АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ГІДРОТУРБІННОГО ОБЛАДНАННЯ

Шаранов Д.А., Трубаєв О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделі машинного навчання забезпечують точну аналітику технічного стану обладнання на основі обробки великих масивів експлуатаційних даних, що надходять від сенсорів контролю параметрів вібрації, температури, тиску, навантаження тощо. Інтелектуальні моделі дозволяють виявляти приховані закономірності деградаційних процесів, прогнозувати залишковий ресурс і підвищувати надійність роботи систем у реальному часі. У сучасній науковій площині увага приділяється глибоким рекурентним нейронним мережам (LSTM) та згортковим нейромережам (CNN), які демонструють ефективність в аналізі часових рядів і сигналів. Разом з тим, класичні ансамблеві методи, як Random Forest і XGBoost, залишаються актуальними для обробки структурованих експлуатаційних даних завдяки своїй надійності та інтерпретованості. Гібридні підходи, що поєднують машинне навчання з фізичною моделлю об'єкта, дозволяють підвищити точність прогнозів, зберігаючи фізичну обґрунтованість результатів. Перспективним напрямом є автоматизовані системи AutoML та адаптивні моделі з самооновленням, що враховують зміну умов експлуатації.

Таблиця 1: Порівняльні характеристики поширених моделей машинного навчання що застосовуються для прогнозування відмов гідротурбінних компонентів

Модель	Задача	Переваги	Обмеження
Random Forest	Класифікація, регресія	Стабільність, стійкість до шуму, інтерпретованість	Може бути перенавченою при надлишковій глибині
XGBoost	Класифікація, регресія	Висока точність, облік нерівномірності даних	Складне налаштування гіперпараметрів
SVM	Класифікація	Ефективна при малих обсягах даних	Погано масштабується, чутлива до вибору ядра
LSTM	Прогноз часових рядів	Виявлення довгострокових залежностей	Високі обчислювальні витрати
CNN	Аналіз сигналів	Добре обробляє спектрограми та часові візерунки	Потребує перетворення сигналів у формат зображень

Аналіз показує, що для задач прогнозування відмов гідротурбінного обладнання найбільш перспективним є комбінований підхід, що поєднує переваги різних моделей. Для часових рядів вібрації та температурних показників оптимальними є рекурентні мережі LSTM завдяки здатності виявляти довгострокові залежності в даних. Для структурованих даних технічного стану перевагу має ансамблевий метод XGBoost, який демонструє високу точність класифікації потенційних відмов та враховує нерівномірність даних, що особливо важливо при обмеженій кількості зафіксованих аварійних випадків. Застосування цих моделей відкриває нові можливості для розвитку інтелектуального технічного обслуговування енергетичних систем.