УДК 519.237.5 : 004.85 DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.CVSAMM.2024.230

ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Ляшенко Є.С.
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гибкіна Н.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна
e-mail: yevhenii.liashenko@nure.ua

This research will focus on the application of machine learning techniques to develop a strategy for the stability of electric power grids. Autoregression is investigated to predict future voltage levels based solely on past data, and the issue of seasonality in the dataset is explored. The dataset used for the predictive analysis includes data collected from meteorological stations within the operating range of the hydropower plant, including temperature, wind speed, cloud cover, precipitation, and transformer voltage readings.

Упродовж останнього десятиліття методи машинного навчання стали невід'ємним інструментом для вирішення прикладних завдань у різних галузях. Розглянемо застосування лінійної регресії, що є одним з найпоширеніших методів машинного навчання, до вирішення такої практично важливої задачі як передбачення напруги на трансформаторах енергетичного об'єкта.

Стабільна робота електричних мереж є запорукою для нормального функціонування усіх сфер людського життя. Збої у роботі електромереж, пов'язані з їх перенавантаженням, можуть негативно вплинути не лише на побутових споживачів, а й на промислові підприємства, а це, у свою чергу, може викликати серйозні проблеми економічного та соціального характеру. Ці виклики призводять до необхідності планування та прогнозування характеристик мереж, що робить тему дослідження актуальною.

Сучасний підхід до розв'язання задач прогнозування реалізують методи машинного навчання, адже вони забезпечують можливість автоматичного вивчення і адаптації до патернів у великих обсягах даних. Це дозволяє їм самостійно аналізувати складні взаємозв'язки та робити якісні прогнози на основі накопиченої інформації. Отже, використання методів машинного навчання у вирішенні поставленої задачі є виправданим.

Постановка задачі. Використовуючи набір даних з метеостанцій, які розташовані безпосередньо у зоні роботи гідроелектростанції та включають температуру, швидкість вітру, хмарність та кількість опадів, а також показники напруги на трансформаторах, маємо завдання розробити лінійну регресійну модель для прогнозування майбутніх значень напруги на цих трансформаторах. Для розв'язання поставленої задачі зосередимось на встановленні авторегресійної залежності напруги за історичними даними, та лінійної регресійної залежності напруги за метеорологічними даними і попередніми значеннями напруги, а також дослідимо структуру та параметри моделі, які забезпечать найточніше передбачення. Поставлена задача є задачею навчання зі вчителем.

Багатофакторна множинна лінійна регресія має вигляд [1]:

$$y^{(i)} = \omega_0 + \sum_{j=1}^{m} \omega_j x_j^{(i)},$$

де n – обсяг тренувальної вибірки, $y^{(i)}$ – значення відгуку для i-го спостереження, $i = \overline{1,n}$, $\omega_0,...,\omega_m$ – параметри моделі. Навчання моделі полягає у визначенні таких значень параметрів $\omega_0,...,\omega_m$, які забезпечать найкращі результати прогнозування.

Ідея методу авторегресії полягає у тому, що поточне значення залежної змінної виражається як лінійна комбінація її попередніх значень та помилки [2]. Залежна змінна регресується на її ж попередні значення як незалежні змінні. Загальна множинна авторегресійна модель має вигляд:

$$y_t^{(i)} = c + \sum_{j=1}^{p} \varphi_j y_{t-j}^{(i)} + \varepsilon_t^{(i)},$$

де c – коефіцієнт зсуву, p – порядок моделі; n – обсяг тренувальної вибірки, $y_t^{(i)}$ – значення відгуку для i-го спостереження у момент часу t, $i = \overline{1,n}$, $\varphi_1,\ldots,\varphi_p$ – параметри моделі, що підлягають визначенню у ході навчання, ε_t – похибка моделі у момент часу t. Дана модель, на відміну від звичайної регресії, має два параметри, що підлягають визначенню: c та p.

Оцінка якості навчених моделей дозволяє зробити висновок про доцільність їх подальшого використання для прогнозу невідомого цільового значення напруги за даними нових спостережень. На використаному у дослідженні датасеті найкращі результати прогнозування показала сезонна авторегресійна модель, яка на вхід отримує дані, поділені за порами року, та має параметри $c = 24$ та $p = 3$. Також було встановлено, що показники погоди суттєво не впливають на якість прогнозів, а навпаки, у деяких випадках можуть призвести до їх погіршення.

Список використаних джерел:

1. Rawlings J. O. Applied regression analysis: A research tool. 2nd ed. New York : Springer, 1998. 657 p.

2. Metcalfe A. V., Cowpertwait P. S. P. Introductory Time Series with R. Springer, 2009. 272 p.