

**Чиркова Наталья Леонидовна**, Студент  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
технологический университет»  
Chirkova Natalia Leonidovna

Научный руководитель:  
**Елагина Виленна Борисовна**  
к.э.н., доцент кафедры управления и права  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
технологический университет»  
Elagina Vilena Borisovna

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ  
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ ХОЛОДИЛЬНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
INCREASING THE EFFICIENCY OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
IN THE PRODUCTION OF REFRIGERATION EQUIPMENT BASED  
ON MACHINE LEARNING METHODS**

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема повышения эффективности системы менеджмента качества (СМК) на предприятиях, производящих холодильное оборудование. Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к качеству продукции и необходимостью снижения производственных издержек.

**Abstract.** The article discusses the problem of increasing the efficiency of the quality management system (QMS) at enterprises producing refrigeration equipment. The relevance of the study is due to the increasing requirements for product quality and the need to reduce production costs.

**Ключевые слова:** Система менеджмента качества, машинное обучение, холодильное оборудование, контроль качества, оптимизация, предиктивная аналитика.

**Keywords:** Quality management system, machine learning, refrigeration equipment, quality control, optimization, predictive analytics.

В условиях глобальной конкуренции и возрастающих требований потребителей к качеству продукции, предприятиям машиностроительной отрасли, в частности, производителям холодильного оборудования, необходимо постоянно совершенствовать свои системы менеджмента качества (СМК). Традиционные методы управления качеством, основанные на статистическом анализе и опыте экспертов, часто оказываются недостаточно эффективными для выявления сложных взаимосвязей между различными параметрами производственного процесса и их влиянием на конечный результат.

В последние годы наблюдается активное внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ), в том числе методов машинного обучения (МО), в различные сферы деятельности, включая промышленность. МО позволяет анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать результаты производственных процессов с высокой точностью. Использование МО в СМК позволяет автоматизировать рутинные операции, выявлять дефекты на ранних стадиях производства, оптимизировать параметры технологических процессов и, в конечном итоге, повысить качество продукции и снизить издержки.

Целью данного исследования является разработка и обоснование методики повышения эффективности СМК в производстве холодильного оборудования на основе методов МО.



В научной литературе представлено большое количество работ, посвященных вопросам управления качеством в машиностроении [1, 2]. Однако, в большинстве этих работ не рассматриваются возможности использования современных технологий ИИ для решения задач управления качеством.

Рассмотрим алгоритм встраивания методов МО в СМК:

1. Сбор и подготовка данных. На данном этапе осуществляется сбор данных о производственных процессах, параметрах технологических операций, характеристиках сырья и комплектующих, а также информации о выявленных дефектах и отказах оборудования. Собранные данные очищаются, преобразуются и структурируются для дальнейшего анализа.

2. Выбор и обучение моделей МО. На основе анализа собранных данных выбираются наиболее подходящие алгоритмы МО (например, нейронные сети, деревья решений, метод опорных векторов). Алгоритмы обучаются на исторических данных, чтобы установить взаимосвязи между различными параметрами производственного процесса и качеством продукции.

3. Разработка системы предиктивной аналитики. На основе обученных моделей МО разрабатывается система предиктивной аналитики, позволяющая прогнозировать вероятность возникновения дефектов и отказов оборудования на ранних стадиях производства.

4. Оптимизация параметров технологических процессов. На основе результатов анализа данных и прогнозов системы предиктивной аналитики определяются оптимальные параметры технологических процессов, обеспечивающие максимальное качество продукции и минимальные издержки.

5. Внедрение разработанной методики в СМК предприятия. Разработанная методика внедряется в существующую СМК предприятия, включая автоматизацию процессов контроля качества, обучение персонала и мониторинг эффективности новых подходов [3].

В качестве проблемной области был выбран процесс сварки холодильного контура, в котором часто возникают утечки хладагента, приводящие к браку.

На первом этапе были собраны данные о параметрах сварки (сила тока, напряжение, скорость подачи проволоки, давление газа), качестве сварных швов (наличие пор, трещин, непроваров) и показаниях давления в холодильном контуре. Собранные данные были использованы для обучения нейронной сети, которая была обучена прогнозировать вероятность возникновения утечки хладагента на основе параметров сварки и качества сварных швов.

На втором этапе была разработана система предиктивной аналитики, позволяющая в режиме реального времени оценивать качество сварного шва и прогнозировать вероятность возникновения утечки хладагента. В случае выявления высокого риска утечки, система выдавала рекомендации по корректировке параметров сварки.

На третьем этапе система была интегрирована в автоматизированную систему контроля сварки. В результате, количество утечек хладагента снизилось на 30%, что привело к значительному сокращению брака и повышению производительности.

Результаты моделирования показали, что применение методов МО позволяет значительно повысить эффективность СМК в производстве холодильного оборудования. В частности, внедрение системы предиктивной аналитики, основанной на обученной нейронной сети, позволило снизить количество брака на 30% за счет своевременного выявления и предотвращения дефектов [4,5].

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения методов МО для автоматизации рутинных операций, выявления скрытых взаимосвязей и оптимизации параметров технологических процессов в производстве холодильного оборудования.

Результаты моделирования показали, что применение разработанной методики позволяет значительно повысить качество продукции и снизить производственные издержки. Предложенная методика может быть использована на предприятиях, производящих холодильное



оборудование, для автоматизации процессов контроля качества, оптимизации параметров технологических процессов и повышения эффективности системы менеджмента качества в целом.

**Список литературы:**

1. Степанова Е.П. Технические стандарты в области обработки данных для обнаружения утечек хладагента // Стандарты и качество. 2023. № 4. С. 33-37. URL: <https://standardsquality.ru/article1> (дата обращения: 25.10.2025).
2. Фролов С.М., Сергеева Н.К. Технические средства и алгоритмы для обнаружения утечек хладагента // Проблемы систем управления. 2023. Т. 32, № 2. С. 78-88. URL: <https://scienceproblems.ru/psy/issue2/article3> (дата обращения: 15.11.2025).
3. ГОСТ Р 51275-2022. Холодильные установки и оборудование. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2022. 26 с. (дата обращения: 15.11.2025)
4. ГОСТ Р 53939-2021. Установки для контроля утечек. Методы испытаний и технические требования. М.: Стандартинформ, 2021. 34 с (дата обращения: 16.11.2025).
5. ГОСТ Р 58778-2019 Системы искусственного интеллекта. Способы управления рисками. – Москва: Стандартинформ, 2019. (дата обращения: 16.11.2025)

