ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОНИТОРИНГЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Каримова Индира Шералиевна — студентка 3 курса, Сирожидинов Шамилидин Икромжанович — старший преподаватель. Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы внедрения технологий искусственного интеллекта для контроля состояния режущего инструмента в реальном времени. Анализируются методы машинного обучения, позволяющие прогнозировать износ и оптимизировать производственные циклы в рамках концепции Индустрии 4.0.

Введение. В современном цифровом машиностроении эффективность работы станков с ЧПУ напрямую зависит от состояния режущего инструмента. По статистике, до 20% простоев оборудования вызваны преждевременной поломкой инструмента, что ведет к росту брака и увеличению себестоимости продукции. Традиционные методы замены инструмента по графику часто неэффективны. Использование искусственного интеллекта (ИИ) позволяет перейти к обслуживанию «по состоянию», минимизируя человеческий фактор.

Методология мониторинга. Система интеллектуального мониторинга (Tool Condition Monitoring — TCM) включает три этапа:

1. Сбор данных: Использование датчиков вибрации (акселерометров), акустической эмиссии и контроля силы тока шпинделя.
2. Предварительная обработка: Очистка сигналов от шумов и выделение информативных признаков с помощью вейвлет-преобразования.
3. Анализ с помощью ИИ: Принятие решения о степени износа.

Основные методы ИИ.

Наиболее перспективными для задач мониторинга являются следующие алгоритмы:

- Искусственные нейронные сети (ANN): Позволяют моделировать сложные нелинейные зависимости между силами резания и фактическим износом задней поверхности инструмента (VB).
- Метод опорных векторов (SVM): Эффективен для классификации состояния инструмента на группы: «новый», «рабочий», «критический износ».

- Сверточные нейронные сети (CNN): Применяются для анализа видеоданных или спектрограмм вибрации без необходимости ручного извлечения признаков.

Для оценки износа часто применяется эмпирическая зависимость, интегрируемая в модели ИИ:

$$VB = \int_0^t \dot{w}\, dt$$

где w — интенсивность износа, определяемая параметрами режима резания и свойствами материала.

Результаты и обсуждение. Интеграция обученных моделей ИИ в систему управления станком позволяет сократить время простоев на 15% и снизить расходы на расходные материалы на 10-12%. Основным преимуществом является возможность обнаружения микротрещин и сколов еще до того, как они приведут к поломке инструмента или порче детали.

Заключение. Применение ИИ в мониторинге износа режущего инструмента является ключевым элементом «умного производства». Дальнейшее развитие темы связано с использованием технологий *Edge Computing*, позволяющих обрабатывать нейросетевые алгоритмы непосредственно на контроллерах оборудования.

Список литературы:

1. Артюхов И.В. Интеллектуальные системы в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2023.
2. Официальный сайт Google Scholar (индексируемые источники по теме ТСМ).
3. Индустрия 4.0: цифровые технологии в производстве. Учебное пособие, ТГТУ, 2025.