

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЛОСЪЕМНЫХ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

**Д. А. Бахин**

*Научный руководитель – У. Ю. Антонова*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация*

***Аннотация.** В статье представлен анализ основных дефектов при производстве маслосъемных поршневых колец, а также разработано программное обеспечение для автоматического мониторинга их производства, что позволит значительно повысить качество продукции за счет своевременного выявления дефектов и оперативного реагирования на проблемы.*

***Ключевые слова:** маслосъемные кольца, метрологическое обеспечение, программное обеспечение, автоматизация, качество продукции.*

## DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AUTOMATIC MONITORING IN THE PRODUCTION OF OIL SCRAP PISTON RINGS

**D. A. Bakhin**

*Scientific advisor – U. Yu. Antonova*

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

***Abstract.** The article presents an analysis of the main defects in the production of oil scraper piston rings, and also develops software for automatic monitoring of the production of oil scraper piston rings, which will significantly improve the quality of products due to the timely detection of defects and prompt response to problems.*

***Keywords:** oil scraper rings, metrological support, software, automation, product quality.*

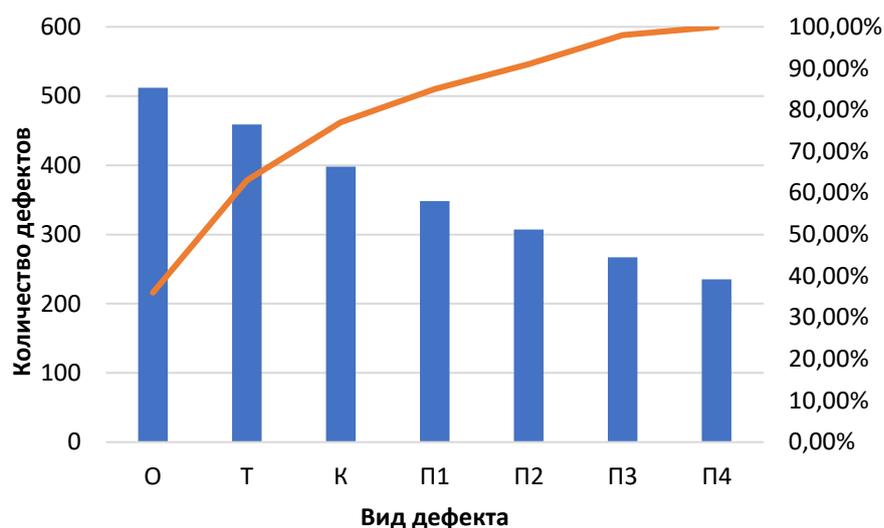
Современное машиностроительное производство нацелено на создание высококачественных соединений, сборочных единиц и агрегатов [1]. Одним из слагаемых качества является точность деталей и соединений [2-4]. Одним из ключевых компонентов в системе обеспечения точности измерений в производстве является метрологическое обеспечение, поскольку результаты измерений служат основой для принятия решений [5]. Точность, правильность и своевременность из-

мерений играют важную роль в обеспечении корректности принимаемых решений [6]. Кроме того, информация, полученная в результате контроля и испытаний, также оказывает влияние на принятие решений на производстве [7]. Измерительные данные являются основой для оценки качества продукции, прохождения сертификации, разработки технологий и управления системами качества [8]. Через измерения осуществляется контроль за производственными процессами. Получение неточной измерительной информации может привести к неправильным решениям, снижению качества продукции и возможным отказам оборудования [9-12].

Маслосъемные поршневые кольца – важный элемент двигателя внутреннего сгорания, который обеспечивает контроль за попаданием масла в камеру сгорания. В соответствии с ГОСТ 621-87 «Кольца поршневые двигателей внутреннего сгорания. Общие технические условия» кольца должны отвечать строгим требованиям по размеру, материалу и обработке. Они изготавливаются из высококачественного серого чугуна или специальных сплавов и проходят термическую обработку и нанесение покрытий для повышения износостойкости и функциональных характеристик.

Для наглядного представления распределения дефектов при производстве маслосъемных поршневых колец на ООО «ТТМ Центр» за 2023 год по их типам была построена диаграмма Парето. Данная диаграмма изображена на рисунке 1 и позволяет выявить наиболее критические дефекты, которые требуют первоочередного внимания.

Анализ данных по браку показывает, что основными причинами дефектов поршневых маслосъемных колец являются отклонение диаметра, неправильная толщина и округлость, а также пористость материала. Для решения этих проблем необходим более современный подход к метрологическому обеспечению. Завод ООО «ТТМ Центр» принял решение установить координатно-измерительную машину (КИМ) Global Classic 7107 производства Hexagon Metrology в 2024 году. Это позволит значительно повысить точность измерений, автоматизировать процесс контроля, снизить количество брака и в конечном итоге повысить качество продукции и производительность. Благодаря разработанному программному обеспечению, интегрированному с КИМ, будет обеспечен непрерывный мониторинг параметров измерений и оперативное выявление отклонений.



**Рисунок 1 – Диаграмма Парето распределения дефектов при производстве масляесъемных поршневых колец:**

О – отклонение диаметра; Т – неправильная толщина; К – отклонение от круглости; П1 – пористость материала; П2 – дефекты покрытия; П3 – повреждения при термической и механической обработке; П4 – прочие дефекты

Рассмотрим процесс создания программы для автоматического мониторинга данных. Эта программа была разработана в среде PyCharm, при этом были использованы Python 3.2 и различные внутренние библиотеки для обработки данных и отправки уведомлений по ним. Для создания программы была выбрана среда разработки PyCharm, так как она предоставляет широкие возможности для написания кода, а также его отладки и тестирования. Ниже приведен перечень основных инструментов и библиотек, которые были задействованы:

1. Pycharm – это интегрированная среда разработки для Python, облегчающая работу с кодом, его отладку и управление проектами.
2. Python 3.2 – это основной язык программирования для разработки ПО.
3. NumPy и Pandas – это библиотеки для работы с числовыми данными, а также их анализ.
4. Asyncio – это библиотека, которая предназначена для асинхронного программирования.
5. Datetime – это модуль для работы с датами и временем.
6. Telegram – мессенджер, который будет использоваться для взаимодействия с API Telegram и отправки уведомлений об изменении данных. На рисунке 2 приведен код для интеграции этих библиотек в программное обеспечение через среду разработки PyCharm.

```

1  import numpy as np
2  import pandas as pd
3  import time
4  import random
5  import asyncio
6  from datetime import datetime
7  from telegram import Bot
8

```

**Рисунок 2 – Код на Python для интеграции библиотек в программное обеспечение через среду разработки PyCharm**

Рассмотрим этапы создания программного обеспечения для автоматического мониторинга при производстве маслосъемных поршневых колец:

- производится анализ проблем, связанных с координатно-измерительными машинами (КИМ), и определение основных требований к программному обеспечению.
- формулируются функциональные и нефункциональные требования, включая интеграцию с существующими системами, производительность, надежность и работоспособность.
- создание архитектуры программного обеспечения, включая модули для сбора данных, их анализа, создания отчетов и передачи уведомлений.
- определение интерфейсов с CMMS и другими системами.
- написание кода на языке Python для реализации функциональности сбора данных, их анализа и передачи уведомлений.
- проведение модульного и интеграционного тестирования для проверки корректной работы всех компонентов.
- внедрение программного обеспечения в структуру организации и интеграция его с КИМ.
- обучение сотрудников по использованию нового ПО и анализу полученных данных.
- создание алгоритмов функционирования ПО.

Программное обеспечение для автоматического контроля и уведомлений действует в соответствии с указанными алгоритмами:

1. Запуск программного обеспечения – начало работы ПО: запуск программы, активация необходимых сервисов и проверка готовности к выполнению задачи.

2. Взаимодействие с КИМ – установка связи с координатно-измерительной машиной, далее идет проверка состояния связи:

- при успешном соединении (Да) – продолжение работы.
- при неудачном соединении (Нет) – завершение программы.

3. Сбор информации – регулярный сбор данных о состоянии КИМ и текущих измерениях, запись в базу данных, проверка успешности сбора информации:

- при успешном сборе данных (Да) – продолжение работы.
- при неудачном сборе данных (Нет) – отправка уведомления об ошибке и завершение программы.

4. Анализ данных – обработка собранных данных с использованием метрологических формул и статистических методов, выявление отклонений и проблем в соответствии с установленными критериями и допусками:

- если отклонение находится в пределах допуска (Да) – продолжить.
- если отклонение превышает допуск (Нет) – сформируйте отчет и отправьте уведомление.

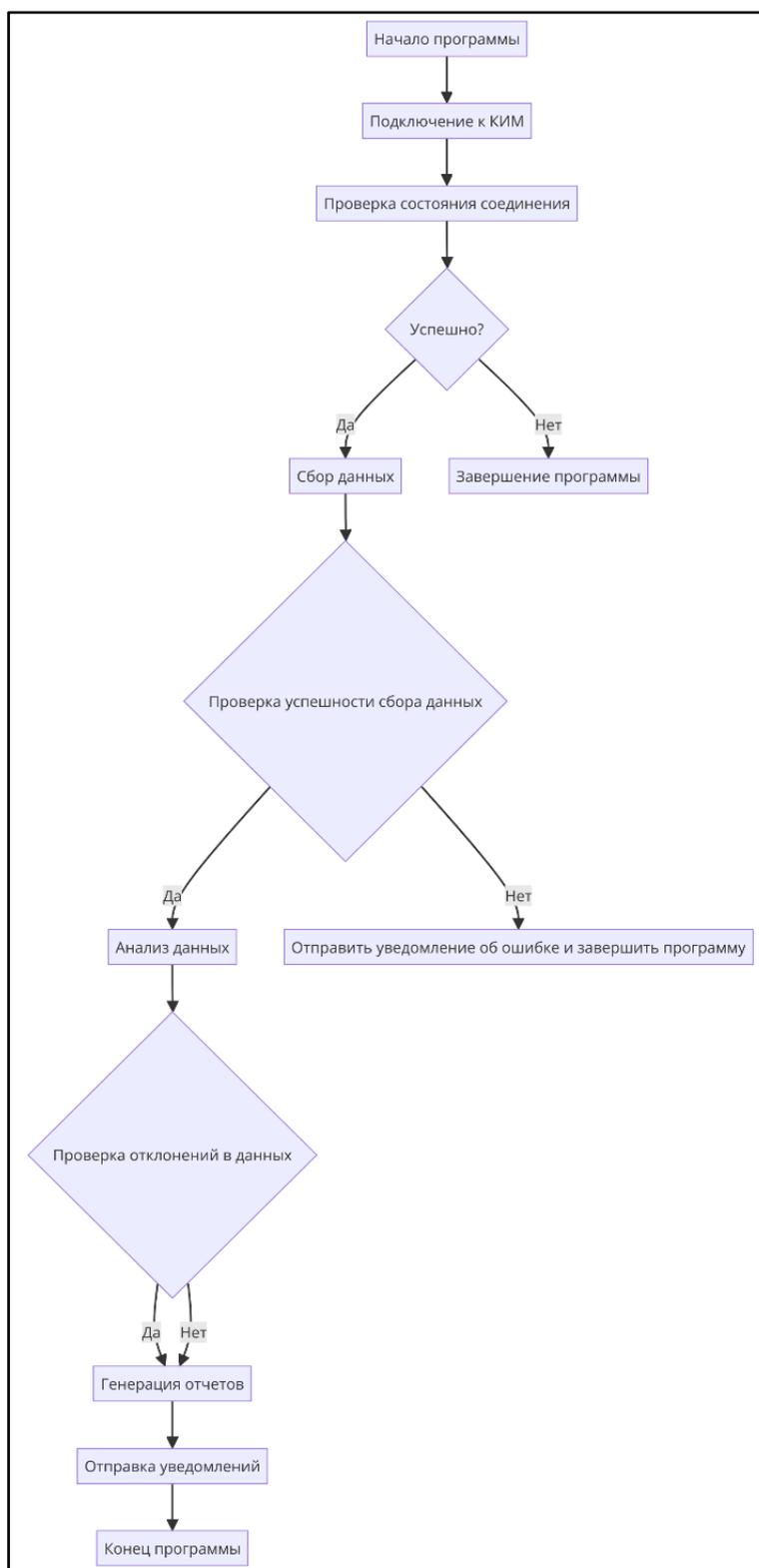
5. Формирование отчета – создайте подробный отчет о состоянии КИМ и результатах измерений – он также включает рекомендации по калибровке и настройке КИМ.

6. Отправка уведомлений – при обнаружении проблемы отправьте уведомление ответственному сотруднику по электронной почте или через систему обмена сообщениями, уведомление будет содержать подробную информацию о проблеме и предложения по ее устранению.

7. Закрытие программы – программное обеспечение будет завершено после выполнения всех задач.

На рисунке 3 проиллюстрирован алгоритм работы программы в виде блок-схемы.

Внедрение программного обеспечения для автоматического мониторинга производства маслосъемных поршневых колец позволяет значительно повысить качество продукции за счет своевременного выявления дефектов и оперативного реагирования на проблемы. Это способствует сокращению уровня брака, повышению производительности и снижению издержек.



**Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма работы разрабатываемого ПО**

Разработанное ПО демонстрирует высокую эффективность при интеграции с современными средствами измерений, обеспечивая надежный контроль качества и соответствие продукции стандартам ГОСТ 621-87 «Кольца поршневые двигателей внутреннего сгорания. Общие технические условия».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
2. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
3. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
4. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
5. Бондарева, Г. И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 36-38.
6. Анализ и синтез процессов обеспечения качества : учебное пособие, предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» / Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 174 с.
7. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
8. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.
9. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Л. А. Гринченко, С. Ю. Видникевич // Компетентность. – 2023. – № 5. – С. 32-37.
10. Голиницкий, П. В. Информационные технологии в управлении качеством / П. В. Голиницкий. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. – 172 с.
11. Повышение надежности и эффективности электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания при использовании UltraCap / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Д. Г. Асадов, Г. Н. Смирнов // Объединенный научный журнал. – 2005. – № 1. – С. 42-48.
12. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7.

### **Об авторах:**

**Бахин Данила Андреевич**, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

**Научный руководитель – Антонова Ульяна Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», [uantonova@rgau-msha.ru](mailto:uantonova@rgau-msha.ru).

*About the authors:*

**Danila A. Bakhin**, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

**Scientific advisor – Ulyana Yu. Antonova**, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [uantonova@rgau-msha.ru](mailto:uantonova@rgau-msha.ru).