

УДК 004.896

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Сафиуллин Р.Н.<sup>1</sup>, студент гр. БИПа-1-24, I курс

Научный руководитель: Исавнин А.Г.<sup>1</sup>, д. ф.-м. наук, доцент

<sup>1</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Искусственный интеллект сегодня становится настоящим прорывом в развитии промышленности и технологических решений, а его интеграция в системы предиктивного обслуживания технического оборудования открывает новые горизонты для оптимизации производственных процессов и повышения надежности работы техники. В условиях стремительной цифровой трансформации предприятия все чаще прибегают к инновационным методам, позволяющим не просто реагировать на поломки, но и заранее прогнозировать возможные неисправности, что позволяет существенно снизить затраты на ремонт, минимизировать простой оборудования и обеспечить более стабильную работу производственных линий [1].

Рассмотрим, каким образом современные алгоритмы машинного обучения, глубокие нейронные сети и методы анализа больших данных, собранных с помощью датчиков и систем интернета вещей, позволяют создать единую информационную платформу для мониторинга технического состояния оборудования в режиме реального времени. Следует отметить, что суть предиктивного обслуживания заключается в том, что система не просто фиксирует текущие отклонения от нормы, а проводит комплексный анализ исторических данных, выявляет закономерности и тенденции, что в свою очередь позволяет формировать динамические модели, предсказывающие вероятность отказов или снижения производительности. Такой подход становится особенно актуальным в условиях современной промышленности, где точность прогнозирования и своевременная профилактика являются ключевыми факторами успешного функционирования предприятий.

Внедрение искусственного интеллекта в системы предиктивного обслуживания представляет собой слияние передовых технологий и традиционных методов технического мониторинга. Современные датчики, установленные на оборудовании, непрерывно фиксируют показатели температуры, давления, вибрации, уровня износа и многие другие параметры, что обеспечивает формирование обширного массива данных. Эти данные, благодаря применению алгоритмов глубокого обучения, анализируются с высокой скоростью, позволяя обнаружить даже малейшие отклонения от нормальных рабочих режимов. Рассмотрим, к примеру, производство в энергетическом секторе, где небольшие изменения в температурном режиме или вибрациях могут указывать на ранние стадии износа узлов оборудования. Применяя методы искус-

ственного интеллекта, специалисты способны не только оперативно выявлять такие сигналы, но и прогнозировать время, когда отклонения могут перерасти в серьезную неисправность, что позволяет заранее организовать профилактический ремонт и избежать аварийных ситуаций.

Важным аспектом внедрения ИИ в предиктивное обслуживание является интеграция с облачными технологиями и системами интернета вещей, что создает возможность обработки огромных объемов данных в режиме реального времени. Такой синергичный подход обеспечивает доступ к информации из любой точки мира, позволяя оперативно принимать решения, адаптироваться к изменениям в условиях эксплуатации и корректировать графики технического обслуживания. Кроме того, применение технологий блокчейн для обеспечения безопасности и достоверности передаваемых данных позволяет создать прозрачную и надежную систему управления техническим состоянием оборудования, что особенно важно для международных компаний с распределенной производственной сетью [1].

Следует отметить, что использование искусственного интеллекта в системах предиктивного обслуживания оказывает положительное влияние не только на экономическую эффективность предприятий, но и на экологическую безопасность производства. Своевременное выявление потенциальных неисправностей и проведение профилактических работ позволяют снизить риск аварийных выбросов, минимизировать утечки вредных веществ и оптимизировать энергопотребление, что в конечном итоге способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду. Такие достижения особенно ценны в условиях глобальных экологических вызовов, где устойчивое развитие становится приоритетом для многих отраслей экономики.

В перспективе развитие ИИ в системах предиктивного обслуживания открывает возможности для создания самообучающихся платформ, способных не только анализировать текущие данные, но и самостоятельно корректировать алгоритмы обслуживания в зависимости от изменяющихся условий эксплуатации. Такие системы, обладая способностью к адаптации, могут значительно повысить точность прогнозов, минимизировать человеческий фактор и обеспечить максимальную эффективность работы оборудования даже в условиях нестабильных внешних факторов. Рассмотрим, к примеру, опыт ведущих промышленных компаний, которые уже сегодня успешно интегрировали ИИ-решения в свои производственные процессы. Эти компании отмечают значительное сокращение времени простоя оборудования, увеличение срока его службы и снижение затрат на внеплановый ремонт, что положительно сказывается на общей конкурентоспособности и финансовых показателях предприятия [2].

Необходимо также подчеркнуть, что внедрение технологий искусственного интеллекта требует существенных инвестиций в цифровую инфраструктуру и высококвалифицированные кадры, способные обеспечить разработку, адаптацию и сопровождение таких систем. Государственные и корпоративные инициативы, направленные на цифровизацию промышленности, создают

благоприятные условия для развития ИИ-технологий, что позволяет предприятиям переходить от традиционных методов обслуживания к инновационным моделям, основанным на анализе больших данных и прогнозной аналитике. Именно благодаря таким инициативам возможно создание комплексных платформ, объединяющих возможности ИИ, облачных вычислений и интернета вещей, что становится мощным драйвером для трансформации традиционных производственных процессов.

В практической части исследования была реализована система предиктивного обслуживания технического оборудования с использованием методов машинного обучения. Целью данной системы является прогнозирование возможных отказов оборудования, что позволяет проводить профилактическое обслуживание и снижать время простоя.

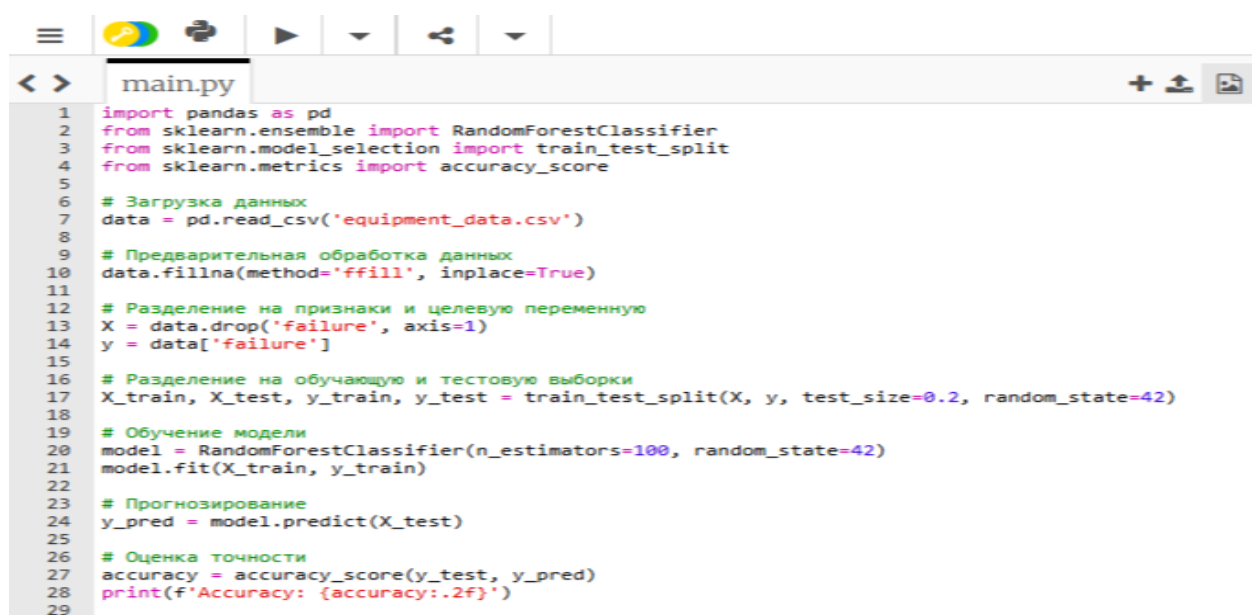
Реализация системы:

1. Сбор данных: система собирает данные с различных датчиков, установленных на оборудовании, фиксируя параметры, такие как температура, вибрация, давление и другие. Эти данные используются для анализа состояния оборудования и выявления аномалий.

2. Обработка и анализ данных: собранные данные проходят этап предварительной обработки, включая фильтрацию шумов, нормализацию и заполнение пропущенных значений. Затем применяются методы машинного обучения для обнаружения закономерностей и предсказания возможных отказов.

3. Прогнозирование отказов: обученные модели анализируют текущие данные и предоставляют прогнозы о вероятности отказа оборудования в ближайшем будущем. Это позволяет планировать профилактическое обслуживание и предотвращать неожиданные поломки.

Реализация кода на языке программирования Python для обработки данных и обучения модели:



```
1 import pandas as pd
2 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
3 from sklearn.model_selection import train_test_split
4 from sklearn.metrics import accuracy_score
5
6 # Загрузка данных
7 data = pd.read_csv('equipment_data.csv')
8
9 # Предварительная обработка данных
10 data.fillna(method='ffill', inplace=True)
11
12 # Разделение на признаки и целевую переменную
13 X = data.drop('failure', axis=1)
14 y = data['failure']
15
16 # Разделение на обучающую и тестовую выборки
17 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
18
19 # Обучение модели
20 model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
21 model.fit(X_train, y_train)
22
23 # Прогнозирование
24 y_pred = model.predict(X_test)
25
26 # Оценка точности
27 accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
28 print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}')
29
```

Рис.1. Реализация кода

Этот код демонстрирует полный цикл работы модели предиктивного обслуживания: от загрузки и подготовки данных до обучения модели и оценки ее точности. Сначала данные обрабатываются, устраняются пропущенные значения, затем формируются обучающая и тестовая выборки. После этого применяется метод случайного леса — один из популярных алгоритмов машинного обучения, который строит несколько деревьев решений и объединяет их прогнозы для большей точности. Обученная модель анализирует входные параметры оборудования и предсказывает вероятность отказа. Затем проводится тестирование модели на новых данных, оценивается ее точность. Этот процесс позволяет создать эффективную систему, которая заранее предупреждает о возможных сбоях, что помогает снизить издержки на ремонт и минимизировать простои оборудования.

В заключение можно сделать вывод, что исследование возможностей искусственного интеллекта в системах предиктивного обслуживания технического оборудования является одним из самых перспективных направлений современной цифровой трансформации. Такой подход позволяет не только повысить надежность и эффективность работы оборудования, но и создать условия для устойчивого развития предприятий, снизить эксплуатационные расходы и обеспечить высокий уровень безопасности производственных процессов. Рассмотрим, как синергия между передовыми технологиями, инновационными алгоритмами и накопленным опытом специалистов становится залогом успешного внедрения ИИ-решений, способных вывести промышленность на качественно новый уровень.

Таким образом, дальнейшее развитие данной области открывает широкие перспективы для создания самообучающихся систем, которые уже в ближайшем будущем смогут обеспечить автономное управление техническим оборудованием, значительно улучшая качество обслуживания и способствуя глобальной цифровой трансформации производства.

### **Список литературы:**

1. Жилияков А.А. Роль искусственного интеллекта в улучшении предиктивных возможностей цифровых двойников для оптимизации технического обслуживания в промышленности // *Endless light in science*, 2023. — С. 318-322.
2. Сазонов С.Н., Феценко В.С. Применение искусственного интеллекта (ИИ) для предсказательного обслуживания в промышленных системах // *Наука и бизнес: пути развития*, 2024. — № 5 (155). — С. 101-104.