Інформаційні системи і технології

Романюк Павло,

Senior Programmer/Developer, Capgemini America Inc,

pavloir@gmail.com, 0000-0003-3821-2183

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СФЕРІ**

Глобальна діджиталізація торкнулась майже усіх сфер людської діяльності. Застосування новітніх інформаційних технологій дозволяє автоматизувати чисельну кількість процесів та збільшити ефективність функціонування підприємств. Для енергетичної галузі це грає важливу роль, оскільки інтеграція високотехнологічних систем в енергетичну інфраструктуру невід’ємно пов’язане з декарбонізацією, що відповідає концепції сталого розвитку. У даній роботі було розглянуто перспективи застосування різних видів інформаційних технологій, а саме: використання P2P в розподіленій системи виробництва енергії, штучний інтелект та машинне навчання.

Система розподіленої генерації та передачі електроенергії передбачає велику кількість споживачів, які водночас є виробниками електричної та теплової енергії для власних потреб. Вони здатні передавати надлишок згенерованої енергії до загальної мережі. Зазвичай для цього використовуються альтернативні джерела енергії, що використовують сонячну, вітрову та енергію води, а також когенераційні установки та станції на біомасі та твердих побутових відходів [1]. Проте генерація енергії таким способам є переривчастою. Для підвищення якості генерованої енергії необхідно контролювати частоту струму, підтримувати напругу на строго визначеному рівні, регулювати перевантаженість мереж та резервних потужностей. Застосування автоматизованих та роботизований систем здатне здійснювати моніторинг і підвищити надійність мережі, якість виробництва електричної енергії, вирішити проблему перебоїв при генерації електроенергії з відновлювальних джерел. Тим більше, діджиталізація дозволить поширити децентралізоване виробництво електричної енергії та зменшити посередницькі витрати в торгівлі енергією. Це охоплює витрати, що пов’язані з обліком, виставленням рахунків, адміністративними зборами, банківськими та брокерськими послугами. Для цього активно використовується пірингова торгівля енергією (P2P). Це пряма торгівля енергією між рівноправними учасниками, де енергія від малих розподілених енергетичних ресурсів в житлових будинках, офісах, фабриках тощо продається між місцевими виробниками та споживачами енергії, що дозволяє здійснювати торгівлю енергією без посередника. У даний час пірингова торгівля використовується для надання послуг з продажу електроенергії власникам електромобілів від приватних виробників електрики. Існують моделі P2P-торгівлі енергією з використанням технології блокчейн, що охоплює використання електромобілів у мережевих послугах для підтримки управління перевантаженнями, реєстрацію енергетичних даних у вигляді відкритої книги, виставлення рахунків, зміна постачальників тощо [2]. Дана технологія ще знаходиться на етапі формування, проте у подальшому очікується поява нових перспективних моделей на її основі, що сприятиме розвитку відновлювальних джерел енергії.

Використання штучного інтелекту допомагає при прийнятті рішень на етапах проектування, будівництва, експлуатації та обслуговування електромереж, для раннього виявлення несправностей і процесів самовідновлення. Нині, інтелектуальні системи можуть використовуватися на ринках електроенергії для обробки аварійних сигналів, діагностики та відновлення після виникнення пошкоджень, прогнозування та оцінки безпеки мережі. В секторі відновлювальних джерел енергії штучний інтелект може виконувати наступні функції: збирати та аналізувати велику кількість даних з інтелектуальних пристроїв, прогнозувати стан відновлюваних джерел та вирішувати таким чином проблему їх нестабільності, визначати моделі попиту на основі аналізу даних, зібраних з мереж або наданих операторами. Такі інтелектуальні мережі передбачають прийняття автономних рішень, адаптуються в режимі реального часу до змін попиту, своєчасно виявляють та керують піками попиту та пропозиції, виправляють помилки у виробництві енергії, системах зберігання енергетичної інфраструктури [3].

Генерація енергії за допомогою відновлювальних джерел викликає дисбаланс в електричній мережі. Для вирішення питання стабільного енергопостачання застосовуються технології штучного інтелекту та машинного/глибокого навчання. В даний час спостерігається широкомасштабне розгортання сенсорних пристроїв, таких як інтелектуальні лічильники та пристрої вимірювання комплексної амплітуди (Phasor Measurement Unit (PMU)) або мікро-PMU. В електромережах вимірювання з високою роздільною здатністю можуть фіксувати системну динаміку, включаючи процес виникнення подій. Наприклад, роздільна здатність для PMU може варіюватися від 30 до 120 відліків за секунду, що є достатньо точним для виявлення динаміки події. сучасних енергосистем. Методи машинного навчання аналізують основні характеристики даних PMU, щоб визначити час, типи та місце розташування подій. Зокрема, методи навчання можуть одночасно створювати змінні функції і пов’язувати їх з типом події або мітками розташування. Наприклад, методи машинного навчання успішно застосовуються для ідентифікації подій в енергосистемі, включаючи дерево рішень, метод опорних векторів, штучні нейронні мережі, блоки довготривалої короткочасної пам’яті та гібридне машинне навчання. Вони в основному зосереджені на швидкій ідентифікації події після її появи, але не мають можливості передбачити подію до того, як вона станеться. Для вирішення цього питання була створена модель прогнозування подій в енергосистемі (рис. 1). Використовуючи дану технологію, стає можливим аналізувати фазові вимірювання електромережі для визначення, коли відбудеться подія, якого типу ця подія, місце розташування події. Для досягнення цих цілей модель використовує зменшення розмірності даних та обробку прогнозованих подій в енергосистемі.



Рисунок 1. Модель прогнозування подій в енергосистемі за допомогою машинного навчання [4]

Узагальнюючи методи машинного навчання, що використовуються в енергетиці, у Таблиці 1 виділені найпоширеніші алгоритми, їх переваги та недоліки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод | Переваги | Недоліки |
| Decision Tree | Багатошарова деревоподібна структура, наявність White Box | Негнучке відображення, надмірна деталізація |
| K-Nearest Neighbors | Простий і непараметричний | Тривалий час обчислень, чутливий до локальної структури даних |
| Naive Bayes | Теоретичне обґрунтування теореми Байєса | Наявність припущень про умовну незалежність системи |
| Logistic Regression | Мала кількість припущень припущень, використання прямого навчання | Складна модель, яку важко пояснити |
| Support Vector Machine | Прості розрахунки | Необхідність вибору якісного ядра |
| Principal Component Analysis | Виявляє закономірності в даних, забезпечує зменшення розмірності ознак | Потребує стандартизації, результати складніше інтерпретувати  |

Таблиця 1. Методи машинного навчання [4]

Отже, інформаційні технології здатні автоматизувати як процеси керування електромережі, так і контролювати потоки фінансових ресурсів. Діджиталізація енергетичного сектору підвищить надійність енергосистеми та прозорість ведення обліку енергоресурсів. Методи штучного інтелекту та машинного навчання здатні проводити моніторинг мережі у режимі реального часу, прогнозувати можливі несправності та попереджати їх. Використання новітніх технологій є перспективним напрямком, оскільки це безумовно підвищить ефективність та безпеку енергетичних підприємств.

**Література**

1. Чому в Україні слід розвивати децентралізовану енергетику вже сьогодні? (n.d.). URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Brief-rozpodilena-generacia-s.pdf

2. Küfeoglu, S., Liu, G., Anaya, K., & Pollitt, M. (2019). Digitalisation and new business models in energy sector.

3. Şerban, A. C., & Lytras, M. D. (2020). Artificial intelligence for smart renewable energy sector in Europe—smart energy infrastructures for next generation smart cities. *IEEE access*, *8*, 77364-77377.

4. Blasch, E., Li, H., Ma, Z., & Weng, Y. (2021). The Powerful Use of AI in the Energy Sector: Intelligent Forecasting. *arXiv preprint arXiv:2111.02026*.