

ОТЗЫВ

официального оппонента

д-ра техн. наук, профессора Киселева Эдуарда Валентиновича

на диссертационную работу Мосина Владимира Геннадьевича на тему «Методология и инструментарий детекции аномалий в управлении качеством процессов автомобильной отрасли», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Структура и общая оценка работы

Диссертационная работа Мосина Владимира Геннадьевича состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, списка иллюстративного материала и пяти приложений. Общий объем диссертации составляет 491 страницу и включает 122 рисунка, 76 таблиц, список литературы из 249 наименований. Структура и содержание диссертационного исследования подчинены общей логике. Материал диссертации в полной мере соответствуют поставленной цели работы.

Тема и содержание диссертации соответствуют научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Актуальность темы диссертации

В современных условиях глобальной конкуренции, машиностроительным предприятиям, особенно в автомобильной отрасли, необходимо не только производить качественную продукцию, но и соответствовать высоким требованиям международных стандартов. Система менеджмента качества (СМК), построенная на основе стандартов ISO 9000 и IATF 16949, является ключевым инструментом для достижения этих целей. Стандарты ISO 9000 устанавливают общие требования к СМК, которые применимы к организациям любого размера и типа. Стандарт IATF 16949, разработанный специально для автомобильной промышленности, предъявляет более жесткие требования к управлению качеством на всех этапах жизненного цикла продукции, включая проектирование, производство, поставку, сервисное обслуживание и утилизацию.

Однако стремительное развитие технологий и изменение рыночных условий требуют постоянной адаптации СМК к новым вызовам. Традиционные методы управления качеством, основанные на статистическом анализе и контроле стабильности процессов, часто оказываются недостаточно эффективными в условиях высокой вариативности и нестабильности современных производственных процессов. В частности, внедрение новых производственных технологий, таких как аддитивное производство, приводит к изменению характеристик процессов и увеличению числа факторов, влияющих на качество продукции. Кроме того, глобализация процесса поставок создают дополнительные риски, связанные с качеством сырья, материалов и

комплекующих. В этих условиях необходимо пересмотреть подходы к управлению качеством и внедрить новые методы, позволяющие эффективно контролировать и улучшать качество продукции в условиях высокой нестабильности и неопределенности.

Одним из перспективных направлений является использование методов машинного обучения для анализа данных и выявления аномалий, свидетельствующих о возможных проблемах с качеством продукции, чему и посвящена диссертационная работа В. Г. Мосина. Актуальность рассматриваемой диссертационной работы состоит в том, что применение алгоритмов машинного обучения позволяет выявлять сложные зависимости и закономерности в больших массивах данных, которые остаются незамеченными при использовании традиционных статистических методов. В этих условиях появляется возможность совместить классические теоретические и практические положения управления качеством в автомобильной отрасли с современными технологиями анализа и обработки больших данных.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В исследовании В. Г. Мосина проведён всесторонний анализ существующих инструментов статистического управления качеством, применяемых в автомобильной промышленности. Показано, что эти инструменты не всегда адекватно и полно отражают состояние процессов на различных этапах жизненного цикла продукции. Автор аргументированно доказывает необходимость модернизации существующих подходов и разработки принципиально новых комплексных инструментов, способных расширить возможности системного управления качеством процессов в сферах производства, сервиса и маркетингового сопровождения. Ключевым результатом работы является обоснование возможности перехода к парадигме статистического управления качеством процессов, характеризующихся высокой нестабильностью. Подчёркивается соответствие данного подхода современным требованиям международных и отраслевых стандартов, определяющих методологию системного менеджмента качества в машиностроении и автомобилестроении.

Диссертация В. Г. Мосина представляет собой комплексное научное исследование, направленное на создание методологии и инструментария для управления процессами в СМК автомобильной отрасли. Основные результаты исследования были представлены на международных и отечественных научных конференциях, а также опубликованы в ведущих специализированных изданиях, что подтверждает их актуальность и значимость. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям по специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Научная новизна диссертации

Научная новизна представленной работы определяется разработкой комплекса моделей и алгоритмов для выявления аномалий в управлении качеством в автомобильной промышленности. Отличительной особенностью подхода является использование методов предиктивного моделирования процессов СМК, в отличие от нормативных требований стандарта IATF 16949:2016, основанных на SPC. Основные аспекты научной новизны диссертационной работы В. Г. Мосина состоят в следующем:

1. Сформирован программный инструментарий для генерации и анализа данных о процессах, а также для тестирования методов детекции аномалий.
2. Разработаны методы, использующие моделирование временных рядов и состояний процессов для выявления отклонений.
3. Предложен статистический критерий оценки выраженности аномалий, основанный на определении локтевой точки, обладающий универсальностью в применении к различным распределениям данных.
4. Сформирован инструментарий для детекции аномалий, применимый к процессам с различной динамикой: как к стабильным, так и к существенно нестабильным.
5. Предложен метод принятия решений, основанный на полном анализе статистических данных, что снижает влияние субъективных факторов.

Практическая значимость диссертации

В диссертационной работе Мосина Владимира Геннадьевича, в рамках методологии статистического управления качеством нестабильных процессов разработан целый набор концептуальных, методических и инструментальных решений, направленных на актуализацию, обоснование и реализацию проектов по улучшению качества и конкурентоспособности современных предприятий автомобильной отрасли. В работе показано как научное содержание разработок реализуется в непосредственные прикладные инструменты управления качеством, такие как мероприятия аудита, контроля и последующего устранения выявленных аномальных состояний. Все предложенные в диссертации прикладные решения можно охарактеризовать как взаимосвязанный комплекс, позволяющий на практике реализовать и обеспечить успешное функционирование процессного управления конкурентоспособностью и качеством продукции и услуг предприятий автомобильной отрасли.

Все предложенные в диссертационной работе научно-технические решения прошли апробацию и получили широкое применение в отраслевой практике применения на крупных предприятиях машиностроения: ПАО «КАМАЗ»; АО «АВТОВАЗ».

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

По структуре, содержанию и представленным материалам исследования, автореферат полностью соответствует диссертационной работе.

Оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Мосина Владимира Геннадьевича представляет собой законченную научно-техническую работу, выполненную по актуальной отраслевой проблеме.

В диссертации решается важная отраслевая проблема, связанная с анализом процессов, обладающих существенной нестабильностью, выявлением аномальных состояний в таких процессах и, после проведения мероприятий аудита, устранения причин выявленных аномалий.

Несомненным является то, что в диссертации приведены новые результаты, обогащающие теорию и практику управления конкурентоспособностью и качеством в условиях глобальной цифровизации предприятий автомобильной отрасли. Все это свидетельствует о значительном научном и практическом вкладе диссертанта в разработку освещаемой проблемы.

Основные результаты диссертации представлены в 50 научных трудах, из них: 1 монография; 33 статьи, опубликованные в рецензируемых периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 5 статей в научных изданиях, индексируемых базами WoS / Scopus. Итоги диссертационного исследования представлялись на научно-практических мероприятиях, имеющих Международный и Всероссийский статус.

Замечания по диссертации

Замечания по содержанию.

1. Автор активно использует язык программирования Python и его библиотеки обработки, анализа и визуализации больших данных NumPy, Pandas, Scikit-learn (sklearn), Matplotlib и Seaborn. Однако обзора возможных средств для построения регрессионных моделей нестабильных процессов, например, специализированного для анализа данных языка программирования R, в диссертационной работе не приводится, нет обоснования применения языка Python, его преимуществ перед другими возможными средствами для работы с регрессионными моделями.

2. Автором в главе 2 (стр. 76) диссертационной работы вводится понятие «портрет момента». Он определяет, что *«портретом момента мы будем называть визуализацию состояния процесса во всех локациях сразу в некоторый фиксированный момент времени, другими словами, портрет момента – это тепловая карта»*. На стр. 79-80 автор отмечает, тепловая карта (рис. 2.2) *«иллюстрирует ситуацию, когда процесс наблюдался в 36 локациях в течение 500 моментов времени, и в этом случае глобальные данные о процессе визуализируются при помощи 36 временных рядов и 500 тепловых карт»*. Вместе с тем, все построенные в диссертационной работе автором тепловые карты имеют шкалу из 4 вариантов визуализации представляемых данных (20, 40, 60 и 80 единиц). Возникает сомнение в практической полезности такого инструмента визуализации.

3. На стр. 81-82 диссертации автором определен пул из 7 моделей для моделирования нестационарного процесса. Известно, что список моделей регрессии пакета Scikit-learn включает в себя более 50 доступных моделей регрессий, у каждой из которых есть свои преимущества и недостатки, а также ограничения по использованию. В диссертационной работе нет обоснования выбора представленного автором набора моделей.

4. В п. 2.2.3 диссертации автором затрагивается вопрос выбора лучшей модели с помощью одной из метрик эффективности. Он предлагает на стр. 87-88 *«вычислять среднеквадратичную ошибку MSE, среднюю абсолютную ошибку MAE или коэффициент детерминации R^2 и отдавать предпочтение той схеме, которая получает наилучшую оценку»*. Однако как конкретно реализовать этот выбор из текста диссертации не понятно. Далее по тексту автор для оценки прогнозирующей способности модели использует коэффициент детерминации R^2 , однако не приводит анализ и сравнение с другими релевантными метриками, такими как средней абсолютной ошибкой (MAE), среднеквадратичной ошибкой MSE или среднеквадратичным отклонением (RMSE).

5. В главе 4 диссертации автор проводит обстоятельный анализ отклонений операции установки уплотнителей на стекла автомобиля, выполнявшейся в течение 515 рабочих дней 24 сотрудниками на конвейерной линии одного из ведущих отечественных автопроизводителей. Выявлены отклонения (как отрицательные, так и положительные) в числе операций, выполненных тем или иным работником в течение смены. Однако использование полученной автором информации по отклонениям для совершенствования процессов на автопредприятии весьма затруднительно и сам автор в работе не приводит никакого подобного примера.

6. В главе 5 диссертации автором проведен подробный анализ работы в период 2023–2024 гг. сети из 336 сервисных центров одного из ведущих отечественных автопроизводителей. Проведена детекция аномалий по времени и локациям в процессе сервисного обслуживания для числа оформленных заявок, детекция аномалий по времени и локациям в процессе сервисного обслуживания для суммарной стоимости гарантийных работ. Однако рекомендаций как применить полученные результаты для совершенствования работы сети сервисных центров автопроизводителя, повышения качества обслуживания клиентов автор диссертационной работы вновь не дает.

7. В главе 6 автор проводит детекцию аномалий по времени и локациям в процессе маркетингового сопровождения автомобильного бренда. В процессе анализа не затронут вопрос влияния появления новой локации, например мессенджера Max. Кроме того недостаточно внимания уделено анализу согласованности результатов детекции аномалий, полученных на основе временных и пространственных характеристик. В

частности, остаётся неясным, в какой степени результаты обнаружения аномалий по времени коррелируют с результатами, полученными при анализе локационных данных.

8. При рассмотрении вопросов интеграции методологии и инструментария детекции аномалий в теорию и практику управления качеством автором не затронут аспект трудоемкости работ по созданию, обучению и использованию разработанных моделей нестационарных процессов в условиях реального практического использования на предприятии автомобильной отрасли. В каких условиях (виды процессов, количество операций, длительность и т.п.) для выявления отклонений целесообразно применять классические средства, например, обычный дисперсионный анализ, а в каких – разработанный автором инструментарий?

Замечания по оформлению работы.

1. Достаточно большое количество мелких, но раздражающих при чтении работы нарушений оформления основного текста диссертации: отсутствие отступа в первой строке абзацев (стр. 10, 14, 15, 16 и далее), излишние отступы абзацев при представлении списков (стр. 15, 17, 21, 27 и далее), «висячие» заголовки (стр. 16, 125, 140 и далее), разрывы рисунков на 2 страницы (рис. 3.6, 3.7, 3.8 и далее), разрывы таблиц на 2 страницы (табл. 2.25, 3.7, 3.13 и далее).

2. При проведении обзора концепций, методов и стандартов управления качеством автором приведен ряд некорректных ссылок на использованные источники. Например, на странице 26 при описании концепции Э. Деминга автором дается ссылка на источник [203], коим согласно списка использованных источников является «... 203. Мэдфи К. П. Вероятностное машинное обучение / К. П. Мэдфи. — М: ДМК Пресс, 2023. — 990 с.», а при описании концепции Дж. Джурана – ссылка на источник [73], а согласно списка литературы – это «73. Дайзенрот М. П. Математика в машинном обучении / М. П. Дайзенрот, А. А. Дальдо, Ч. С. Он. — Спб.: Питер, 2024. — 512 с.» и т.д.

3. Имеются ошибки в оформлении рисунков 4.9 и 4.10, где в подрисуночных надписях указаны моменты времени 2024-04-04 и 2024-09-16, а на самих рисунках указаны моменты 2024-11-25 и 2024-11-27 соответственно.

Приведенные замечания по сути и содержанию не снижают качество выполненной работы и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

В диссертации Мосина Владимира Геннадьевича разработаны и реализованы на практике целый ряд важных научно-технических решений направленных на повышение конкурентоспособности автопроизводителя, качества процессов автомобильного производства и конечной продукции. Диссертация Мосина В. Г. является

самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для отечественного автомобилестроения проблемы. Работа является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной, обоснованы на современном научно-техническом уровне и апробированы в условиях реального производства.

Диссертационная работа соответствует всем требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, соответствует специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства. Автор диссертации, Мосин Владимир Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедры «Организация
производства и управления качеством»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П. А. Соловьёва»

Докторская диссертация защищена по специальности
05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции



17.02.26

Э.В. Киселев

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьёва»,

152934, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Пушкина, д. 53

Телефон: +7 (4855) 23-97-22

web-сайт: <https://www.rsatu.ru>

e-mail: rector@rsatu.ru

Подпись Киселева Эдуарда Валентиновича заверяю:

Врио ученого секретаря
ученого совета

РГАТУ имени П.А. Соловьёва

Н.В. Архарова

