

3. Reuters. Tech giants take US nuclear industry to next level [Електронний ресурс] / Reuters. – 05.11.2024. – Режим доступу: <https://www.reuters.com/business/energy/tech-giants-take-us-nuclear-industry-next-level-2024-11-05/> (дата звернення: 26.02.2025).

4. Business Insider. Google is taking the nuclear option to power soaring demand for AI [Електронний ресурс] / Business Insider. – 15.10.2024. – Режим доступу: <https://www.businessinsider.com/google-nuclear-power-ai-data-centers-2024-10> (дата звернення: 26.02.2025).

УДК 620.9

## **ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ: ВИКЛИКИ, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ В ПЕРЕХОДІ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Душкін Станіслав Сергійович**, канд. техн. наук, доцент кафедра екології,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: d.akass@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9345-9632

Сучасний світ стикається з безпрецедентними викликами, пов'язаними зі зміною клімату, виснаженням природних ресурсів і погіршенням стану навколишнього середовища. Традиційні енергетичні системи, засновані на використанні викопного палива, є основним джерелом викидів парникових газів, забруднення повітря та інших екологічних проблем. Ці фактори роблять перехід до екологічно стійких енергетичних технологій і систем одним із ключових завдань сучасності [1–5].

Екологізація енергетики передбачає впровадження технологій, що мінімізують вплив на навколишнє середовище, збільшення частки поновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності. Цей процес не тільки сприяє зниженню негативних наслідків для екосистем, а й відкриває нові можливості для економічного зростання, створення робочих місць і зміцнення енергетичної безпеки.

Особливого значення набуває розвиток енергозберігаючих технологій, які дають змогу знизити енергоспоживання, зменшити витрати та скоротити вуглецевий слід. Вони стають важливим інструментом у вирішенні глобальних екологічних проблем, а також у забезпеченні сталого розвитку [6].

У рамках цієї роботи обговорюються ключові аспекти екологізації енергетичних систем, вплив енергетики на навколишнє середовище, а також перспективи застосування енергозберігаючих технологій. Особливу увагу приділено сучасним викликам, бар'єрам та інноваціям, які формують майбутнє «зеленої» енергетики [7].

Екологізація енергетичних систем являє собою процес переходу до стійких методів виробництва, розподілу і споживання енергії, що мінімізують шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Одним із ключових елементів екологізації є збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Сонячна, вітрова, гідро- і геотермальна енергетика мають величезний потенціал для заміщення викопного палива. Наприклад, впровадження сонячних панелей і вітрогенераторів дає змогу значно скоротити викиди вуглекислого газу. Однак ключовими викликами залишаються високі початкові інвестиції, нестабільність виробництва енергії (залежно від погоди) і необхідність розвитку систем зберігання енергії.

Декарбонізація включає в себе скорочення викидів парникових газів через перехід на безвуглецеві технології. Це можливо завдяки впровадженню водневих технологій, ядерної енергетики нового покоління (наприклад, реакторів малої потужності), а також технологій уловлювання та зберігання вуглекислого газу (CCS).

Для забезпечення стабільності енергосистем необхідні ефективні рішення зі зберігання енергії. Сучасні акумуляторні батареї, суперконденсатори та водневі системи зберігання стають ключовими компонентами майбутніх екологічних енергосистем. Вони дають змогу інтегрувати змінні ВДЕ в енергомережі та забезпечувати безперервне енергопостачання.

Взаємозв'язок енергетики та довкілля є ключовим аспектом сталого розвитку. Традиційні методи виробництва і споживання енергії, засновані на використанні викопного палива, чинять значний негативний вплив на екосистеми, що підкреслює необхідність переходу до екологічно чистих технологій.

Виробництво енергії з вугілля, нафти і газу супроводжується значними викидами парникових газів, а будівництво та експлуатація енергетичних об'єктів змінюють ландшафти і впливають на біорізноманіття. Перехід на поновлювані джерела енергії дає змогу значно знизити вплив на довкілля. Зниження енергоспоживання за рахунок впровадження енергоефективних технологій є важливим способом зменшення навантаження на навколишнє середовище. Інновації у сфері теплопостачання, модернізація систем освітлення та використання інтелектуальних технологій управління енергоспоживанням знижують обсяги виробництва енергії та, як наслідок, викиди шкідливих речовин.

Енергетика відіграє найважливішу роль у сучасному світі, забезпечуючи розвиток економіки та поліпшення якості життя. Однак традиційні методи виробництва та споживання енергії чинять значний негативний вплив на навколишнє середовище. Саме тому екологізація енергетичних систем стає ключовим напрямком для розв'язання екологічних і кліматичних проблем.

Традиційні енергетичні системи, засновані на використанні вугілля, нафти та природного газу, супроводжуються викидами вуглекислого газу,

метану та інших парникових газів. Це сприяє посиленню глобального потепління та зміні кліматичних умов.

Крім того, такі забруднювальні речовини, як сірчисті та азотні сполуки, спричиняють кислотні дощі, руйнуючи ґрунти, водойми та лісові екосистеми.

Енергозберігаючі технології відіграють ключову роль у процесі екологізації енергетичних систем. Вони спрямовані на зниження споживання енергії без шкоди для рівня комфорту і продуктивності, що дає змогу зменшити вуглецевий слід, знизити витрати і скоротити вплив на навколишнє середовище.

Екологізація енергетичних систем не тільки розв'язує актуальні проблеми екології та клімату, а й відкриває нові горизонти для технологічного прогресу та економічного зростання. Перспективні напрямки та інноваційні розробки здатні прискорити перехід до сталої енергетики, забезпечуючи ефективне використання ресурсів і мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

Інновації в галузі енергоефективних технологій стають невід'ємною частиною концепції розумних міст:

- енергозберігаючі будівлі з інтегрованими системами управління енергією, що дають змогу скоротити споживання електроенергії та тепла.

- мережі електромобілів із зарядними станціями, які використовують енергію від ВДЕ.

- розумні мережі (smart grids), що забезпечують баланс між виробництвом і споживанням енергії в реальному часі.

В умовах посилення наслідків зміни клімату та вичерпання викопних ресурсів перехід на відновлювальні джерела енергії та енергозберігаючі технології стає не просто бажаною стратегією, а життєво необхідною.

Сучасні рішення, як-от розумні енергомережі, системи зберігання енергії, енергоефективні технології та декарбонізація, вже сьогодні доводять свою ефективність у зниженні вуглецевого сліду й оптимізації енергоспоживання [8].

Проте процес екологізації стикається з низкою бар'єрів, включно з високою вартістю впровадження технологій, технологічними обмеженнями і недостатньою обізнаністю суспільства. Ці проблеми вимагають узгоджених дій на національному та міжнародному рівнях, стимулювання інновацій, а також активної участі наукового співтовариства, бізнесу та громадян.

Найважливішим завданням на шляху до сталого енергетичного майбутнього залишається створення балансу між економічними, екологічними та соціальними аспектами. Приклад успішних екологічних перетворень в енергетиці в різних країнах світу демонструє, що такий підхід можливий і приносить значні вигоди.

## Література

1. Бойко, В. М. Енергозбереження та енергоефективність: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2015. 320 с.
2. Гончарук, Т. В. Відновлювані джерела енергії: підручник. Київ: Видавництво «Кондор», 2018. 280 с.
3. Ковальчук, О. В. Екологічна безпека енергетичних систем. Харків: Видавництво «Ранок», 2017. 250 с.
4. Литвиненко, В. І. Енергетична безпека України: монографія. Київ: Видавництво «Наукова думка», 2016. 300 с.
5. Петров, І. М. Енергоефективні технології в промисловості. Львів: Видавництво «Світ», 2019. 270 с.
6. Душкін, С.С. Нові підходи до сталого розвитку міст. Міжнар. наук.-техн. конф. «Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика». Харків, ХНАДУ, 25-26 листопада 2024 р. С. 238-240.
7. Sovacool, B. K. The Routledge Handbook of Energy Security. London: Routledge, 2010. 720 pages. DOI: 10.4324/9780203883175
8. Smil, V. Energy and Civilization: A History. Cambridge: The MIT Press, 2017. 568 pages. DOI: 10.7551/mitpress/9780262035774.001.0001.

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНІХ ЕКОСИСТЕМ

**Приходько Кирило Володимирович**, аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
e-mail: kyrylo.prykhodko1410@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7165-1834

**Прокопенко Наталія Вікторівна**, канд. біол. наук, доцент кафедри Екології

Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
e-mail: natvikpro08@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2783-2777

На сьогоднішній день існує багато різних моделей та програмних засобів, що базуються на окремих алгоритмах або їх поєднанні та можуть бути використані для опису процесу розповсюдження речовин в просторі. Значним недоліком таких систем є час виконання обчислень та велика кількість вхідних параметрів деякі з яких достатньо важко виміряти в реальних умовах.

Таким чином, наявні математичні моделі не надають гнучкості в обчисленнях, що призводить до неможливості їх застосування у ситуаціях обмеження по часу або наявним даним. З іншої сторони, наявність додаткових параметрів надало б змогу збільшити точність моделювання, ефективність застосування тих чи інших моделей.