

В. В. Захарченко
В. В. Нетребський
Я. С. Таранюк
С. В. Шевчук

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ БЕЗПЕКОЮ ТА ЕФЕКТИВНІСТЮ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Було проаналізовано ключові напрями використання технологій штучного інтелекту в енергетичній галузі. Та виділено основні пріоритети застосування сучасних технологій у системах енергозабезпечення. Була досліджена допомога ШІ з помилками, викликаними людським фактором. Окремо було розглянуто можливе застосування штучного інтелекту для оцінки технічного стану силового трансформатора на основі ШІ. Представлено розробку моделі індексу працездатності (ІП) на основі штучного інтелекту. Запропонований метод спрямований на спрощення, прискорення та зменшення похибки. В запропонованому підході штучний інтелект оцінює систему ізоляції силових трансформаторів на основі якості масла, хроматографічного аналізу розчинених газів (ХАГР) та стану паперової ізоляції. Також у доповіді було зазначено проблеми, що ускладнюють швидке впровадження штучного інтелекту.

Ключові слова: штучний інтелект, енергетична галузь, технічний стан трансформатора, індекс працездатності, невизначеність даних, система ізоляції, хроматографічний аналіз розчинених газів, надійність електропостачання, рекомендації для розвитку.

Вступ

У світлі сучасних технологічних тенденцій та постійного розвитку енергетичної галузі, пропонуємо розглянути можливість застосування технологій штучного інтелекту далі (ШІ) для оптимізації виробничих процесів. Використання ШІ може вирішити низку актуальних проблем, шляхом:

- безперервного моніторингу критично важливих несправностей, розпізнавання дефектів, запобігання раптовому виходу обладнання з ладу шляхом діагностики в процесі експлуатації.
- розв'язання завдань аналізу інформації, планування, прогнозування щодо створення стратегії енергобезпеки держави;
- гнучкого управління енергоспоживанням для підвищення енергоефективності;
- зменшення впливу людського фактору.
- оптимізації режимів роботи обладнання і технологічних процесів;

Враховуючи зазначені переваги, впровадження ШІ в енергетиці стане вагомим кроком до підвищення конкурентоспроможності та стійкості нашої енергетичної системи.

Результати дослідження

Силовий трансформатор є критично важливим і дорогим об'єктом в мережах передачі та розподілу електроенергії. Для уникнення небажаних відключень важливо контролювати його стан у таких мережах. Тому для оцінки його технічного стану використовують індекс працездатності або Health Index (ІП) він є швидким та ефективним способом оцінки стану силових трансформаторів.

Це числове значення, яке характеризує справний стан трансформатора на основі його проектного терміну служби, процесу старіння, умов експлуатації та результатів випробувань.

ІП розроблений на основі дослідження надійності трансформаторів, в якому обговорюються режими відмови. Результати обстеження показують, що до основної причини поломок можна віднести старіння ізоляції і зовнішнє коротке замикання. Тому в даному дослідженні основна увага приділяється цілісності системи ізоляції силового трансформатора.

Тому пропонуємо вирішити цю проблему шляхом застосування методу 'індекса працездатності' на основі штучного інтелекту (ШІ) для виявлення технічного стану силових трансформаторів з високою точністю і в той же час з урахуванням невизначеності даних.

Запропонований підхід (ІІ) оцінює систему ізоляції силового трансформатора на основі трьох показників:

- якість масла,
- хроматографічний аналіз розчинених газів (DGA) (ХАГР)
- стан паперової ізоляції.

Як правило, існує основний підхід до визначення ІІ:

Класичний метод: Цей підхід починається з процесу підрахунку балів і зважування, що проводиться експертним персоналом. Дані про стан обробляються в оцінки, порівнюючи їх з таблицями підрахунку балів. Потім окремі бали зважуються та агрегуються в єдине значення індексу, що розкриває загальний стан працездатності трансформатора. Остаточний індекс працездатності — це лінійна комбінація різних оцінених і зважених даних вимірювання. Тому проведення послідовного та надійного процесу ІІ є складним завданням, якщо деякі дані недоступні.

Типова розробка моделі ІІ на основі штучного інтелекту потребує ретельно підготовленої навчальної бази даних, що включає різні діагностичні вимірювання, що проводяться на декількох трансформаторах при різних рівнях стану здоров'я.

Структура запропонованого методу ІІ розділена на тришарову.

Шари включають:

- Шар даних: цей шар складається з часто вимірюваних діагностичних даних, таких як ключові гази аналізу розчинених газів (DGA), пробивна напруга масла (BDV), вміст води, міжфазна напруга (IFT), кислотність, колір масла, 2FAL (фурфурол) та вік трансформатора.
- Шар факторів: цей шар має три категорії, які походять з шару даних/вимірювань:
 - Фактор якості масла (OQF): включає параметри масла; BDV, вміст води, IFT, кислотність та колір.
 - Фактор несправностей (FF): включає еволюцію газів, рівень концентрації газів та метод інтерпретації ХАГР в пятикутнику Дюваля (DPM), який показаний на рисунку 6.
 - Фактор стану паперу (PCF): включає вік експлуатації, співвідношення CO/CO₂ та концентрацію 2FAL.
- Шар індексу (ІІ): у цьому шарі проводиться розрахунок індексу здоров'я, який надає єдине значення, що відображає загальний стан здоров'я досліджуваного трансформатора.

Щоб створити модель ІІ на основі штучного інтелекту, потрібно зібрані дані трансформаторів розділити на навчальні та тестові набори даних. Кожен комплект міститиме дані трансформаторів різних станів старіння, експлуатації та здоров'я.

Для адекватної та ефективної роботи систем ІІІ, необхідні значні обсяги інформації, класифіковані у зручній, для використання формі. Відповідні бази даних (Big data) формуються різними способами як самими машинами, так і людьми.

Результатом моделі штучного інтелекту є загальний індексом працездатності, який перевіряється за допомогою відповідного індекса, розрахованого за допомогою методу підрахунку та зважування балів. Якщо модель штучного інтелекту не забезпечує задовільної точності, додатковий процес налаштування проводиться шляхом додаткового навчання. З іншого боку, якщо точність відповідає критеріям, остаточний індекс розраховується відповідно до процесу, фінального індексування.

Використання таких методів спрощує процес аналізу і забезпечує більш точні результати, що в свою чергу підвищує ефективність роботи трансформаторів. Результати цієї моделі відкривають нові можливості для застосування методів, заснованих на штучному інтелекті. Тому що цей алгоритм можна буде застосовувати не тільки конкретно для діагностики трансформаторів, а також для іншого обладнання після його підлаштування під конкретні потреби.

Висновки

Проведений аналіз демонструє позитивні аспекти застосування ІІІ та чинники, які суттєво стримують його впровадження в енергетиці. Цифровізація та застосування ІІІ є ключовим інструментом, що дозволяє керувати великими та все більш складними системами. ІІІ дозволяє інтегрувати новітні та перспективні технологічні іновачії в енергетиці.

Штучний інтелект може допомогти швидко приймати рішення на основі даних у багатьох непередбачених ситуаціях. Наприклад, щоб реагувати на критичні ситуації, як-от потужне надходження від відновлюваних джерел енергії або збій системи, штучний інтелект, навчений за допомогою

моделювання та аналізу сотень непередбачених ситуацій, може швидко генерувати правильні заходи протидії для забезпечення безпечної роботи систем.

Тому, на мою думку, ця сфера зараз є надзвичайно перспективною для інновацій та розвитку, відкриваючи нові можливості для підвищення ефективності та стабільності енергетичних систем.

Водночас, вимушена необхідність України відбудовувати енергетичну інфраструктуру після масштабних руйнувань, спричинених агресією Росії, практична інтеграція енергетичних систем України до європейських систем надають Україні шанс здійснити модернізацію енергетичного сектора країни на сучасній технологічній базі та з використанням технологій ШІ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] А. І. Шевченка. Strategy for artificial intelligence development in Ukraine. Home Page. URL: https://doi.org/10.15407/development_strategy_2023.
- [2] О. М. Суходоля. Штучний інтелект в енергетиці. <http://www.niss.gov.ua/>. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>.
- [3] Adamova S. Evaluation of the technical state of power transformers by the results of cadg. Scientific bulletin of the tavia agrotechnological state university. 2018. Т. 8, № 2. С. 2–9. URL: <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2018-2-38>.
- [4] Artificial intelligence-based power transformer health index for handling data uncertainty / D. Rediansyah et al. IEEE access. 2021. Vol. 9. P. 150637–150648. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3125379>.
- [5] Next-Gen industrial AI energy sector. [siemens.com/innovation](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fef90d09-6876-4510-b29b-bb6d60374793/siemens-next-gen-industrial-ai-energy-sector.pdf). URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fef90d09-6876-4510-b29b-bb6d60374793/siemens-next-gen-industrial-ai-energy-sector.pdf>.

Захарченко Віктор Вікторович – магістрант другого курсу кафедри електричних станцій та систем, e-mail: agent1337tequila@gmail.com

Петребський Володимир Васильович – к. т. н., доцент кафедри електричних станцій та систем, e-mail: netrebskyj.v.v@vntu.edu.ua

Таранюк Ярослав Сергійович – асистент кафедри електричних станцій та систем, e-mail: vinyar155@gmail.com

Шевчук Сергій Володимирович – магістрант другого курсу кафедри електричних станцій та систем, e-mail: 01grimwark01@gmail.com