

# ІНТЕГРАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Курепін В.М.

кандидат економічних наук, доцент,

Миколаївський національний аграрний університет

[kypins@ukr.net](mailto:kypins@ukr.net)

***Анотація.** Розглянуто роль енергоефективних технологій у забезпеченні екологічної безпеки та зниженні негативного впливу на довкілля. Проаналізовано сучасні підходи до впровадження відновлюваних джерел енергії, зокрема біоенергетики та геотермальних технологій, а також їх потенціал для підвищення ефективності використання ресурсів. Окрему увагу приділено досвіду інтеграції таких технологій у різних регіонах України, визначено основні проблеми та бар'єри їх розвитку. Обґрунтовано значення енергоефективності як важливого інструменту зменшення екологічних ризиків та формування сталого розвитку енергетичної системи.*

***Ключові слова:** енергоефективність, екологічна безпека, відновлювані джерела енергії, біоенергетика, геотермальна енергія.*

***Annotation.** The role of energy-efficient technologies in ensuring environmental safety and reducing negative environmental impacts is considered. Modern approaches to the implementation of renewable energy sources, in particular bioenergy and geothermal technologies, as well as their potential for increasing resource efficiency, are analyzed. Special attention is paid to the experience of integrating such technologies in various regions of Ukraine, and the main problems and barriers to their development are identified. The importance of energy efficiency as an important tool for reducing environmental risks and shaping the sustainable development of the energy system is substantiated.*

***Keywords:** energy efficiency, environmental safety, renewable energy sources, bioenergy, geothermal energy.*

**Постановка проблеми.** Оптимізація використання енергії в секторах вітчизняної економіки значно скорочує споживання енергетичних ресурсів та суттєво знижує обсяги небезпечних шкідливих викидів, що утворюються під час виробництва та споживання енергії. Зниження енергоспоживання дозволяє оптимізувати процеси виробництва, скоротити забруднення повітря, води та ґрунту. Уповільнення викидів діоксиду вуглецю, оксидів азоту та сірки, інших шкідливих речовин дозволяє підвищувати економічну ефективність підприємств, створювати умови для поєднання розвитку інфраструктури з екологічною безпекою [1, с. 43]. В

сучасних умовах енергоефективність стає одним із ключових інструментів реалізації принципів сталого розвитку та запобігання деградації навколишнього середовища.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження та наукові публікації Іваненко В. С. [1], Бацуровської І. В. [3] свідчать про актуальність інтеграції енергоефективних технологій у систему забезпечення екологічної безпеки країни в цілому та окремих її регіонів. Значна кількість робіт, зокрема науковців Марченка Д. Д. [9], Юрченка К. С. [2] присвячена дослідженню ролі відновлюваних джерел енергії у зменшенні викидів парникових газів та переході до більш стійких моделей розвитку енергетики.

Науковці Зубехіна-Хайят О. В. [7], Щербаков О. Л. [6] наголошують, що альтернативна енергетика, включаючи біоенергетику та геотермальну енергію, спрямована на мінімізацію шкоди довкіллю під час виробництва та використання енергії. Більшість наукових робіт наголошує на необхідності комплексного підходу, який поєднує технологічні інновації, державну політику, розвиток відновлюваних джерел енергії та підвищення ефективності використання ресурсів. Це формує наукову основу для подальших досліджень та практичних рішень у сфері сталого енергетичного розвитку.

**Мета статті.** Визначення їх впливу на зменшення негативного навантаження на довкілля, аналіз сучасних підходів до використання відновлюваних джерел енергії, зокрема біоенергетики та геотермальних технологій, оцінити їх ефективність у контексті раціонального використання природних ресурсів та підвищення енергетичної стійкості.

**Виклад основного матеріалу.** Енергоефективність здатна забезпечити необхідний рівень енергетичних послуг за мінімальних витрат енергії. Завдяки основним принципам вона дозволяє економити ресурси, оптимізувати процеси споживання та відновлювати енергію, зменшувати викиди шкідливих речовин, що має безпосередній вплив на стан довкілля .

Управління енергетичним споживанням потребує екологічної безпеки, впровадження інноваційних технологій, здатності системи раціонально використовувати ресурси. Суспільство та довкілля повинні бути захищені від негативного впливу антропогенних та природних факторів [2, с. 7]. Складовими екологічної безпеки є чистота атмосферного повітря, водних та земельних ресурсів, наявність біорізноманіття, моніторинг рівня забруднення та мінімізація ризиків аварійних ситуацій. Збереження охорони здоров'я населення та забезпечення сталого розвитку територій є ключовими складовими екологічної безпеки.

Зниження екологічних ризиків напряму залежить від взаємозв'язку між енергоефективністю та екологічною безпекою. Впровадження енергоефективних технологій безпосередньо впливає на споживання викопних видів палива, скорочує викиди парникових газів та небезпечних забруднювачів, збалансовує навантаження на природні ресурси. Механізми цього впливу оптимізує енергоспоживання, сприяє підвищенню надійності та

безпеки інфраструктури, зокрема зменшує ймовірність аварійних ситуацій. Отже енергоефективність стає важливим інструментом реалізації принципів екологічної безпеки.

Негативні наслідки господарської діяльності та природні процеси призводять до погіршення стану довкілля, створюють загрози для здоров'я населення [3, с. 52]. У протидію цьому екологічна безпека формує контроль за рівнем забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів, сприяє раціональному використанню природних ресурсів, зменшу техногенне навантаження на довкілля, зберігає біорізноманіття та забезпечує екологічно безпечні умови життєдіяльності населення. Екологічна безпека формує систему управлінських рішень та організаційних заходів, спрямованих на збереження природних ресурсів, підтримання екологічного рівноваги та запобігання деградації екосистем.

Значимість енергоефективності для формування екологічної безпеки незаперечна [4, с. 270]. Вона має безпосередній вплив на масштаби використання природних ресурсів та рівень забруднення довкілля. Модернізація технологій, підвищення ефективності обладнання та впровадження енергоощадних рішень суттєво зменшують обсяги енергоспоживання, а від так скорочується потреба у видобутку викопних ресурсів та знижується викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Система механізмів взаємодії енергоефективності та екологічної безпеки змушує активних користувачів природних ресурсів поступово впроваджувати сучасні енергоефективні технології, стимулює розвивати відновлювані джерела енергії [5, с. 63], цифрові системи управління енергоспоживанням, нові підходи до екологічного менеджменту. Такі умови формують більш стійку модель розвитку суспільства, у якій економічна діяльність поєднується із збереженням природного середовища, а екологічна безпека має підвищений рівень.

Сучасне розвиток енергетики значною мірою пов'язаний з впровадженням енергоефективних технологій, зокрема відновлюваних джерел енергії. Поруч з іншими до них належать біоенергетика та геотермальна енергія, які дозволяють отримувати електричну та теплову енергію з природних ресурсів, що постійно відновлюються. Біоенергетика та геотермальна енергія відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності та зменшення негативного впливу енергетики на довкілля. Цих технологій створюють можливості для формування більш гнучкої, стабільної та екологічно безпечної енергетичної системи.

Використовуючи органічну сировину, біоенергетика не лише отримує енергію з відновлюваних ресурсів (відходи сільського господарства, деревини, біомаси, органічні відходи тваринництва та харчової промисловості) - біогаз або біопаливо, а й ефективно вирішує проблему утилізації відходів, зменшує обсяги викидів метану. Геотермальна енергія, у свою чергу, використовує природне тепло земних надр [6, с. 265]. У сучасних умовах суспільство активно використовує таку енергію для опалення будівель, гарячого водопостачання,

тепличного господарства, є технології виробництва електроенергії. Цей вид енергії характеризується стабільністю, незалежності від погодних умов, з відносно низьким рівнем викидів у навколишнє середовище.

Регіони України мають досвід інтеграції біоенергетичних технологій, особливо це стосується регіонів із розвиненим аграрним виробництвом. Значний потенціал біогазових установок дозволяє активно впроваджувати їх на тваринницьких фермах та підприємствах по переробці відходів тваринництва, кукурудзяного силосу або інших органічних матеріалів. Такі комплекси дозволяють підприємствам виробляти власну електроенергію та тепло, зменшувати витрати на енергоресурси та скорочувати негативний вплив на довкілля [7, с. 98].

Одним із найвідоміших в Україні практичним прикладом впровадження біоенергетики є агропромислова компанія «Миронівський хлібопродукт», біогазові комплекси якої працюють у різних областях України. Біокомплекси підприємства виробляють біогаз та генерують електроенергію та тепло з відходів птахівництва та рослинної сировини. Подібні установки не лише утилізують органічні відходи, а й забезпечують частину енергетичних потреб виробництва.

Іншим прикладом є біоенергетичний комплекс ПрАТ «Теофіпольський цукровий завод». Теофіпольська енергетична компанія вважається одним із найбільших біогазових проєктів у Східній Європі, яка виробляє електроенергію з аграрних відходів. Інтегрована модель «цукор - біоетанол - біогаз» та сучасні технологічні рішення дають змогу ефективно переробляти сировину, забезпечити комплексне використання ресурсів практично без утворення відходів. Такий підхід передбачає послідовне залучення побічних продуктів та залишків основного виробництва до подальших етапів переробки, завдяки чому підвищується загальна ефективність виробничого процесу [8, с. 146].

Практика показує – виробництво біоенергетичних продуктів із відходів основного виробництва може бути економічно більш вигідним, ніж саме базове виробництво. На відміну від традиційних процесів, така діяльність менш залежна від сезонних факторів, такі умови підвищують їх рентабельність, стабільність роботи підприємств у міжсезонні, сприяють більш раціональному використанню ресурсів. Одночасно зменшується екологічне навантаження на довкілля, підвищується загальна ефективність агропромислового сектору.

У західних регіонах країни активно розвивається використання біомаси для теплопостачання. Більшість громад Львівської та Житомирської областей мають муніципальні котельні які були переведені з природного газу на тріску або пелети. У місті Житомир значна частина теплопостачання комунального сектору забезпечується біопаливом. Це дозволяє скоротити споживання імпортного газу та зменшити викиди парникових газів. Такі екологічні

локальні проєкти демонструють ефективне використання біомаси для підвищення енергетичної незалежності міст та громад.

Лісові та деревообробні регіони країни мають можливість використовувати такий вид біопалива, як деревна тріска та пелети. Спресовані деревинні відходи, торф, лушпиння використовуються для опалення об'єктів соціальної інфраструктури, житлових будинків та промислових підприємств.

Більш обмежене поширення в країні мають геотермальні технології. В окремих регіонах їх практичне застосування демонструє значний потенціал для розвитку [9, с. 81]. Термальні води успішно використовують на Закарпатті, зокрема в районі Ужгорода, де тепло підземних вод використовується для рекреаційних комплексів, теплиць та систем опалення.

Перспективні геотермальні ресурси зосереджені на території Херсонської області, де досліджувалися (у мирний час) можливості використання гарячих підземних вод для теплопостачання населених пунктів та аграрних об'єктів. Але війна та окупація частини Херсонської області припинили амбітні екологічні проєкти. Використання геотермальних теплових насосів у житлових будинках, лікарнях та громадських спорудах дозволяє значно зменшити споживання традиційних енергоносіїв.

Інтеграція біоенергетики та геотермальної енергії сприяє диверсифікації енергопостачання, підвищенню енергетичної незалежності регіонів та формуванню більш екологічно безпечної енергетичної системи. Поєднання біоенергетики та геотермальних технологій стає важливим елементом трансформації енергетичної системи. Водночас розвиток цих технологій стимулює модернізацію децентралізованої генерації енергії місцевої інфраструктури, впровадження інноваційних технологій, підвищенню енергетичної стійкості регіонів, зниженню екологічного навантаження та формуванню більш безпечної моделі енергоспоживання.

Але є низка проблем та бар'єрів, які стримують широке впровадження енергоефективних технологій у сфері біоенергетики та використанні геотермальної енергії. Одна з ключових перешкод - значні інвестиції, які необхідні для будівництва біогазових установок, котелень на біомасі або геотермальних системах. Для багатьох громад та підприємств такі витрати є суттєвими, а в умовах війни недоступні до довгострокового фінансування, інвестиційних програм та державної підтримки. Крім того, тривалий період окупності інфраструктурних проєктів часто знижує інтерес інвесторів, що також впливає на темпи розвитку цих напрямів енергетики.

Суттєвим бар'єром залишається і технологічний аспект. Для ефективної роботи біоенергетичних комплексів необхідна стабільна сировинна база, налагоджена логістика постачання біомаси та надійна інфраструктура для її зберігання та транспортування. У багатьох

регіонах ці елементи недостатньо розвинені, а в інших за умов повномасштабного вторгнення просто неможливі.

Додатковими стримуючими факторами є складність необхідних детальних геологічних досліджень, буріння скважин та високі витрати на обладнання; дозвільних процедур та обмеженим стимулюванням інноваційних енергетичних проєктів. Важливу роль відіграє недостатній рівень поінформованості щодо можливостей таких технологій та брак фахівців, які мають практичний досвід їх проєктування та експлуатації.

Біоенергетика одна з найбільш доступних і перспективних напрямів, оскільки базується на використанні місцевої сировини, зокрема відходів сільського господарства, тваринництва, деревообробної промисловості та органічних побутових відходів. Використання такого ресурсу дозволяє не лише виробляти теплову та електричну енергію, а й вирішувати питання утилізації відходів, зменшуючи екологічне навантаження на навколишнє середовище. А розвиток біогазових комплексів, виробництво твердого біопалива та впровадження комбінованих систем генерації енергії забезпечує більш ефективне використання енергетичного потенціалу біомаси.

Геотермальні технології мають потенціал у тих регіонах, де є відповідні природні умови, зокрема термальні води або сприятливі геологічні характеристики для використання теплових насосів. Перспективним напрямом є поєднання геотермальних систем із сучасними технологіями енергоефективності будівель, що дозволяє досягти суттєвого скорочення енергоспоживання та експлуатаційних витрат. Альтернативні рішення у сфері розвитку цих технологій передбачають інтеграцію біоенергетики та геотермальної енергії з іншими відновлюваними джерелами, створення локальних енергетичних систем та впровадження сучасних систем управління енергоспоживанням.

**Висновки та перспективи подальших наукових пошуків.** Використання відновлюваних джерел енергії, зокрема біоенергетики та геотермальних технологій, сприяє більш раціональному використанню природних ресурсів, зменшенню викидів забруднюючих речовин та підвищенню стійкості енергетичних систем. Розвиток цього напрямку потребує подальшого удосконалення, залучення інвестицій та розвитку інноваційних технологічних рішень. Перспективи подальших наукових досліджень пов'язані з удосконаленням методів інтеграції енергоефективних технологій у енергетичні системи, підвищенням ефективності використання біомаси та геотермальних ресурсів, можливостями поєднання різних відновлюваних джерел енергії в єдині енергетичні комплекси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kurepin, V. M., & Ivanenko, V. S. (2022). *Use of ozone-depleting substances and their impact on the environment* [Conference presentation abstract]. Accounting, analytical and financial support of

business entities: national, globalization, European integration aspects, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine, 42-45. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11954>.

2. Yurchenko, K. & Kurepin, V. (2024). *European integration of the agricultural sector of Ukraine in the context of innovation development* [Conference presentation abstract]. Modern approaches to growing, processing and storing crop products, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine, 5-8. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17213>.

3. Batsurovska, I., & Kurepin, V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. *Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society*. Baltija Publishing, 1, 34-55. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17403>.

4. Kurepin, V. M., & Ivanenko, V. S. (2023). *Ecology and war: A view through the past into the future, global challenges, and threats* [Conference presentation abstract]. Ecology and Rational Management of Nature: Education, Science, and Practice. Lomza, Poland. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.

5. Kurepin, V., Ivanenko, V. (2024). Applying Digital Technologies in Agriculture to Achieve Sustainable Development Goals. *Modern Economics*, 47(2024), 62-69. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-09).

6. Shcherbakov, O. (2025). *Combined technologies for mitigating environmental degradation* [Conference presentation abstract]. Mining, construction, environmental protection technologies and ecology. Zhytomyrska politekhnika, Zhytomyr, Ukraine, 264-265. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/21910>.

7. Kurepin V., & Zubykhina-Khayat A. (2025). Anti-crisis Management Mechanisms as the Basis for Business Adaptation to a Turbulent Environment. *Modern Economics*, 54(2025), 95-103. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V54\(2025\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V54(2025)-13).

8. Ivanenko, V. (2024). *Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways* [Conference presentation abstract]. Scientific and practical conference dedicated to World Meteorological Day "On Guard for Climate Action" and World Water Day "Water for Peace", Ukrainian Hydrometeorological Institute, Kyiv, Ukraine, 146-148. [https://doi.org/10.15407/conf\\_UHMI\\_CGO\\_2024.050](https://doi.org/10.15407/conf_UHMI_CGO_2024.050).

9. Kurepin V., & Marchenko D. (2024). Modern technologies for protecting the environment from exposure solar power plants. *Modern Economics*, 44(2024), 79-84. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).