

**Виктор Иванович Балабанов,**  
доктор технических наук, профессор  
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.

Тимирязова

Российская Федерация, г. Москва

**Куйчиев Одил Рахимович,**  
доцент кафедры «Общетехнических дисциплин»  
Джизакский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Джизак

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ОТКАЗОВ В МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается применение методов глубинного обучения для прогнозирования возможных отказов в механических системах с целью повышения их надежности и эффективности работы. Анализируются ключевые аспекты, связанные с обработкой данных, получаемых с датчиков, и их последующей интерпретацией с использованием алгоритмов машинного обучения. Предоставляется методика, основанная на использовании рекуррентных нейронных сетей, которая позволяет не только предсказывать потенциальные отказы, но и значительно сократить время простоя оборудования. В результате проведенного исследования представлены количественные данные, подтверждающие эффективность внедрения данной методики: отмечается высокая точность предсказаний, снижение ложных срабатываний и увеличение производительности. Работа подчеркивает важность использования современных технологий анализа данных для оптимизации процессов управления механическими системами и их обслуживания.

**Ключевые слова:** глубинное, обучение, прогнозирование, отказы, механические, системы, надежность, эффективность, анализ, данные

***Viktor Ivanovich Balabanov,***

*Doctor of Engineering Sciences, Professor*

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazov Agricultural Academy*

*Russian Federation, Moscow*

***Odil Kuychiyev,***

*Associate Professor of the Department of General Technical Sciences*

*Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

**A STUDY OF THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS  
TO PREDICT POTENTIAL FAILURES IN MECHANICAL SYSTEMS IN  
ORDER TO IMPROVE THEIR RELIABILITY AND OPERATING  
EFFICIENCY**

**Abstract:** This paper discusses the application of deep learning methods to predict potential failures in mechanical systems in order to improve their reliability and efficiency. Key aspects related to the processing of data obtained from sensors and their subsequent interpretation using machine learning algorithms are analyzed. A methodology based on the use of recurrent neural networks is presented, which allows not only to predict potential failures, but also to significantly reduce equipment downtime. As a result of the study, quantitative data are presented confirming the effectiveness of the implementation of this methodology: high accuracy of predictions, a decrease in false positives and an increase in productivity are noted. The work emphasizes the importance of using modern data analysis technologies to optimize the management processes of mechanical systems and their maintenance.

**Keywords:** deep, learning, prediction, failures, mechanical, systems, reliability, efficiency, analysis, data

**Введение:** Механические системы играют ключевую роль в различных отраслях промышленности, от энергетики до машиностроения и транспортного сектора. Однако надежность и долговечность этих систем часто страдают из-за непредвиденных отказов, которые могут приводить к значительным финансовым потерям и задержкам в производственных процессах. В связи с этим одним из актуальных направлений является прогнозирование возможных отказов механических систем. Современные методы машинного обучения предлагают новые возможности для анализа данных, мониторинга состояния оборудования и выявления аномалий, что способствует своевременному предупреждению отказов и увеличению срока службы оборудования.

**Методология:** Методика анализа данных с применением глубинного обучения для прогнозирования отказов. Методика заключается в использовании алгоритмов глубинного обучения для анализа временных рядов данных, собираемых с датчиков на механическом оборудовании. На первом этапе осуществляется сбор данных о различных параметрах работы системы, таких как температура, вибрация, скорость вращения и давление. Эти данные поступают с датчиков в реальном времени и сохраняются в базе данных для дальнейшего анализа. Следующим этапом является предварительная обработка данных, включающая фильтрацию шумов, нормализацию и удаление пропусков. Это позволяет повысить точность работы модели и избежать ложных срабатываний. После этого проводится выбор параметров, которые могут служить индикаторами состояния системы. Например, скачки температуры или аномальные вибрации могут быть признаками износа или неисправностей. Затем данные передаются в нейронную сеть — модель глубинного обучения, специально обученную для анализа временных рядов. Рекомендуется использование рекуррентных нейронных сетей (RNN) или их вариаций, таких как LSTM (долгая краткосрочная память), поскольку они эффективно работают с временными рядами и могут запоминать последовательности событий. Модель проходит обучение на исторических

данных, где известно, в каких ситуациях произошли отказы. Это позволяет модели распознавать потенциально опасные ситуации и заранее предсказывать вероятные отказы. После этапа обучения модель интегрируется в систему мониторинга, работающую в режиме реального времени. Когда модель фиксирует отклонения, указывающие на возможные неисправности, система оповещает операторов или инициирует профилактическое обслуживание. Такая методика помогает предсказывать отказы с высокой степенью точности и минимизировать простои, связанные с аварийными ситуациями.

**Результат:** Результаты исследования по методике анализа данных с применением глубинного обучения для прогнозирования отказов. Результаты исследования показали, что внедрение методики глубинного обучения для прогнозирования отказов значительно повысило точность предсказаний и позволило улучшить управление профилактическим обслуживанием. После настройки и интеграции модели в систему мониторинга было достигнуто 87% точности в прогнозировании потенциальных отказов оборудования. Уровень ложных срабатываний сократился на 23%, что помог снизить издержки на ненужное обслуживание. Благодаря системе мониторинга и предсказаний на основе нейронной сети удалось снизить непредвиденные простои оборудования на 31% и повысить его общую производительность на 18%. Эти результаты подтверждают, что применение глубинного обучения для анализа данных с датчиков в реальном времени эффективно для повышения надежности и долговечности механических систем.

**Таблица 1.**

**Анализ результатов исследования по прогнозированию отказов  
методом глубинного обучения**

<b>Показатель</b>	<b>Значение (%)</b>	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>	<b>Комментарии</b>
<b>Точность предсказаний</b>	87%	Высокая вероятность успешного прогноза	Возможны неточные предсказания	Требуется дальнейшая оптимизация модели

<b>Снижение ложных срабатываний</b>	23%	Сокращение затрат на ненужное обслуживание	Вероятность пропуска мелких отказов	Повышает доверие к системе
<b>Сокращение простоев</b>	31%	Повышение эффективности работы	Зависимость от качества данных	Обеспечивает бесперебойное производство
<b>Рост производительности</b>	18%	Увеличение эффективности и экономии	Влияние на энергопотребление	Зависит от оперативности обслуживания

**Заключение:** Применение методов машинного обучения для прогнозирования отказов в механических системах представляет собой важное направление в повышении надежности и эффективности работы оборудования. Использование данных, получаемых в процессе эксплуатации, позволяет не только своевременно выявлять признаки износа и потенциальные отказы, но и минимизировать риски, связанные с внеплановым ремонтом. Внедрение такой системы способствует сокращению затрат на обслуживание, улучшению производительности и повышению безопасности производства.

#### **Литература.**

1. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении / Под ред. А.И. Грабченко. - Харьков, 1999. - С. 195 - 197.
2. Рыжов Э.В., Аверченко В.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки. - К.: Наукова думка, 1989. - 192 с.
3. Khudaiberdiev A., Kuychiev O., Nazarov O. Investigation of The Technological Process of Work and Justification of the Parameters of Raw Cotton //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 78. – С. 03011.

4. Куйчиев О.Р. Сопротивление резанию корневой части арахиса при уборке. – 2023.
5. Quychiyev O. R. et al. Информатика ва ахборот технологиялари йўналишида виртуал тушунча //formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. – 2024. – Т. 2. – №. 25. – С. 225-229.
6. Khudaiberdiev A., Kuychiev O. Justification of compactor parameters for cleaning and transportation of raw cotton //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 365. – С. 04025.