

**Отзыв на автореферат диссертации Чернухина А.В.
«Автоматизированная система прогнозирования технического
состояния промышленного оборудования на базе методов
искусственного интеллекта», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3.
Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами**

В диссертации Чернухина А.В. рассматривается актуальная задача создания программно-алгоритмического обеспечения для мониторинга и прогнозирования технического состояния промышленного оборудования с использованием методов искусственного интеллекта. Это обусловлено, в первую очередь, потребностью в обработке и анализе значительных объемов данных, которые генерируются промышленным оборудованием в реальном времени. Особую важность проблема приобретает при возникновении крайне редких неполадок и отказов, способных привести к катастрофическим последствиям как для людей, так и для экономики государства.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по работе, библиографического списка и одного приложения.

В первой главе представлен детальный обзор степени изученности проблемы как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях и практических разработках компаний. Анализ проведен с двух ключевых позиций: обеспечения надежности технологических систем и применения методов искусственного интеллекта для поддержки принятия решений при управлении техническим состоянием оборудования.

Во второй главе описана разработанная архитектура автоматизированной системы прогнозирования технического состояния промышленного оборудования, включающая взаимосвязанные подсистемы импорта данных, их хранения и обработки, прогнозирования, визуализации информации и управления моделями, с детализацией информационных потоков между ними. Сформулированы три основные задачи прогнозирования: выявление неисправностей, предсказание отказов и определение остаточного ресурса оборудования. Для решения этих задач предложен оригинальный подход, основанный на ансамблевом "мягком" голосовании различных алгоритмов прогнозирования с оптимизацией весовых коэффициентов методом градиентного бустинга. Приведены разработанные архитектуры нейронных сетей и рекомендованные метрики

оценки качества: индекс Жаккара для прогнозирования неисправностей, F1-мера для предсказания отказов, а также RMSE и WRMSE для оценки остаточного срока службы.

Третья глава посвящена вопросам программной реализации разработанной системы. В качестве технологической основы выбраны язык программирования Python и колоночная СУБД ClickHouse, для управления моделями использована платформа MLflow. Пользовательский интерфейс реализован на основе React-JavaScript, а для обеспечения масштабируемости системы применены технологии контейнеризации Docker и оркестрации Kubernetes. В главе также рассмотрены особенности разработанного интерфейса системы.

В четвертой главе приведены результаты апробации системы на примере эксгаустеров агломашин. Исследование проводилось на данных с 16 датчиков шести эксгаустеров, собранных за трехлетний период с интервалом 10 секунд. Подробно описаны этапы предварительной обработки и анализа данных. Наилучшие результаты в прогнозировании неисправностей показал ансамблевый метод. При разработке алгоритма предсказания аномальных режимов работы установлено, что признаки приближающегося отказа по-разному проявляются в показаниях датчиков для различных узлов оборудования. Для выявления аномалий предложен двухэтапный подход: первичное обнаружение с помощью алгоритма изолирующего леса с последующей классификацией потенциальных аномалий с использованием LSTM-сети. В заключительной части главы представлены результаты тестирования модели прогнозирования остаточного ресурса для различных узлов оборудования и временных горизонтов, показавшие хорошую точность для большинства технических узлов, за исключением электрооборудования. Также рассмотрены перспективы интеграции разработанной системы в архитектуру АСУТП предприятия.

По работе имеется замечание: в автореферате не указано, для каких категорий производственного персонала предназначена автоматизированная система прогнозирования. Также отсутствует описание функций разграничения прав доступа, реализованных в данной системе.

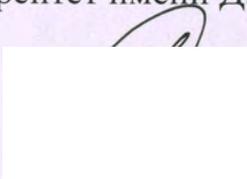
Указанное замечание не снижает уровня научной новизны и практической значимости проведенного диссертационного исследования.

Проведённое Чернухиным Артёмом Валерьевичем диссертационное исследование отвечает требованиям Положения о порядке присуждения

ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а ее автор, Чернухин Артём Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

к.т.н., доцент, заведующий
кафедрой «Автоматизация производственных процессов»
Новомосковского института (филиала) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

03.06.2025г.


А.Г. Лопатин

Адрес: 301665, Тульская обл., г. Новомосковск, ул. Дружбы, д. 8, НИ (ф)
РХТУ им. Д.И. Менделеева
тел. 8(903) 843 80 42
E-mail: lopatin.a.g@muctr.ru

Подпись к.т.н., доцента,
Лопатина А.Г. заверяю, Ученый
секретарь НИ (ф) РХТУ имени
Д.И. Менделеева, к.т.н., доцент


О.В. Дмитриева