

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В ДОМОГОСПОДАРСТВАХ

Ступак М.В., аспірантка, maryna.stupak@donntu.edu.ua
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Проблема прогнозування рівня споживання електроенергії в приватних домогосподарствах набуває все більшої актуальності не тільки в умовах повномасштабного вторгнення, але й виходячи з наміченого Україною курсу на зелений перехід та трансформацію, що задекларовано нормативно-правових документах і неодноразово підкреслювалось в публічних заявах. Шлях до зеленого переходу лежить через реалізацію політики циркулярної економіки та ощадливого виробництва. Енергетичну галузь в даному контексті можна розглядати саме як виробництво, і саме для цієї галузі має бути застосовано термін «ощадливого виробництва», що говорить про те, що має продукуватись рівно стільки енергії, скільки може бути спожито за поточних умов. Отже як бачимо задача прогнозування з використання комп'ютерно-інтегрованих технологій є актуальною в контексті зеленого переходу, і вона має дві ключових складові:

- інфраструктура збору та зберігання даних;
- інфраструктура аналізу і прогнозування.

Складові задачі зі збору та зберігання даних на сьогоднішній день вирішуються шляхом використання комп'ютерно-інтегрованих рішень на рівні споживачів та на рівні мереж розподілу. В [1] проведені основні варіанти побудови сучасної територіально-розподіленої мережі збору даних та передачі їх в режимі реального часу, заснованих на принципі ІоЕ (рис.1).

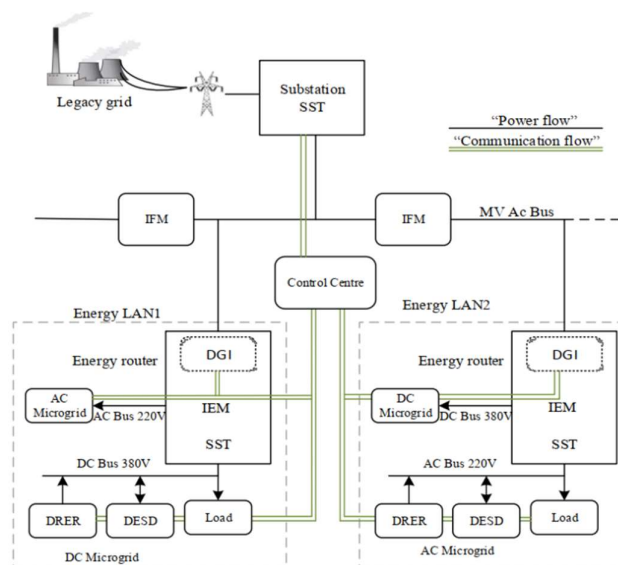


Рисунок 1. Комп'ютерно-інтегрована система ІоЕ

Ключовим в даній структурі виступає центр управління та так званий «енергетичний маршрутизатор» - пристрій, що виконує функції обліку та розподілу електроенергії на стороні споживача. Інформації щодо поточного рівня споживання передається на центр управління мережею, де ці дані зберігаються та певним чином обробляються. Поки основна задача такого центру управління здебільшого полягає в забезпеченні оперативного управління і у зберіганні масивів даних, та їх пост-аналізу. В умовах зеленого переходу і впровадженню системи ощадливого виробництва в контексті генерації електроенергії даний центр управління має виконувати додаткову роль, а саме корегування рівня генерації на підставі прогнозних даних щодо споживання електроенергії кінцевими споживачами. Звісно такі прогнози і корегування – задача багатокритеріальна, і потребує враховувати велику кількість внутрішніх і зовнішніх чинників, але навіть наявних статистичних даних на сьогоднішній день має вистачити для побудови прогнозів на різні терміни з різним рівнем точності. Отже для побудови прогнозу необхідно визначити алгоритм, який би мав достатній рівень точності та надійності.

На сьогоднішній день існує можливість використовувати три підходи до прогнозування. Після вивчення предметної області [2] та огляду існуючих на сьогоднішній день методів побудови прогнозу для вирішення поставленого завдання було запропоновано використовувати три методи аналізу часових рядів: фільтр Вінера, нейронні мережі та еволюційне моделювання.

Для перевірки роботи зазначених трьох методів використаємо набір даних «Домове споживання електроенергії» [3], що є багатовимірним часовим рядом, який відображає споживання електроенергії однієї сім'ї протягом чотирьох років. Дані були зібрані в період із грудня 2006 року до листопада 2010 року, виміри споживання електроенергії виконувались щохвилини.

Крім дати та часу набір даних складається із семи змінних:

- `global_active_power`: загальна активна потужність, яку споживає житловий будинок (вимірюється в кіловатах).
- `global_reactive_power`: загальна реактивна потужність, яку споживає житловий будинок (вимірюється в кіловатах).
- `voltage`: середня напруга (вимірюється у вольтах).
- `Global_intensity`: середнє значення сили струму (вимірюється в амперах).
- `sub_metering_1`: активна енергія споживання кухонної кімнати (вимірюється у ват-годинах активної енергії).
- `sub_metering_2`: активна енергія споживання пральні (вимірюється у ват-годинах активної енергії).
- `sub_metering_3`: активна енергія споживання систем клімат-контролю (вимірюється у ват-годинах активної енергії).

Обрані алгоритми були реалізовані на мові python, і за допомогою їх роботи проводилось короткострокове прогнозування рівня споживання. Для

проведення навчання була взята вибірка у 80%, яка дала можливість провести навчання і побудувати прогноз на період що лишився, без врахування зовнішніх чинників. Найкращий результат показало використання нейронних мереж, але еволюційне моделювання дає можливість уточнити прогноз на основі мутацій і обрати найбільш відповідні тренди для побудови прогнозу. В свою чергу використання фільтра Вінера дозволяє уточнити результат у загальному масиві даних. Кожен із зазначених підходів має свої переваги у подоланні зазначеної проблеми: фільтр Вінера показує хороші результати в обробці та фільтрації даних, представлених у вигляді часового ряду; нейронні мережі допомагають виявляти приховані закономірності; еволюційне моделювання на основі мутації та природному відборі дозволяє вибрати особин, які максимально задовольняють заданим критеріям.

Поєднання трьох перерахованих методик дозволить підвищити точність роботи єдиного гібридного алгоритму.

Література

1. М.В. Ступак, Г.В. Ступак / КОНЦЕПЦІЯ INTERNET OF ENERGY ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ. [Електронний ресурс] - Режим доступу: DOI: [https://www.doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1\(8\)-2\(9\)-152-161](https://www.doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1(8)-2(9)-152-161)
2. Имитационное моделирование в энергетике : монография / Б. З. Пириашвили, М. М. Ворончук, Е. И. Галиновский [и др.]. - К. : Наукова думка, 2008. - 303 с.
3. How to Load and Explore Household Electricity Usage Data [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://machinelearningmastery.com/how-to-load-and-explore-household-electricity-usage-data/>

Анотація

В роботі проведено аналіз алгоритмів прогнозування рівня споживання електроенергії в приватних домогосподарствах з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій. Проаналізовано три методи - фільтр Вінера, нейронні мережі та еволюційне моделювання. В якості масиву даних для проведення експериментів було використано набір «Домове споживання електроенергії», що є багатовимірним часовим рядом, який відображає споживання електроенергії однієї сім'ї протягом чотирьох років. Результати показали, що доцільно використовувати гібридний алгоритм з поєднанням зазначених трьох методів.

Ключові слова: прогноз, IoE, часовий ряд, управління.

Abstract

The paper analyzes algorithms for forecasting the level of electricity consumption in private households using computer-integrated technologies. Three methods were analyzed - the Wiener filter, neural networks and evolutionary modeling. As a dataset for the experiments, the set "Household electricity consumption" was used, which is a multidimensional time series that reflects the electricity consumption of one family for four years. The results showed that it is advisable to use a hybrid algorithm with a combination of the above three methods.

Keywords: forecast, IoE, time series, management.