

УДК 621.314

Назаренко І.А.¹, Сєров Л.О.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. НУ «Запорізька політехніка»

ДІАГНОСТИКИ ТА УПРАВЛІННЯ МІКРОМЕРЕЖІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Мікромережі постійного струму (ММПС) є перспективним рішенням для розвитку альтернативної енергетики, як складова розподіленої генерації. Однак, у порівнянні з системами змінного струму, діагностика ММПС є більш складнішою для виявлення несправності та запобігання серйозного пошкодження. Це обумовлено тим, що на захист пристроїв постійного потоку впливають дві додаткові проблеми, а саме заземлення та відсутність природного переходу струму через нуль. [1].

Використання методів машинного навчання для визначення неполадок і оптимізації роботи системи контролю і інтеграції ММПС в загальну мережу, є передумова надійної та сталої роботи мікромережі.

На сьогоднішній день існує кілька комерційних рішень машинного навчання, які використовуються для діагностики та управління мікромережами, але вони не є доступними для малих суб'єктів господарювання. Для таких суб'єктів господарювання необхідні алгоритми

машинного навчання для діагностики неполадок с найменшими перешкодами на шляху впровадження та комерціалізації.

Для створення алгоритму машинного навчання для діагностики та управління ММПС пропонується проведення стандартизації компонентів мікромережі використовуючи концепцію будівельних блоків [2], що дозволить створити навчальну базу даних з реальних вимірювань.

Впровадження ієрархічної системи ММПС забезпечує ефективне функціонування мікромережі, включаючи рівні для керування, моніторингу, безпеки та координації енергетичних процесів [3].

Моделювання несправностей ММПС для навчання алгоритмів проводять використовуючи PSCAD/EMTDC. Результативність тренуваних алгоритмів перевіряються з використанням реальних даних про помилки ММПС.

Є дослідження ефективності різних алгоритмів машинного навчання для систем діагностики і контролю ММПС. Досліджувались алгоритм на основі методу опорних векторів (SVM), наївного баєсівського класифікатора (NB), дерева рішень (DT), найближчого центроїда (NC) і алгоритма багатосаровий перцептрон (MLP). Ці алгоритми застосовувались до зібраних даних від фактичної мікромережі постійного струму. Дані про несправності класифікувались на основі типу несправності та стійкості до несправностей. SVC, NC і MLP алгоритми можуть виявити несправність і класифікувати тип несправності з точністю 100%. Але найбільш продуктивним в визначенні класифікації несправності на основі як типу несправності, так і стійкості до несправності мав алгоритм багатосаровий перцептрон (MLP) [4].

Алгоритми машинного навчання на базі методу опорних векторів (SVM) для діагностики та управління ММПС, де результати вимірювань від контрольних датчиків порівнюються із класифікаторами на основі методу опорних векторів, для прийняття рішення згідно закладеного алгоритму є більш простими для впровадження[5].

Розглядаючи порівняння використаних моделей машинного навчання з точки зору впровадження та комерціалізації, MLP може бути складним через її складну структуру і чутливість до «зашумленості» даних. У той час як SVC може бути ефективним для завдань лінійної або нелінійної класифікації, Також SVC зазвичай вимагає менше обчислень порівняно з MLP, що знижає вимоги до обчислюваної потужності апаратного комплексу діагностики і керування ММПС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mirsaedi, S., Dong, X., Shi, S. and Tzelepis, D. (2017), Challenges, advances and future directions in protection of hybrid AC/DC microgrids. IET

Renewable Power Generation, 11: 1495-1502. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2017.0079>

2. C. -C. Liu et al. Microgrid Building Blocks: Concept and Feasibility. IEEE Open Access Journal of Power and Energy. 2023. P. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/oajpe.2023.3282188> (date of access: 18.03.2024)

3. A. R. R. Dow's et al. Testing and Characterization of Fault Scenarios of a Hierarchical DC Microgrid for Residential Applications. 2023 Grid of the Future Symposium. 2023.

4. S. T. Ojetola, M. J. Reno, J. Flicker, D. Bauer and D. Stoltzfuz, "Testing Machine Learned Fault Detection and Classification on a DC Microgrid," 2022 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT), New Orleans, LA, USA, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISGT50606.2022.9817517.

5. M. Zaben et al. Machine Learning Methods for Fault Diagnosis in AC Microgrids: A Systematic Review. IEEE Access. 2024. P. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2024.3360330> (date of access: 18.03