація, робототехніка та аналіз даних для ефективного виробництва.	Взаємодія між державою та приватними підприємствами для створення інтелектуальних виробничих потужностей.
Німеччина	Industrie 4.0	Стратегія розвитку автоматизації, IoT, робототехніки, великих даних для промисловості через тісну співпрацю уряду, бізнесу та наукових установ.	Спільне фінансування, створення стандартів і технологічних кластерів для розвитку новітніх технологій.
	Platform Industrie 4.0	Платформа для співпраці уряду, науковців і промисловості в галузі стандартизації технологій, безпеки даних та розвитку новітніх рішень для виробництва.	Підтримка державою індустрії через створення платформи для обміну знаннями та досвідом у рамках ДПП.
	Fraunhofer Society for Applied Research	Мережа дослідницьких інститутів, що співпрацює з підприємствами для розвитку технологій в галузях Індустрії 4.0, таких як автоматизація та робототехніка.	Активна співпраця між державою, наукою та бізнесом для розвитку інновацій і нових технологій.

Джерело: побудовано автором.

ефективна співпраця між урядом, великим бізнесом та науковими установами може сприяти швидкому впровадженню новітніх технологій, таких як штучний інтелект, робототехніка, IoT і автоматизація виробництва.

Міжнародний досвід показує, що успішне застосування ДПП вимагає інтеграції державних і приватних інтересів, забезпечення стабільного інвестиційного середовища та підтримки інновацій на всіх етапах їх розвитку.

Висновки. Отже, для успішного розвитку інновацій в умовах Індустрії 4.0 необхідно активізувати використання механізму ДПП, покращуючи стратегічне планування, створення кластерів, обмін знаннями та підвищуючи фінансування інноваційних ініціатив. Це дозволить створити

стабільну платформу для розвитку високотехнологічних індустрій і забезпечити сталий економічний розвиток на всіх рівнях.

Перспективи розвитку механізму ДПП в умовах Індустрії 4.0 вимагають подальшого вдосконалення теоретичних і практичних підходів, орієнтуючись на інновації, технологічні зміни та глобальні тенденції. Поглиблене вивчення таких аспектів, як нові фінансові моделі, правові та регуляторні зміни, а також інтеграція глобальних і національних інноваційних екосистем, дозволить створити більш ефективні механізми для розвитку високотехнологічних секторів економіки. Тільки шляхом комплексного підходу та міжнародної співпраці можна реалізувати потенціал державно-приватного для інноваційного розвитку в умовах Індустрії 4.0.

REFERENCES:

1. Avksentyev, M. Yu. (2010). Derzhavno-pryvatne partnerstvo yak suchasnyy mekhanizm zaluchennya investytsiy v infrastrukturu haluzi Ukrainy. [Public-private partnership as a modern mechanism for attracting investments in the infrastructure sectors of Ukraine]. (Doctoral dissertation, special 08.00. 03 "Economics and management of the national economy" / M.Yu. Avksentyev).
2. Muzychenko, A. S., & Berzhanir, A. L. (2013). Derzhavno-pryvatne partnerstvo yak instytut vzayemodiyi vlady ta biznesu. [Public-private partnership as an institution of government-business interaction]. *Economic Space*, No. 75. P. 100-108.
3. Velkov, V. (2010). Derzhavno-pryvatne partnerstvo yak mekhanizm vzayemodiyi vlady ta biznesu. [Public-private partnership as a mechanism of government-business interaction.]. *Current problems of public administration*, (3 (2)), 38-42.
4. Tarash, L. I., & Petrova, I. P. (2014). Mekhanizm realizatsiyi partners'koyi vzayemodiyi derzhavy i pryvatnoho sektoru. [Mechanism for implementing partnership interaction between the state and the private sector]. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*. 2014. No. 2. P. 140-153.
5. Yermilov, S. F. (2011). Osoblyvosti formuvannya instytutu derzhavno-pryvatnoho partnerstva. [Peculiarities of the formation of the institution of public-private partnership]. *State and regions. Series: State administration*, (4), 92-95.
6. Kryshchanovych M.F., (2024), Koruptsiyni ryzyky v derzhavno-pryvatnomu partnerstvi: vyklyky y naslidky. [Corruption risks in public-private partnership: challenges and consequences]. Printed magazine. *Current issues in modern science (Public Administration Series)*, 6(24). pp. 239-247 [in Ukrainian].
7. Muzychenko, A. S., & Berzhanir, A. L. (2013). Modeli vzayemodiyi vlady ta biznesu v umovakh rynkovoyi ekonomiky. [Models of interaction between government and business in a market economy]. *Sustainable development of the economy*, (4), 24-28.
8. Aparov, A. M., & Yatsenko, A. V. (2015). Derzhavno-pryvatne partnerstvo yak osoblyva pravova forma spivpratsi derzhavy z pryvatnym biznesom. [Public-private partnership as a special legal form of cooperation between the state and private business]. *Foreign trade: economics, finance, law*, (4), pp. 27-35.
9. Zhezhukha, V. Y. (2008). Stymulyuvannya innovatsiynoi diyal'nosti: yevropeys'kyy dosvid. [Stimulation of innovative activity: European experience]. *Visn. Nats. un-tu «L'viv. politekhnika*, (638), 229-235 [in Ukrainian].
10. Kruhlov V. (2013). Derzhavno-pryvatne partnerstvo: istorychnyy aspekt. [State-private partnership: historical aspect]. / V. Kruhlov. // *Publichne administruvannya: teoriya ta praktyka*. Vyp. 2/6 [in Ukrainian].
11. Kruhlov, V. V. (2020). Mekhanizmy derzhavnoho rehulyuvannya rozvytku derzhavno-pryvatnoho partnerstva v Ukraini. [Mechanisms of state regulation of the development of public-private partnership in Ukraine]. 2020. URL: https://ipa.karazin.ua/wpcontent/themes/kbuapa/filesforpages/science/kvv_dis_20202606.pdf, 52 [in Ukrainian].
12. Stanishevs'kyy, V. (2020). Henezys stanovlennya ta rozvytku derzhavno-pryvatnoho partnerstva u sferi ekonomiky. [The genesis of the formation and development of public-private partnership in the field of economy]. *Publichne uryaduvannya*, (5 (25)), 244-255 [in Ukrainian].