

**Идентификация неисправностей технических объектов методами машинного обучения
Семенов Д. В. (ИТМО)**

**Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Демидова Г. Л.
(ИТМО)**

Введение. Современные методы диагностики и прогнозирования неисправностей, основанные на традиционных статистических подходах, зачастую не обладают достаточной точностью и адаптивностью в условиях изменяющихся эксплуатационных режимов. В связи с этим разработка и исследование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования и предотвращения неисправностей ветроэнергоустановок (ВЭУ) является актуальной научной задачей [1]. Обнаружение неисправностей может быть достигнуто с помощью комбинирования методов [2]. Одни из самых распространенных неисправностей: повреждение лопастей, отказ коробки передач, неполадки с генератором и инвертором, неисправность системы рыскания.

Основная часть. Предварительная обработка данных и использование алгоритмов машинного обучения:

- 1) Предварительная обработка данных
- 2) Выбор признаков
- 3) Использование алгоритмов машинного обучения:
 - a) Light Gradient Boosting Machine (LGBM)
 - b) Decision Tree (DT)
 - c) Random Forest (RF)
 - d) Long Short-Term Memory network (LSTM)
 - e) Support Vector Machine (SVM)

Выводы. В этом исследовании были разработаны различные модели машинного обучения для диагностики неисправностей в ветряных турбинах, уделяя особое внимание подготовке данных из систем SCADA. Модель 2 классификатора Light Gradient Boosting Machine (LGBM) оказалась наиболее эффективной, обеспечивая стабильно высокую производительность по всем типам неисправностей. Несмотря на это, модели испытывали трудности с диагностикой неисправностей, связанных со сбоем в электросети (MF) и системы возбуждения (EF), а также воздушного охлаждения (AF), которые показали самые низкие значения F1. Это ограничение связано с относительно низкой частотой возникновения таких неисправностей в наборе данных, что повлияло на обучение модели. При рассмотрении каждого типа неисправности по отдельности алгоритмы диагностики неисправностей потенциально могут обеспечить точность более 99%. Однако основной целью было разработать надёжный алгоритм многоклассовой классификации, который хорошо работает с различными типами неисправностей. Результаты этого исследования дают ценную информацию для улучшения систем диагностики неисправностей, подчёркивая важность балансировки производительности модели по различным классам для достижения практических и надёжных результатов в реальных условиях.

Список использованных источников:

1. Maldonado-Correa, J.; Martín-Martínez, S.; Artigao, E.; Gómez-Lázaro, E. , “Using SCADA Data for Wind Turbine Condition Monitoring: A Systematic Literature Review,” *Energies* 2020, 13, 3132. <https://doi.org/10.3390/en13123132>

2. Q. Lu, W. Ye and L. Yin, "Parallel Multiple CNNs With Temporal Predictions for Wind Turbine Blade Cracking Early Fault Detection," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 73, pp. 111, 2024, Art no. 3511511, doi: 10.1109/TIM.2024.3370786.