

ЗАЛУЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕС МОНІТОРИНГУ ДИНАМІКИ КОРИСТУВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСАМИ

Забарило П. О.¹, Забарило О. В.², Коротких Ю. А.³, Плоский В. О.⁴
Київський національний університет будівництва та архітектури
просп. Повітряних Сил, 31; Київ, Україна

E-mail: ¹zabarylo_po-2023@knuba.edu.ua, ²zabarylo.ov@knuba.edu.ua
³korotkykh.ia@knuba.edu.ua, ⁴ploskyi.vo@knuba.edu.ua

Анотація. Надано стислий опис загального стану систем енергопостачання в Україні та змальовано основні перспективи їх подальшого розвитку в контексті енергоефективності та залучення відновлювальних джерел енергогенерації. Обґрунтовано необхідність залучення більш раціональних та ефективних підходів до їх управління. Розглянуто переваги нейронних мереж як одного із найефективніших інструментів менеджменту комплексними системами. Дано їх найбільш поширену класифікацію та уточнено сфери енергетичного сектору, де їх залучення буде найбільш доцільним. Змальовано подальші перспективи майбутніх досліджень в цьому напрямку.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, перцептрон, енергоефективність, енергосистеми, нейромережі.

Системи електропостачання в Україні, взявши курс на енергоефективність, сьогодні перепрофілюються на комбіновані структури, що мають централізовану та автономну частини живлення. У зв'язку з поширенням використання альтернативних джерел енергії, в т.ч як автономних видів в комплексі централізованих систем живлення, нагальною стає проблема прогнозування електроенергетичних параметрів на тлі багатфакторних умов роботи, адже результати прогнозування є основою для формування ефективних управлінських рішень. Сьогодні сфера енергопостачання потребує контролю з боку людини, проте велика кількість чинників, які впливають на показники, не дає змоги ефективно і точно опрацювати отримані дані. Розроблення засобів прогнозування передбачає накопичення інформації, аналіз, виявлення закономірностей та тенденції. Результатами прогнозування енергоефективності можна використовувати для передбачення нових ситуацій та проблем, які потребують свого вирішення.

Оскільки у зв'язку з науково-технічним прогресом у промисловості впроваджуються новітні технології, що, в свою чергу, вимагає підвищення надійності та якості електропостачання, є актуальним напрям розвитку та вдосконалення систем прогнозування електроенергетичних параметрів на базі нейронних мереж.

Нейромережі – це математичні моделі, які імітують роботу людського мозку, дозволяючи машинам навчатися на основі даних. Вони можуть розпізнавати образи, обробляти мову, робити прогнози та багато іншого. Нейронна мережа є нелінійною системою, що дає змогу набагато краще класифікувати дані, ніж будь-які лінійні методи. Система на основі такого потужного механізму буде здатна отримувати результат, засновуючись на прихованих закономірностях. Найважливішою перевагою такої системи і відсутність необхідності її програмування – нейронна мережа «навчається» на основі величезної навчальної вибірки, що відрізняє її від експертної системи.

Використання такого підходу мотивується подібністю до успішно функціонуючих біологічних систем, які працюють у широкому масштабі паралельно і, що є їх безумовною перевагою, мають можливість вчитися. Одним із результатів процедури навчання є здатність нейронних мереж узагальнювати і асоціювати дані. Після успішного навчання нейронної мережі можна знайти адекватні рішення для аналогічних завдань одного і того ж класу, що не були очевидно визначені в процесі навчання. Це призводить до високого ступеня відмовостійкості за зміни вхідних даних. Прогнозування за допомогою нейронних мереж можна використовувати для пошуку аномальних значень або значень, які значно виділяються з потоку статистики.

Існує велика кількість розроблених нейромереж і вибір найбільш доцільної залежить від конкретної задачі, типу даних чи їх об'єму. Загалом нейронні мережі можна умовно поділити на мережі прямого розповсюдження та мережі зі зворотнім зв'язком.

До мереж прямого розповсюдження належать:

- Персептрон;
- MLP (багатосаровий персептрон);
- RBF-мережі;
- Мережі каскадної кореляції;
- ADALINE.

Мережі зі зворотнім зв'язком поділяють на:

- Зустрічного розповсюдження;
- SOM, мережі Кохонена;
- Мережі із асоціативною пам'яттю, мережі Хопфілда;
- Мережі Епмана;
- ART-мережі;
- Стохастичні мережі (машина Больцмана);
- Мережі Time Delay.

Для вирішення типових для ринку електроенергетики завдань найкраще за все підходять багатосаровий перцептрон (задача прогнозування споживання енергії) та мережі Кохонена (задача побудови клієнтського профілю енергоспоживання).

Використання нейромереж може допомогти покращити ефективність використання ресурсів, що в свою чергу допоможе знизити витрати та зменшити негативний вплив на довкілля, сприяючи більш ефективному вирішенню багатьох задач сектору енергетики, таких як:

Управління енергосистемами. Наприклад, для аналізу даних, пов'язаних зі споживанням та виробництвом енергії, оптимізації процесів управління для підвищення ефективності та мінімізації витрат. Зокрема, нейромережі можуть автоматично контролювати виробництво енергії, керувати навантаженням та розподіленням енергію в мережі. З розвитком відновлюваної енергетики стає актуальним і питання її ефективного управління шляхом аналізу погодних умов, прогнозування виробництва енергії вітряками чи сонячними панелями.

Оптимізація виробництва електроенергії. Наприклад, шляхом прогнозування динаміки енергоспоживання через аналіз відповідних даних на різних рівнях (квартал, район, місто). На основі цього прогнозу нейромережі можуть виявляти неефективність обладнання, прогнозувати його відмову або, наприклад запропонувати рекомендації щодо оптимізації споживання енергії, такі як використання альтернативних джерел енергогенерації.

Прогнозування попиту на електроенергію. Один з ключових напрямків використання нейромереж – це прогнозування попиту на електроенергію. Завдяки аналізу великих обсягів даних нейромережі можуть передбачати пікові навантаження, зміни попиту залежно від пори року, дня тижня чи навіть часу доби.

У практичному застосуванні нейромережі на основі багатосарового перцептронів залежно від поставленої задачі може використовуватися для прогнозування:

- короткострокового – від кількох годин до одного дня (що є критично важливим для оперативного управління енерго-системою);
- середньострокового – від одного дня до тижня (допомагає у плануванні закупівель енергоресурсів та управлінні резервами);
- довгострокове – від тижня до кількох місяців наперед (що необхідно для стратегічного планування та інвестиційних рішень).

Прикладом використання нейромереж в енергетиці є проект, створений Google DeepMind у співпраці з National Grid, британською компанією, що управляє енергосистемами. Цей проект використовує нейромережі для прогнозування споживання енергії наступного дня. На

основі цього прогнозу National Grid може краще розподілити споживання енергії, що допомагає мінімізувати витрати і знижує навантаження на енергосистему.

Нейромережі відкривають перед енергетикою нові горизонти. Вони роблять виробництво електроенергії більш ефективним, надійним та екологічно чистим. Завдяки їм ми можемо розраховувати на стабільне енергопостачання в майбутньому та захист нашої планети від негативного впливу людини.

Залучення такого різновиду інформаційних технологій це можливий базовий варіант розбудови структур систем інтелектуального керування і управління комбінованими видами систем електроспоживання. Їхнє застосування дозволить поліпшити якість управління електропостачанням різних промислових об'єктів, забезпечить багатофакторне прогнозування стану електроенергетичних параметрів складових систем електропостачання – автономних джерел живлення, що, в свою чергу, дозволить покращити прогнозованість генерованої потужності джерел енергії у часі.

Список використаних джерел

1. Жианчанг Мао, Енил Джейн Введення в штучні нейронні мережі : Відкриті системи. СУБД, № 4, Київ, 1997. 124 с.
2. Sledge I.J., Keller J.M. Growing neural gas for temporal clustering : 19th International Conference on Pattern Recognition. Tampa, Florida, USA : IEEE Computer Society, 2008. 84 p.
3. Сінчук О. М., Бойко С. М. Нейронні мережі і керування процесом управління електропостачанням об'єктів від комбінованих електричних мереж : Техн. електродинаміка. № 5 : Інститут електродинаміки НАН України, Київ, 2014. 55 с.
4. Карпа Д. М., Цмоць І. Г., Опотяк Ю. В. Нейромережеві засоби прогнозування споживання енергоресурсів : Науковий вісник НЛТУ України. Т. 28. № 5. Львів, 2018. 146 с.
5. Zabarilo P. O., Plosky V. O. The current state of Ukraine's alternative energy potential : Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference "Green Construction" : Kyiv National University of Construction and Architecture. Kyiv, 2024 p. 448 p.