

**Кліматична нейтральність економіки**

Наталія КРАУС,
Катерина КРАУС

**СИНЕРГЕТИЧНІ ЕФЕКТИ
ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ
ЕКОНОМІКИ БІОРОСТУ
І «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ
ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ****Резюме**

Економіка біоросту та «зелена» економіка є невід’ємними складовими інноваційного розвитку країн і втілення принципів енергоощадності. Економіка біоросту підтримує інтереси сталого використання обмежених ресурсів, їх розумного споживання, захищає біорізноманіття і біосередовище існування людини, надання індивідуумам екосистемних інноваційно-цифрових послуг, а «зелена» економіка орієнтована на зменшення екологічних ризиків і раціональне використання наявних природних ресурсів. Метою статті є представлення моделі функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації крізь призму сталого, інклюзивного й інноваційного зростання. У праці використано методи: аналізу – для огляду літератури з питань економіки біоросту й пошуку ефективної моделі «зеленої» економіки; синтезу – для вивчення принципів побудови економіки за умов сталого

© Наталія Краус, Катерина Краус, 2025.

Краус Наталія, доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна. ORCID: 0000-0001-8610-3980 Email: k2205n@ukr.net

Краус Катерина, кандидат економічних наук, доцент, старший науковий співробітник, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна. ORCID: 0000-0003-4910-8330 Email: k23k@ukr.net

розвитку й екологізації; порівняння – для виявлення соціально-економічних корисностей та ефектів від функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки; схематичний – для візуалізації моделі функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації. У результаті дослідження розкрито принципи, на яких ґрунтується економіка біоросту й «зелена» економіка. З'ясовано суть екологічного ядра економіки біоросту та «зеленої» економіки. Представлено соціально-економічні й синергетичні ефекти взаємодії зазначених економік крізь призму екологізації. Описано економіку біоросту і вказано, що важливими її складниками є скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферне повітря, зменшення парникових ефектів; дотримання інклюзивності, безбар'єрності, соціально-корпоративної відповідальності, відповідності етичним та екологічним стандартам. Є потреба підвищувати ціннісну складову національного еколаншафту через розвиток екологічного франчайзингу, екологічного агротуризму. Наукова новизна полягає у встановленні взаємозв'язків економіки біоросту й «зеленої» економіки крізь призму екологічних ініціатив, «зелених» інновацій, цифрових технологій, а також розгляді моделі функціональної взаємодії економіки біоросту й «зеленої» економіки щодо сталого, інноваційного та інклюзивного зростання. Практична цінність окреслюється синергетичними ефектами від взаємодії економіки біоросту та «зеленої» економіки ведуть до енергоефективності виробництва та більш ощадливого споживання. Досягнути цього можна через системні заохочення з боку держави до ведення екологічного бізнесу за допомогою «податкових канікул» для «зеленого» бізнесу; зменшення кількості податків та розміру податкових стягнень для суб'єктів господарювання, що поступово зменшують відходи на виробництві, викиди парникових газів і застосовують у бізнес-процесах відновлювальні джерела енергії. Перспективи дослідження окреслюються моделюванням економіки біоросту, щоб на основі цього напрацювати національні моделі інноваційно-цифрового розвитку економіки.

Ключові слова:

економіка біоросту, «зелена» економіка, «синя» економіка, екологічні стандарти, соціальні користі, біоекономіка, екологічні інновації, технологічні інновації, глобальні екосистеми, «зелене» зростання.

Класифікація за JEL: F15, F29, F43, O13, O33, Q00.

2 рисунки, 10 джерел літератури.

Постановка проблеми

Світ зазнає швидких перетворень, що змінюють умови ведення бізнесу, створюють нові можливості та виклики для економічного розвитку. Невід'ємною частиною трансформаційних процесів є дбайливе ставлення до довкілля, раціональне використання природного потенціалу для забезпечення добробуту націй. Цього можна досягнути за умови підтримання стійкості економічних процесів та активного застосування зелених енергоощадних технологій.

Перехід до економіки біоросту та «зеленої» економіки відкривають нові можливості для світової спільноти і створюють передумови гармонійного співіснування бізнесу та природи. Саме тому, вважаємо, що «зелена» економіка та економіка біоросту взаємодіють так, що їхнє функціонування ґрунтується на кількох принципах, зокрема мова йде про синергетичні ефекти, узгодженість і взаємодоповненість в інноваційних ланцюгах створення вартості. Не залишається поза увагою принципи ефективної інвестиційної політики для сектору досліджень, розробок, цифри та інновацій у природокористуванні.

Економіка біоросту насамперед має обстоювати інтереси сталого використання обмежених ресурсів, їх розумного споживання, захищати біорізноманіття й покращення якості біосередовища існування людини і надання індивідуумам екосистемних інноваційно-цифрових послуг. Політика «зеленого» національного розвитку має надавати розгорнуту ціннісну інформацію для свідомого розуміння чіткого внеску науково-технічного прогресу, технологічних інновацій, становлення Індустрії 5.0 на засадах розумної екоструктури, якісного екологічного цифрового управління й е-регулювання на основі прозорості, відкритості, доступності, інклюзивності та безбар'єрності.

Огляд літератури

Із дослідженням загальних аспектів становлення економіки біоросту пов'язані імена Г. Калліс (Schneider et al., 2010), Л.-М. Кастро, Ф. Лехталер (Castro & Lechthaler, 2022) та О. Шмідт (Schmidt et al., 2012). Такі дослідники, як Д. Бус (Booth, 2020), Д. Чацудес (Chatzoudes et al., 2024), П. Ліу (Liu et al., 2024) та інші у своїх працях зосереджуються на вирішенні питань розвитку національної моделі «зеленої» економіки. Водночас А. Ніхал, Ф. Ареш, В. Араухо (Nihal et al., 2024), Н. Краус, К. Краус (Kraus et al., 2021) розглядають наслідки взаємодії цих двох типів економіки для країн та суспільства з

огляду на інноваційні зміни і виникнення цифрових моделей екологічного бізнесу. Значна кількість проблемних питань, таких як модель функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки в межах відцифрованої глобальної світ-системи, все ще недостатньо розкриті та описані. Також відсутнє чітке розуміння синергетичних ефектів від розвитку цих економік крізь призму екологізації.

Науковці Д. Чацудес, М. Кадлубек і Д. Мадітінос (Chatzoudes et al., 2024) вивчали практики застосування «зеленої» логістики в контексті операційної, фінансової та ринкової ефективності і соціальної репутації. Цінними вважаємо наукові результати дослідження П. Ліу, Б. Чжу, М. Ян і Б. Де Бетс (Liu et al., 2024), адже їм вдалося простежити динамічні зміни з погляду «зеленого» зростання в секторі високоякісного морського економічного розвитку країни та представити авторську стратегію екологічного вдосконалення.

Науковці М. Раїсова та Дж. Дуркова (Raisova & Durcova, 2014) порівняли економічне зростання країн ЄС, аналізуючи зв'язки між виробничою функцією Кобба-Дугласа і продуктивністю. Науковці дійшли висновку, що в більшості країн економічне зростання має характер екстенсивного економічного зростання, а вартість економічного розвитку досягнуто екстенсивним та інтенсивним використанням факторів виробництва.

З огляду на зазначене вважаємо за потрібне запропонувати очевидні соціально-економічні корисності та ефекти від функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки крізь призму екологізації, визначити характерні особливості взаємозв'язків цих економік, представити актуалізацію їх взаємозалежності. Доречним буде описати екологічне ядро економіки біоросту та екологічне ядро «зеленої» економіки.

Метою статті є дослідження моделі функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації крізь призму сталого, інклюзивного й інноваційного зростання, а також визначення організаційно-економічних принципів для «розумного» споживання, відцифрованого виробництва, ефективного використання обмежених ресурсів.

Методологія дослідження

У процесі дослідження використано такі наукові методи: метод аналізу – для огляду наявної наукової літератури з питань економіки біоросту та пошуку ефективної моделі «зеленої» економіки, що заснована на інноваціях і цифрових моделях ведення екологічного бізнесу; методи синтезу – для вивчення принципів, на яких вибудовуються ці два типи економіки в умовах сталого розвитку й екологізації; метод порівняння – для виявлення соціально-економічних корисностей та ефектів від функціональної взаємодії еконо-

міки біоросту і «зеленої» економіки крізь призму екологізації; схематичний метод – для візуального представлення моделі функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації.

Висунуто такі гіпотези:

- узгодженість інтересів функціональної взаємодії в розвитку економіки біоросту та «зеленої» економіки на основі екологічного ядра в напрямі сталого інноваційно-цифрового зростання;
- підсилення синергетичних ефектів від взаємодії економіки біоросту та «зеленої» економіки у результаті біоцифрового оновлення економіки і зміни екологічних виробничих та споживчих стандартів.

Результати дослідження

Відповідно до основних висновків індексу майбутніх можливостей 2024 року лідером в економіці біоросту є Німеччина, а серед країн з циркулярною економікою – Велика Британія. Загальні очікування вартості до 2030 р. за економікою біоросту очікуються в обсязі більше 1 трлн дол. США, водночас від циркулярної економіки – 4,5 трлн дол. США (Horizon Group & Vantage Research, 2024).

На 2-му та 3-му місці за розвитком економіки біоросту в світі є Японія та Франція відповідно через велику кількість запатентованих інноваційних досягнень у цій галузі. Китай і США посідають друге та третє місця за показниками розвитку циркулярної економіки. Для їх суб'єктів господарювання притаманний замкнутий цикл виробництва (Horizon Group & Vantage Research, 2024).

Поділяємо думку закордонних науковців Л.-М. Кастро та Ф. Лехталер щодо того, що економіка біоросту тісно пов'язана з розвитком технологічних інновацій і залежить від постійних змін, що простежуються в навколишньому середовищі, а «інклюзивні моделі ефективного землекористування здатні спрогнозувати рішення і визначити переваги» (Castro & Lechthaler, 2022). Моніторинг змін у кількості площі лісових насаджень дає змогу зрозуміти попит на ресурси деревини та екологічні наслідки збурень, таких як стихійні лиха на екосистеми. Країни з меншою лісистістю, як правило, більш чутливі до наслідків кліматичних змін (Nihal et al., 2024). «Повний потенціал інтегрованої біоекономіки необхідно розвивати більшою мірою через зв'язки із суспільними благами та формувати більш помітну роль для фермерів» (Schmidt et al., 2012).

Під економікою біоросту пропонуємо розуміти інституціоналізовану і якісно структуровану економіку створення біоматеріалів, які характеризують-

ся швидкою здатністю до розкладання та не забруднюють навколишнє середовище. Метою прогресивного розвитку такої економіки можна вважати виведення, селекцію нових видів і типів аграрних культур, для яких характерними якісними складовими є морозостійкість, посухостійкість, насиченість мінералами, поживними властивостями, тобто вони характеризуються новою поживною якістю.

Продуктами економіки біоросту є ефективні види палива, нова якість будівельних матеріалів. Науково-технічний прогрес та інновації у сфері синтетичної біології та біоматеріалів закладають фундамент для виникнення нових медичних препаратів для лікування, а в індустрії краси – прогресивних косметичних засобів відновлення та омолодження людини.

Переконані, що на якість управління економікою біоросту впливає відсутність точної і перевіреної інформації, недостатні знання щодо надання послуг екосистемою економіки, непередбачувані ризики від дії інституційної системи і негативні зовнішні ефекти економічної конвергенції. Модель функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації візуалізовано на рис. 1.

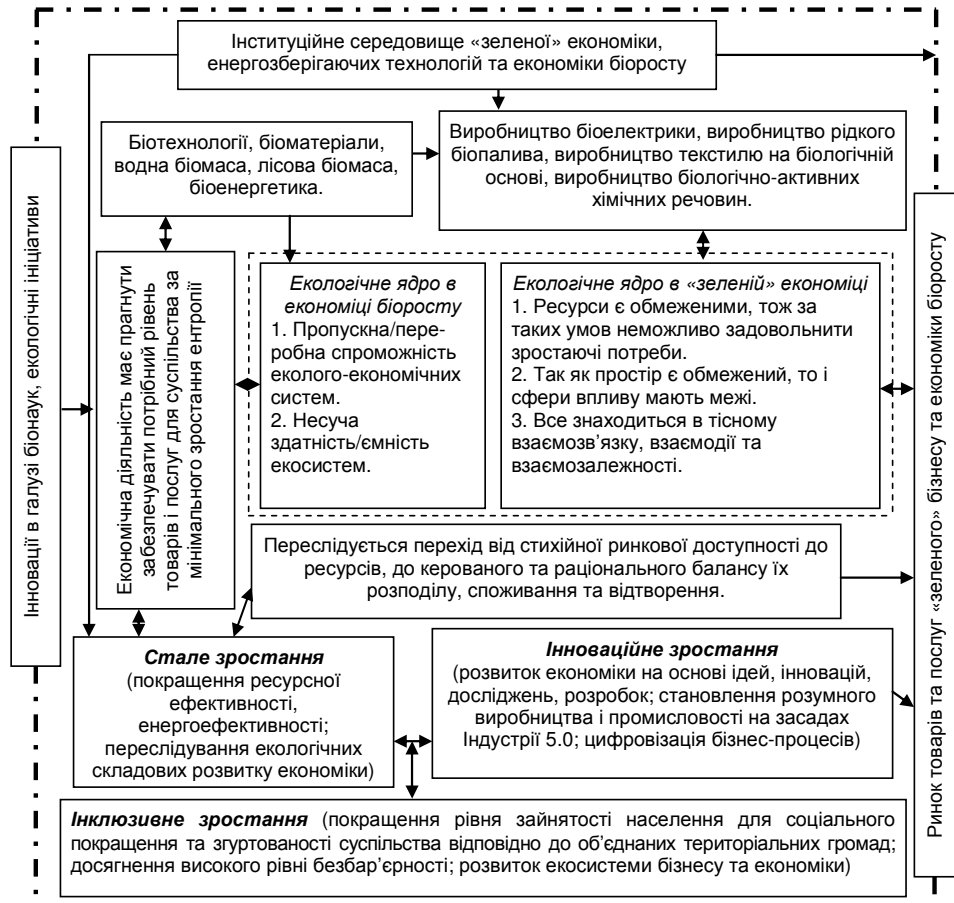
Описуючи рис. 1, варто наголосити, що саме екологічне ядро є тим фундаментом, на якому вибудовується якісна взаємодія економіки біоросту та «зеленої» економіки. Біотехнології роблять цифрову трансформацію економіки біоросту гнучкою, швидкою й ефективною. Зростання «зеленого» бізнесу досягається через цифрові інструменти розвитку, що формують нову віртуальну і змішану реальність.

Серед інструментів цифровізації, які застосовує економіка біоросту та «зеленому» бізнес, варто назвати: GPS-трекінг, лог-бук, автоматизовані системи управління стадом тварин, автоматизовані системи поливу, інформаційні системи для планування посівів та ефективного управління врожаєм, дрони для господарських цілей, програми й додатки у садівництві, штучний інтелект, використання цифрових моделей рельєфу і цифрових тематичних карт, кібер-фізичні системи, великі дані, інтернет-сервіси, Інтернет речей, хмарні обчислення, енергоефективні й ресурсощадні технології, цифрові двійники, промисловий Інтернет речей.

Аналізуючи модель взаємодії, варто зазначити, що нова якість організації функціонування «зеленої» економіки та «раціональне управління ресурсами покращує природні процеси через уникнення або уповільнення процесів деградації» (Castro & Lechthaler, 2022). Регулятивний тиск на навколишнє середовище є найсильнішим рушієм «зеленої» логістики, що підкреслює важливість дотримання нормативних вимог у формуванні сталої практики (Chatzoudes et al., 2024). «Переважаюча частка викидів CO₂ походить від енергетичного сектору внаслідок спалювання викопного палива, яке є основним джерелом енергії» (Nihal et al., 2024).

Рисунок 1

Модель функціональної взаємодії економіки біоросту й «зеленої» економіки за умов цифрової трансформації



Джерело: авторська розробка.

Під «зеленою» економікою трактуємо тип економіки, в якій обстоюються екологічні питання на макро- та мікрорівнях у частинні екобезпеки; така економіка спрямована на покращення добробуту населення через розумне та ощадливе використання природних ресурсів в екосистемі країни. Реалізується сучасний розвиток «зеленої» економіки через проривні інновації, прогресивні зелені технології та цифрові інструменти на кшталт додатків, програм.

Проблема «зеленої» економіки полягає не стільки в досягненні нульового зростання, скільки в реалізації такої «зеленої» економіки, щоб енергетичні та матеріальні потоки та викиди відходів були обмежені на стійких рівнях, що відповідають підтримці здоров'я глобальної екосистеми (Booth, 2020). «Зелене зростання передбачає розвиток більш екологічних галузей, але не обов'язково замінює існуючі проблемні галузі... Насправді, позитивний вплив екологічно чистих товарів і послуг може бути зведений нанівець збільшенням виробництва та споживання, оскільки доходи від більш екологічно ефективних технологій використовуються для споживання більшого обсягу в інших країнах, що розвиваються» (Schneider et al., 2010).

Економіка біоросту охоплює біопереробку нового покоління, біоматеріали, культуру тканин-рослин, синтетичну біологію і харчові продукти рослинного походження, а ринок економіки біоросту визнає трансформаційний потенціал використання можливостей природи для стійких промислових і сільськогосподарських практик (Horizon Group & Vantage Research, 2024).

Біоекономіка орієнтована на суспільні блага. Економіка біоросту обстоє застосунок агроекологічних методів у бізнес-процесах – органічних і низьких систем у землеробстві. Така економіка підтримує надання екосистемних послуг, що ґрунтуються на використанні соціальних інновацій у колективній практиці всіх зацікавлених сторін і спільному виробництві знань (Schmidt et al., 2012).

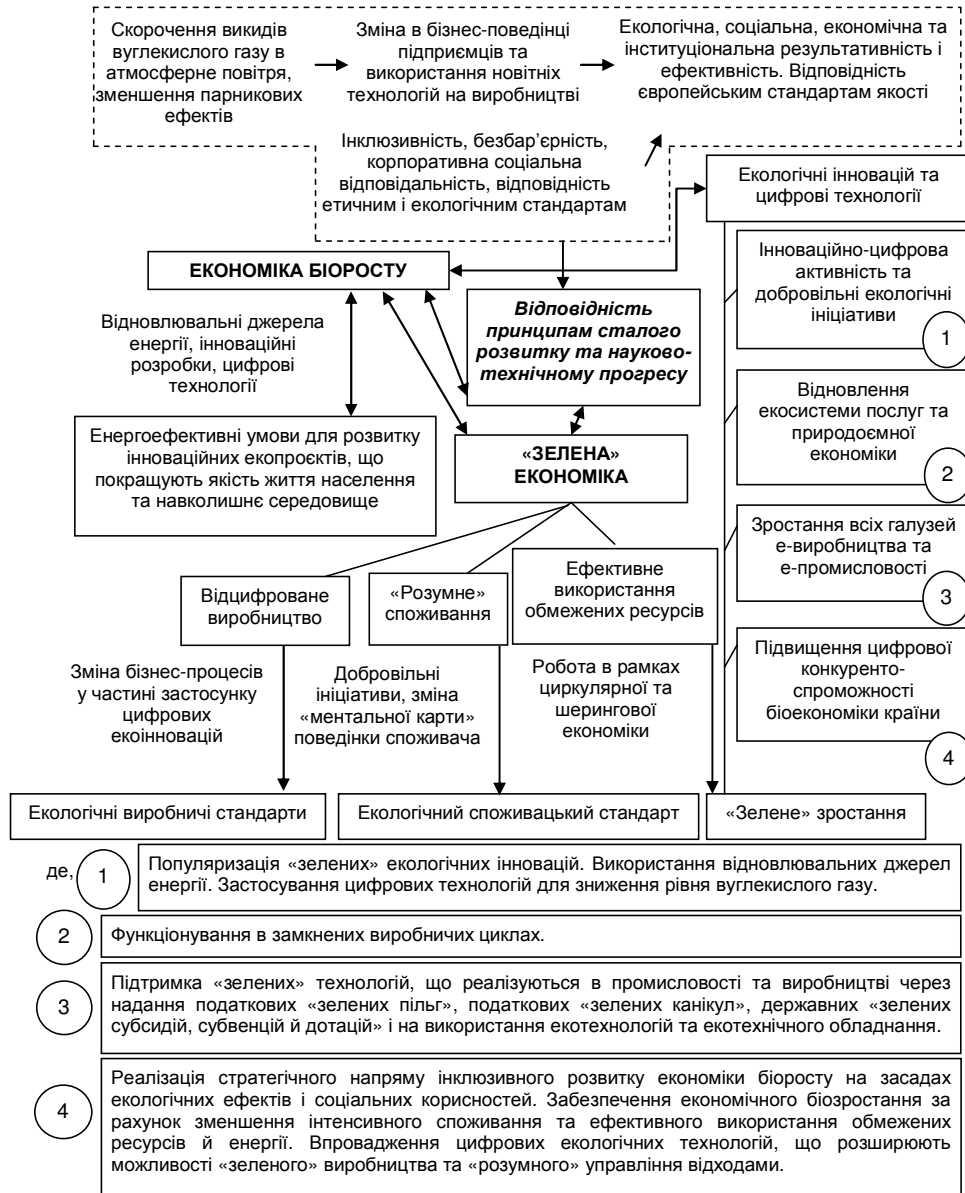
Вважаємо, що біоекономіка – це деякий тип економіки, у виробничому і промисловому секторах якого переважає застосунок інноваційно-цифрових біо-, нано- та інформаційних технологій останнього покоління на молекулярному й генетичному рівнях, які покращують якість та продуктивність виробництва й переробку біоресурсів. Розвиток такого типу економіки тісно пов'язаний з інноваціями, науково-технічним прогресом, відцифрованим виробничим процесом нехарчових продуктів, що ґрунтується на масштабному застосунку біоресурсів, біотехнологій та біотехнологічних продуктів. Поновлені біоресурси використовуються для продукування цінних продуктів харчування, волокна, клітковини, якісних товарів для здоров'я, енергії. Біоекономіка виробляє енергію і товари, виготовлення яких ґрунтується на відновлювальних природних ресурсах.

Авторський науковий погляд на синергетичні ефекти функціональної взаємодії економіки біоросту і «зеленої» економіки крізь призму екологізації візуально представлено на рис. 2.

Долучення цифрових технологій у кожному з представлених на рис. 2 економік спрямовано на зменшення екологічних небезпек на підприємствах у різних секторах економіки. Водночас цифровізація бізнес-процесів та бізнес-моделей економіки біоросту і «зеленої» економіки дає змогу заощаджувати й без того обмежені ресурси, але водночас цифровізація дає нову якість товарам і послугам цих економік, що задовольняє зростаючі в геометричній прогресії бажання й потреби споживачів.

Рисунок 2

**Синергетичні ефекти функціональної взаємодії економіки біоросту
 і «зеленої» економіки крізь призму екологізації**



Джерело: авторська розробка.

Розкриваючи зміст рис. 2, варто зазначити, що синергетичні ефекти від взаємного функціонування одночасно економіки біоросту та зеленої економіки вбачаємо у становленні сталого управління ресурсами в частині екологічно сталого виробництва і застосування ресурсоощадних цифрових технологій. Підвищення продуктивності та ефективності відповідно до цих економік досягається через автоматизацію, інноватизацію, цифровізацію виробничих і промислових процесів та перехід на екологічні виробничі стандарти, корпоративну соціальну відповідальність, використання у виробництві та промисловості екоінновацій.

Оптимізації управління ресурсами та збалансованого їх використання в рамках «зеленої» економіки можна досягнути через відцифроване виробництво та ефективне й продумане використання обмежених ресурсів. Підвищення якості продукції та енергії продукованої економікою біоросту досягається через застосування цифрових технологій для покращення якості й забезпечення екологічності продукції, зниження витрат на пестициди й ефективне управління запасами прісної води, використання відновлювальних джерел енергії.

Варто також нагадати, що «океани охоплюють 97% світових водних ресурсів, становлячи найбільшу біологічно різноманітну екосистему на планеті, що вважається потужною економічною силою під назвою «синя» економіка, яка охоплює складну взаємодію комерційної та наукової діяльності. «Синя» економіка може створити численні економічні й соціальні можливості. Проте сьогодні їй загрожує негативний вплив деяких видів діяльності людини в морській екосистемі. Цей факт погіршує стан життя в океані, підриваючи біорізноманіття, прискорюючи глобальне потепління та руйнуючи глобальне рибальство» (Horizon Group & Vantage Research, 2024). Очікується, що прогрес у біоматеріалах, рослинництві й синтетичній біології призведе до виникнення нових типів продуктів харчування, біологічно розкладних матеріалів, стійких сільськогосподарських культур, екопалива, отриманого з сільськогосподарських відходів та заміників тваринного білка (Horizon Group & Vantage Research, 2024).

Економіка біоросту спрямована на розширення практичного аспекту стійкості інтенсифікації первинного виробництва, ефективного повного замкнутого циклу використання біомаси та формування безвідходного виробництва (рис. 2).

«Зелена» економіка мала би більше позитивних результатів, якби суспільство підвищувало ефективність використання ресурсів, які до того ж є обмеженими. Варто робити акценти на розширення можливостей для «зеленої» економіки, які передбачає економіка спільного використання.

Доцільно підвищувати ціннісну складову національного еколаншафту через розвиток екологічного франчайзингу, екологічного агротуризму. Цього можна досягнути через системні заохочення з боку держави до ведення еко-

логічного бізнесу з допомогою «податкових канікул» для «зеленого» бізнесу; зменшення кількості податків та розміру податкових стягнень для суб'єктів господарювання, що поступово зменшують відходи на виробництві, викиди парникових газів і застосовують у бізнес-процесах відновлювальні джерела енергії та відцифровують їх. Уряд має розширити можливості доступу всіх охочих підприємців на ринок нових сільськогосподарських технологій та продуктів біоматеріалів.

Висновки

З огляду на вищевказане варто зазначити, що синергетичні ефекти від взаємодії економіки біоросту та «зеленої» економіки сприяють більш енерго-ефективному виробництву та ощадливому споживанню, яке в результаті може покращити якість життя суспільства та сприяти його добробуту в частині екологічних умов співіснування людини і промисловості. Процеси системної та комплексної модернізації виробництва, цифрової трансформації бізнес-процесів, інституціональних змін мають сприяти стійкості екологічних і соціальних змін в економіці.

Подальші наукові дослідження варто зосередити на моделюванні економіки біоросту, щоб на основі цього пізнання напрацьовувати ефективні національні моделі інноваційно-цифрового розвитку економіки. Варто прорахувати вплив факторів на зміни в економіці біоросту крізь призму просторової системи координат та часових меж. Очевидно, що це надскладне завдання, але точність і повнота економетричного моделювання сприятиме напрацюванню нових інструментів розвитку «зеленої» економіки та визначенню діапазону альтернативних управлінських рішень на урядовому рівні для нової якості розвитку національної економіки біоросту в післявоєнний час.

Список використаної літератури

- Booth, D. (2020). Achieving a post-growth green economy. *The Journal of Population and Sustainability*, 5(1). 57–75. <https://doi.org/10.3197/jps.2020.5.1.57>
- Castro, L.-M., & Lechthaler, F. (2022). The contribution of bio-economic assessments to better informed land-use decision making: An overview. *Ecological Engineering*, 174, 106449. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106449>
- Chatzoudes, D., Kadlubek, M., & Maditinos, D. (2024). Green logistics practices: The antecedents and effects for supply chain management in the modern

- era. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 19(3), 991–1034. <https://doi.org/10.24136/eq.2864>
- Horizon Group & Vantage Research. (2024). *Future Possibilities Index 2024*. <https://www.vantageresearchgroup.com/reports/FPI%202024%20report%20FINAL.pdf>
- Kraus, N. M., Kraus, K. M., & Osetskyi, V. L. (2021). Green business in blue economy: Quality management and development of innovative products. In: S. K. Ghosh, K. Ghosh, S. Das, P. K. Dan, & A. Kundu (Eds.), *Advances in Thermal Engineering, Manufacturing, and Production Management (ICTEMA 2020)* (pp. 383-394). Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2347-9_33
- Liu, P., Zhu, B., Yang, M., & De Baets, B. (2024). High-quality marine economic development in China from the perspective of green total factor productivity growth: dynamic changes and improvement strategies. *Technological and Economic Development of Economy*, 30(6), 1572–1597. <https://doi.org/10.3846/tede.2024.22018>
- Nihal, A., Areche, F., Araujo, V., & Ober, J. (2024). Synergistic evaluation of energy security and environmental sustainability in BRICS geopolitical entities: An integrated index framework. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 19(3), 793–839. <https://doi.org/10.24136/eq.3088>
- Raisova, M., & Durcova, J. (2014). Economic growth – supply and demand perspective. *Procedia Economics and Finance*, 15, 184-191. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00476-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00476-6)
- Schmidt, O., Padel, S., & Levidow, L. (2012). The bio-economy concept and knowledge base in a public goods and farmer perspective. *Bio-Based and Applied Economics*, 1(1), 47–63. <https://doi.org/10.13128/BAE-10770>
- Schneider, F., Kallis, G., & Martinez-Alier, J. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 511–518. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.014>

Отримано: 4 січня 2025 р.

Рецензовано: 22 січня 2025 р.

Рекомендовано до друку: 27 січня 2025 р.