УДК 351.9:330.341.1

Павлов Владислав Владиславович
доктор економічних наук, доцент,
аудитор ТОВ «Стандарт-аудит»,
професор кафедри менеджменту, фінансів та бізнес-адміністрування
ПЗВО «Міжнародний європейський університет»
Pavlov Vladyslav
DSc. (Economics), Associate Professor,
Auditor LLC "Standard Audit", Professor of the Department of Management,
Finance and Business Administration
Private Higher Education Institution "International European University"
ORCID: 0000-0001-7120-0876

Копотієнко Тетяна Юріївна
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансового аналізу та аудиту
Державний торговельно-економічний університет
Kopotiienko Tetiana
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Financial Analysis and Audit
State University of Trade and Economics
ORCID: 0000-0001-6107-9937

Нежива Марія Олександрівна
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансового аналізу та аудиту
Державний торговельно-економічний університет
Nezhyva Mariia
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Financial Analysis and Audit
State University of Trade and Economics
ORCID: 0000-0002-3008-5338

Безверхий Костянтин Вікторович
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансового аналізу та аудиту
Державний торговельно-економічний університет
Bezverkhyi Kostiantyn
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Financial Analysis and Audit
State University of Trade and Economics
ORCID: 0000-0001-8785-1147

DOI: 10.25313/2520-2294-2024-7-10087

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ ВІД РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТ НА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ІННОВАЦІЇ

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE STATE ON THE REGULATION OF RESEARCH AND INNOVATION EXPENDITURES

Анотація. *Вступ. Статтю присвячено обґрунтуванню залежності економічного розвитку держави, що характеризується показником рівня ВВП на душу населення, від регулювання частки витрат на дослідження та інновації у ВВП держави та рівня зайнятості населення відносно обсягів працездатного населення.*

Мета. Метою статті є оцінювання залежності економічного розвитку країн світу та України від обсягів та динаміки витрат на дослідження та розвиток шляхом побудови модифікованої моделі Коба-Дугласа.

Матеріали і методи. Теоретичною і методологічною базою дослідження є комплексний підхід до застосування загальнонаукових та спеціальних методів пізнання, а саме: індукції та дедукції, синтезу, аналізу, абстрагування, методи економічного аналізу. При проведенні наукового дослідження, матеріалами слугували наукові дослідження та публікації, статистичні дані, звіти міжнародних та державних організацій, офіційні ресурси та законодавчі акти.

Результати. На основі побудови економіко-математичної моделі за модифікованою моделлю Коба-Дугласа, специфіка та порядок застосування якої в роботі характеризують методологічну базу дослідження, за шістьма країнами світу підтверджено гіпотезу стосовно наявності та вираженості даної залежності. В результаті практичної апробації даної моделі встановлено, що з країн, що розглядаються (США, КНР, Німеччина, Польща, Україна та ЄС) найбільш чутливим до змін у видатках на дослідження та розвиток та таким, що має прямий зв'язок є показник ВВП на душу населення КНР, Польщі та США. Для цих країн доцільним є подальше стимулювання зростання рівня витрат на дослідження та інновації, що матиме позитивний вплив на їх економічний розвиток. Стосовно Німеччини та ЄС у цілому зв'язок є непрямим, що свідчить про певне вичерпання потенціалу зростання ВВП на душу населення за рахунок стимулювання інновацій, та потребує аналізу та пошуку інших резервів та ресурсних основ економічного розвитку за одночасної уваги до проблеми ефективності видатків на R&D (з метою їх орієнтації на потребу забезпечення економічного розвитку). В Україні зростання видатків на R&D не сприяло зростанню рівня ВВП, що актуалізує, в першу чергу, проблему ефективності даних видатків, цінності їх втілення на практиці через інноваційний продукт, обґрунтованості їх структури та розміру.

Перспективи. Перспективи подальших досліджень на основі представлених у статті результатів полягають у вирішенні проблеми забезпечення ефективності державного управління та регулювання видатків на інновації як фактору розвитку національної економіки. Дану проблему передбачається вирішувати шляхом обґрунтування державних пріоритетів інвестування в інноваційний розвиток, а також через обґрунтування конкретних інструментів, форм та методів державного управління інноваційним процесом на мікро-, мезо- та макрорівні, які б сприяли розвитку економіки держави.

Ключові слова: *аналіз, економічний аналіз, державне управління та регулювання, економіка, інноваційна економіка, економічний розвиток, сталий розвиток, економічна безпека, валовий внутрішній продукт, зайнятість населення.*

Summary. *Introduction. The article is devoted to the justification of the dependence of the state's economic development, characterized by the GDP per capita indicator, on the regulation of the share of research and innovation expenditures in the state's GDP and the level of employment of the population in relation to the volume of the working population.*

Purpose. The purpose of the article is to assess the dependence of the economic development of the countries of the world and Ukraine on the volume and dynamics of research and development expenditures by constructing a modified Cobb-Douglas model.

Materials and methods. The theoretical and methodological basis of the research is a comprehensive approach to the application of general scientific and special methods of cognition, namely: induction and deduction, synthesis, analysis, abstraction, methods of economic analysis. When conducting scientific research, scientific research and publications, statistical data, reports of international and state organizations, official resources and legislative acts served as materials.

Results. Based on the construction of an economic-mathematical model based on the modified Cobb-Douglas model, the specificity and order of application of which in the work characterize the methodological basis of the study, the hypothesis regarding the presence and severity of this dependence was confirmed for six countries of the world. The results of the practical approbation of this model established that among the countries under consideration (USA, China, Germany, Poland, Ukraine, and the EU), the GDP per capita indicator is the most sensitive to changes in research and development expenditures and the one that has a direct relationship population of the People's Republic of China, Poland and the USA. For these countries, it is advisable to further stimulate the growth of research and innovation spending, which will have a positive impact on their economic development. With regard to Germany and the EU as a whole, the connection is indirect, which indicates a certain exhaustion of the potential for GDP per capita growth due to innovation stimulation, and requires the analysis and search for other reserves and resource bases of economic development, while simultaneously paying attention to the problem of the effectiveness of R&D expenditures (with the aim of orienting them to the need to ensure economic development). In Ukraine, the growth of expenditures on R&D did not contribute to the growth of the GDP level, which actualizes, first of all, the problem of the effectiveness of these expenditures, the value of their implementation in practice through an innovative product, the validity of their structure and size.

Discussion. Prospects for further research based on the results presented in the article are to solve the problem of ensuring the effectiveness of public administration and regulation of innovation expenditures as a factor in the development of the national economy. This problem is supposed to be solved by substantiating state investment priorities in innovative development, as well as by substantiating specific tools, forms and methods of state administration the innovation process at the micro-, meso- and macro-level, which would contribute to the development of the state's economy.

Key words: *analysis, economic analysis, public administration and regulation, economy, innovative economy, economic development, sustainability, economic security, gross domestic product, population employment.*

Вступ. У концептуальних позиціях сучасних вчених стосовно національної економіки на інноваційних засадах наука та технології трансформують та змушують традиційні сфери матеріального виробництва радикально змінювати власну технологічну основу, з огляду на те, що не засноване на інноваціях виробництво в сучасній економіці є нежиттєздатним та непотрібним ринку [1; 2]. З огляду на це, формування способів створення та поширення інновацій вимагає побудови організаційних засад з довгостроковим ефектом, які б створювали можливості для здійснення безперервної та результативної інноваційної діяльності, мобілізації ресурсів для формування нового стратегічного капіталу, зосередженого на створенні унікальних, оригінальних, креативних ідей та розвитку досвіду вибору з-поміж альтернатив та успішного впровадження інновацій як основних ефективних моделей розвитку та адекватної оцінки залежності економічного розвитку від впливу конкретних чинників.

Тенденції збільшення мінливості технологій внаслідок постійних інновацій [3], зростання мобільності галузевих структур [4], посилення внутрішньогалузевої інтеграції [5], посилення глобальної конкуренції [6] знаходять своє відображення у концепті «інноваційної економіки». Даний концепт є важливим не лише для пояснення специфіки інноваційного розвитку сучасних національних економіки, але й з огляду на певні процеси, що є вихідними для змін на макрорівні та відбуваються у сучасній економіці на рівні підприємств, а саме: віртуалізація ресурсів, глобальне «рознесення» ланцюжків створення цінності, концентрація фірм на своїх «ключових» компетенціях і передачі інших функцій зовнішнім підрядникам, поширення мережевих і віртуальних організаційних форм, поширення застосування креативних технологій [5; 7; 8].

Аналіз взаємозалежності між показниками високотехнологічного розвитку в розвинутих країнах [9] та країнах, що розвиваються (у тому числі –з перехідною економікою [10]), виявив, що існує позитивна залежність між структурою технологічних переваг, структурою торгових переваг та показниками розвитку освіти та науки. Від інноваційної активності в країні, рівня розвитку освіти та науки та ступеня технологічного розвитку залежать не лише обсяги експорту, але також умови торгового обміну, тому що найбільші вигоди від торгівлі пов'язані з високотехнологічними, інноваційними товарами [11]. Водночас, аналіз структури працевлаштування працівників сфери науки та освіти показує, що у розвинених країнах понад половина науковців працевлаштовані у бізнес-сегменті [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідники розглядають в якості суб'єктів, від дій яких залежить інноваційний розвиток країни, державу, підприємства, установи освіти та науки [13], в цілому досить предметно розкриваючи теоретико-методологічні засади та практичні проблеми впливу конкретних факторів на розвиток національної економіки, зокрема, у роботах таких вчених як, Браун М., Вазов Р., Гривківська О., Ірсова К., Назарова К., Трусова Н., Перерва П., Чернявський Б., Усов М. та інші [3; 14–25]. Водночас, потребують подальшого розвитку та доопрацювання обґрунтування способів оцінювання залежності економічного розвитку країн від обсягів та динаміки витрат на дослідження та розвиток, а також рівня зайнятості населення.

Зважаючи на це, дане дослідження зосереджується на збагаченні наукового розуміння проблематики обґрунтування факторів впливу на економічний розвиток на макрорівні в умовах становлення та поширення в глобальному масштабі моделі інноваційної економіки.

Метою статті є оцінювання залежності економічного розвитку країн світу та України від обсягів та динаміки витрат на дослідження та розвиток шляхом побудови модифікованої моделі Коба-Дугласа.

На основі дослідження теоретичної бази та досвіду, аналізу динаміки трансформаційних змін у світовій та вітчизняній економіці, авторами даної роботи було сформульовано гіпотезу стосовно залежності економічного розвитку країн світу та України від обсягів та динаміки витрат на R&D, які відображають цільову орієнтацію ресурсів країни на стимулювання середньо- та довгострокової бази для створення, впровадження та поширення інновацій в країні. Така цільова орієнтація є необхідним елементом поступу України до моделі «інноваційної економіки». Водночас моделювання зазначеного взаємозв'язку (між витратами на R&D та показниками економічного розвитку) на прикладі різних за рівнем розвитку країн та України дозволить визначити місце України у світовій економіці у контексті глобальних тенденцій, встановити, чи близька вона за параметрами розвитку до зразків «інноваційної економіки» розвинутого світу.

Теоретичною основою здійснення наукових досліджень в процесі роботи над статтею слугували ключові положення сучасної економічної теорії і сучасні концепції інноваційного розвитку на глобальному та макрорівні, висвітлені в наукових працях провідних науковців світу. Для досягнення поставлених в статті завдань використана система загальнонаукових і спеціальних методів дослідження процесів і явищ в їх взаємозв'язку і розвитку.

Результати. За результатами даного дослідження запропоновано, побудовано та проаналізовано економіко-математичну модель залежності економічного розвитку обраних країн світу та України (характеризованого показником ВВП на душу населення у співставних цінах 2017 року) від обсягів та динаміки частки витрат на R&D у ВВП цих країн у період 2015–2023 рр., а також показника частки зайнятого населення у загальній кількості населення працездатного віку, яка може бути формалізована на підставі опису системи в динаміці.

Інтерпретацію впливу показників-чинників на результат економічної діяльності на рівні національної економіки запропоновано здійснювати на основі використання виробничої функції Кобба-Дугласа [20–22], адаптованої авторами відповідно до проблематики даної роботи. Дану функцію отримано у результаті математичного перетворення виробничої функції $Y = F(L, K)$. Вона має наступний вигляд:

$$Y = a_0 * K^{a_1} * L^{a_2}, \qquad (1)$$

і є моделлю з двома групами змінних:
- параметр a_0 — коефіцієнт, що відображає, рівень продуктивності у короткостроковому періоді;
- показники a_1 та a_2 — коефіцієнти еластичності обсягів результату Y за факторами виробництва, капіталом (K) та працею (L) відповідно.

У даній роботі в якості результуючого чинника, що характеризує наслідки процесів формування та розвитку національної економіки на інноваційних засадах, пропонуємо обрати показник ВВП на душу населення (у постійних цінах певного року) по певних, аналізованих країнах, а в якості показників-чинників, що виражають обсяги використаних фінансових та людських ресурсів в контексті їх впливу на результат (ВВП) обрано:
- сумарні внутрішні витрати на R&D по аналізованій країні;
- частку зайнятого населення у загальній чисельності працездатного економічно активного населення по аналізованій країні.

В економічній теорії виробнича функція виражає статистично значимий зв'язок між сукупним випуском (доходом) і обсягами використовуваних ресурсів. Важливо, щоб виробнича функція об'єктивно відображала змодельовану реальність, тобто щоб вона відповідала змістовно-логічним і економічним вимогам. Основні з них наступні:
- усі величини повинні мати виразний економічний сенс;
- усі економічні величини, що входять до виробничої функції, мають піддаватися кількісному вимірюванню;
- якщо динаміка зростання величини будь-якого ресурсу обмежена (наприклад, спостерігається зниження обсягів фінансування R&D чи кількості працюючих у країні), то випуск (ВВП) не може зростати нескінченно, тому що проблеми з чинниками впливу на ВВП не є локальними та пов'язані зі станом економічної кон'юнктури, глобальних та локальних бізнес-процесів у цілому.

Отже, запропонована у даній статті модель, побудована на основі моделі Кобба-Дугласа, дозволяє оцінити залежність показника ВВП на душу населення від динаміки витрат на R&D по країні та змінах у обсягах частки робочої сили у загальній чисельності працездатного населення. Регресійна модель має вигляд:

$$GDP_{ti} = a_0 * K^{a_{1i}}_{витр.R\&D_{ti}} * L^{a_{2i}}_{зайн.ti} \qquad (2)$$

GDP_{ti} — ВВП на душу населення (у постійних цінах певного року) по країні i у році t;

a_0 — константа;

a_1 та a_2 — коефіцієнти еластичності обсягів за чинниками (відповідно K та L);

$K^{a_{1i}}_{витр.R\&D_{ti}}$ — сумарні внутрішні витрати на R&D за певний період по країні i у році t;

$L^{a_{2i}}_{зайн.ti}$ — частка зайнятого населення у загальній чисельності працездатного економічно активного населення по країні i у році t.

Застосування даної моделі дозволяє розглядати вплив процесів формування економічного результату національної економіки, розглядаючи в якості чинників, що характеризують близькі до базової моделі Кобба-Дугласа: працю (L) — зайнятість населення; капітал (K) — сумарні витрати на R&D;

Розрахуємо параметри моделі:
- виходячи з параметрів базової функції

$$GDP_{ti} = a_0 * K^{a_{1i}}_{витр.R\&D_{ti}} * L^{a_{2i}}_{зайн.ti},$$

для того, щоб розрахувати коефіцієнти a_0, a_1 та a_2, перетворимо її:

$$Ln(GDP_t) = Ln(a_0) + a_1 Ln(K_{витр.R\&Dt}) + a_2 Ln(L_{зайн.t}), \qquad (3)$$

Введемо позначення для елементів функції:

$$\begin{aligned} Ln(GDP_t) &= GDP'_t \\ Ln(a_0) &= a_0{}' \\ Ln(K_{витр.R\&Dt}) &= K'_{витр.R\&D_t} \\ Ln(L_{зайн.t}) &= L'_{зайн.t} \end{aligned} \qquad (4)$$

З урахуванням даних позначень базова функція приймає вигляд:

$$GDP'_{ti} = a'_{0i} + a_{1i} K'_{витр.R\&D_{ti}} + a_{2i} L'_{зак.t} \qquad (5)$$

Передбачається визначення коефіцієнтів a_0, a_1 та a_2 на основі даних (рівень ВВП на душу населення, внутрішні витрати на R&D та частка зайнятого населення у загальній чисельності працездатного економічно активного населення по країні) шести країн, обраних для аналізу:
- США — країна — глобальний економічний лідер та лідер за масштабами інноваційної діяльності та рівнем комерціалізації інноваційних розробок;
- Німеччина — економічний лідер Європи зі сталою інноваційною економікою, що активно виробляє та експортує високотехнологічну інноваційну продукцію по всьому світі; ця країна має розвинену, стабільно функціонуючу національну інноваційну систему;
- Китай — країна, що є світовим лідером за промисловим виробництвом інноваційної продукції (у тому числі, шляхом реалізації виробничих програм компаній з інших країн на власній території) та має відчутну динаміку економічного розвитку,

засвоєння та впровадження іноземних та розробки власних інновацій;

– Польща — сусідня відносно України країна, що протягом десятиліття після вступу до ЄС показує стабільно високу динаміку економічного розвитку та системно виходить на рівень інноваційних економік, що має бути взірцем для обміну досвідом для України через територіальну близькість, схожість історичних тенденцій та декларованих євроінтеграційних пріоритетів розвитку;
– ЄС — узагальнений показник за Європейським Союзом, кандидатом на вступ до якого Україну визнано нещодавно; у цілому ж ЄС як міждержавне організаційне утворення, має значну ресурсну базу розвитку та зорієнтоване на широке впровадження та швидке засвоєння інновацій на рівні внутрішнього споживання, чому сприяє висока купівельна спроможність населення у соціально-орієнтованому економічному середовищі; у цілому ЄС має розвинену, стабільно функціонуючу національну інноваційну систему, проте рівень інноваційного розвитку його складових (країн) є досить диференційованим, що слід враховувати;
– Україна, яка на даному етапі не може бути віднесена до «інноваційних економік» та знаходиться у пошуку орієнтирів, які б дозволили подолати існуючи проблеми в економіці та вийти на траєкторію керованого та стабільного інноваційного розвитку подібно до країн, що розглядаються також у прикладі застосування моделі залежності показника ВВП на душу населення від витрат на R&D та рівня зайнятості населення по країні; модель її національної інноваційної системи має певні особливості, характерні для трансформаційних економік.

Отже, кожна з представлених у аналізі країн має певні особливості притаманні певним групам національних інноваційних систем, а також власну специфіку розвитку, яка може представити досить широкий спектр спостережень за результатами проведення аналізу.

Розрахунок параметрів модифікованої моделі, створеної на основі використання виробничої функції Кобба-Дугласа, передбачається за допомогою використання пакету аналізу даних в програмі MS Excel. Використання функціонального модулю «Регресія» пакету «Аналіз даних» в програмі MS Excel дозволить розрахувати параметри регресійної функції, а пакету «Кореляція» — кореляції між вихідними даними та результатами розрахунку за моделлю.

Розрахунок параметрів моделі залежності показника ВВП на душу населення від витрат на R&D та рівня зайнятості населення на прикладу аналізу тенденцій розвитку обраних країн у 2015–2023 рр. проводився за допомогою використання пакету аналізу даних в програмі MS Excel. Використання функціонального модулю «Регресія» пакету «Аналіз даних» в програмі MS Excel дозволило розрахувати параметри регресійної функції. Отримано параметри регресійної функції за країнами, які служили основою для розрахунку результуючого (змодельованого) значення рівня ВВП на душу населення за формулою (5). У табл. 1. згруповано вихідні дані — рівень ВВП на душу населення за аналізованими країнами, та результати моделювання.

На основі зведених даних:

– проведено тестування адекватності моделі — розраховано коефіцієнти кореляції фактичних та

Таблиця 1

Тестування адекватності моделі на основі визначення кореляції між фактичним та розрахованим рівнем показників

Рік	США факт.	США модель	Німеччина факт.	Німеччина модель	КНР факт.	КНР модель	Польща факт.	Польща модель	ЄС факт.	ЄС модель	Україна факт.	Україна модель
2015	54213,46	54640,32	40069,35	40103,89	6591,65	6491	11519,69	11552	29552,96	29951	2459,76	2387
2016	54830,78	54919,18	40135,02	40578,02	7056,41	7526	11656,40	11496	29471,83	29413	2466,48	2409
2017	55675,39	55487,57	40851,16	40741,36	7532,77	7766	12059,25	12165	29861,48	29659	2346,24	2286
2018	56762,73	56370,21	41103,26	40635,74	8016,43	8164	12578,50	12683	30485,03	30202	2124,66	2299
2019	57292,54	57322,25	41682,03	41869,98	8516,51	8696	12979,26	12966	31031,18	31120	2185,32	2304
2020	58215,41	58175,49	42639,55	42168,03	9053,21	8600	13604,54	13625	31855,07	31909	2246,74	2301
2021	59600,05	59357,29	42973,29	42402,64	9619,19	8709	14332,92	14342	32460,54	32471	2336,98	2342
2022	60687,23	61056,09	43329,05	43177,58	10155,49	9961	15016,67	14714	33032,96	32867	2425,63	2388
2023	58060,31	58005,42	41315,31	42394,40	10358,26	10904	14660,79	14858	31046,03	31198	2350,40	2208
Коеф. кореляції	0,9920836		0,897749037		0,94011047		0,993462033		0,986654792		0,54456617	

Джерело: авторська розробка

модельованих показників, що показують дуже тісний зв'язок трендів за усіма країнами;
– побудовано діаграму (рис. 1) де наочно відображено не лише близькість фактичного та розрахованого рівня ВВП на душу населення за країнами, але й різницю у економіках за даним показником, де Україна є найменшою, водночас найбільшою є США (глобальний економічний лідер), а Китай, що має високу динаміку розвитку та колосальні масштаби виробництва (у тому числі й інноваційної продукції) поступається за показником ВВП на душу населення усім аналізованим країнам, окрім України.

Побудова даних моделей дозволяє спрогнозувати результуючий показник (ВВП на душу населення) за країнами на основі регресійної моделі, використовуючи прогнозні (планові) дані про рівень витрат на R&D та динаміку чисельності зайнятого населення країн. З огляду на те, що чисельність зайнятого населення є чинником, на який прямо не можуть впливати заходи в межах системи державного регулювання інноваційної діяльності в країні, в даній роботі пропонується здійснити аналіз чутливості рівня ВВП на душу населення за визначеним переліком країн до змін у політиці залучення інвестицій у R&D та стимулювання витрачання ресурсів на рівні країни на потреби створення, впровадження та поширення інновацій.

Пропонується здійснювати прогнозні розрахунки за трьома сценаріями:
1) збереження існуючих темпів змін у показнику зайнятості населення країни за умови уповільнення темпів зростання витрат на R&D в країні на 1%;
2) збереження існуючих темпів змін у показнику зайнятості населення країни та існуючих темпів зростання витрат на R&D в країні на 1%;
3) збереження існуючих темпів змін у показнику зайнятості населення країни за умови збільшення темпів зростання витрат на R&D в країні на 1%.

За кожним зі сценаріїв та за кожною країною пропонується здійснити прогнозування на середньострокову перспективу (5 років відносно останнього в періоді ретроспекції 2020 року), тобто, на період до 2025 року.

Регресійна статистика взаємозалежності показників дозволяє сформувати регресійну модель на основі прогнозованих значень $K_{витр.R\&Dt}$ та $L_{зайн.t}$ відповідно до трьох запропонованих сценаріїв (табл. 2) та спрогнозувати значення результуючого показника Y — ВВП на душу населення на 2024–2028 рр. (середньострокова перспектива).

На основі даної моделі, використовуючи прогнозовані значення $K_{витр.R\&Dt}$, що значною мірою характеризують результативність процесів стимулювання інноваційної активності на національному рівні,

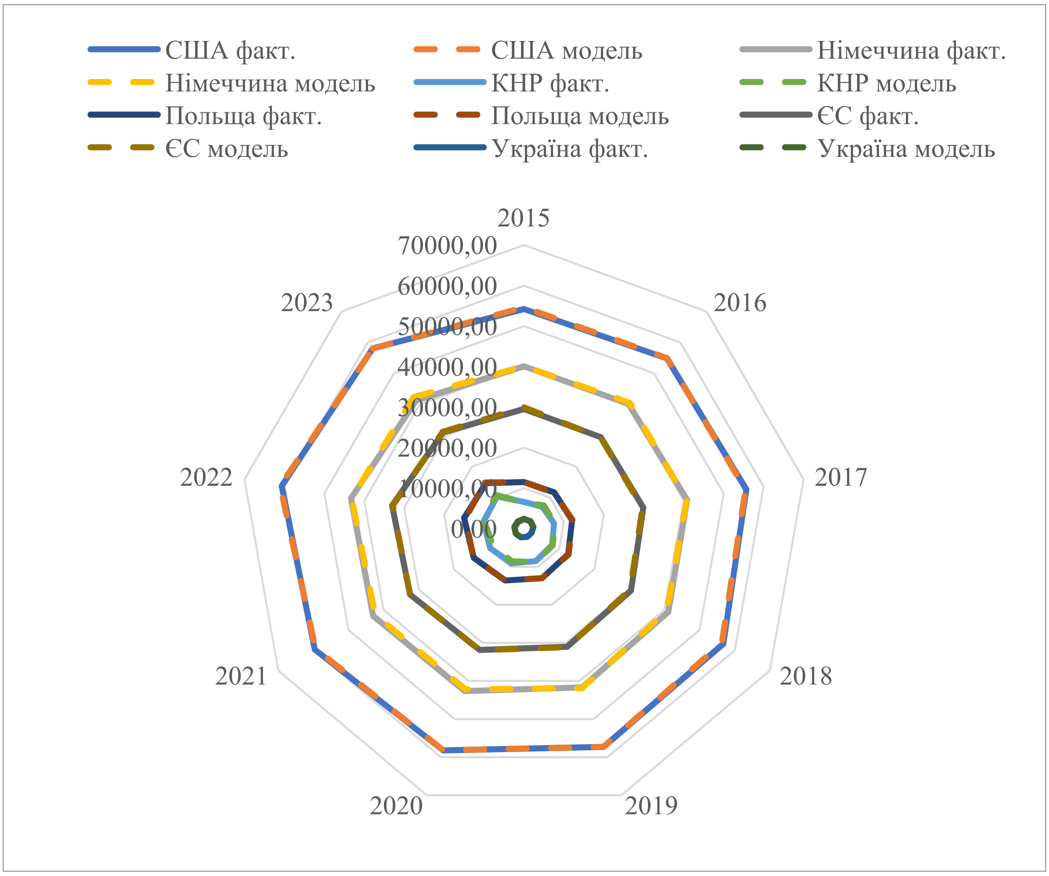

Рис. 1. Характеристика співвідношення між рівнями показників за аналізованими країнами
Джерело: авторська розробка

було розраховано значення та прогнозовано динаміку ВВП на найближчі 5 років за трьома сценаріями (рис. 2).

Вказані передбачення отримано на основі аргументованого припущення про вплив стимулювання процесів витрачання ресурсів у R&D (характеризують капітал відповідно до виробничої моделі Кобба-Дугласа), стимулювання інноваційної та наукової діяльності на розвиток економічних процесів (зокрема, що відображається на конкретному показнику ВВП на душу населення).

За результатами проведеного аналізу чутливості рівня ВВП на душу населення до змін у обсягах витрат на R&D на основі прогнозування слід відзначити певні особливості, що характеризуються:

1) різницею у реагуванні економіки на динаміку внутрішніх витрат на R&D між високорозвиненими країнами з інноваційною економікою, та Україною, економіка якої не має на даний час ознак інноваційної та перебуває на етапі трансформаційних змін та пошуку орієнтирів (векторів) для власного розвитку, який лише у перспективі

Таблиця 2

Аналіз чутливості рівня ВВП на душу населення до змін у обсягах витрат на R&D на основі прогнозування згідно з моделлю

Рік	Фактичні дані (період ретроспекції)					
	США	**Німеччина**	**КНР**	**Польща**	**ЄС**	**Україна**
2015	54213,46	40069,35	6591,65	11519,69	29552,96	2459,76
2016	54830,78	40135,02	7056,41	11656,40	29471,83	2466,48
2017	55675,39	40851,16	7532,77	12059,25	29861,48	2346,24
2018	56762,73	41103,26	8016,43	12578,50	30485,03	2124,66
2019	57292,54	41682,03	8516,51	12979,26	31031,18	2185,32
2020	58215,41	42639,55	9053,21	13604,54	31855,07	2246,74
2021	59600,05	42973,29	9619,19	14332,92	32460,54	2336,98
2022	60687,23	43329,05	10155,49	15016,67	33032,96	2425,63
2023	58060,31	41315,31	10358,26	14660,79	31046,03	2350,40

	Розраховані дані згідно запропонованої моделі (темпи зміни зайнятості стабільні, темпи зміни витрат на НДКР — за сценаріями)																	
	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)	С.1 (–1%)	С.2 (існ. рівень)	С.3 (+1%)
2024	58251,51	58468,58	58684,35	42741,57	42691,62	42642,22	11170,16	11646,66	12138,58	15308,54	15339,41	15370,05	31491,56	31359,92	31230,13	2188,13	2187,38	2186,63
2025	58498,65	58935,43	59371,22	43091,59	42990,93	42891,49	11442,50	12439,55	13512,56	15772,40	15836,08	15899,41	31787,63	31522,45	31262,05	2168,04	2166,54	2165,07
2026	58746,84	59406,02	60066,13	43444,47	43292,33	43142,22	11721,47	13286,42	15042,07	16250,32	16348,82	16447,00	32086,49	31685,82	31294,00	2148,13	2145,91	2143,72
2027	58996,08	59880,36	60769,18	43800,24	43595,85	43394,42	12007,25	14190,95	16744,70	16742,72	16878,17	17013,44	32388,16	31850,03	31325,99	2128,41	2125,48	2122,58
2028	59246,38	60358,49	61480,46	44158,93	43901,50	43648,09	12300,00	15157,05	18640,05	17250,03	17424,66	17599,40	32692,67	32015,10	31358,01	2108,87	2105,23	2101,65
Середньорічний темп приросту	**0,42%**	**0,80%**	**1,17%**	**0,82%**	**0.70%**	**0,58%**	**2,44%**	**6,81%**	**11,32%**	**3,03%**	**3,24%**	**3,44%**	**0,94%**	**0,52%**	**0,10%**	**-0,92%**	**-0,95%**	**-0,99%**

Джерело: авторська розробка

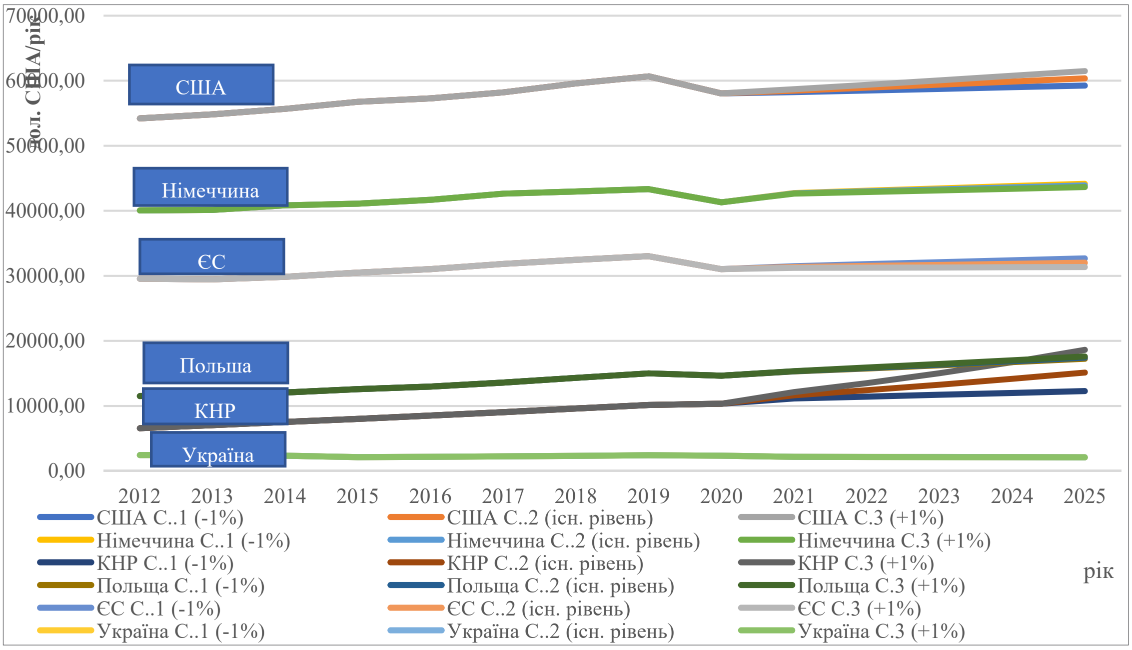

Рис. 2. Аналіз чутливості рівня ВВП на душу населення до змін у обсягах витрат на R&D на основі прогнозування згідно з запропонованою моделлю

Джерело: побудовано авторами

повинен забезпечити перехід до моделі інноваційної економіки:

– частка витрат на R&D в Україні знижувалась у середньому на 6,66% на рік, що за весь аналізований період (2015–2023 рр.) склало падіння майже удвічі, при цьому ВВП на душу населення також знижувався із середнім темпом у 0,46%, отже, інноваційність, витрати на R&D впливають на ВВП країни суттєво менше, ніж у розвинутих країнах, а їх зміна ніяким чином не впливає позитивно на рівень ВВП, що показали результати прогнозування та аналіз чутливості;

– очевидною є відчутно більша залежність ВВП від інших чинників, ніж витрати на R&D, зокрема, більший негативний вплив на обсяги ВВП чинить зниження рівня зайнятості населення;

2) тенденцією до збільшення витрат на R&D у всіх, крім України, аналізованих країнах, водночас таке збільшення впливає на динаміку ВВП не усіх країн, а лише США, Китаю та Польщі, про що свідчать результати аналізу чутливості.

Результати даного дослідження можна інтерпретувати в контексті того, що на даний час Україна використовує модель наздоганяючого розвитку [23; 24; 25], запозичуючи виробничі та управлінські технології провідних країн. Це обумовлено наявними, досить обмеженими, можливостями фінансування інноваційної діяльності, нерозвиненістю інноваційної інфраструктури та інституційної бази розвитку, а також проблемами організації та управління інноваційної діяльності на макро-, мезо- та мікрорівні. Натомість, потенціал успішного функціонування вітчизняної економіки в середньо- та довгостроковій перспективі має будуватись на усвідомленні необхідності переходу від наздоганяючого економічного розвитку до розвитку на високотехнологічній інноваційній основі.

Розповсюдження ідеї інноваційного розвитку, що є одним з ключових викликів сучасної інноваційної економіки, пов'язане зі збільшенням ролі знань, інновації а також нематеріальних активів у економічних процесах. Це вимагає реалізації заходів, спрямованих на підвищення результативності науково-дослідної діяльності, стимулювання трансферу досягнень науки до економічної практики а також їх ефективної комерціалізації [10].

Сучасні дослідники сходяться на думці, що оцінка факторів економічного розвитку країни має здійснюватися на основі моделі, що відображає параметри та ресурсну основу реалізації конкретного проєкту [26; 27]. Водночас така модель, хоча й використовуються для отримання та обробки відповідної інформації стосовно проєкту, не може у повній мірі відобразити реальність та стати основою абсолютно вірогідного прогнозу показників розвитку у межах запланованого до реалізації стратегії чи програми, оскільки реальність є надто складною для оцінки, а модель — лише частково представляє реальність та не враховує в повній мірі усіх можливих змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Важливим напрямом, якому має бути приділено значну увагу, є створення умов, за яких реалізація інноваційних проєктів повинна здійснюватися на основі чітких принципів співпраці бізнесу, науково-освітніх установ і органів державної влади, орієнтуючись на потребу забезпечення ефективності інноваційного процесу та обґрунтованості видатків на інновації як пріоритетного завдання. Вважаємо, що умовами ефективної реалізації інноваційних змін в Україні є наступні: забезпечення підтримки інноваційної діяльності необхідними трудовими, фінансовими та матеріальними ресурсами, чому сприятиме якісне планування робіт і суворий контроль за їх виконанням; достатня кваліфікація кадрового складу і усвідомлення персоналом його ролі та значення в освоєнні інновацій (забезпечується правильною кадровою політикою та системою мотивації); в умовах глобалізованої конкуренції трудові ресурси повинні розуміти сучасну тенденцію розвитку, що полягає у підвищенні кореляції науки і виробництва, швидкому та дієвому освоєнні інновацій у практичній діяльності. За таких умов основоположними детермінантами економічного зростання є наукоємність продуктів і інтелектуальний потенціал трудових ресурсів, що дозволяє інтерпретувати проблематику ресурсного забезпечення реалізації інноваційних проектів в контексті сталого задоволення інтересів суспільства, ґрунтується на сполучених системному і комплексному підходах.

Результати дослідження доцільно використати надалі в контексті вивчення теорії та методології інноваційного розвитку та реалізації концепцій інноваційного розвитку, що визначає напрямок подальших досліджень. Зокрема, через обґрунтування пріоритетів інвестування в інноваційний розвиток, а також обґрунтування конкретних інструментів, форм та методів управління інноваційним процесом на мікро-, мезо- та макрорівні, які сприяли б розвитку економіки держави.

Висновки. За результатами проведеного дослідження запропоновано, побудовано та проаналізовано економіко-математичну модель залежності економічного розвитку у період 2015–2023 рр. обраних країн світу та України (характеризованого показником ВВП на душу населення у співставних цінах 2015 року) від обсягів та динаміки частки витрат на R&D у ВВП цих країн, а також показника частки зайнятого населення у загальній кількості населення працездатного віку, яка може бути формалізована на підставі опису системи в динаміці. Дана модель являє собою модифіковану модель виробничої функції Кобба-Дугласа.

Визначено за результатами апробації даної моделі, що з країн, що розглядаються (США, КНР, Німеччина, Польща, Україна та ЄС найбільш чутливим до змін у видатках на дослідження та розвиток та таким, що має прямий зв'язок (при зростанні видатків на R&D зростає результуючий показник) є показник ВВП на душу населення КНР, Польщі та США. Для цих країн доцільним є подальше стимулювання зростання рівня витрат на дослідження та інновації, що матиме позитивний вплив на економічний розвиток цих країн, стимулюватиме реалізацію їх інноваційного потенціалу.

Стосовно Німеччини та ЄС у цілому зв'язок є непрямим, що свідчить про певне вичерпання потенціалу зростання ВВП на душу населення за рахунок стимулювання інновацій, та потребує аналізу та пошуку інших резервів та ресурсних основ економічного розвитку за одночасної уваги до проблеми ефективності видатків на R&D (з метою їх орієнтації на потребу забезпечення економічного розвитку). В Україні за аналізований період показних ВВП мав у середньому тенденцію до помірного зниження, водночас, рівень видатків на R&D був суттєво нижчим (більш ніж у п'ять разів) за рівень інших країн, що розглядались.

Таким чином, розрахунок та аналіз параметрів економіко-математичної моделі залежності економічного розвитку країн світу та України від обсягів та динаміки витрат на R&D, дозволив підтвердити гіпотезу стосовно залежності економічного розвитку розвинутих країн світу, які мають ознаки функціонування відповідно до моделі інноваційної економіки, від обсягів та динаміки витрат на R&D. Вказана гіпотеза відображає цільову орієнтацію ресурсів країни на стимулювання середньо- та довгострокової бази для створення, впровадження та державного регулювання інновацій в країні. Водночас, відсутність залежності результуючої функції від параметрів чинників, зокрема, витрат на R&D стосовно України, свідчить про те, що вітчизняна економіка має структуру та ресурсну базу розвитку іншу, ніж у країн з інноваційною моделлю економіки. Водночас, цільова орієнтація на формування національної економіки на інноваційних засадах в Україні передбачає трансформацію пріоритетів розвитку, активізації взаємодії фізичного, інтелектуального, соціального й інституціонального капіталів як джерел розвитку сучасної інноваційної економіки на ефективного задіяння інструментарію державного регулювання на макро- та мезорівні, а також ефективного фінансового забезпечення реалізації інноваційних проєктів в умовах формування та розвитку національної економіки на інноваційних засадах.

Література

1. Bogashko O.L. (2013). Evolution of theoretical approaches to innovative development in economic science. *Bulletin of the Berdyan University of Management and Business*. 2 [22]. P. 23–29.

2. Коломієць І.Ф., Гошовська Г.В. (2014). Еволюція теорій інноваційно-технологічного розвитку в ретроспективній оцінці. *Регіональна економіка.* № 2. С. 178–186.

3. Ding C., Liu C., Zheng C., Li F. (2022). Digital Economy, Technological Innovation and High-Quality Economic Development: Based on Spatial Effect and Mediation Effect. *Sustainability*. 14. P. 216–225.

4. Edquist C., Zabala-Iturriagagoitia J.M. (2015). The Innovation Union Scoreboard is flawed: The Case of Sweden — not the innovation leader of the EU C. W. P. N. 27.

5. Beers C., Havas A., Chiappero-Martinetti E. (2015). Overview of Existing Innovation Indicators. *CRESSI Working Papers.* Vol. 24. P. 29–35.

6. Галків Л.І., Кулиняк І.Я., Лісовська Л.С., Кулініч Т.В. та Матвій І.Є. (2019). Оцінка та підвищення ефективності інноваційних процесів : монографія. Львів. 250 с.

7. Нога І.М., Скриньковський Р.М., Павловські Г. (2016). Діагностика ефективності застосування інформаційних технологій в управлінні підприємствами. *Бізнес Інформ.* № 9. С. 241–245.

8. Jing W.J., Sun B.W. (2019). Digital economy promotes high-quality economic development: A theoretical analysis framework. *Economist*. 2. P. 66–73.

9. Edquist C. (2014). Striving towards a Holistic Innovation Policy in European countries — But linearity still prevails! *STI Policy Review.* 5(2). P. 1–19.

10. Levchenko I., Losonczi P., Britchenko I., Vazov R., Zaiats O., Volodavchyk V., Humeniuk I., Shumilo O. (2021). Development of a method for targeted financing of economy sectors through capital investment in the innovative development. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 5. P. 6–13.

11. Gong X.Y., Wang H.F. (2019). Research on the Development and Effects of Contemporary Digital Economy. *EGovernment.* 8. P. 51–62.

12. Boeing P., Hunermund P. (2020). A Global Decline in Research Productivity? Evidence from China and Germany. Discussion Paper, Mannheim. Germany: ZEW-Leibniz Centre for European Economic Research.

13. Ren B.P. (2020). The logic, mechanism and path of digital economy leading high-quality development. J.Univ. *Financ. Econ.* 2. P. 5–9.

14. Cherniavskyi B., Vazov R. (2020). Innovative logistics as a tool to increase the competitiveness of the polish construction industry. *VUZF Review.* 5 (2). P. 3–10.

15. Nazarova K., Zaremba O., Nezhyva M., Hordopolov V., Harbar V., Gorovyj V. (2021). Business analysis and audit of foreign economic activity of the enterprise. *Studies of applied economics.* 39(5). doi: http://dx.doi.org/10.25115/eea.v39i5.5332.

16. Bondar D., Pavlov V., Kopotiienko T., Nazarova K., Hordopolov V., Nezhyva M. (2023). Management efficiency analysis of innovation process in the financial and economic activities of IT sphere enterprises. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* 6(53). P. 96–111. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.53.2023.4207.

17. Nazarova K., Hordopolov V., Lositska T., Nezhyva M., Mysiuk V. (2024). Comparative analysis of critical infrastructure and public significance enterprises. *Multidisciplinary Reviews.* 7(6). P. 2024108. doi: https://doi.org/10.31893/multirev.2024108; URL: https://malque.pub/ojs/index.php/mr/article/view/1867.

18. Nazarova K., Bezverkhyi K., Nezhyva M., Hordopolov V., Nehodenko V. (2022). Regression analysis of operating profit of the company. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* 4(45). P. 124–132. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.45.2022.3667.

19. Nazarova K., Hordopolov V., Zaremba O., Nezhyva M. (2019). Analytical procedures of auditing within the framework of raising standards for its quality control. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* 3(30). P. 128–135. doi: https://doi.org/10.18371/fcaptp.v3i30.179523.

20. Brown M. (2017). Cobb-Douglas Functions. The New Palgrave Dictionary of Economics. Palgrave Macmillan. UK, 4.

21. Gechert H., Irsova K. (2021). Measuring capital-labor substitution: The importance of method choices and publication bias. *Review of Economic Dynamics.* doi: 10.1016/j.red.2021.05.003.

22. Ospina-Holguín J.H. (2017). The Cobb-Douglas function for a continuum model. *Cuadernos de Economía*. 36(70). P. 1–18.

23. Парасій-Вергуненко І., Юрчишин Я., Безверхий К., Грищенко Н., Назарова К., Приймак Н. (2023). Компаративний аналіз ефективності та повноти використання ресурсного потенціалу торговельних підприємств: методичні аспекти. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* № 4(51). С. 245–260. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.51.2023.4099.

24. Trusova N., Hryvkivska O. (2021). The development of integrated business structures of Ukraine on innovative and investment basis. *VUZF Review.* 6 (1). P. 87–97.

25. Pererva P., Usov M., Chernobrovkina S., Larka L., Rudyka V. (2021). Methods for Assessing the Investment Attractiveness of Innovative Projects. *Studies of Applied Economics.* 39 (6).

26. Ren X.Y., Yang S.L. (2020). Technological innovation, industrial structure upgrading and high-quality economic development: Analysis based on the measurement of independent effects and synergistic effects. *East China Econ. Manag.* 11. P. 72–80.

27. Zhang Y., Dong C., Luan J. (2021). Research on the mechanism of digital economy promoting high-quality economic development Evidence based on Provincial Panel Data. *J. Jinan Univ.* 31. P. 99–115.

References

1. Bogashko, O.L. (2013). Evolution of theoretical approaches to innovative development in economic science. *Bulletin of the Berdyan University of Management and Business*, 2 [22], 23–29.

2. Kolomiets, I.F., & Goshovska, G.V. (2014). Evolution of theories of innovative and technological development in a retrospective assessment. *Regional Economy*, 2, 178–186 [in Ukrainian].

3. Ding, C., Liu, C., Zheng, C., & Li, F. (2022). Digital Economy, Technological Innovation and High-Quality Economic Development: Based on Spatial Effect and Mediation Effect. *Sustainability*, 14, 216–225.

4. Edquist, C., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2015). The Innovation Union Scoreboard is flawed: The Case of Sweden — not the innovation leader of the EU C. W. P. N. 27.

5. Beers, C., Havas, A., & Chiappero-Martinetti, E. (2015). Overview of Existing Innovation Indicators. *CRESSI Working Papers*, 24, 29–35.

6. Galkiv, L. I., Kulinyak, I.Ya., Lisovska, L. S., Kulinich, T. V., & Matvii, I.Ye. (2019). Evaluation and improvement of the efficiency of innovative processes: monograph. Lviv: Rastr-7, 250 [in Ukrainian].

7. Noga, I.M., Skrynkovskyy, R.M., & Pawlowski, G. (2016). Diagnostics of the effectiveness of the use of information technologies in enterprise management. *Business Inform*, 9, 241–245 [in Ukrainian].

8. Jing, W.J., & Sun, B.W. (2019). Digital economy promotes high-quality economic development: A theoretical analysis framework. *Economist*, 2, 66–73.

9. Edquist, C. (2014). Striving towards a Holistic Innovation Policy in European countries — But linearity still prevails! *STI Policy Review*, 5(2), 1–19.

10. Levchenko, I., Losonczi, P., Britchenko, I., Vazov, R., Zaiats, O., Volodavchyk, V., Humeniuk, I., & Shumilo, O. (2021). Development of a method for targeted financing of economy sectors through capital investment in the innovative development. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5, 6–13.

11. Gong, X.Y., & Wang, H.F. (2019). Research on the Development and Effects of Contemporary Digital Economy. *EGovernment*, 8, 51–62.

12. Boeing, P., & Hunermund, P. (2020). A Global Decline in Research Productivity? Evidence from China and Germany. Discussion Paper, Mannheim. Germany: ZEW-Leibniz Centre for European Economic Research.

13. Ren, B.P. (2020). The logic, mechanism and path of digital economy leading high-quality development. *J. Univ. Financ. Econ.*, 2, 5–9.

14. Cherniavskyi, B., & Vazov, R. (2020). Innovative logistics as a tool to increase the competitiveness of the polish construction industry. *VUZF Review*, 5 (2), 3–10.

15. Nazarova, К., Zaremba, O., Nezhyva, M., Hordopolov, V., Harbar, V., & Gorovyj, V. (2021). Business analysis and audit of foreign economic activity of the enterprise. *Studies of applied economics,* 39(5). doi: http://dx.doi.org/10.25115/eea.v39i5.5332.

16. Bondar, D., Pavlov, V., Kopotiienko, T., Nazarova, K., Hordopolov, V., & Nezhyva M. (2023). Management efficiency analysis of innovation process in the financial and economic activities of IT sphere enterprises. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(53), 96–111. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.53.2023.4207.

17. Nazarova, K., Hordopolov, V., Lositska, T., Nezhyva, M., & Mysiuk, V. (2024). Comparative analysis of critical infrastructure and public significance enterprises. *Multidisciplinary Reviews,* 7(6), P. 2024108. doi: https://doi.org/10.31893/multirev.2024108; URL: https://malque.pub/ojs/index.php/mr/article/view/1867.

18. Nazarova, K., Bezverkhyi, K., Nezhyva, M., Hordopolov, V., & Nehodenko, V. (2022). Regression analysis of operating profit of the company. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(45), 124–132. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.45.2022.3667.

19. Nazarova, K., Hordopolov, V., Zaremba, O., & Nezhyva, M. (2019). Analytical procedures of auditing within the framework of raising standards for its quality control. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 3(30), 128–135. doi: https://doi.org/10.18371/fcaptp.v3i30.179523.

20. Brown, M. (2017). Cobb–Douglas Functions. The New Palgrave Dictionary of Economics. Palgrave Macmillan. UK, 4.

21. Gechert, H., & Irsova, K. (2021). Measuring capital-labor substitution: The importance of method choices and publication bias. *Review of Economic Dynamics*. doi: 10.1016/j.red.2021.05.003.

22. Ospina-Holguín, J.H. (2017). The Cobb-Douglas function for a continuum model. *Cuadernos de Economía*, 36(70), 1–18.

23. Parasii-Verhunenko, I., Yurchyshyn, Y., Bezverkhyi, K., Hryshchenko, N., Nazarova, K., & Pryimak, N. (2023). Comparative analysis of efficiency and utilization completeness of resource potential in trading enterprises: methodological

aspects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(51), 245–260. doi: https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.51.2023.4099 [in Ukrainian].

24. Trusova, N., & Hryvkivska, O. (2021). The development of integrated business structures of Ukraine on innovative and investment basis. *VUZF Review*, 6 (1), 87–97.

25. Pererva, P., Usov, M., Chernobrovkina, S., Larka, L., & Rudyka V. (2021). Methods for Assessing the Investment Attractiveness of Innovative Projects. *Studies of Applied Economics*, 39 (6).

26. Ren, X. Y., & Yang, S. L. (2020). Technological innovation, industrial structure upgrading and high-quality economic development: Analysis based on the measurement of independent effects and synergistic effects. *East China Econ. Manag.*, 11, 72–80.

27. Zhang, Y., Dong, C., & Luan, J. (2021). Research on the mechanism of digital economy promoting high-quality economic development Evidence based on Provincial Panel Data. *J. Jinan Univ.*, 31, 99–115.