

## ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЕНЕРГЕТИКУ: GPT-4o ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ

**Дідок Володимир Олегович**, викладач каф. Комп'ютерних наук та інформаційних технологій, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,  
e-mail: volodymyr.didok@kname.edu.ua, ORCID: 0009-0001-0453-1808

**Бредіхін Володимир Михайлович**, канд. техн. наук, доцент каф. Комп'ютерних наук та інформаційних технологій,  
e-mail: volodymyr.bredikhin@kname.edu.ua, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,  
ORCID: 0000-0002-6063-5046

Розвиток великих мовних моделей, зокрема GPT-4o, спричиняє революційні зміни у багатьох галузях, але водночас породжує серйозні виклики для енергетичного сектора. Сучасні методи навчання таких систем вимагають використання надпотужних дата-центрів, що працюють безперервно для забезпечення обчислювальної потужності, необхідної для тренування моделей із мільярдами параметрів. У результаті споживання електроенергії набуває масштабів, що порівнюються з потребами цілих міст. Наприклад, навчання попередньої моделі GPT-3 могло споживати понад 1287 МВт·год електроеенергії та призводити до викидів близько 502 тонн CO<sub>2</sub>, що свідчить про величезні ресурси, необхідні для цього процесу [1].

Оптимізація витрат енергії стає одним із пріоритетних завдань для дослідників та інженерів. Вже сьогодні розробляються алгоритмічні методи, які дозволяють зменшити обчислювальні витрати без втрати якості результату. За допомогою оптимізації параметрів навчання можна досягти зниження споживання енергії до 75%, що суттєво впливає на операційні витрати дата-центрів [2]. Одночасно з програмними рішеннями, виробники апаратного забезпечення впроваджують нові технології. Наприклад, TPU від Google або вдосконалені GPU від NVIDIA розраховані на максимальну продуктивність при мінімальному енергоспоживанні, що сприяє зниженню навантаження на електромережу.

Зростаючий попит на обчислювальні потужності стимулює технологічних гігантів шукати альтернативні джерела енергії для забезпечення стабільного електропостачання дата-центрів. У цьому контексті особливу увагу приділено інвестиціям у власні енергогенеруючі потужності. Наприклад, корпорація Microsoft реалізовує проекти зі відновлення ядерних реакторів, що колись були зупинені, для забезпечення енергією своїх обчислювальних центрів. Такий підхід дозволяє не лише гарантувати безперебійну роботу, але й знизити залежність від традиційних джерел електроенергії, здебільшого базованих на викопному паливі [3]. Інвестиції у відновлювану енергетику та

ядерні технології є стратегічно важливими, адже вони сприяють модернізації енергетичної інфраструктури та забезпечують довгострокову економічну стабільність.

Дослідження, проведені у різних університетах та аналітичними центрами, свідчать про те, що сучасна енергетична система вже відчуває додаткове навантаження через розвиток ШІ. За даними одного з досліджень, якщо не вживати заходів з оптимізації, то до 2030 року споживання електроенергії для обчислювальних центрів може зрости утричі, що становитиме до 5% загального електроспоживання в окремих регіонах [4]. Відтак, інтеграція «зелених» технологій та застосування методів управління навантаженням стають необхідними для забезпечення стійкості енергосистем.

У сучасних дата-центрах впроваджуються розумні системи управління, які дозволяють адаптувати навантаження залежно від доступності чистої енергії. Так, планування запуску навчальних процесів на ті години, коли мережа забезпечена відновлюваними джерелами, сприяє зниженню вуглецевого сліду та економії коштів.

Невід'ємною складовою цього процесу є і розвиток спеціалізованих апаратних засобів, орієнтованих на підвищення енергоефективності. Компанії активно працюють над впровадженням нових чипів та оптимізацією існуючих технологій для зменшення витрат електроенергії при високих обчислювальних навантаженнях. Ці зусилля дозволяють досягати більшої продуктивності при меншій споживаності енергії, що має позитивний вплив на економіку та екологію.

Таким чином, розвиток GPT-4o та інших великих мовних моделей стає каталізатором не лише технологічних змін, але й трансформації енергетичної стратегії. Впровадження інноваційних методів оптимізації, модернізація апаратного забезпечення та активні інвестиції в альтернативні джерела енергії дозволяють вирішувати проблему високого споживання електроенергії. З одного боку, це сприяє зниженню операційних витрат та забезпеченню стабільного постачання електроенергії, а з іншого – стимулює розвиток нових технологій та підвищення енергоефективності. Досвід провідних компаній США у цьому напрямку може стати орієнтиром для всього світу, забезпечуючи сталі економічне зростання та зменшення впливу на довкілля.

### Література

1. Amodei D., Hernandez D. AI and compute [Електронний ресурс] / D. Amodei, D. Hernandez. – 2018. – Режим доступу: <https://openai.com/research/ai-and-compute#addendum> (дата звернення: 26.02.2025).
2. Strubell E., Ganesh A., McCallum A. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP [Електронний ресурс] / E. Strubell, A. Ganesh, A. McCallum. – 2019. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1906.02243> (дата звернення: 26.02.2025).

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].