

БІОЕКОНОМІЧНА РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ В КОНТЕКСТІ АДАПТАЦІЇ ЕКОСИСТЕМ

Війна кардинально вплинула на суспільство, економіку, інфраструктуру, екосистему України. Військове вторгнення руйнує природні екосистеми, втрачається біорізноманіття, забруднюються та отруюються токсичними речовинами ґрунти, вода, повітря, що в свою чергу впливає на здоров'я населення. Ризик невиконання Україною поставлених кліматичних цілей та зниження сільськогосподарського виробництва й як наслідок ризику для продовольчої безпеки обумовлюють пошук концепцій, здатних забезпечити резильєнтність в контексті адаптації екосистем.

Резильєнтність і стійкість являють собою дві унікальні концепції у безпековому домені, що визначають динаміку функціонування як природних, так і антропогенних систем в умовах зовнішніх впливів і внутрішніх змін [1].

Резильєнтність, на відміну від традиційного розуміння стійкості, акцентує увагу на «здатності системи передбачати, витримувати, відновлюватися та адаптуватися» [2, 3] у відповідь на значні збурення та непередбачувані зміни, що є особливо актуальним у контексті нелінійних динамічних систем. Резильєнтність, на відміну від стійкості, не просто має на увазі здатність системи зберігати свій початковий стан в умовах зовнішніх збурень, а й охоплює її адаптивну здатність до еволюції і переходу на нові рівні функціонування у відповідь на ці збурення. Таким чином, резильєнтні системи мають гнучкість, що дає їм змогу не тільки відновлюватися після непередбачуваних подій, а й отримувати з цих подій користь, стимулюючи розвиток і поліпшення своїх функціональних механізмів [1].

Це підкреслює адекватність і доречність спрямування на резильєнтність як цільового вектора в стратегіях управління безпекою. Визнання динамічного та нелінійного характеру безпекового ландшафту вимагає від системи не тільки стійкості, а й здатності до гнучкого реагування, адаптації і розвитку у відповідь на мінливі умови. Резильєнтність, у цьому контексті, стає не лише реактивною здатністю до відновлення, а й проактивним процесом безперервного самовдосконалення та еволюції, що забезпечує системі довгострокове виживання та ефективність в умовах непередбачуваних і мінливих загроз [1].

Резильєнтність спільнот, організацій, екосистем – це їхня здатність протистояти кризам, виживати та розвиватися у посткризових умовах. Резильєнтність доцільно визначити як послідовну та взаємопов'язану здатність системи, по-перше, поглинати потрясіння, уникаючи власної подальшої деградації; по-друге, реорганізовуватися для підтримки своїх внутрішніх структур та збереження функцій; по-третє, зберігати простір для позитивних трансформацій та розвитку, структурних і поведінкових змін, що

дає змогу не лише відновлюватися, але й виходити після шоків та потрясінь на вищий рівень розвитку [4].

Резилієнтність екологічних систем – це дещо інше, ніж їх стійкість або стабільність. Резилієнтність виникає завдяки кумулятивним ефектам, циклам зворотного зв'язку та динамічним рухам. Вона пов'язана з можливостями оновлення, рекомбінації процесів і появою нових траєкторій розвитку системи. Отже, резилієнтність включає такі основні системні можливості, як поглинання, адаптація й трансформація [5].

Сучасні економічні теорії в парадигмі сталого розвитку передбачають економічний розвиток, соціальну стійкість та екологічну сталість.

Біоекономіка є парадигмою та інструментом досягнення цілей сталого розвитку [6].

Біоекономіка пропонує сталі рішення для підвищення резильєнтності та адаптації екосистем до військового екоциду під час воєнного стану та повоєнного відновлення України.

Концепція біоекономіки фокусується на заміні викопних ресурсів та сталому використанні біологічних ресурсів (біомаси), мінімізації відходів на принципах циркулярної економіки (рециклінгу) та негативного впливу на навколишнє середовище (збереженні природних екосистем).

Біоекономіка охоплює знання, дослідження, технології та інновації, пов'язані з виробництвом біологічних ресурсів. Попри те, що біоекономіка вимагає впровадження передових технологій та інновацій, основним двигуном є біорізноманіття [7]. Оскільки біорізноманіття впливає на здатність біологічних систем до адаптації та змін у мінливому середовищі, біологічне різноманіття особливо важливе для резильєнтності екосистем.

За останні кілька років концепція біоекономіки набула популярності в усьому світі. Біоекономіка вирішує багато глобальних проблем сталого розвитку.

Людство стикається з глобальними проблемами, включаючи зміну клімату, продовольчу кризу та ін. Біоекономіка готова відігравати центральну роль у вирішенні цих проблем, зокрема забезпечення продовольчої безпеки [8]. Біоекономіка є перспективним вирішенням проблеми зміни клімату [9]. Біоекономіка як вектор інклюзивного економічного розвитку дозволяє розробити сталі та інклюзивні бізнес-моделі, які розширяють можливості первинних виробників та інших учасників ланцюгів постачання та створення доданої вартості, модифікувати кліматичні та екологічні проблеми на можливості збільшувати та диверсифікувати доходи та створювати нові робочі місця [10].

Біоекономіка передбачає принципи циркулярної економіки, тобто ланцюги доданої вартості утворюють замкнуті цикли, в яких відходи призначені для утилізації та переробки. Біоекономіка на циркулярній основі базується на фундаментальних принципах повторного використання продуктів та матеріалів, усунення відходів та викидів в атмосферу із циклу та відтворення природних екосистем. Це зменшує споживання ресурсів за

рахунок використання відходів та викидів в атмосферу, водночас створюючи нову додану вартість з речей, які раніше визначались відходами. Розвиток біоекономіки на циркулярній основі також створює нові ланцюжки доданої вартості та дають можливість виробляти нові продукти з відходів, формує нові сфери економіки та нові робочі місця.

Екосистеми надають послуги, які підтримують глобальну цивілізацію. Навколишнє середовище контролює кліматичні умови та регулює клімат, управляє природними процесами очищення повітря, генерації води, стабілізації ґрунту тощо та задовольняє фундаментальні потреби людей.

Екосистемні послуги, або структури та функції екосистем, необхідні для підтримання економіки, здоров'я та добробуту суспільства. Для безпечного функціонування екосистемні послуги повинні бути диверсифіковані. Економічна діяльність, яка забезпечує екосистемні послуги, включає такі сфери: сільське господарство, тваринництво, енергетику, будівництво, промисловість тощо. На додаток до забезпечення продовольства та продуктів харчування, біоекономіка спрямована на збільшення сільськогосподарського виробництва непродовольчих товарів, таких як біоенергія та біоматеріали для заміни викопних ресурсів. Тому, для того, щоб не поставити під загрозу ресурсозберігаючі цілі, виробництво біомаси повинно відповідати принципам ефективності використання ресурсів.

Біоекономіка надає можливість розвитку екосистемних послуг для різних сфер бізнесу в таких галузях як енергетика, будівництво, туризм, рекреація, культура та здоров'я людей тощо.

Екосистемні послуги з розвитком біоекономіки відкривають нові перспективи: децентралізоване виробництво біоенергії, будівництво з біоматеріалів потребують ресурси біомаси, управління ландшафтами, на кшталт, включення зелених насаджень в екологічно свідомий дизайн у архітектурі нового будівництва, передбачає розширення біорізноманіття. Отже, розвиток біоекономіки розширює та забезпечує екосистемні послуги.

Галузі промисловості, які можуть отримати резильєнтність завдяки розвитку біоекономіки з використанням біотехнологій, включають біохімічний сектор, харчову, фармацевтичну, лісову промисловість та виробництво товарів з деревини, легку промисловість, виробництво біорозкладних матеріалів, фільтрацію води тощо.

Отже, концепція біоекономіки виникла як перспектива для вирішення проблем, пов'язаних з виснаженням викопних ресурсів, утворенням відходів, деградацією навколишнього середовища та збереження й адаптації екосистем. Біоекономіка зосереджена на сталому використанні біологічних ресурсів для виробництва товарів та послуг з одночасною мінімізацією негативних наслідків природним екосистемам.

Стала біоекономіка на циркулярній основі пропонує величезний потенціал для переходу до більш стійкої та резильєнтної економіки через створення ресурсних циклів, зменшення залежності від невідновлюваних ресурсів та застосовування цілісного та регенеративного підходу. Стала

біоекономіка визнає фундаментальну важливість збереження природних екосистем у досягненні своїх цілей.

Російська агресія в Україні впливає на усі виміри сталого розвитку суспільства: економічний розвиток, соціальну стійкість та екологічну сталість. Економіка, соціальна складова та екологічний стан України потребує комплексного підходу вирішення проблем безпеки під час воєнного стану та в перспективі повоєнного відновлення. Руйнування екосистем, зменшення біорізноманіття, забруднення та отруєння ґрунтів, води та повітря вимагає нових підходів, які резильєнтні в контексті адаптації екосистем. Біоекономіка пропонує рішення, які в повоєнній перспективі здатні відновити природні екосистеми до безпечного стану.

1. Мохор, В. В., & Коробейніков, Ф. О. (2024). Стійкість і резильєнтність у безпековому домені. *Регістрація, зберігання і обробка даних*, 26(1), 113-120. DOI: <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2024.26.1.308655>.
2. NIST Special Publication 800-160, Volume 2. Developing cyber-resilient systems: A systems security engineering approach. Official edition. National Institute of Standards and Technology, 2021. 254 p. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-160v2r1>.
3. Korobeynikov, F. (2023). Resilience Paradigm Development In The Security Domain. *Electronic Modeling*, 45(4), 88–111. DOI: <https://doi.org/10.15407/emodel.45.04.088>
4. *Напрями повоєнного відновлення довкілля та забезпечення резильєнтності екосистем* : монографія / за наук. ред. акад. НАН України Е. М. Лібанової. Київ : Інститут демографії та проблем якості життя НАН України, 2023, 249 с.
5. Хвесик, М. А., & Мандзик В. М. (2024). Концепція екологічної резильєнтності в управлінні водними ресурсами: повоєнні перспективи. *Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України: збірка матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28-29 березня 2024 р.)* – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 113-115.
6. *Зелена трансформація та стала біоекономіка* : монографія / за наук. ред. А. А. Олешко, О. Ю. Будякової. Київ : КНУТД, 2024, 497 с. DOI 10.30857/978.617.7763.34.4 <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/27008>.
7. Anikwe, M. A. N., & Ife, K. (2023). The role of soil ecosystem services in the circular bioeconomy. *Frontiers in Soil Science*, 3, 1209100.
8. Будякова, О.Ю., & Дьяконов, І.О. (2023). Біоекономіка: перспективи розвитку агропромислового комплексу України для подолання продовольчої кризи. *Цифрова економіка та економічна безпека*, 6(06), 68-74. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.6-13>.
9. Будякова, О. Ю. (2024). Біоекономіка як перспективне вирішення проблеми зміни клімату . *Здобутки економіки: перспективи та інновації*, (10). <https://doi.org/10.5281/zenodo.13924099>.
10. Будякова, О.Ю. (2023). Біоекономіка як вектор інклюзивного економічного розвитку в формуванні людського капіталу. *Цифрова економіка та економічна безпека*, 9(09), 68-77. DOI: 10.32782/dees.9-12.