

УДК 621.31:004.9

М. Г. Тарасенко, д.т.н., проф., В. І. Гетманюк, М. Я. Грицюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ У ЛОКАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ

М. Н. Tarasenko, Dr., prof., V. I. Hetmaniuk, M. Ya. Hrytsiuk

APPLICATION OF MACHINE LEARNING FOR MONITORING AND DIAGNOSING THE ELECTRICAL NETWORKS OF LOCAL CONSUMERS

Сучасні електричні мережі є складними системами, які потребують постійного моніторингу та діагностики для забезпечення безперервного постачання енергії споживачам. У зв'язку з ростом вимог до надійності та ефективності енергозабезпечення, все більше уваги приділяється автоматизованим методам спостереження та діагностики стану цих мереж. Одним із перспективних підходів є використання методів машинного навчання (МН) для аналізу великих обсягів даних, що надходять від датчиків та вимірювальних приладів. Вони дозволяють виявляти аномалії, прогнозувати можливі несправності та оптимізувати роботу електричних мереж, зокрема для локальних споживачів [1].

Для ефективного спостереження за станом електричних мереж використо-вуються різноманітні датчики, що вимірюють параметри, такі як напруга, струм, температура, вологість, частота тощо. Ці дані передаються на центральні сервери або в хмарні системи для подальшої обробки та аналізу. Завдяки цьому можна здійснювати моніторинг стану мереж в реальному часі, виявляючи потенційні відхилення від нормальних значень, що дозволяє оперативно реагувати на проблеми.

Методи машинного навчання застосовуються для аналізу та прогнозування стану електричних мереж з кількох причин:

1. Прогнозування відмов та несправностей – з допомогою алгоритмів МН можна створити моделі, які будуть прогнозувати можливі відмови на основі історичних даних. Наприклад, за допомогою регресійних моделей або методів класифікації можна передбачити зношування обладнання або ймовірність виникнення коротких замикань.

2. Виявлення аномалій – одним із ключових застосувань є виявлення аномалій у поведінці мережі. Для цього використовують алгоритми кластеризації або детекції аномалій. Вони дозволяють автоматично виявляти ненормальні патерни в даних, які можуть вказувати на несправності або потенційні загрози для стабільної роботи мережі.

3. Аналізу даних – мережі сучасних енергетичних систем генерують величезну кількість даних, і використання МН дозволяє ефективно обробляти та аналізувати ці дані для отримання корисної інформації, що допомагає в процесі ухвалення рішень.

4. Оптимізації роботи мережі – алгоритми машинного навчання дозволяють оптимізувати параметри роботи електричних мереж, таких як напруга і струм, для зменшення витрат енергії та покращення ефективності постачання [2].

Як показано на рис.1, система здатна прогнозувати до 80% потенційних відмов ще до їх фактичної появи. По-друге, завдяки превентивному обслуговуванню зменшуються витрати на ремонт, оскільки обслуговування здійснюється тільки за потребою, що дозволяє скоротити витрати на 30%. По-третє, такі системи сприяють збільшенню експлуатаційного ресурсу обладнання. Постійний моніторинг знижує негативний вплив несприятливих факторів, що дозволяє збільшити термін служби обладнання в середньому на 15%.

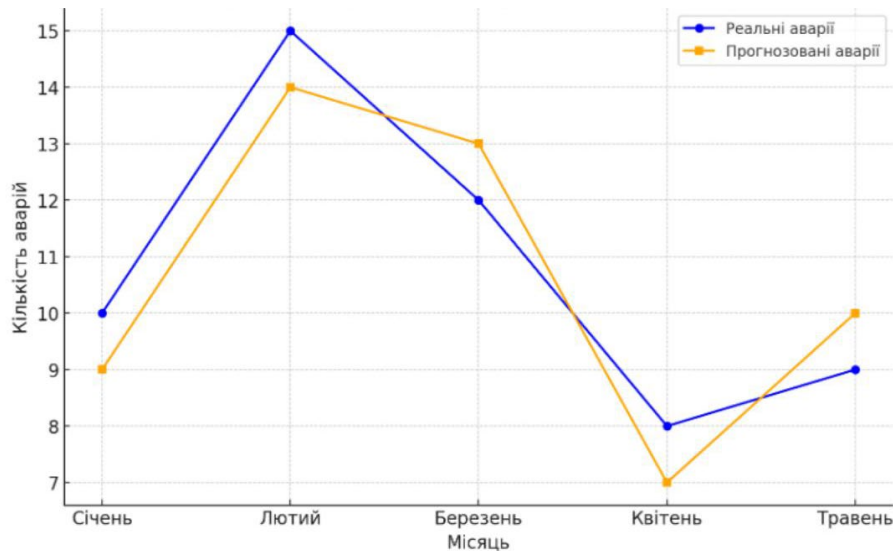


Рисунок 1. Порівняння реальних і прогнозованих аварій.

Наприклад, після впровадження штучного інтелекту на одній з підстанцій було досягнуто значних результатів. Система виявила перегрів одного з трансформаторів, що дало можливість замінити зношений компонент до виникнення серйозної аварії. Завдяки аналізу параметрів напруги, струму, температури та вологості вдалося виявити відхилення в роботі обладнання, що дозволило зменшити час простою та підвищити загальну надійність електричної мережі.

За результатами проведеного дослідження було встановлено, що інтелектуальні технології відіграють важливу роль у модернізації енергетичних мереж, покращенні їх надійності та ефективності. Використання передових технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ) та автоматизовані системи управління, дозволяє не лише оптимізувати енергетичні потоки, а й суттєво зменшити енергетичні втрати та підвищити стабільність мереж. Для впровадження таких систем необхідний комплексний підхід та подальші дослідження, щоб максимально реалізувати їх потенціал в умовах швидкого розвитку технологій. Результати дослідження підтверджують значний економічний та технічний ефект від застосування інтелектуальних систем управління енергетичними мережами [3].

Література

1. Денисюк С.П., Белоха Г.С., Чернищук І.С., Лисий В.В. Світові тенденції впровадження відновлюваних джерел енергії та особливості їх реалізації при відновленні економіки України. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. № 4. С. 7–23.
2. Денисюк С.П., Мельничук Г.В., Чернищук І.С., Лисий В.В. Техніко-економічні механізми розвитку локальних систем енергозабезпечення (Microgrid). Енергетика: економіка, технології, екологія. 2021. № 4. С. 7–22.
3. Стаднік, М., Штуць, А., Колісник, М., Григоренко, Н. Застосування інтелектуальних систем для підвищення надійності та ефективності функціонування електро-енергетичних мереж. Том 347 № 1 (2025): Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки, 291-299.
4. Pawar J.P., Amirthaganesh S., Arun Kumar S., Satiesh Kumar B. Real time energy measurement using smart meter. 2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET), Coimbatore, India, 2016, pp. 1-5.