

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИЗДЕЖЕК ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Кубрин Д. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук Гомма М. А.

Аннотация. Ключевыми факторами устойчивого развития предприятия являются удовлетворение рыночного спроса и максимизация прибыли. Достижение этих целей напрямую зависит от объемов и качества выпускаемой продукции, что, в свою очередь, актуализирует задачу оптимизации производственных издержек.

В данном исследовании анализируется потенциал автоматизации измерительных процессов как инструмента снижения себестоимости и повышения экономической эффективности производства. В условиях глобализации рынка и ужесточения конкуренции перед белорусскими предприятиями машиностроения и приборостроения остро стоит задача повышения конкурентоспособности. Ключевыми направлениями в ее решении являются повышение качества продукции, оптимизация производственных систем и снижение издержек.

Значительную долю в структуре себестоимости продукции составляют затраты на контроль качества, которые, по различным оценкам, достигают 5–25 %. Эти расходы формируются за счет высокой доли ручного труда специалистов ОТК, производственных простоев во время проведения измерений в, а также потенциальных убытков от не выявленного брака при выборочном контроле. В связи с этим в глобальной производственной практике ведутся активные поиски решений по минимизации измерительных затрат.

Одним из наиболее перспективных направлений является концепция интегрированной автоматизации измерений [1]. Ее сущность заключается в переносе операций контроля с этапа готового изделия непосредственно в производственный цикл. Реализуется это за счет использования высокоточного оборудования, такого как станки с ЧПУ, оснащенные встроенными измерительными системами: координатно-измерительными машинами, оптическими сканерами и системами машинного зрения. Данный подход позволяет не только сократить издержки на контроль, но и радикально снизить его длительность, минимизировать потребность в производственных площадях и сократить численность персонала.

В мировой практике выделяют несколько моделей интеграции измерений в производственный процесс:

1. Интегрированный контроль: установка измерительного щупа в шпиндель станка для периодического контроля геометрии детали, компенсации износа инструмента и позиционирования заготовки.

2. Внутриконтурное измерение: выполнение контроля в рамках одной управляющей программы без вмешательства оператора, с возможностью автоматической корректировки параметров обработки.

3. Активный контроль: мониторинг параметров в реальном времени (силы резания, вибрации, температура) для предотвращения брака и адаптации технологических режимов.

4. Замкнутый измерительный контур: идеальная модель, при которой данные измерений непрерывно используются для автономной корректировки и оптимизации всего производственного цикла.

К преимуществам автоматизации измерений относятся: повышение точности и воспроизводимости результатов, исключение человеческого фактора, рост производительности, снижение операционных затрат и рисков брака, а также переход к принципам «Индустрии 4.0».

К основным ограничениям относятся: высокие капитальные затраты, риски производственных простоев при выходе из строя измерительных систем, а также экономическая целесообразность для серийного и массового производства [2].

Несмотря на потенциал, широкому внедрению концепции препятствуют технические, методические и законодательные барьеры:

1. Обеспечение точности и стабильности: Влияние внешних факторов (температура, вибрации) в цеховой среде снижает точность измерений по сравнению со специализированными лабораториями.

2. Учет износа оборудования: необходима разработка новых методик оценки и компенсации износа измерительных компонентов станка.

3. Валидация программного обеспечения: лаборатория должна убедиться в правильности применяемых методов измерения и в связи с этим возникает сложность верификации алгоритмов станка без доступа к исходному коду, что требуется стандартами (например, ГОСТ ISO/IEC 17025) [3].

4. Правовой статус оборудования: согласно закону Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» станок не является средством измерения, что создает проблему обеспечения метрологической прослеживаемости к национальному эталону единиц величин [4].

5. Калибровка и поверка: определение межповерочных интервалов для оборудования, работающего в не нормальных условиях, представляет собой отдельную методическую задачу.

Таким образом, автоматизация измерительных процессов представляет собой стратегическое направление для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий. Однако существуют препятствия в реализации автоматизации измерений, главное из которых не техническое, а нормативно-методическое. Для борьбы с этим препятствием необходимо провести адаптацию нормативной базы для внедрения данной технологии. Несмотря на наличие существенного барьера, опыт развитых стран демонстрирует, что данная технология вносит значительный потенциал в сокращении издержек и повышении эффективности производства.

Список использованных источников

1. Внутрипроизводственный контроль (IPC) // Pharmuni. – URL: <https://pharmuni.com/glossary/in-process-control/> (дата обращения: 16.09.2025).

2. Общие проблемы автоматизации поверочных лабораторий // Юнитесс. – URL: <https://unitess.ru/download/obshchie-problemy-avtomatizacii-poverochnyh-laboratoriy-0.html> (дата обращения: 16.09.2025).

3. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий: ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. – Введ. 28.06.2019 (с отменой на территории РБ ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009). – Мн. : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 26 с.

4. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» от 5 сентября 1995 г. № 3848-ХІІ // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Ст. 1 с изм. и допол. В ред. от 27 декабря 2024.