

Перспективні напрямки використання штучного інтелекту в енергетичному секторі України

Філатов Данііл, здобувач ступеня вищої освіти магістр¹(ORCID: 0009-0004-7064-591X), Пороховніченко Ірина, асистент¹ (ORCID: 0000-0001-6341-6394)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

АНОТАЦІЯ

У статті досліджено перспективи застосування різновидів штучного інтелекту, зокрема нейронних мереж, глибинного та підкріплювального навчання, для вирішення ключових проблем енергетичного сектору України. Описано можливості ШІ у сфері прогнозування енергоспоживання, оптимізації роботи енергомереж, інтеграції відновлюваних джерел енергії та моніторингу інфраструктури. Проаналізовано існуючі практики застосування ШІ в енергетиці світу та потенціал їх адаптації в Україні для підвищення ефективності та стабільності енергосистем.

Ключові слова: енергетика, штучний інтелект, нейрона мережа, джерело енергії, перспективи

1. ВСТУП

Сучасний енергетичний сектор України потребує модернізації та впровадження інноваційних рішень для подолання викликів, таких як старіння інфраструктури, нестабільність мереж та необхідність інтеграції відновлюваних джерел енергії. У цьому контексті штучний інтелект є перспективним інструментом, здатним забезпечити значне підвищення ефективності енергосистем. Використання нейронних мереж, глибинного навчання та підкріплювального навчання може допомогти вирішити важливі проблеми в управлінні енергопотоками, прогнозуванні попиту та моніторингу інфраструктури.

2. МЕТА РОБОТИ

Метою статті є дослідження перспектив застосування різновидів штучного інтелекту, таких як нейронні мережі та глибинне навчання, для вирішення проблем енергетичного сектору України, а також огляд існуючих світових практик, які можна адаптувати для покращення стабільності та ефективності енергосистем.

3. ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Одним із найбільш перспективних напрямків розвитку штучного інтелекту для енергетичного сектору є використання нейронних мереж. Нейронні мережі здатні аналізувати величезні масиви даних, що дає можливість ефективно прогнозувати попит на електроенергію, передбачати поведінку енергосистем і оптимізувати їх роботу. Ці моделі самонавчання можуть враховувати складні нелінійні залежності, що недоступні традиційним методам моделювання, завдяки чому результати прогнозів і рішень стають точнішими та надійнішими.[1]

Крім нейронних мереж, перспективними є також технології глибинного навчання (Deep Learning) та підкріплювального навчання (Reinforcement Learning). Глибинне навчання дозволяє створювати моделі для виявлення прихованих закономірностей у складних енергетичних системах, що є корисним для автоматизації управління енергомережами. Підкріплювальне навчання, своєю чергою, застосовується для оптимізації процесів у

реальному часі — наприклад, для розподілу енергоресурсів на основі поточних умов роботи системи.

4. ІСНЮЧІ ПРАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ

На сьогоднішній день у світі вже існують кілька практичних рішень, що використовують штучний інтелект для вирішення проблем енергетичного сектору:

- **Програми прогнозування попиту на електроенергію.** Компанії, такі як Google та IBM, розробляють інструменти, що використовують ШІ для прогнозування попиту на електроенергію з високою точністю. Це дозволяє операторам мереж більш ефективно розподіляти енергоресурси та знижувати втрати. На практиці застосування системи контролю використання енергії на основі DeepMind-AI в системах охолодження одного з підприємств Google дозволило досягти 15% зниження ефективності використання електроенергії, або PUE. PUE визначається як відношення загального споживання енергії будівлею (насоси, градирні) до споживання енергії ІТ (сервери Google). Що висвітлює графік наданий центром даних Google. В результаті цього впровадження вдалося зменшити витрати на охолодження на 40%.[2]

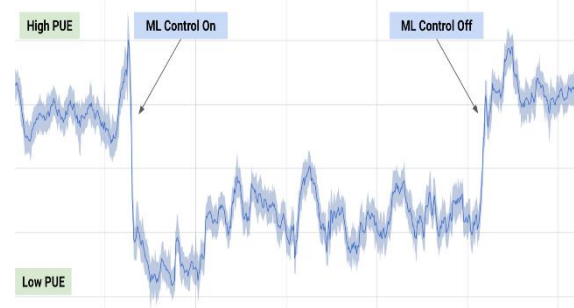


Рисунок 1. Графік динаміки PUE

- **Розумні мережі (Smart Grids).** У багатьох країнах світу вже впроваджені так звані розумні мережі, які використовують штучний інтелект для управління енергопотоками в режимі реального часу. Вони дозволяють автоматично розподіляти електроенергію між споживачами, підвищуючи ефективність роботи мережі та зменшуючи

навантаження на інфраструктуру. Впровадження розумних мереж у США дозволило зменшити втрати електроенергії на 9-12%.[3] В Україні подібні системи лише починають розвиватися, але їх використання може значно підвищити стабільність енергопостачання.

• **Системи моніторингу та управління електромережами.** У Європі активно використовуються системи, що базуються на штучному інтелекті, для моніторингу стану електромереж та виявлення потенційних проблем до їх виникнення.[4] Наприклад, у Німеччині впровадження ШІ для моніторингу електромереж дозволило знизити витрати на обслуговування на 20-25%, а також зменшити аварійність на 30% за рахунок своєчасного виявлення зношених компонентів інфраструктури.

Впровадження таких рішень в Україні може значно підвищити ефективність роботи енергетичного сектору, знизити витрати на його обслуговування та покращити інтеграцію відновлюваних джерел енергії.

5. ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ

Енергетичний сектор України стикається з низкою викликів, таких як застаріла інфраструктура, нестабільність енергомереж та необхідність інтеграції відновлюваних джерел енергії. Штучний інтелект може стати ключовим інструментом для вирішення цих проблем:

Прогнозування споживання енергії. Використовуючи нейронні мережі, можна покращити точність прогнозування споживання електроенергії. Це дозволить ефективніше планувати завантаження мережі, уникати перевантажень і знижувати втрати. Наприклад, у світі вже застосовуються моделі, що враховують дані про споживання, погодні умови та поведінкові фактори, що дозволяє зменшувати похибки прогнозування.

Оптимізація роботи енергомереж. Штучний інтелект дозволяє автоматизувати управління енергетичними потоками, підвищуючи ефективність розподілу енергії та забезпечуючи стабільність мережі навіть у разі непередбачених подій. Алгоритми машинного навчання можуть виявляти аномалії в роботі системи і пропонувати варіанти вирішення в реальному часі. В Україні такі рішення можуть бути надзвичайно важливими з огляду на часті проблеми з надійністю постачання електроенергії.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). ВДЕ, такі як сонячні та вітрові електростанції, характеризуються непостійністю виробництва енергії, що ускладнює їх інтеграцію в загальну енергосистему. Однією з головних проблем, з якою стикаються відновлювані джерела енергії (ВДЕ), є їхня залежність від погодних умов. Наприклад, ефективність роботи сонячних електростанцій безпосередньо залежить від сонячної інсоляції, яка змінюється протягом дня та пори року. Вітрові електростанції, своєю чергою, залежать від швидкості та стабільності вітру. Такі змінні погодні умови можуть ускладнити управління енергетичними системами, що базуються на ВДЕ, оскільки нестабільність генерації може призвести до дефіциту або надлишку енергії в системі.

Штучний інтелект може значно полегшити вирішення цих проблем. Нейронні мережі прогнозувати зміни погодних умов з високою точністю, дозволяючи операторам енергетичних систем краще планувати роботу ВДЕ. Наприклад, на основі метеорологічних даних передбачити виробництво електроенергії з сонячних або вітрових станцій

за кілька днів наперед. Це дає змогу інтегрувати ВДЕ в загальну енергосистему більш ефективно, уникати різких коливань у постачанні енергії та заздалегідь планувати використання резервних джерел енергії.

Застаріла енергетична інфраструктура України потребує постійного та ефективного моніторингу для запобігання аваріям та забезпечення стабільного енергопостачання. Одним з ключових викликів для української енергетики є зношеність теплових мереж та ліній електропередач, які перебувають в експлуатації десятиліттями і не завжди відповідають сучасним вимогам до безпеки та надійності. Аварії на таких об'єктах можуть призводити до значних фінансових втрат і перебоїв у постачанні енергії, що особливо критично в умовах воєнного стану.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) та технологій комп'ютерного зору для моніторингу та обслуговування інфраструктури є перспективним рішенням цих проблем. Наприклад ШІ може аналізувати дані з сенсорів, встановлених на лініях електропередач або трансформаторах, для прогнозування терміну служби обладнання та визначення необхідності його заміни. Це не лише знижує ризик несподіваних аварій, але й дозволяє зменшити витрати на обслуговування за рахунок впровадження принципів превентивного обслуговування. Завдяки таким підходам витрати на ремонти та обслуговування можуть бути скорочені на 20-25%, як це демонструють практики у Німеччині та інших країнах ЄС.

6. ВИСНОВКИ

Штучний інтелект має великий потенціал для трансформації енергетичного сектору України. Використання нейронних мереж, глибокого та підкріплювального навчання здатне значно підвищити точність прогнозування енергоспоживання, оптимізувати управління енергопотоками та забезпечити більш надійну інтеграцію відновлюваних джерел енергії. Існуючі світові практики застосування ШІ, такі як розумні мережі та автоматизовані системи моніторингу, можуть бути ефективно адаптовані до потреб України. Однак для реалізації цього потенціалу необхідно подолати технічні та фінансові бар'єри, а також інвестувати у цифровізацію енергетичної інфраструктури та розвиток відповідної законодавчої бази.

Список літератури

- [1] Суходоля О. М., Штучний інтелект в енергетиці : аналітична доповідь. К.: НІСД, 2022. 49 с. вебсайт URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>
- [2] World Economic Forum. Google harnesses the power of AI to cut energy use. Світовий економічний форум. 2016. 7 липня. вебсайт URL: <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/google-harnesses-the-power-of-ai-to-cut-energy-use/>
- [3] U.S. Department of Energy. Smart Grid System Report: вебсайт. URL: <https://www.energy.gov>
- [4] Müller G. AI-Driven Monitoring Systems in European Energy Networks. Європейський журнал досліджень енергетики. 2021. Т. 15, № 1. С. 34–50.