

*І. В. Вороненко,  
д. е. н., професор кафедри інформаційних систем і технологій,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ORCID ID: 0000-0002-1839-7275*

*Н. А. Клименко,  
к. е. н., доцент кафедри економічної кібернетики,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ORCID ID: 0000-0003-0693-865X*

DOI: 10.32702/2306-6806.2022.2.38

## ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: ОЦІНКА ТА ПРІОРИТЕТИ

*I. Voronenko,  
Doctor of Economic Sciences, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
N. Klymenko,  
PhD in Economics, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

### INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION: ASSESSMENT AND PRIORITIES

---

*В умовах кризи, спричиненої наслідками глобальної пандемії, боротьба за конкурентоспроможність окремих національних економік загострюється, оскільки лише висококонкурентні економіки здатні у короткий час в екстремальних ситуаціях забезпечити безпеку, високий рівень і якість життя своїх громадян.*

*У роботі представлено результати дослідження показників інноваційної діяльності, визначено місце України у глобальному інноваційному просторі, виокремлено ключові фактори впливу на інноваційний розвиток.*

*Узагальнено динаміку основних рейтингових цілей цифровізації економіки України, відзначено позитивні зміни, що відбулися в динаміці Глобального інноваційного індексу України, що свідчить про зростання інноваційних можливостей. Використано економетричні методи для узагальнення позицій України у глобальному інноваційному просторі та метод DEA для вивчення відносної індивідуальної ефективності створення інноваційного середовища та інноваційної діяльності країн Європи. Зроблено висновок про пріоритетні напрями інноваційного розвитку.*

*In the context of the crisis caused by the global pandemic, the struggle for the competitiveness of national economies is intensifying, as only highly competitive economies are able to ensure the safety, high standard and quality of life of their citizens in a short time in extreme situations.*

*The results of the study of innovation indicators are presented in the paper. Ukraine's place in the global innovation space is determined, key factors influencing innovation development are highlighted.*

*The dynamics of the main rating goals of digitalization of Ukraine's economy is generalized. Positive changes in the dynamics of the Global Innovation Index of Ukraine were noted, which indicates the growth of innovation opportunities. The structure of the Global Innovation Index is considered, as well as the mechanism for calculating the integrated indicator. Regression model that predicts the impact of subindexes on the increase of the integrated index is built. A close direct relationship has been established between the Global Innovation Index and the Infrastructure Entry Sub-Index (0.87) and the Creativity Output Sub-Index (0.71). The positioning of European countries in the Global Innovation Index is researched, Ukraine is ranked 45th with Romania, Thailand and Greece, next in rank.*

*Econometric methods were used to generalize Ukraine's position in the global innovation space. The DEA method was used to study the relative individual effectiveness of creating an innovation environment and innovation activities in European countries. There is only a moderate relationship between income level and the Global Innovation Index. It is concluded that the priority directions of innovative development of Ukraine are the development of: innovation infrastructure: clusters, technology parks, industrial zones; attracting foreign direct investment and technology transfer; ensuring an increase in funding for applied research and ensuring*

*their connection with industry. The article notes the insufficient level of development of innovation infrastructure in the country. These areas need special state support, as their effective implementation is the main competitive advantage of Ukraine.*

*Ключові слова: інновації, інноваційний розвиток, цифровізація, глобальний інноваційний індекс, оцінка, конкурентоспроможність, економетрика, метод DEA.*

*Key words: innovations, innovation development, digitalization, Global Innovation Index, evaluation, competitiveness, econometrics, DEA.*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Відповідно до інноваційної теорії Й. Шумпетера, подолання кризи та економічних спадів можливо лише за рахунок інноваційного розвитку [1]. Для України, економіка якої на сьогодні потерпає від наслідків пандемії та воєнних дій, активізація інноваційної діяльності є необхідною та важливою умовою її подальшого розвитку [2]. На фоні суттєвого сповільнення глобального економічного зростання в 2020 році виникає необхідність в дослідженні тенденцій Глобального інноваційного індексу (Global Innovation Index — GII).

Раніше вважалося, що соціально-економічний розвиток та зростання країн залежать головним чином від їх капіталу та трудових ресурсів, тоді як інші менш відчутні ресурси, такі як рівень інформації, підготовка кадрів, розвиток інфраструктури трактувались як зовнішні фактори, що впливають на поведінку ринку лише опосередковано. Однак з часом ідея про те, що управління знаннями є визначальним фактором продуктивності праці як в сучасній, так і в традиційній економіці, дедалі більше закріплюється [3]. Згідно з цією новою цілісною концепцією, все більше робочих місць повинні зосереджуватися на формуванні інноваційних ідей, які застосовуються до продуктів, послуг та процесів. Структурні перетворення, що відбуваються у світовій економіці, зумовлені переходом від "промислової економіки" до "економіки знань", яка характеризується домінуванням інтелектуального капіталу та інновацій.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Підтримка інновацій, як здатність генерувати, отримувати, адаптувати та використовувати нові знання для досягнення стійких конкурентних переваг, що накопичуються з часом [4], передбачена в планах розвитку всіх країн світу, де інноваційна політика сформована як ключовий елемент промислової політики. Україна ж стикається із проблемами, типовими для країн з економікою, що розвивається, такими як порушення координації державного управління, високий рівень корупції, дефіцит кваліфікованого людського капіталу та обмежена здатність урядів діяти [5], що знижує ефективність реалізації державної політики [6].

Достовірна оцінка інноваційного потенціалу має важливе значення для правильного напрацювання державної політики, але поточні мірила не повністю відображають роль, яку вона відіграє в сучасній економіці [7]. На цьому тлі в цьому дослідженні основна увага приділяється аналізу того, які складові визначають формування Глобального інноваційного індексу. Гіпотеза, яка перевіряється у роботі, полягає в тому, що не завжди вірно, що більш високий рівень інноваційних вкладень визначає міцнішу економіку з більшим потенціалом розвитку. Значачимо, що країни, які включені до даного індексу, складають 92,8% світового населення та 97,9% світового ВВП.

За визначенням Європейської комісії, інновації — це застосування знань для трансформації ідей в новий або модернізований продукт, послугу чи процедуру виготовлення. Тому очевидно, що інновації особливо важливі для розвитку та конкурентоспроможності економік, що розвиваються. Інновації можуть вплинути у вирішенні проблем, з якими стикаються ці економіки,

таких як екологізація виробництва, подолання бідності та соціальна незахищеність, або імпорту технологій та адаптація для модернізації виробництва, зокрема, аграрного [8—10].

Протягом останнього століття пропонувались різні тлумачення інновацій, особливо коли вони задумувались як процес. Основні з них включають модель стимулювання технологій, яка охоплює інноваційний процес, що бере свій початок у науці та техніці, аж до комерціалізації економічного життєздатного товару чи процесу [11]. Акцент на ролі ринку як джерела інноваційних ідей та визначального фактору досліджень та розробок призвів згодом до розробки моделі попиту. Альтернативним тлумаченням інновацій є ланцюгова модель, в якій різні напрями, засновані на інформації та знаннях, з успіхом пов'язують три основні сфери в процесі технологічних інновацій (дослідження, знання та центральний ланцюг процесу технологічних інновацій), що вимагає взаємодії між технологічними можливостями та потребами ринку. Деякі вчені стверджують, що інновації підштовхуються індустріалізацією, а зумовлені зростанням ринків [12]. Однак, щоб інновації мали суттєвий соціальний вплив, дослідницькі зусилля повинні бути спрямовані на вирішення проблем населення та підвищення їх добробуту — завдання, яке, безсумнівно, має залучати як приватні, так і державні структури [13].

Інновації передбачають різні процеси, залежно від того, високорозвинута країна, чи та, що розвивається [14]. Стратегії заохочення інновацій в країнах з високим рівнем доходів часто включають створення умов для факторної мобільності на ринках, відкритості торгівлі та інвестицій. Однак економіки, що розвиваються, повинні акцентуватися на управлінні знаннями та інфраструктурою як на стратегії подолання розриву з розвинутими країнами світу [15].

Потреба в інноваціях сьогодні актуалізується більше, ніж будь-коли раніше. Це пов'язано, по-перше, з необхідністю відновлення економіки країн після світової фінансової кризи, а інновації можуть стати ефективним засобом досягнення цієї мети, по-друге, із зміною способів функціонування економіки і суспільства внаслідок сучасних технологічних трансформацій, особливо у сфері ІКТ — впровадженні технологій штучного інтелекту, блокчейну, Інтернету речей, 3-D друку, 5G зв'язку, доповненої та віртуальної реальності тощо, які докорінним чином змінюють процеси виробництва, торгівлі і логістики, навчання і накопичення знань і т. д. [15; 16]. Варто підкреслити, що пандемія лише призвела до підвищення темпів цифрової трансформації.

## МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є представлення результатів дослідження показників інноваційної діяльності, визначення місця України у глобальному інноваційному просторі, а також виокремлення ключових факторів, які стимулюють або стримують інноваційний розвиток.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Цифрова трансформація України є колосальним ресурсом, оскільки дає змогу вивільнити мільйони годин, які люди проводять у чергах, за оформленням документів, за узгодженням реєстрів або довідок та спрямувати їх на розвиток економіки [15]. Використання

цифрових технологій дає низку переваг. Цифровізація — це створення високої доданої вартості для держави, підвищення ефективності економіки та бізнесу. Всі ці заходи стануть геополітичною перевагою України.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.01.18 р. № 67-р було прийнято Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства на 2018—2020 роки [17]. Цей документ передбачав виконання заходів "щодо впровадження відповідних стимулів для цифровізації економіки, суспільної та соціальної сфер, усвідомлення наявних викликів та інструментів розвитку цифрових інфраструктур, набуття громадянами цифрових компетенцій, а також визначав критичні сфери та напрями цифровізації, стимулювання внутрішнього ринку виробництва, використання та споживання цифрових технологій". Основними рейтинговими цілями реалізації Концепції є досягнення у 2020 році:

30 місця в рейтингу Networked Readiness Index (NRI) (у 2016 році — 64 місце);

40 місця у рейтингу Global Innovation Index (GII) (у 2016 році — 56 місце);

60 місця у рейтингу Global Competitiveness Index (GCI) (у 2016 році — 85 місце).

За результатами дослідження на рис. 1 можна проаналізувати ступінь досягнення відповідних показників.

Як видно з рис. 1 жодна з рейтингових цілей, що була визначена Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства на 2018—2020 роки, не була досягнута. Найбільш близький до поставлених цілей Глобальний інноваційний індекс і, якщо тенденція підвищення нашого місця в світовому рейтингу збережеться, то протягом незначного періоду позиції України зміцнішають.

Для позиціонування в глобальному просторі порівнюємо десятку країн, за місцем в світі за Глобальним інноваційним індексом, які близькі до України в 2013 та 2020 році (рис. 2).

Трансформації відбулися суттєві: Україна з 71 місця у 2013 році в оточенні Монголії та Тунісу в 2020 році займає 45 місце, та найближчими до неї стали Румунія, Тайланд, Греція.

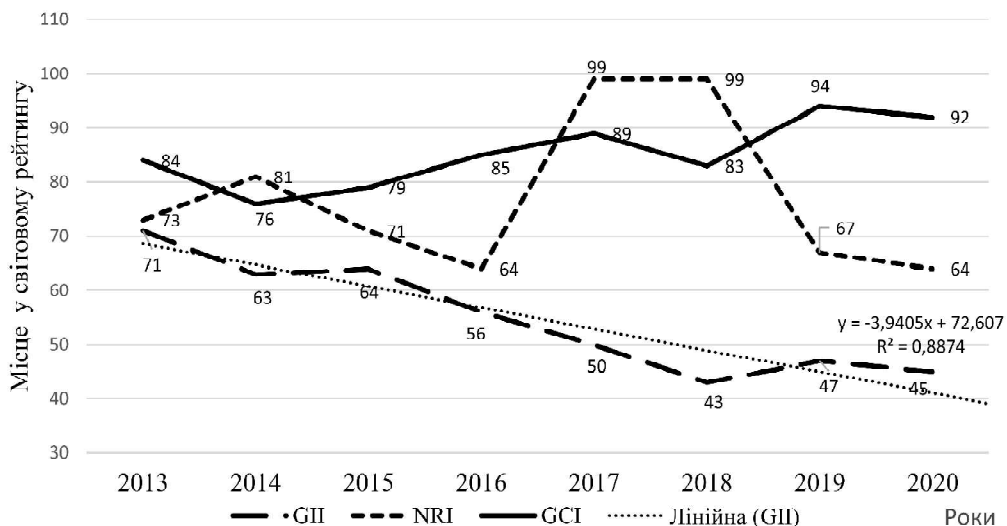


Рис. 1. Динаміка основних рейтингових цілей цифровізації економіки України

Динаміка інноваційної діяльності потребує аналітичного дослідження, яке передбачає визначення індикаторів інноваційної діяльності, проведення самого аналізу та виявлення основних трендів розвитку. Викликає значний інтерес вивчення досвіду країн світу щодо моніторингу індикаторів інновацій, оскільки цей процес дуже динамічний і перебуває під впливом нових тенденцій розвитку: глобалізації, формування економіки знань, відкритих інновацій.

Визначено, що важливою умовою стійкого економічного розвитку країни та підвищення конкурентоспроможності є ефективне впровадження інновацій. Інновації визнані центральним рушієм економічного зростання та розвитку [18].

Метою Глобального інноваційного індексу є надання глибоких даних про інновації та в свою чергу допомога економікам в оцінці їхніх інноваційних показників та обґрунтованих міркуваннях щодо інноваційної політики.

Глобальний інноваційний індекс публікується спільно Університетом Корнелла, INSEAD, та Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (ВОІВ), спеціалізованою установою ООН. У 2020 році модель Глобального інноваційного індексу включала 131 країну/ економіку, що представляє 93,5% населення світу та 97,4% світового ВВП за паритетом купівельної спроможності [19]. Глобальний інноваційний індекс включає два субіндекси — субіндекс інноваційного входу (Input) та субіндекс інноваційного виходу (Output), кожен з яких побудований, спираючись на ряд показників.

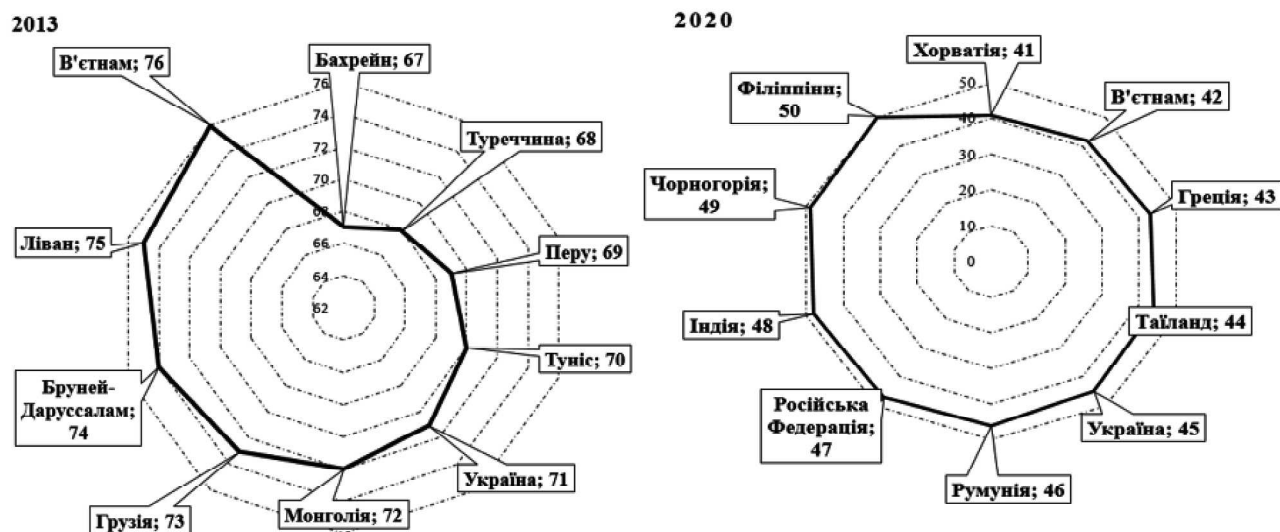
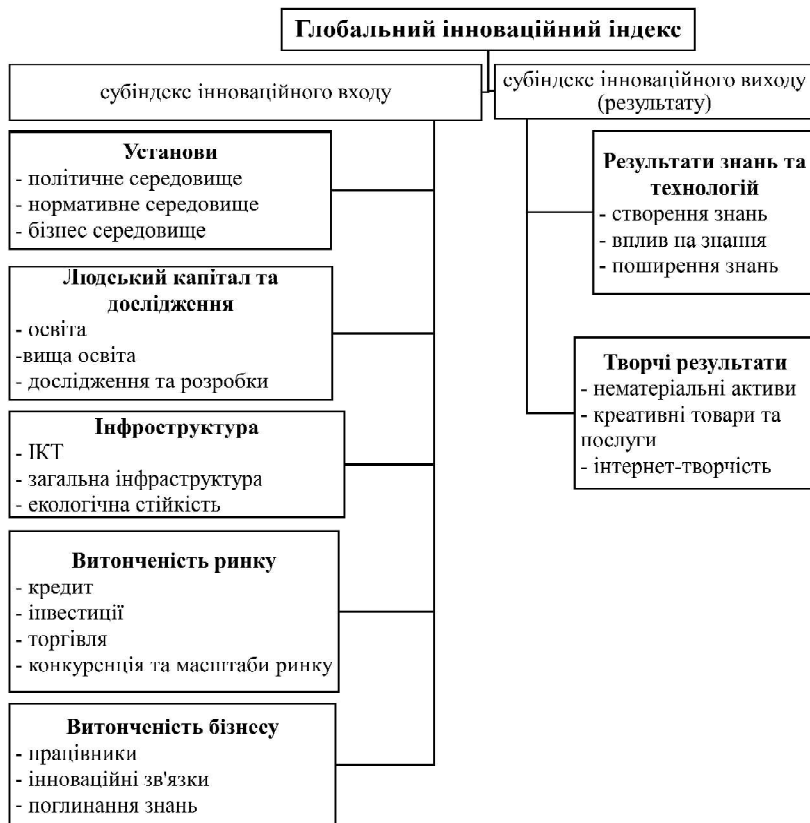


Рис. 2. Місце України в оточенні країн, близьких за Глобальним інноваційним індексом



**Рис. 3. Структура Глобального інноваційного індексу, 2020 рік**

Субіндекс інноваційного входу складається з п'яти вхідних критеріїв, які охоплюють елементи національної економіки, що забезпечують інноваційну діяльність.

Субіндекс інноваційного виходу — це результат інноваційної діяльності в економіці. Попри те, що вихідний субіндекс включає лише два критерії, він має однакову вагу при обчисленні загальних балів Глобального інноваційного індексу, як і вхідний субіндекс.

Загальний бал Глобального інноваційного індексу — це середнє значення субіндексів вхідних та вихідних даних.

Усього цей індекс включає 21 показник, які згруповані у 7 напрямів: 15 вхідних показників (що сприяють інноваціям) та 6 показників-результатів (отриманих у результаті інновацій) (рис. 3).

Згідно з виданням Глобального інноваційного індексу за 2020 рік, Швеція займає лідируючу позицію 10 рік поспіль, за нею йдуть Швеція та США. Державами-членами ЄС, що входять до топ-10, є Нідерланди (5 місце), Данія (6), Фінляндія (7) та Німеччина (9). Серед країн-членів ЄС із найнижчим рейтингом — Румунія (46 місце), Греція (43) та Хорватія (41). Загалом країна з найнижчим рейтингом — Ємен. Україна займає 45 місце в світі за рейтингом Глобального інноваційного індексу [19].

Часткова концепція вхідного та вихідного субіндексів наочно демонструє їх обмеження у визначенні

жуму та моделях інновацій цих країн.

Найвищі позиції займають Швеція і Швейцарія (перше і друге місце в світовому рейтингу), найнижчі — Албанія (83), Боснія і Герцеговина (74 місце в світовому рейтингу). Україна займає 45 місце в рейтингу, знаходиться поряд з Грецією та Румунією.

У роботі проаналізовано основні складові субіндексів Глобального інноваційного індексу, пов'язані із створенням та використанням середовищ, сприятливих для інновацій в Україні.

Субіндекс інноваційного входу складається з п'яти основних напрямків, що охоплюють елементи національної економіки, які сприяють інноваційній діяльності: установи (Institutions), людський капітал та дослідження (Human capital and research), інфраструктура (Infrastructure), витонченість ринку (Market sophistication) та витонченість бізнесу (Business sophistication).

Субіндекс інноваційного виходу надає інформацію про результати, які є результатами інноваційної діяльності в економіці. Існує два напрями вихідних даних: результати знань та технологій (Knowledge and technology) та творчі результати (Creativity).

Спостерігається гіпотеза про значні відмінності в результативності показників входу і виходу в Україні. Візуалізуємо чи спостерігається подібна властивість для країн Європи на рисунку 5.

Згідно з цими даними, середня оцінка результатів інноваційного виходу не тільки набагато нижча, ніж вхідна оцінка, але існує помітна відсутність паралельності між спіралями, що утворюють ці два бали в обраних країнах.

Відповідно до досліджень, Україна має субіндекс входу (40,1), займаючи лише 71 місце в світі та 35 місце в Європі з 37 країн, що нижче, ніж можна було б очікувати у спадній спіралі. З іншого боку, рівень субіндексу виходу (32,5) не відповідає забезпеченості вхідними ресурсами та дає можливість

**Таблиця 1. Індикатори інновацій, доходів та ефективності згідно з Глобальним інноваційним індексом для України**

Роки	Глобальний інноваційний індекс	Ранг (місце у всесвітньому рейтингу)	Індекс ефективності інновацій	ВВП України з розрахунку на душу населення, дол. США	Капітальні інвестиції, млн дол. США
2013	35,8	71	0,9	4030,3	8329,1
2014	36,3	63	0,9	3014,6	7314,0
2015	36,5	64	0,9	2115,4	9103,9
2016	35,7	56	0,8	2185,9	11973,9
2017	37,6	50	0,8	2640,3	14948,7
2018	38,5	43	0,9	3095,2	19290,9
2019	37,4	47	0,8	3659,8	20799,3

займати Україні 37 місце в загальному рейтингу та 24 місце в Європі поряд з Латвією та Словенією. Тому доцільно розглянути показник ефективності інновацій (Innovation Efficiency Ratio) за яким Україна займає 2 місце в Європі з показником 0,8. Коефіцієнт ефективності інновацій — це відношення оцінки субіндексу виходу до оцінки вхідного субіндексу. Він показує, скільки інноваційного виходу отримує дана країна за свої вкладення (рис. 6).

Крім того, була виявлена помітна мінливість у позиціях економік, оцінена як різниця між позицією, яку вони займають для показника ефективності, та їхньою позицією в загальному індексі.

На перший погляд, можна було б очікувати позитивного зв'язку між балами показників вхідних та вихідних показників для групи країн, що досліджуються, і це, як правило, підтверджується.

Дослідження показують тісний прямий зв'язок між Глобальним інноваційним індексом та субіндексом входу Infrastructure (0,87) та субіндексом виходу Creativity (0,71). Побудована регресійна модель (табл. 2) дозволить прогнозувати підвищення цих субіндексів для збільшення показника загального індексу.

Проаналізуємо, які із складових субіндексу Infrastructure найбільше визначають його результат. Коефіцієнти кореляції підтверджують, що найбільше впливають на субіндекс Інфраструктури складові 3.1.2 (0,83), 3.1.3 (0,79), 3.3.1 (0,84), та 3.3.3 (0,89), а на субіндекс Creativity впливає Intangible assets (0,63) та фактор online creativity (0,65).

Дослідження показують тісний прямий зв'язок лише між Innovation Input Sub-index та субіндексом входу Infrastructure (0,68). На відміну від субіндексу входу з Innovation Output Sub-index мають тісний зв'язок складові Human capital and research (0,67), Infrastructure (0,71), Market sophistication (0,69), Creativity (0,83).

Оцінювання ефективності інноваційної політики означає оцінку ефективності багатьох показників для організації пошуку оптимуму [20]. Аналіз обробки даних (DEA) — це підхід математичного програмування для оцінки відносної ефективності підрозділів, що приймають рішення (DMU). У 1978 році перша модель DEA була запропонована як нелінійна дробова модель математичного програмування, відома як модель ССР. Цільовою функцією в цій моделі вважається досягнення найкращого набору ваг для єдиного відношення зважених вихідних даних до зважених вхідних даних для конкретного DMU, позначеного DMU<sub>o</sub>. У цій моделі, поряд з оцінкою ефективності, всі DMU будуть проектуватися на ефективний кордон окремо.

Виходячи з цієї передумови, одним із підходів до встановлення рівня ефективності було порівняння того, що робить суб'єкт, що приймає рішення, з

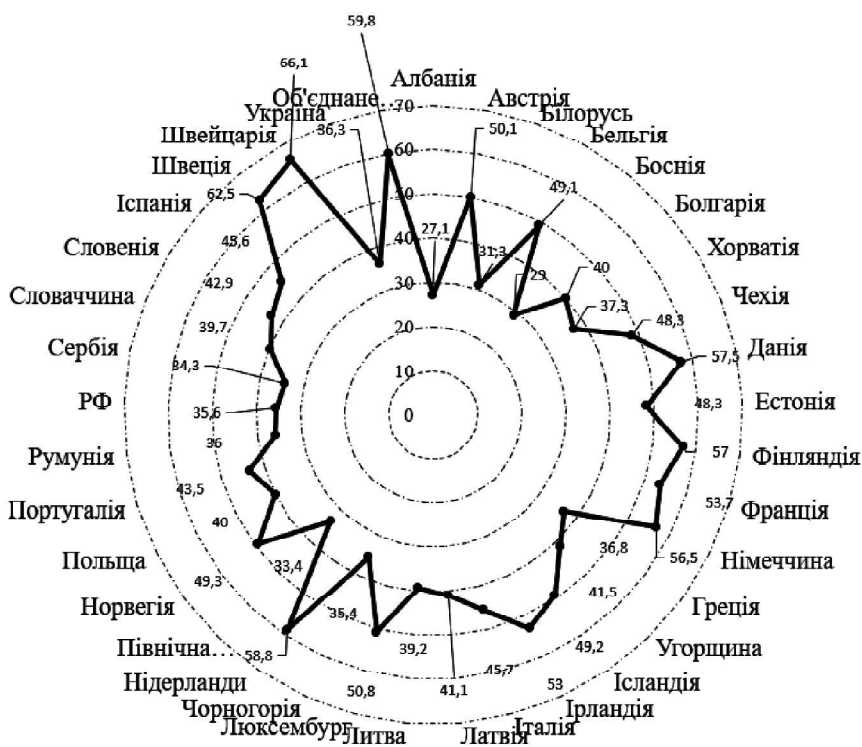


Рис. 4. Позиціонування країн Європи за Глобальним інноваційним індексом

тим, що він повинен був зробити, щоб максимізувати свій ефект. Однак навряд чи буде доступна повна інформація про контекст, в якому функціонують наші обрані країни Європи і, отже, про те, який максимальний потенційний ефект кожного з них. Виходячи з наведеного вище визначення ефективності, важливо уважніше розглянути розбіжності між технічною та розподільною ефективністю. Перша досягається тоді, коли технологічно неможливо збільшити деякий вихід або зменшити деякий вхід за рахунок іншого (оптимальність Парето), тоді як другий означає мінімізацію витрачання ресурсів, що еквівалентно вибору найдешевшого варіанту серед



Рис. 5. Радіальна форма субіндексів Глобального інноваційного індексу для країн Європи

ефективних комбінацій вводу-виводу. Оскільки це дослідження припускає, що країни мають асиметричну інформацію та різний ступінь ризиків, воно буде зосереджене на аналізі технічної ефективності. Метод DEA може бути використаний для вивчення відносної індивідуальної ефективності поведінки подібних суб'єктів, починаючи з побудови ефективного рубіжу. Метод аналізу даних DEA має дві сильні сторони: ступінь стандартизації та здатність працювати з множиною входів і виходів.

У традиційному контексті оцінки ефективності аналіз обсягу даних свідчить про те, що, є  $p$  входів даних  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$ , які використовуються для отримання  $q$  виходів  $(y_1, y_2, \dots, y_q)$  і в яких  $n$  суб'єктів беруть участь, а технічну ефективність можна оцінити з такої моделі:

$$\max_{u_r, v_i} \frac{A_{r=1}^q u_r y_{r0}}{A_{i=1}^p v_i x_{i0}}$$

$$\sum_{r=1}^q u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^p v_i x_{ij} \leq 1$$

де  $j = 1, \dots, n$ ,  $r = 1, \dots, q$  та  $i = 1, \dots, p$ . Крім того,  $u_r, v_i \geq \epsilon$ , де  $\epsilon$  виступає значенням, яке є нескінченно малим, але більшим за нуль.

Основна ідея полягає в тому, щоб максимізувати своєрідний показник загальної факторної продуктивності (одиниці виходу, що формується на кожну одиницю входних даних) для кожного суб'єкта. Чисельник індексу узагальнює всі виходи в одному віртуальному показнику так само, як і в знаменнику, де єдиний віртуальний вхід фіксує всі фактори, за-

Таблиця 3. Аналіз технічної ефективності інноваційної діяльності

№ DMU	DMU Назва	Ефективність моделі CRS, орієнтованої на вхід	Сума $\lambda$	RTS	Оптимальні $\lambda$ з контрольними показниками
1	Бельгія	1,00000	1,000	Постійний	1,000
2	Болгарія	0,94967	1,173	Зменшення	0,044
3	Хорватія	0,90592	1,060	Зменшення	0,428
4	Чеська Республіка	1,00000	1,000	Постійний	1,000
5	Естонія	1,00000	1,000	Постійний	1,000
6	Греція	1,00000	1,000	Постійний	1,000
7	Угорщина	0,98138	0,980	Збільшення	0,415
8	Ісландія	1,00000	1,000	Постійний	1,000
9	Італія	1,00000	1,000	Постійний	1,000
10	Латвія	0,93763	0,991	Збільшення	0,192
11	Литва	0,92186	0,994	Збільшення	0,157
12	Чорногорія	0,94037	0,991	Збільшення	0,147
13	Польща	1,00000	1,000	Постійний	1,000
14	Румунія	0,82112	0,993	Збільшення	0,378
15	Російська Федерація	0,82946	0,983	Збільшення	0,403
16	Словаччина	0,84730	1,047	Зменшення	0,242
17	Словенія	0,95298	0,990	Збільшення	0,006
18	Іспанія	1,00000	1,000	Постійний	1,000
19	Україна	0,87606	0,979	Збільшення	0,249

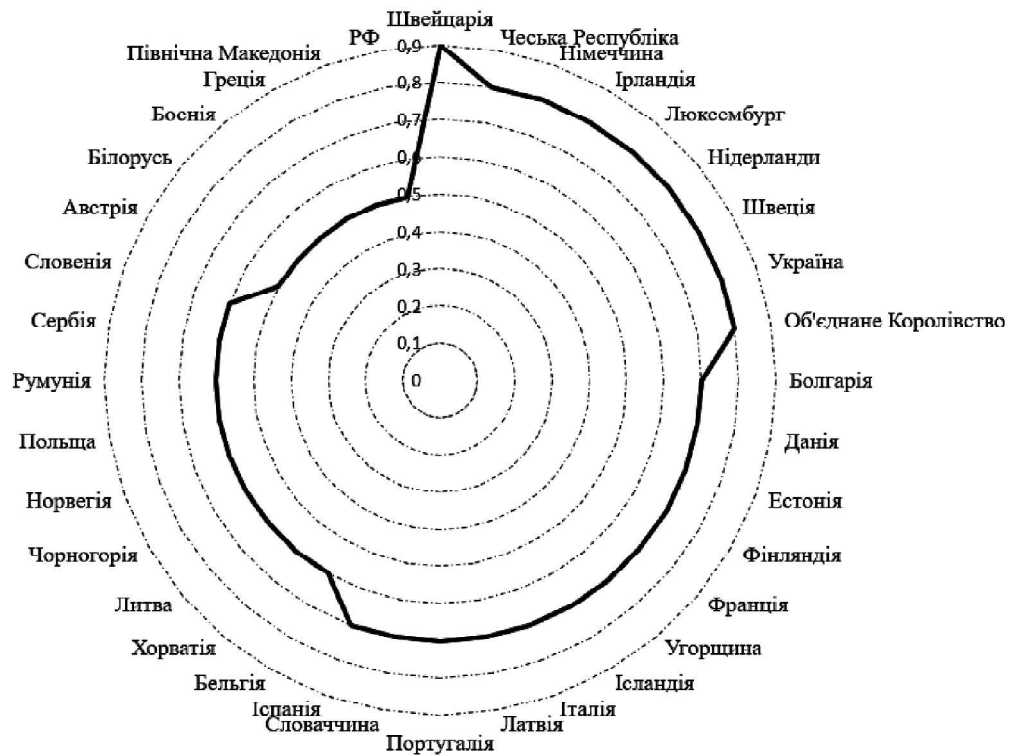


Рис. 6. Оцінка Innovation Efficiency Ratio для країн Європи

Таблиця 2. Статистична модель оцінки впливу субіндексів Глобального інноваційного простору

Модель	R <sup>2</sup>	Значення F	Значимість коефіцієнтів
$Y_{GII} = 33,76 + 0,07 \text{Infrastructure} + 0,02 \text{Creativity}$	0,86	0,0276	$a_0 = 1,88E-07$ $a_{\text{Infrastructure}} = 0,018057$ $a_{\text{Creativity}} = 0,049116$

діяні у процесі. Для цих агрегатів використовується набір вагових коефіцієнтів  $(u_1, \dots, u_q, v_1, \dots, v_p)$ , значення яких слід шукати, такі, щоб вони максимізували співвідношення для кожної одиниці, зберігаючи співвідношення інших нижче 1.

На додаток до цього базового результату, аналіз обсягу даних надає додаткову інформацію, а саме віртуальні входи та виходи, тобто внесок кожного фактора в оцінюваний індекс ефективності або рівні входів і виходів, які могли б зробити неефективну одиницю ефективною. Однією з головних привабливостей цієї методики є те, що вона дає змогу збалансувати об'єктивні та суб'єктивні елементи досліджуваного аспекту, полегшуючи виявлення сильних та слабких сторін кожного з суб'єктів, що порівнюються. DEA в роботі використовувався для вимірювання та порівняння ефективності в таких секторах, які вважаються критично важливими для розвитку країн. Однак метод також містить обмеження та ризики. Одним з головних недоліків методу DEA є проблема адекватного визначення входних та вихідних даних (у цій роботі це визначення базується на зовнішній класифікації Глобального інноваційного індексу). Для проведення цього аналізу як вхід використовувалися показники 7 входів субіндексів входу та виходу, а як вихід використовувалися показники Глобального інноваційного індексу, рангу країни в світовому рейтингу та показник ефективності інновацій. Щодо країн, які були залучені в цю модель, то Україну оцінювали на множині 19 економік, які серед країн Європи знаходяться поруч за величиною Глобального інноваційного індексу. Результати моделі наведені в таблиці 3.

Таблиця 4. Аналіз слабких входів за методом DEA

№ DMU	DMU Назва	Складові Входу						
		Інституції	Людський капітал та дослідження	Інфраструктура	Витонченість ринку	Витонченість бізнесу	Вихід знань і технологій	Творчі результати
1	Бельгія	–	–	–	–	–	–	–
2	Болгарія	3,89	9,97	–	–	16,09	2,86	–
3	Хорватія	–	2,00	–	–	9,22	6,70	3,11
4	Чеська Республіка	–	–	–	–	–	–	–
5	Естонія	–	–	–	–	–	–	–
6	Греція	–	–	–	–	–	–	–
7	Угорщина	6,09	2,00	5,50	–	7,37	5,81	–
8	Ісландія	–	–	–	–	–	–	–
9	Італія	–	–	–	–	–	–	–
10	Латвія	8,08	–	–	3,42	4,95	–	2,14
11	Литва	2,49	–	–	0,14	2,05	–	–
12	Чорногорія	6,33	–	3,98	–	4,99	–	–
13	Польща	–	–	–	–	–	–	–
14	Румунія	–	–	2,01	3,78	1,11	–	5,34
15	Російська Федерація	0,28	–	4,26	–	–	1,62	–
16	Словаччина	1,62	–	9,68	–	0,45	–	–
17	Словенія	20,52	5,31	14,06	–	12,20	–	–
18	Іспанія	–	–	–	–	–	–	–
19	Україна	11,17	–	0,25	–	16,99	–	15,57

Завданням даного дослідження — оцінка ефективності у створенні інноваційного середовища для України в порівнянні з країнами Європи. Різниця між максимально можливим значенням ефективності (1) та значенням, яке спостерігається, відображає ступінь неефективності. Чим ближче значення до свого максимуму, тим ближче знаходиться відповідна економіка, до межі ефективності.

Аналізуючи Україну, бачимо показники її неефективності, тому варто проаналізувати показники входу DEA.

Аналіз слабкості показує напрям та величину коригування, необхідного для рівнів показників економік, щоб перетворити слабоефективну економіку щодо інвестиційної діяльності на ефективну. За даними таблиці 4 можна зробити висновок, що Україна вимагає змін задля покращення чотирьох показників входу та виходу, щоб наблизитись до межі ефективності. Зокрема, покращення (на величину коригування) вимагають субіндекси Institutions (11,17), Infrastructure (0,25), Business sophistication (16,99), та Creative outputs (15,57), які використовувались як вхід для методу DEA. Аналізуючи всю вибірку країн для порівняння, можна констатувати, що у більшості країн покращення вимагають складові субіндексу входу Institutions та Business sophistication (ці складові є індикаторами слабкості), а найменше — Market sophistication та Human capital and research що цілком пояснюється умовами, що склалися внаслідок пандемії.

### ВИСНОВКИ

Таким чином, на основі проведеного дослідження можна зробити висновок про те, що Україна зараз демонструє зростаючу динаміку розвитку інноваційної діяльності. Визначено, що до проблем інноваційного розвитку України можна віднести: недостатній розвиток інноваційної інфраструктури: кластерів, технопарків, промислових зон; низький рівень залучення прямих іноземних інвестицій та трансферу технологій; недостатній рівень фінансування прикладних досліджень та їх слабкий зв'язок з промисловістю тощо.

Україна, як і більшість країн Європи намагаються адаптуватися до постійних змін, яких вимагає світова

економіка в пошуках розвитку, і ключовим елементом у цьому стали інновації. Використовуючи дані Глобального інноваційного індексу 2020 року та застосовуючи методологію аналізу обсягу даних DEA, здійснено оцінку ефективності 19 економік, що географічно входять до Європи щодо створення сприятливого для інновацій середовища. Дослідження полягало у визначенні основних викликів для цих країн в управлінні та використанні основних входів, незалежно від рівня доходів цих економік. Зроблено висновок, що країни з найвищим рівнем доходу та найвищим Глобальним інноваційним індексом не завжди в авангарді управління ефективністю, підтверджуючи, що між цими змінними існує лише помірний взаємозв'язок.

Хоча більшість політик та дій, що проводяться країнами регіону для сприяння розбудови інноваційного середовища, узгоджуються з їхніми можливостями та відносними перевагами в неоднорідному контексті, деякі проблеми залишаються. Одна з них полягає у зміцненні ресурсів, які традиційно погано працюють, і, перш за все, у стратегічному використанні коефіцієнтів вводу-виходу, які мають найбільш надійні результати, щоб максимізувати їх вплив спочатку на продуктивність, а потім на розвиток. Слід зазначити, що це дослідження є частковим аналізом ефективності країн Європи, оскільки в силу технічних обмежень воно враховує лише найбільш репрезентативні взаємозв'язки явища. Іншими словами, було здійснено оцінку взаємозв'язку між вхідними та вихідними показниками інновацій, але не процесами та механізмами, що їх пов'язують, що, на наш погляд, доцільно зробити у подальших дослідженнях.

### Література:

1. Schumpeter Joseph A. Economic Theory and Entrepreneurial History. Explorations in Enterprise, edited by Hugh G. J. Aitken, Cambridge, MA and London, England: Harvard University Press. 2013. Pp. 45—64. DOI: <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674594470.c5>
2. Apostolov M. and Coco N. Digitalization-Based Innovation — A Case Study Framework. International Journal of Innovation and Technology Management. 2020. 1-25 DOI: <https://doi.org/10.1142/S021987702050025X>
3. Canibano, C. El capital humano: factor de innovación, competitividad y crecimiento. 2005. URL: <http://www.navarra.es/nr/rdonlyres/d696efd2-6aaa-4ef1-b414-e3a27109ea67/79785/14carolinacaibano.pdf>.
4. OECD/Eurostat (Organization for Economic Cooperation and Development/Statistical Office of the European Communities), Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, third edition. Paris, OECD Publishing. 2005.
5. Navarro J. C. and J. Olivari. La política de innovación en América Latina y el Caribe: nuevos caminos, Washington, D.C., Inter-American Development Bank (IDB). 2016.
6. Klymenko N., Nosovets O., Sokolenko L., Hryshchenko, O., Pishchenko, T. Off-balance accounting in the modern information system of an enterprise. Academy of Accounting and Financial Studies Journal. 2019. 23 (Special Issue 2).
7. OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2012), Innovation for Development: A Discussion of the Issues and an Overview of Work of the OECD Directorate for Science, Technology and Industry, Paris, OECD Publishing.
8. Клименко Н.А. Біологізація виробництва як шлях зближення економіки та екології. Науковий вісник На-

ціонального університету біоресурсів і природокористування України. 2010. № 154. С. 112—117.

9. Охріменко І.В., Вдовенко Н.М., Овчаренко Є.І., Гнатенко І.А. Інновації в системі стратегічного управління безпекою національної економіки в умовах ризиків та невизначеності глобалізації. Економіка та держава, 2021. № 8. С. 4—9. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.8.4.

10. Voronenko I., Skrypnyk A., Klymenko N., Zherlitsyn D. and Starychenko Y. Food security risk in Ukraine: assessment and forecast. Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2020. Vol. 6 (4). Pp. 63—75. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.04>

11. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process. International Marketing Review. 1994. Vol. 11.

12. Victor Tiberius, Hannes Schwarzer, Salvador Roig-Dobon, Radical innovations: Between established knowledge and future research opportunities, Journal of Innovation & Knowledge, 2021. Vol. 6, Issue 3. Pp. 145—153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.09.001>

13. Вороненко І.В. Взаємозв'язок між добробутом суспільства та інформацією. Бізнес Інформ. 2019. № 4. С. 366—371. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-4-366-371>

14. Luis A. Gil-Alana, Marinko ?kare, Gloria Claudio-Quiroga, Innovation and knowledge as drivers of the 'great decoupling' in China: Using long memory methods, Journal of Innovation & Knowledge. 2020. Vol. 5. Issue 4. Pp. 266—278. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.08.003>

15. Maria J. Pouri, Lorenz M. Hilty, The digital sharing economy: A confluence of technical and social sharing. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2021. Vol. 38. Pp. 127—139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.003>

16. Granaturov V., Kaptur V., Politova I. Determination of tariffs for telecommunication services on the cost simulation modeling. Economic Annals-XXI, 2016. Vol. 156 (1—2). Pp. 83—87. DOI: [doi.org/10.21003/EA.V156-0019](https://doi.org/10.21003/EA.V156-0019).

17. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018—2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження КМУ від 17.01.2018 № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>

18. John Andersson, Hans Hellsmark, Bjorn Sanden, The outcomes of directionality: Towards a morphology of sociotechnical systems. Environmental Innovation and Societal Transitions. 2021. Vol. 40. Pp. 108—131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.008>

19. Report GII 2020 Cornell University, INSEAD, WIPO. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? URL: <https://www.globalinnovationindex.org>

20. Broekel T., Rogge N. and Brenner T. The innovation efficiency of German regions — a shared-input DEA approach. Review of Regional Research. 2018. Vol. 38 (1).

References:

1. Schumpeter, J.A. (2013), Economic Theory and Entrepreneurial History. Explorations in Enterprise, Harvard University Press, Cambridge, MA and London, England, pp. 45—64. DOI: <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674594470.c5>.

2. Apostolov, M. and Coco, N. (2020), "Digitalization-Based Innovation - A Case Study Framework. International Journal of Innovation and Technology Management", pp. 1—25. DOI: <https://doi.org/10.1142/S021987702050025X>

3. Canibano, C. (2005), "El capital humano: factor de innovacion, competitividad y crecimiento", available at: <http://www.navarra.es/nr/rdonlyres/d696efd2-6aaa-4ef1-b414-e3a27109ea67/79785/14carolinacaibano.pdf> (Accessed 25 Jan 2022).

4. OECD/Eurostat (Organization for Economic Cooperation and Development/Statistical Office of the European Communities) (2005), Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, third edition, OECD Publishing, Paris.

5. Navarro, J.C. and Olivari, J. (2016), La politica de innovacion en America Latina y el Caribe: nuevos caminos, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, D.C.

6. Klymenko, N. Nosovets, O. Sokolenko, L. Hryshchenko, O. and PISOCHENKO, T. (2019), "Off-balance accounting in the modern information system of an enterprise", Academy of Accounting and Financial Studies Journal, vol. 23 (Special Issue 2).

7. OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2012), Innovation for Development: A Discussion of the Issues and an Overview of Work of the OECD Directorate for Science, Technology and Industry, OECD Publishing, Paris.

8. Klymenko, N.A. (2010), "Biologization of production as a way of convergence of economy and ecology", Naukovyj visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, vol. 154, pp. 112—117.

9. Okhrimenko, I. Vdovenko, N. Ovcharenko, Ie. and Hnatenko, I. (2021), "Innovations in the system of strategic security management of the national economy in the conditions of risks and uncertainty of globalization", Ekonomika ta derzhava, vol. 8, pp. 4—9. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.8.4

10. Voronenko, I. Skrypnyk, A. Klymenko, N. Zherlitsyn, D. and Starychenko, Y. (2020), "Food security risk in Ukraine: assessment and forecast", Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal, vol. 6 (4), pp. 63—75. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.04>.

11. Rothwell, R. (1994), "Towards the fifth-generation innovation process", International Marketing Review, vol. 11.

12. Tiberius, V. Schwarzer, H. and Roig-Dobon, S. (2021), "Radical innovations: Between established knowledge and future research opportunities", Journal of Innovation & Knowledge, vol. 6, Issue 3, pp. 145—153. DOI :<https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.09.001>.

13. Voronenko, I.V. (2019), "The relationship between the welfare of society and information", Biznes Inform, vol. 4, pp. 366—371. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-4-366-371>

14. Gil-Alana, L.A. Skare, M. Claudio-Quiroga, G. (2020), "Innovation and knowledge as drivers of the 'great decoupling' in China: Using long memory methods", Journal of Innovation & Knowledge, vol. 5, Issue 4, pp. 266—278, <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.08.003>.

15. Pouri, M.J. and Hilty, L.M. (2021), "The digital sharing economy: A confluence of technical and social sharing", Environmental Innovation and Societal Transitions, vol. 38, pp. 127—139, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.003>.

16. Granaturov, V. Kaptur, V. and Politova, I. (2016), "Determination of tariffs for telecommunication services on the cost simulation modeling", Economic Annals-XXI, vol. 156 (1—2), pp. 83—87. DOI: [doi.org/10.21003/EA.V156-0019](https://doi.org/10.21003/EA.V156-0019).

17. Cabinet of Ministers of Ukraine (2018), Resolution "On approval of the Concept of development of the digital economy and society of Ukraine for 2018—2020 and approval of the action plan for its implementation", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text> (Accessed 25 Jan 2022).

18. Andersson, J. Hellsmark, H. Sanden, B. (2021), "The outcomes of directionality: Towards a morphology of sociotechnical systems", Environmental Innovation and Societal Transitions, vol. 40, pp. 108—131, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.008>.

19. Global Innovation Index (2021), "Report GII 2020 Cornell University, INSEAD, WIPO. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?", available at: <https://www.globalinnovationindex.org> (Accessed 25 Jan 2022).

20. Broekel, T. Rogge, N. and Brenner, T. (2018), "The innovation efficiency of German regions — a shared-input DEA approach", Review of Regional Research, vol. 38 (1).

Стаття надійшла до редакції 02.02.2022 р.