

**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**

Диссертационное исследование А.В. Чернухина посвящено важной проблеме создания программно-алгоритмического обеспечения для мониторинга и предсказания технического состояния промышленного оборудования на основе технологий искусственного интеллекта. Это обусловлено, прежде всего, потребностью в анализе и обработке больших объемов данных, формируемых оборудованием в реальном времени. Наибольшую актуальность данная проблема имеет в контексте редких, но тяжелых отказов, способных привести к масштабным последствиям для человеческих жизней и экономической стабильности государства.

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

Первая глава содержит систематизированный обзор современных исследований и коммерческих решений в сфере обеспечения надежности промышленного оборудования с применением технологий искусственного интеллекта, включая анализ российского и зарубежного опыта.

Во второй главе детально описана архитектура разработанной прогностической системы, состоящая из пяти взаимосвязанных модулей: приема данных, их хранения и обработки, прогнозирования, визуализации и администрирования моделей. Сформулированы и методически обоснованы три основные прогностические задачи. Инновационность подхода заключается в использовании взвешенного ансамбля алгоритмов с оптимизацией коэффициентов методом градиентного бустинга. Для каждой задачи определены специализированные метрики: индекс Жаккара, F1-мера и комбинация абсолютной и относительной ошибок RMSE/WRMSE соответственно.

В третьей главе раскрыты аспекты технической реализации: применение языка Python для аналитических модулей, СУБД ClickHouse для работы с большими объемами телеметрии, MLflow для управления моделями.

Интерфейсная часть реализована на React-JavaScript, а требования к производительности обеспечены технологиями Docker и Kubernetes.

Четвертая глава посвящена валидации системы на реальных данных эксгаустеров. После тщательной предобработки трехлетнего массива данных (16 датчиков, интервал 10 сек) наилучшие результаты показал комбинированный подход: ансамблевые методы для прогнозирования неисправностей и двухуровневая система (изолирующий лес и нейронная сеть LSTM) для аномалий. Тестирование модели остаточного ресурса продемонстрировало высокую точность для механических узлов при наличии ограничений для электрооборудования. Завершает главу анализ возможностей интеграции с действующими АСУТП.

По работе имеется ряд замечаний:

1. В автореферате можно было бы более подробно осветить процесс переобучения моделей, в частности уточнить используемые критерии инициирования этого процесса, особенности алгоритмической реализации и подходы к валидации обновленных моделей. Такое дополнение позволило бы лучше оценить методическую строгость и практическую применимость предложенного решения.

2. В автореферате недостаточно раскрыто описание эксгаустера агломерационной машины как объекта управления. Кроме того, отсутствует сравнение предлагаемых методов диагностики состояний оборудования с теми, которые уже применяются на предприятии.

Указанные замечания не снижают уровня научной новизны и практической значимости проведенного диссертационного исследования.

Диссертационная работа Чернухина Артёма Валерьевича 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.

Профессор кафедры «Системотехника»

ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический
университет», доктор технических наук, профессор

Зиятдинов
Надир Низамович
10.06.2025г.

Адрес: 420015, Российская Федерация,
Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 68
Тел.: +7(843)231-41-94
Web-сайт: <https://www.kstu.ru>
e-mail: nnziat@yandex.ru

