

## ІНВЕСТИЦІЙНА АКТИВНІСТЬ У СФЕРІ БІОТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ: МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ТА СЦЕНАРНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ

### INVESTMENT ACTIVITY IN THE FIELD OF BIOTECHNOLOGY AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE CIRCULAR BIOECONOMY IN UKRAINE: METHODOLOGY FOR ASSESSMENT AND SCENARIO FORECASTING

У статті досліджено вплив інвестиційної активності у сфері біотехнологій на розвиток циркулярної біоекономіки. Обґрунтовано методологію інтегральної оцінки та прогнозування індексу розвитку циркулярної біоекономіки на основі поєднання кореляційно-регресійного аналізу та сценарного підходу. Визначено ключові змінні, що формують динаміку індексу, зокрема обсяги фінансування наукових досліджень і розробок за КВЕД 72.11. Визначено необхідність урахування інфляційного чинника як дестабілізуючої змінної, що знижує реальну вартість інвестицій та стримує інноваційний поступ. Побудовані прогнози за оптимістичним, реалістичним і песимістичним сценаріями свідчать про високу залежність траєкторії розвитку біоекономіки від масштабів та стабільності фінансової підтримки. Отримані результати мають практичне значення для формування інвестиційної та інноваційної політики, орієнтованої на забезпечення сталого розвитку України.

**Ключові слова:** інвестиційна активність, біотехнології, індекс розвитку, прогнозування, сценарний підхід.

The article examines the impact of investment activity in the biotechnology sector on the development of the circular bioeconomy in Ukraine, emphasizing both theoretical aspects and applied forecasting tools. The purpose of the study is to substantiate methodological approaches to assessing and predicting the dynamics of the circular bioeconomy development index based on investment flows in biotechnology research and development. A comprehensive methodology combining correlation-regression modeling, trend extrapolation, and scenario analysis is applied in order to quantify the relationship between research funding and the trajectory of the circular bioeconomy index. The analysis identifies key explanatory variables, with particular attention to expenditures on biotechnology R&D classified under NACE 72.11, and highlights the necessity of deflating nominal values to neutralize the inflation factor, which otherwise reduces the real value of investments, weakens purchasing power, and limits research capacity. The results demonstrate a significant divergence between the nominal growth of biotechnology R&D expenditures and the overall decline in the share of R&D in GDP, indicating selective prioritization of the biotechnology sector rather than systemic innovation-driven development. Forecasts under optimistic, realistic, and pessimistic scenarios show that the index of circular bioeconomy development is highly sensitive to the stability and volume of research funding. In the optimistic case, substantial growth of investment ensures accelerated progress toward nearly doubling the index value by 2030, while under the pessimistic trajectory, the index remains stagnant, reflecting insufficient financial support. The study contributes to the academic debate on measuring the efficiency of innovation-driven investment, while also offering practical implications for policymakers. It provides a methodological framework for the strategic planning of investment policies in biotechnology, integrating scenario forecasting, inflation adjustment, and long-term economic security considerations. The proposed approach enables the assessment of the probability of achieving sustainable development targets and the design of institutional measures that ensure the resilience of the national innovation system, strengthen resource efficiency, and facilitate the formation of closed-loop production models in line with European bioeconomy strategies.

**Key words:** investment activity, biotechnology, development index, forecasting, scenario approach.

УДК 330.322:338.27:504.06(477)

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.19-27>

**Яремова М.І.<sup>1</sup>**

к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та туризму, Поліський національний університет

**Булуй О.Г.<sup>2</sup>**

к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та туризму, Поліський національний університет

**Кільницька О.С.<sup>3</sup>**

к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та туризму, Поліський національний університет

**Yaremova Maryna**

Polissia National University

**Buluy Oleksiy**

Polissia National University

**Kilnitska Olena**

Polissia National University

**Постановка проблеми.** Сучасні умови економічного розвитку України характеризуються поєднанням цифрової трансформації, зростанням інноваційних викликів та необхідністю забезпечення економічної безпеки в умовах глобальної нестабільності. Одним із ключових напрямів такої трансформації виступає формування циркулярної біоекономіки, що ґрунтується на використанні біотехнологічних рішень, замкнених циклів виробництва та інноваційних бізнес-моделей. Водночас ефективність процесу безпосередньо залежить від рівня інвестиційної активності у сфері біотехнологій, яка визначає темпи модернізації виробництва

та розвиток екологічно орієнтованих технологій на шляху до підвищення стійкості національної економіки до екзогенних та ендогенних ризиків.

Рівень фінансування досліджень у сфері біотехнологій визначає можливості імплементації інноваційних розробок та конкурентоспроможність національних товаровиробників у контексті підвищення рівня економічної та продовольчої безпеки держави. В умовах інфляційного тиску обмеженість фінансування призводить до втрати реальної вартості інвестиційних ресурсів та ускладнює досягнення стратегічних цілей сталого розвитку. Тому виникає необхідність у розробці методології

<sup>1</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5636-3538>

<sup>2</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3368-4835>

<sup>3</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9719-120X>

оцінки та прогнозування впливу інвестиційної активності у біотехнологіях на розвиток циркулярної біоекономіки, що дозволить кількісно виміряти ефективність фінансування та сформулювати інформаційну основу для прийняття управлінських рішень у зазначеній сфері.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Проблематика розвитку циркулярної біоекономіки та ролі інвестицій у біотехнології посідає значне місце у сучасних наукових дослідженнях. Зокрема, науковці Carus M., і Dammer L. [1] досліджують економічні вигоди біоекономіки у ЄС та наголошують на важливості стабільних фінансових потоків для розвитку високотехнологічних секторів. Дослідники Philp J. і Winickoff D. [2] підкреслюють вагомість цифрових інструментів, інновацій та системних підходів для переходу до сталого виробництва. Проблематику інтеграції біотехнологічних досліджень у систему сталого розвитку розглянуто у працях McCormick K. і Kautto N. [3], які наголошують на активізації інвестиційної діяльності для розвитку конкурентоспроможної та сталої біоекономіки в Європі. У дослідженні Scarlat N., Dallemand J. F., та Monforti-Ferrario F. [4] аналізується потенціал біоенергетики у Європі та підкреслюється, що саме масштаб інвестицій у R&D визначає швидкість переходу до низьковуглецевої економіки. Проблеми біоекономіки й інноваційного розвитку висвітлюють учені Kucher O., Hutsol T., Glowacki S., Andreitseva I., Dibrova A., Muzychenko A., Szelaq-Sikora A., Szparaga A. & Kosiga [5], які досліджують енергетичний потенціал біогазу та роль інвестицій у посиленні економічної й енергетичної безпеки. Разом із тим, недостатньо дослідженими залишається питання щодо оцінки відтермінованого ефекту інвестицій, що формує довгострокові траєкторії розвитку циркулярної біоекономіки. Окреслена проблематика визначає актуальність проведеного дослідження.

**Постановка завдання.** Метою статті є обґрунтування впливу інвестиційної активності у сфері біотехнологій на розвиток циркулярної біоекономіки України шляхом розробки та апробації методології оцінки й прогнозування, що дозволить визначити тісноту взаємозв'язку між масштабами фінансування біотехнологічних досліджень та індексом розвитку циркулярної біоекономіки, оцінити потенціал інвестиційного впливу з урахуванням інфляційних коригувань, а також спрогнозувати можливі сценарії трансформації біоекономічного сектора для формування науково обґрунтованих управлінських рішень у сфері інноваційної та економічної політики.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

У контексті трансформації економічної моделі України до циркулярної парадигми особливої актуальності набуває обґрунтування пріоритетних чинників, що визначають траєкторію розвитку

біоекономіки. Серед таких чинників провідне місце посідає інвестиційна активність у сфері досліджень і розробок, зокрема у біотехнологічному секторі, який є ключовим імперативом циркулярної біоекономіки. Обсяг фінансування НДР у сфері біотехнологій визначає потенціал інноваційного оновлення господарської діяльності, підвищення ресурсоефективності та розширення можливостей замкненого використання біоресурсів.

Для комплексної оцінки впливу інвестиційної активності у сфері біотехнологій на динаміку розвитку циркулярної біоекономіки було застосовано поетапний алгоритм прогнозного моделювання, який поєднує методи кореляційно-регресійного аналізу з елементами сценарного підходу. Методологія дослідження охоплює аналіз ключових чинників інноваційної активності, побудову статистичної моделі взаємозв'язку між індексом розвитку циркулярної біоекономіки та обсягами фінансування досліджень, прогнозування значень змінних на основі трендових залежностей, а також моделювання можливих сценаріїв розвитку з урахуванням інфляційного коригування. Такий підхід забезпечує кількісну оцінку потенційного впливу обсягу інвестицій у біотехнології на прогнозну траєкторію розвитку циркулярної біоекономіки та дозволяє визначити ймовірність досягнення цільових показників залежно від фінансових умов. Узагальнений алгоритм реалізації ситуаційно-прогновної моделі наведено на рис. 1.

Запропонований алгоритм забезпечує цілісну методологічну основу для прогнозування індексу розвитку циркулярної біоекономіки на основі оцінки інвестицій у сферу біотехнологій. Ключова перевага полягає у поєднанні кількісного аналізу факторів із побудовою сценаріїв розвитку, що враховують як обсяги фінансування, так і їх реальний вплив, скоригований на інфляційні зміни. Важливим є факт, що врахування довірчого інтервалу для прогнозованих значень витрат дозволяє моделювати оптимістичний, реалістичний та песимістичний варіанти, надаючи можливість оцінити спектр можливих траєкторій зростання галузі.

Фінансова підтримка біотехнологічних досліджень відіграє ключову роль у забезпеченні технологічного оновлення циркулярної біоекономіки. Зокрема, інвестиції у НДР сприяють впровадженню рішень, орієнтованих на мінімізацію втрат біомаси, заміщення традиційної продукції біоаналогами, розвиток біоенергетики та ефективне управління органічними відходами. Зазначене формує підґрунтя для підвищення ресурсоефективності, екологічної й енергетичної безпеки та сталого зростання. Обсяг фінансування досліджень у сфері біотехнологій виступає визначальним чинником модернізації виробництва та зростання доданої вартості у біоекономічному секторі. Інвестиційне зростання стимулює формування

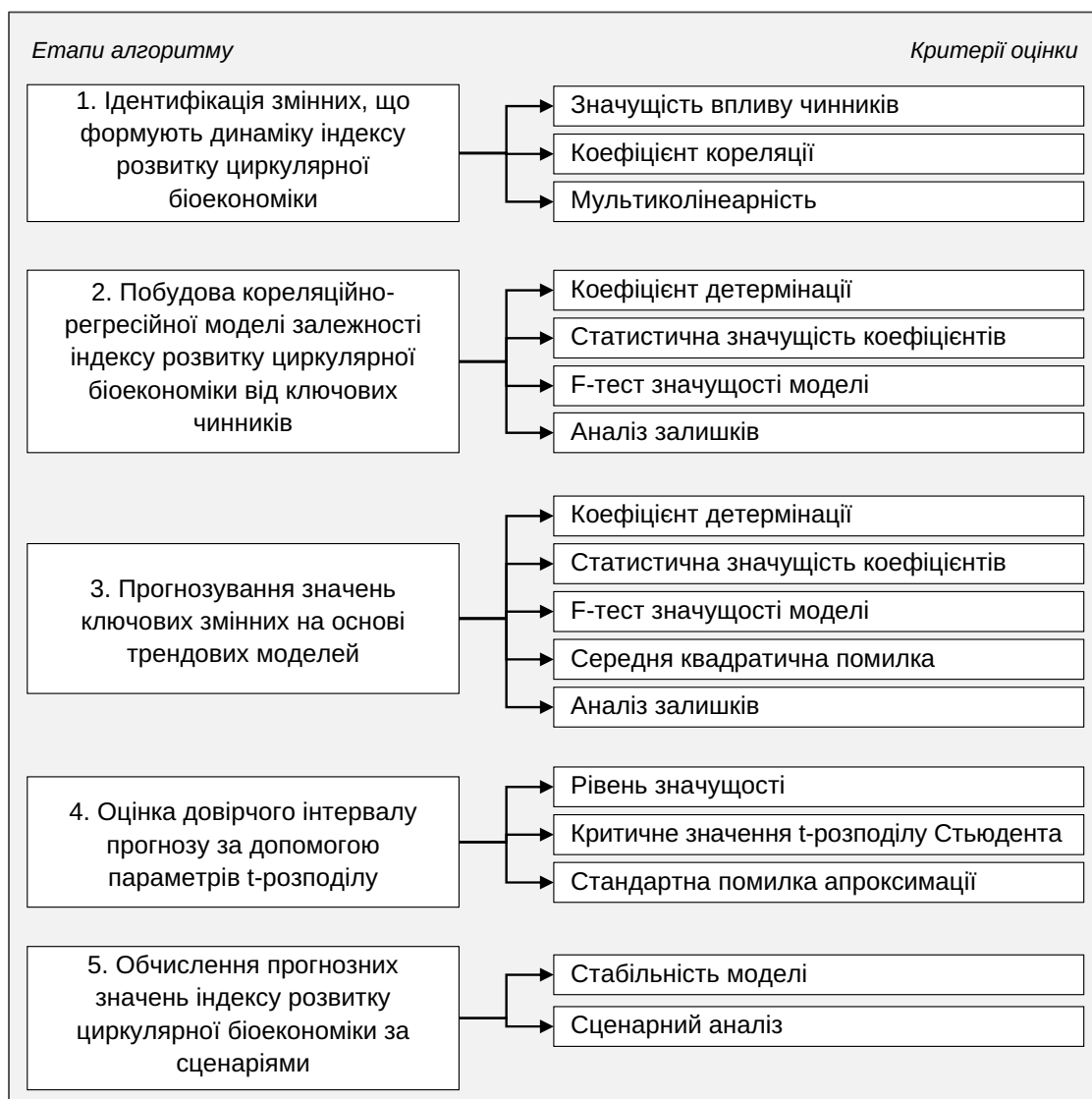


Рис. 1. Алгоритм розрахунку прогнозних значень індексу розвитку циркулярної біоекономіки з використанням кореляційно-регресійного моделювання та сценарного аналізу

Джерело: власні дослідження

циркулярних бізнес-моделей, розширення джерел біосировини та прискорення економічної трансформації. Натомість недостатнє або нестабільне фінансування призводить до уповільнення інноваційних процесів і знижує адаптивність економіки до екологічних та ресурсних викликів. Відтак, стабільна підтримка НДР у біотехнологіях є не лише умовою інноваційного поступу, але й фундаментом сталого розвитку циркулярної біоекономіки загалом. З метою аналізу пріоритетності та масштабів інвестицій у ключову для інноваційного розвитку сферу діяльності, доцільною є оцінка динаміки частки витрат на наукові дослідження та розробки (НДР) у ВВП України, а також обсягів фінансування у сфері біотехнологій відповідно до класифікації основних галузей економіки за кодом 72.11 (КВЕД). Такий аналіз дозволяє оцінити взаємозв'язок інвестицій та результатів діяльності

у галузях, а також виявити тенденції, що істотно впливають на загальний розвиток циркулярної біоекономіки.

Формування витрат на НДР відповідно до коду 72 «Наукові дослідження та розробки» (за КВЕД-2010), а також коду 72.11 «Дослідження й експериментальні розробки у сфері біотехнологій», у статистичній звітності Державної служби статистики України здійснюється на основі методологічних принципів, гармонізованих з міжнародними стандартами OECD [6] щодо обліку та збору статистичних даних про НДР. Зокрема, застосовуються вимоги наказів Держстату щодо форми №2 – наука (річна) «Звіт про виконання наукових робіт і міжнародну допомогу на їх проведення» [7], а також концептуальні положення обліку економічної діяльності згідно з КВЕД [8]. Витрати на НДР підприємств (юридичних осіб) за КВЕД 72 охоплюють

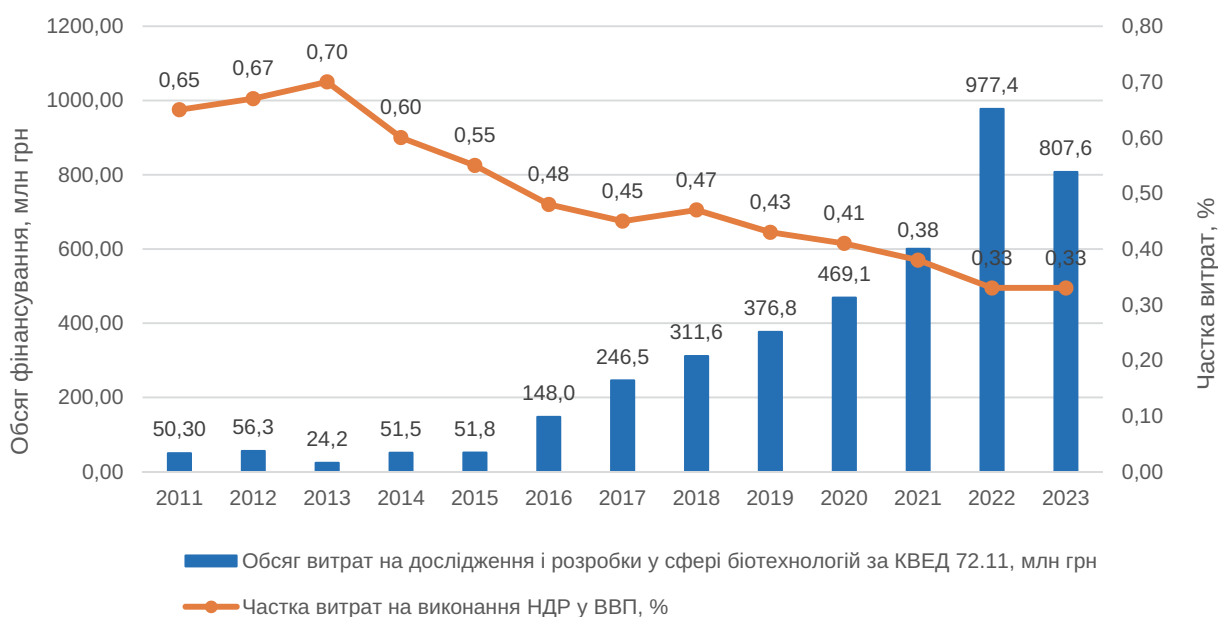
усі види ресурсів, що спрямовуються на виконання наукових досліджень і експериментальних розробок незалежно від джерела фінансування. До основних складових таких витрат належать: оплата праці працівників, зайнятих у сфері НДР; витрати на матеріали, реактиви, сировину; амортизація основних засобів; послуги сторонніх організацій (зокрема, ліцензії, наукове консультування, лабораторні випробування); а також інші витрати, включаючи відрядження, комунальні платежі наукових установ, витрати на захист прав інтелектуальної власності. Узагальнені результати аналізу представлені на рис. 2.

Динаміка на рис. 5.2 засвідчує розходження двох траєкторій на тлі тривалого зниження наукоємності економіки, оскільки спад частки витрат на НДР у ВВП знизився від близько 0,7 % у 2011 р. до 0,33 % у 2023 р. Динаміка обсягів фінансування досліджень і розробок у сфері біотехнологій за КВЕД 72.11 демонструє прискорене зростання з найвищим значенням у 2022 р. та помірною корекцією у 2023 р. Така дивергенція інтерпретується як результат селективної пріоритизації біотехнологічного напрямку та дії цільових інструментів підтримки, водночас спостерігається вразливість сектора до макроекономічних шоків та волатильності джерел фінансування. Зазначене змістовно означає, що біотехнології стають «точкою концентрації» інноваційного розвитку, однак перетворення секторного імпульсу на стійкий приріст інноваційної спроможності економіки загалом потребує поєднання підтримки 72.11 із

відновленням загальної інтенсивності НДР, стабілізацією довгострокових фінансових потоків аби забезпечити репрезентативність оцінок та підвищити результативність політики у сфері циркулярної біоекономіки.

Водночас диспропорція тенденції зміни обсягу витрат на дослідження у сфері біотехнологій та частку загальних витрат на НДР у ВВП України, зумовлює необхідність врахування інфляційного чинника як дестабілізуючої змінної у системі фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності. Незважаючи на номінальне зростання обсягів інвестицій у біотехнології в окремі роки, інфляційні процеси знижують їх реальну вартість, обмежуючи купівельну спроможність суб'єктів господарювання, територіальних громад, наукових установ. Окреслений факт призводить до скорочення фактичного ресурсного забезпечення досліджень, що, у свою чергу, зменшує ефективність фінансування, стримує реалізацію інноваційного потенціалу та уповільнює поступ у розвитку циркулярної біоекономіки. Таким чином, саме інфляція може нівелювати позитивний ефект номінального зростання інвестицій, знижуючи результативність державної підтримки біотехнологічного сектору та підкреслюючи необхідність оцінки витрат у реальному вимірі для точного прогнозування їх впливу на економічну динаміку.

Для нівелювання впливу інфляційного чинника на вартісні показники в статистичних дослідженнях доцільно визначати витрати у сфері біотехнологій за досягнутим рівнем до базового року (тобто



**Рис. 2. Динаміка обсягів фінансування у сфері біотехнологій за КВЕД 72.11 та частки витрат на дослідження і розробки у ВВП України**

Джерело: розраховано на основі [9]

їх цінності у грошових одиницях до визначеного періоду). Приведення платежів до співставного виду пропонується здійснювати з використанням індексу-дефлятора, який характеризує середню зміну цін на товари та послуги в звітному періоді у порівнянні з базовим та фактично відображає усереднене коливання купівельної спроможності грошей. Обчислення індекса-дефлятора (Def) пропонується здійснити за формулою (1):

$$Def = \frac{\sum p_{t1} q_{t1}}{\sum p_{t0} q_{t1}}, \quad (1)$$

де,  $p_{t1}$ ,  $p_{t0}$  – відповідно ціни на товари та послуги в звітному та базовому році;

$q_{t1}$  – обсяги виробництва товарів та послуг у звітному році.

Приведення витрат за ряд періодів до порівняного року (базового) здійснюється на основі знаходження частки таких витрат до добутку усіх індексів-дефляторів від базового до звітного періодів. Дефлятор довільного періоду відносно обраного для приведення витрат ( $Def_t$ ) обчислюється за формулою (2):

$$Def_t = Def_1 \cdot Def_2 \cdot \dots \cdot Def_n = \prod Def_n, \quad (2)$$

Тоді приведена вартість витрат за довільний період ( $PC_t$ ) становитиме:

$$PC_t = \frac{C_t}{Def_t} = \frac{C_t}{\prod Def_n}, \quad (3)$$

Виключивши вплив інфляційного чинника на коливання витрат у сфері біотехнологій, проаналізуємо їх вплив на розвиток циркулярної біоекономіки. В якості результативного показниками визначено індекс розвитку циркулярної біоекономіки, що

комплексно враховує ефективність використання біологічних ресурсів, відновлення матеріалів і енергії в замкнених циклах виробництва, а також вплив біотехнологій на скорочення викидів парникових газів та зниження шкоди навколишньому природному середовищу. Його розрахунок здійснюється за чотирма вимірами, а саме: ресурсне забезпечення, інноваційне виробництво, стале споживання та ефективне поводження з відходами, із застосуванням вагових коефіцієнтів значущості, що відображають різну пріоритетність складових у функціонуванні біоекономічної системи. Підтвердження наявності взаємозалежності та встановлення тісноти взаємозв'язку дозволить визначити необхідний обсяг інвестицій на дослідження і розробки у сфері біотехнологій для прискореного розвитку циркулярної біоекономіки в Україні.

Для визначення типу взаємозв'язку між витратами на дослідження у сфері біотехнологій та індексом розвитку циркулярної біоекономіки пропонується побудувати діаграму розсіювання. За виключенням нетипового 2022 р. в цілому можна говорити про лінійну залежність між даними величинами. Враховуючи те, що в 2022 р. на індекс розвитку циркулярної біоекономіки та інші економічні показники впливали чинники відмінні від попередніх років, для дослідження системних взаємозв'язків між процесами біоекономіки за допомогою статистичних методів пропонується замінити значення індексу на усереднене (рис. 3).

Для виявлення кореляційної залежності між запропонованими показниками висунемо гіпотезу, що наукові дослідження, знання, технологічні інновації сприяють довгостроковому економічному

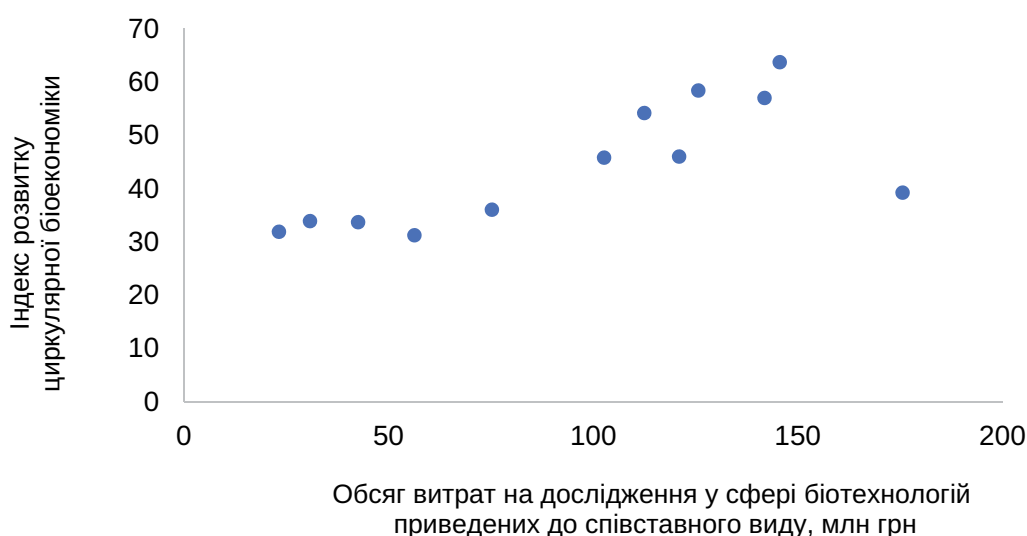


Рис. 3. Діаграма розсіювання значень обсягу витрат на дослідження у сфері біотехнологій приведенних до співставного виду та індексу розвитку циркулярної біоекономіки

Джерело: власні дослідження

зростанню, а отже їх результати можна виявити та об'єктивно оцінити тільки в наступних періодах. Зсув у часі витрат на біотехнологічні інновації та отримані економічні результати дозволяє підвищити точність розрахунків, мінімізує ризик нерациональних рішень та сприяє оптимізації інвестицій у науково-прикладні дослідження. Інтервал зсуву в часі пропонується встановити на підставі сили взаємозв'язку між досліджуваними показниками шляхом обчислення коефіцієнта кореляції.

Розраховані значення парних коефіцієнтів кореляції між обсягом витрат на дослідження у сфері біотехнологій та індексом розвитку циркулярної біоекономіки без зсуву періодів, із зсувом на один період та на два періоди підтверджує гіпотезу про відтермінований вплив досліджень та інноваційних технологій на економіку. Дійсно витрати на дослідження в сфері біотехнологій впливають на індекс розвитку циркулярної біоекономіки безпосередньо у періоді, в якому вони були здійснені, а також у наступних часових етапах їх освоєння (табл. 1).

Таблиця 1  
Тіснота взаємозв'язку витрат на дослідження у сфері біотехнологій та індексу розвитку циркулярної біоекономіки

Коефіцієнт кореляції наборів даних	Значення коефіцієнта кореляції
$r_{y_i x_i}$	0,931
$r_{y_{i+1} x_i}$	0,793
$r_{y_{i+2} x_i}$	0,735

Джерело: власні дослідження

Розрахунки параметрів та статистичних характеристик економетричних моделей залежності індексу розвитку циркулярної біоекономіки від рівня витрат на дослідження у сфері біотехнологій зі зміщенням періодів підтверджують припущення про тривалий вплив досліджень та інновацій на біоекономічний розвиток (Додаток А-1, А-2, А-3). За результатами можна зробити висновок, що найвище максимальне значення коефіцієнта регресії отримано у моделі без зсуву періодів. У міру зміщення періодів відмічається зниження рівня коефіцієнта регресії, коефіцієнта детермінації та F-критерія, проте вони залишаються статистично значимими та достовірними на рівні значущості  $p = 0,05$ , що підтверджує наявність такого взаємозв'язку (табл. 2).

Підтверджена гіпотеза про вплив обсягу витрат на дослідження у сфері біотехнологій на розвиток циркулярної біоекономіки дозволяє спрогнозувати значення індексу останнього. Прогнозні значення представлено в табл. 3.

Згідно з песимістичним сценарієм, витрати на дослідження в сфері біотехнологій у порівняльному вимірі (в цінах базового року) залишатимуться на існуючому рівні або зростатимуть незначно. У такому випадку індекс розвитку циркулярної біоекономіки перебуватиме в діапазоні від 53 до 64. Оптимістичний варіант передбачає суттєве збільшення фінансування наукових досліджень. За такого сценарію очікується, що обсяг витрат на дослідження в сфері біотехнологій зросте в 1,9 рази до 2030 р. (у співставних оцінках). Інвестування додаткових ресурсів у наукові

Таблиця 2  
Параметри та окремі статистичні характеристики економетричної моделі залежності індексу розвитку циркулярної біоекономіки від витрат на дослідження та розробки у сфері біотехнологій

Набори даних	$a_0$	$a_1$	$r^2$	F критерій
$y_i x_i$	23,812	0,230	0,866	64,799
$y_{i+1} x_i$	30,004	0,184	0,630	15,299
$y_{i+2} x_i$	33,285	0,181	0,540	9,393

Джерело: власні дослідження

Таблиця 3  
Прогнозні значення індексу розвитку циркулярної біоекономіки за умови зміни витрат на дослідження і розробки у сфері біотехнологій

Рік	Сценарій А (оптимістичний)	Сценарій Б (реалістичний)	Сценарій В (песимістичний)
2025	81,69	67,14	52,59
2026	85,06	69,97	54,88
2027	88,48	72,80	57,13
2028	91,94	75,63	59,33
2029	95,43	78,47	61,50
2030	98,96	81,30	63,64

Джерело: власні дослідження

дослідження у сфері біотехнологій сприятиме розвитку циркулярної біоекономіки та підвищенню його індексу до значення 99. Найбільш реалістичним видається збереження тенденції поступового нарощування витрат на дослідження в сфері біотехнологій, що передбачає їх збільшення більш ніж у 1,4 рази порівняно з 2024 р. За таких умов зростання індексу розвитку циркулярної біоекономіки прогнозується з 67,14 у 2025 р. до 81,30 у 2030 р. (рис. 4).

Прогнозування виступає важливим інструментом стратегічного планування, що дає змогу окреслити можливі траєкторії зміни обсягів фінансування досліджень у сфері біотехнологій за різних сценаріїв розвитку циркулярної біоекономіки. Побудований прогноз відображає вплив варіативних умов на обсяги інвестицій у науково-дослідну

діяльність та дозволяє оцінити потенціал галузі за певного рівня фінансового забезпечення. Прогнозовані значення витрат у фактичних (номінальних) цінах для трьох сценарних варіантів (оптимістичного, реалістичного та песимістичного) представлено в табл. 4.

Згідно з результатами, у разі реалізації песимістичного сценарію очікується зростання витрат на дослідження у сфері біотехнологій у 2,3 рази до 2030 р. порівняно з базовим рівнем (2023 р.). Реалістичний сценарій передбачає збільшення фінансування у понад 3,3 рази, тоді як за оптимістичним прогнозом обсяги інвестицій мають збільшитися більш ніж у 4,3 рази. Отримані результати свідчать про суттєву залежність темпів розвитку циркулярної біоекономіки від масштабів фінансової підтримки науково-дослідної діяльності, що

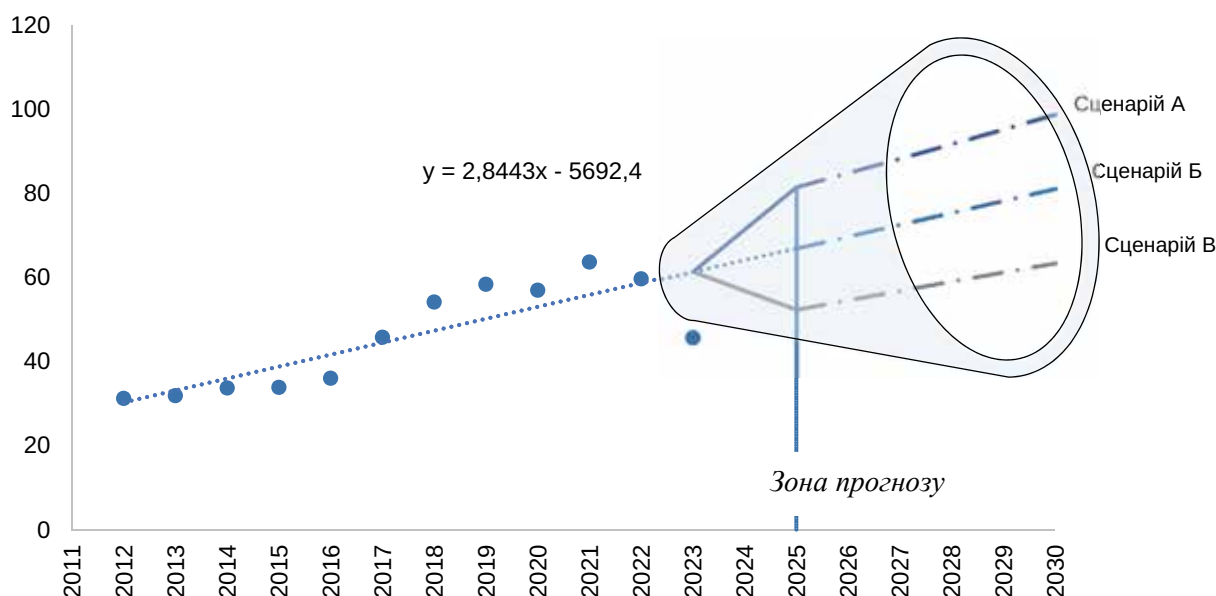


Рис. 4. Прогноз індексу розвитку циркулярної біоекономіки за умови зміни обсягу витрат на НДР у сфері біотехнологій (за КВЕД 72.11)

Джерело: власні дослідження

Таблиця 4

Прогнозовані обсяги витрат на дослідження у сфері біотехнологій за різними сценаріями розвитку циркулярної біоекономіки, млн грн

Рік	Сценарій А (оптимістичний)	Сценарій Б (реалістичний)	Сценарій В (песимістичний)
2025	2032,352	1521,5	1010,7
2026	2365,822	1783,0	1200,2
2027	2747,589	2081,6	1415,5
2028	3183,941	2422,0	1660,1
2029	3681,937	2809,7	1937,5
2030	4249,496	3250,8	2252,1

Джерело: власні дослідження

підтверджує доцільність сценарного підходу, який може бути ефективно використаний як інструмент стратегічного планування інвестиційної політики у сфері біотехнологій та розвитку циркулярної біоекономіки загалом. Зазначене дає змогу обґрунтувати оптимальні обсяги фінансування та оцінити ймовірні результати біоінноваційного розвитку залежно від обраної фінансової стратегії. Водночас слід ураховувати, що згідно з міжнародною та українською статистичною практикою, діяльність за кодом 72.11 «Дослідження й експериментальні розробки у сфері біотехнологій» охоплює широкий спектр високотехнологічних напрямів, зокрема дослідження у галузях генетики, молекулярної та синтетичної біології; створення біопрепаратів, ферментів, клітинних культур, біосенсорів; розробка біотехнологічних рішень для сільського господарства, медицини, екології; технології біопалива, біоочищення, біорозкладання тощо. Відповідно витрати у зазначених сферах діяльності формуються з урахуванням високої частки лабораторних та експериментальних робіт, тривалих дослідницьких циклів до отримання кінцевого продукту, а також значних витрат на забезпечення біобезпеки, контролю якості та сертифікації. Зростання інвестицій за кодом 72.11 може стати потужним драйвером підвищення індексу розвитку циркулярної біоекономіки, однак за умов належного інституційного забезпечення, стимулювання трансферу біоінновацій та формування сприятливого інноваційного середовища, що дозволить забезпечити: ефективну конверсію результатів НДР у виробництво (технологічний трансфер); полегшення доступу біоінновацій до ринку (через формування попиту, удосконалення регулювання та стандартизації); підтримку зі сторони держави або місцевих органів самоврядування (податкові стимули, субсидії, програми «зелених» закупівель); розвиток міждисциплінарної співпраці за принципом «наука – бізнес – влада».

**Висновки.** Проведене дослідження підтвердило наявність тісного взаємозв'язку між обсягами інвестицій у біотехнологічні НДР (КВЕД 72.11) та динамікою розвитку циркулярної біоекономіки України. Запропонована кореляційно-регресійна модель дозволила кількісно оцінити зв'язок для побудови сценарної траєкторії індексу розвитку біоекономіки до 2030 р. Встановлено, що приріст витрат на дослідження навіть в умовах найбільш ймовірного реалістичного сценарію забезпечує зростання індексу на понад 21 %, тоді як у разі реалізації оптимістичного варіанту – до 48 % порівняно з базовим роком. Результати дослідження засвідчують високу залежність темпів інноваційного розвитку від масштабів фінансування НДР, а також необхідність їх оцінки у реальному вимірі з урахуванням інфляційного впливу. Ідентифіковані бар'єри трансферу біоінновацій вказують на потребу в удосконаленні

інституційного середовища, формуванні дієвої системи стимулювання та фінансової підтримки біотехнологічних досліджень.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Carus M., Dammer L. The Circular Bioeconomy-Concepts, Opportunities, and Limitations. *Industrial Biotechnology*. 2018. Vol. 14, No. 2. P. 83–91. DOI: <https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>.
2. Philp J., Winickoff D. Innovation ecosystems in the bioeconomy. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*. OECD Publishing, Paris, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1787/e2e3d8a1-en>.
3. McCormick K., Kautto N. The bioeconomy in Europe: An overview. *Sustainability*. 2013. Vol. 5, No. 6. P. 2589–2608. DOI: <https://doi.org/10.3390/su5062589>.
4. Scarlat N., Dallemand J. F., Monforti-Ferrario F. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy. *Climatic Change*. 2015. Vol. 123. P. 575–590. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0965-3>.
5. Kucher O., Hutsol T., Glowacki S., Andreitseva I., Dibrova A., Muzychenko A., Szelağ-Sikora A., Szparaga A., Kocira S. Energy potential of biogas production in Ukraine. *Energies*. 2022. Vol. 15, No. 5. 1710. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15051710>.
6. OECD. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. OECD Publishing, Paris, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>.
7. Державна служба статистики України. Наказ від 22.02.2024 №28 Про затвердження форми державного статистичного спостереження № 2-наука (річна) «Звіт про виконання наукових робіт і міжнародну допомогу на їх проведення». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0028832-24#Text> (дата звернення: 12.02.2024).
8. Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. Національний класифікатор України. Класифікація видів економічної діяльності ДК 009:2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/vb457609-10#Text> (дата звернення: 12.02.2023).
9. Міністерство економіки України. Цілі сталого розвитку України: моніторинговий звіт. Київ, 2023. С. 59.

#### REFERENCES:

1. Carus M., Dammer L. (2018). The circular bioeconomy-Concepts, opportunities, and limitations. *Industrial Biotechnology*, vol. 14(2), pp. 83–91. DOI: <https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>
2. Philp J., Winickoff D. (2019). Innovation ecosystems in the bioeconomy. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*. OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/e2e3d8a1-en>
3. McCormick K., Kautto N. (2013). The bioeconomy in Europe: An overview. *Sustainability*, vol. 5(6), pp. 2589–2608. DOI: <https://doi.org/10.3390/su5062589>

4. Scarlet N., Dallemand J. F., Monforti-Ferrario F. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy. *Climatic Change*, no. 123, pp. 575–590. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0965-3>

5. Kucher O., Hutsol T., Glowacki S., Andreitseva I., Dibrova A., Muzychenko A., Szeląg-Sikora A., Szparaga A., Kocira S. (2022). Energy potential of biogas production in Ukraine. *Energies*, vol. 15(5), p. 1710. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15051710>

6. OECD. (2015). Frascati manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. The measurement of scientific, technological and innovation activities. OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>

7. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Nakaz vid 22.02.2024 №28 Pro zatverdzhennia formy derzhavnoho statystychnoho sposterezhennia № 2-nauka (richna) "Zvit pro vykonannia naukovykh robit i mizhnarodnu dopomohu na yikh provedennia" [State Statistics

Service of Ukraine. Order dated 02/22/2024 No. 28 On confirming the form of state statistical control No. 2-science (river) "Information about the implementation of scientific work and international assistance in their implementation"]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0028832-24#Text> (accessed 12.02.2024). [in Ukrainian].

8. State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy. (2010). Natsionalnyi klasyfikator Ukrainy. Klasyfikatsiia vydiv ekonomichnoi diialnosti DK 009:2010 [National classifier of Ukraine. Classification of types of economic activity DK 009:2010]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/vb457609-10#Text> (accessed 12.02.2024). [in Ukrainian].

9. Ministry of Economy of Ukraine. (2023). Tsili staloho rozvytku Ukrainy: Monitorynhovyi zvit [Sustainable development goals of Ukraine: Monitoring report]. Kyiv, p. 59. [in Ukrainian].