

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Волков И.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Андреев Ю.С.
(ИТМО)

Введение. Информационные технологии играют ключевую роль в развитии современной промышленности, где технологии машинного обучения (англ. machine learning, ML) становятся важным инструментом для оптимизации производственных процессов. Национальная программа «Цифровая экономика РФ» [1] активно способствует внедрению ML в различных отраслях, что уже привело к ряду успешных примеров, таких как системы мониторинга и поддержки принятия решений на основе анализа данных. Однако широкое использование ML сталкивается с проблемами выбора подходящих моделей и наборов данных [2], а также разработки методов встраивания их в производственные процессы для получения качественного результата.

В приборостроении важнейшим фактором успеха является точность изготовления деталей [3]. Даже использование станков с ЧПУ не гарантирует полного соответствия деталей чертежам из-за износа оборудования и нестабильности режимов обработки. Существующие методы контроля, включая выборочный приемочный контроль, помогают оценивать качество партий, но не учитывают динамические изменения производственного процесса, что повышает риск брака.

В связи с этим прогнозирующие методы на основе ML представляют собой перспективное решение, позволяя выявлять потенциальные дефекты еще до их появления. Основной целью исследования является разработка метода прогнозирования дефектов и адаптивного управления процессом контроля качества деталей на основе данных, поступающих с производственных систем, с помощью технологий машинного обучения.

Основная часть. Разработанный метод прогнозирования качества изготовления деталей на станках с ЧПУ с использованием машинного обучения (ML) включает последовательность этапов, обеспечивающих адаптивное управление операциями технического контроля на производстве. Первоначально данные о технологических параметрах обработки и контроля качества собираются из систем ERP, MES и IIoT. Данные проходят автоматизированную предобработку: очистку, нормализацию числовых признаков и кодирование категориальных признаков.

На следующем этапе формируются ключевые признаки, влияющие на образование дефектов, включая скорость подачи, частоту корректировок, состояние оборудования и опыт оператора. После этого данные используются для обучения моделей ML, которые прогнозируют уровень дефектности партий.

Прогнозируемый уровень дефектности служит основой для динамической корректировки параметров плана выборочного приемочного контроля по альтернативному признаку [4]. В результате прогнозирования предлагается один из трех вариантов контроля: нормальный, усиленный или ослабленный, в зависимости от текущего прогноза.

Реализация этого подхода позволяет значительно снизить затраты на технический контроль за счет сокращения объема выборки контролируемых деталей при прогнозировании уровня дефектности ниже стандартного значения, принятого для данного производственного процесса. Это влечет за собой снижение трудоемкости операций технического контроля. При прогнозировании уровня дефектности выше стандартного значения, объем выборки и трудоемкость операции технического контроля увеличивается, но при этом снижается вероятность приемки бракованной партии деталей.

Выводы. Предложенный метод позволяет динамически адаптироваться к изменениям производственной среды при планировании операций технического контроля и позволяет применить проактивные действия для корректировки технологического процесса для предотвращения брака.

Список использованных источников:

1. «Цифровая экономика РФ» [Электронный ресурс]. // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. / URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 09.02.2025).

2. Конев К.А. Использование методов машинного обучения в задачах принятия решений при обеспечении качества в приборостроении. // Экономика. Информатика. – 2022. – Т. 49, № 4. – С. 820-832.

3. Зерний Ю.В. Управление качеством в приборостроении. // Учебное пособие. 2010.

4. Щеголева С.А. Методы выборочного приемочного контроля. // Учебное пособие для вузов. Инженерная школа ДВФУ. 2014.