

УДК 004.8

Молчанова М.О., Дідур В.О., Мазурець О.В.

Хмельницький національний університет

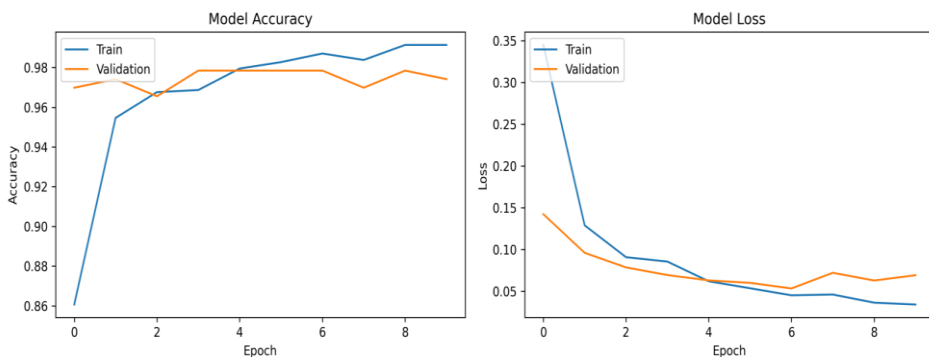
НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ВИЯВЛЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТЕХНІКИ З ОБЕРТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

У даній роботі пропонується використання нейромережевої архітектури *MobileNetV2* для виявлення несправностей у техніці з обертовими елементами. Запропонований підхід забезпечує ефективний аналіз вібраційних даних з точністю 0.97 для своєчасного виявлення аномалій, що можуть свідчити про технічні несправності.

This paper proposes the use of the MobileNetV2 neural network architecture for fault detection in rotating machinery. The proposed approach provides effective analysis of vibration data with an accuracy of 0.97 for timely detection of anomalies that may indicate technical faults.

Обертові елементи техніки, такі як двигуни, турбіни та генератори, є критичними компонентами багатьох промислових систем. Їхнє своєчасне обслуговування та діагностика несправностей є ключовими для забезпечення надійної роботи і попередження аварійних ситуацій [1]. Традиційні методи діагностики часто вимагають значних людських ресурсів та часу [2], водночас засоби ШІ дозволяють скоротити такі часові затрати та дозволяють зменшити вплив людського фактору [3].

Для виявлення несправностей пропонується використання нейронної мережі *MobileNetV2*, що відома своєю ефективністю та низькими вимогами до обчислювальних ресурсів. Графік навчання та функцій втрат наведено на рисунку 1.

Рисунок 1 – Графік навчання нейромережі *MobileNetV2*

Дана модель була обрана для задачі виявлення несправностей через її здатність обробляти великі обсяги даних з високою точністю при мінімальних часових затратах та можливістю імплементації навіть на мобільних пристроях, що дозволить у майбутньому виконувати таку ідентифікацію у реальному часі. Модель MobileNetV2 була попередньо навчена на наборі даних зображень вібраційних хвиль, що дозволяє їй ефективно витягувати важливі характеристики з вібраційних сигналів.

Вібраційні дані, зібрані з різних типів обертових машин під час нормальної роботи та в умовах різних типів несправностей. Дані були попередньо оброблені для виділення характерних ознак, таких як амплітудно-частотні характеристики.

Запропонована модель продемонструвала високу точність у виявленні несправностей, перевершуючи традиційні методи. Зокрема, модель MobileNetV2 показала точність понад 97% у виявленні несправностей.

Для оцінки її ефективності використовувалися метрики точності, повноти та F-міра. Дані дослідження наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники MobileNetV2

Метрики:	Значення:
Accuracy	0.9741
F1	0.9483
Precision	1.0000
Recall	0.9016
Час на навчання, с	18

Використання нейромережових методів, зокрема архітектури MobileNetV2, для виявлення несправностей техніки з обертовими елементами є перспективним напрямком. Це дозволяє автоматизувати процес діагностики, знизити витрати на обслуговування та підвищити надійність роботи промислових систем. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення моделей та їх адаптацію до специфічних умов експлуатації різних типів техніки.

Перелік посилань

1. Matania O, Bachar L, Bechoefer E, Bortman J. Signal Processing for the Condition-Based Maintenance of Rotating Machines via Vibration Analysis: A Tutorial. *Sensors*. 2024; 24(2):454. <https://doi.org/10.3390/s24020454>
2. C. Mongia, D. Goyal, and S. Sehgal, Vibration response-based condition monitoring and fault diagnosis of rotary machinery, *Materials Today: Proceedings*, vol. 50, pp. 679–683, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.395>.
3. Tama, B.A., Vania, M., Lee, S. et al. Recent advances in the application of deep learning for fault diagnosis of rotating machinery using vibration signals. *Artif Intell Rev* 56, 4667–4709 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10293-3>