

В диссертационный совет 24.2.385.03 на базе
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный университет промышленных
технологий и дизайна»

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Рязанского Валерия Павловича на тему
«Совершенствование контроля качества производства изделий
машиностроения на основе разработки научно-практического
статистического инструментария», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.5.22. «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация
производства»

Актуальность избранной темы диссертационной работы обусловлена современными требованиями к повышению стабильности, воспроизводимости и экономической эффективности процессов механообработки изделий машиностроения. В условиях ужесточения требований к качеству и надёжности продукции, а также роста затрат, связанных с дефектами и остановами производства, особую значимость приобретает развитие научно обоснованных инструментов статистического управления качеством.

Практика показывает, что значительная доля дефектов в машиностроительном производстве связана с финишными операциями высокоточной механической обработки, прежде всего шлифованием, где малые устойчивые смещения среднего и рост изменчивости приводят к существенному ухудшению показателей воспроизводимости процессов. При этом традиционные методы статистического контроля, ориентированные на фиксированные параметры контрольных карт и предположение нормальности данных, оказываются недостаточно эффективными в условиях реальных производственных потоков, характеризующихся загрязнениями данных, автокорреляцией и высокой стоимостью ошибок управления.

В этой связи актуальной является задача разработки научно-практического статистического инструментария, позволяющего не только диагностировать состояние процесса, но и целенаправленно повышать его способность за счёт раннего обнаружения технологически значимых сдвигов и снижения изменчивости. Именно на решение данной задачи направлена рассматриваемая диссертационная работа, что определяет её актуальность и практическую востребованность.

Степень разработанности темы. Теоретические основы статистического управления качеством заложены в трудах У. Шухарта, Э.

Деминга, Дж. Джурана, А. Фейгенбаума и получили дальнейшее развитие в работах отечественных и зарубежных исследователей. В рамках данной научной школы сформированы методы контрольных карт, критерии оценки стабильности процессов и показатели воспроизводимости C_p и C_{pk} .

В то же время анализ современной литературы и производственной практики показывает, что большинство существующих подходов ориентировано на массовые устойчивые процессы и не содержит формализованных процедур выбора параметров контрольных карт с учётом экономических последствий и целевых характеристик обнаружения сдвигов. Вопросы применения робастных статистик, адаптивной настройки ARL и ATS, а также использования контрольных карт как элемента замкнутого контура управления качеством остаются недостаточно разработанными.

Таким образом, при высокой общей степени разработанности теории SPC сохраняется потребность в развитии прикладного статистического инструментария, адаптированного к условиям высокоточной механообработки и ориентированного на реальное повышение воспроизводимости процессов, что и определяет научную нишу диссертационной работы.

Структура и содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и выводов, списка литературы из 157 наименований, приложений. Основной текст диссертации изложен на 223 страницах, содержит 11 рисунков и 35 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет работы, приведены сведения о научной новизне, практической значимости и апробации результатов.

В первой главе выполнен аналитический обзор существующих методов статистического управления качеством и выявлены ограничения традиционных контрольных карт в условиях высокоточной механообработки.

Во второй главе разработан научно-практический статистический инструментарий на основе усовершенствованных CUSUM-карт и модифицированных карт Шухарта, включая робастные статистики и табличные процедуры настройки параметров.

Третья глава посвящена разработке экономико-статистического метода выбора оптимальной средней длины серии и методу выбора оптимальной пары контрольных карт для совместного контроля уровня и изменчивости процесса.

В четвёртой главе приведена апробация разработанных методов на примере процессов шлифования, выполнено сравнение показателей «до/после» внедрения и показан рост индексов воспроизводимости C_p и C_{pk} .

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и обосновании комплекса методов статистического управления качеством, ориентированных на целенаправленное повышение воспроизводимости процессов механообработки.

К основным новым научным результатам относятся:

1. разработка статистического инструментария для CUSUM-карт с табличной настройкой параметров и рекурсивными формулами моментов длины серии;
2. разработка контрольных карт на основе винзоризованного среднего и винзоризованной дисперсии с минимальной средней длиной серии при заданных технологически значимых сдвигах;
3. метод определения оптимальной средней длины серии на основе экономико-статистической оптимизации;
4. метод выбора оптимальной пары контрольных карт для совместного контроля уровня и изменчивости процесса.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии методологии статистического управления качеством производственных процессов механообработки за счёт формализации и уточнения взаимосвязей между параметрами контрольных карт, характеристиками обнаружения технологически значимых сдвигов и показателями воспроизводимости процессов. В работе расширены представления о возможностях использования контрольных карт в условиях, характерных для реального производства, а именно при наличии загрязнённых выборок, автокорреляции наблюдений и асимметричных распределений контролируемых параметров.

Автором показано, что эффективность статистического контроля может быть целенаправленно повышена за счёт адаптивного выбора параметров контрольных карт по критериям средней длины серии и среднего времени до сигнала, а также за счёт применения робастных статистик. Предложенные подходы позволяют рассматривать контрольные карты не только как инструмент диагностики, но и как элемент активного управления процессом, влияющий на его смещение и изменчивость. Тем самым работа вносит вклад в развитие теории SPC в части перехода от фиксированных нормативных настроек к экономико-статистически обоснованной параметризации процедур контроля.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в возможности непосредственного применения разработанного научно-практического статистического инструментария в системах менеджмента качества машиностроительных предприятий. Предложенные контрольные карты и методы их настройки ориентированы на использование в условиях средне- и крупносерийного производства, в том числе на операциях финишной механообработки, где требования к стабильности процесса и уровню дефектности являются наиболее жёсткими.

Практическая реализация разработанных методов позволяет снизить число ложных корректирующих вмешательств, ускорить обнаружение устойчивых сдвигов процесса и обеспечить уменьшение его изменчивости и смещения. Это, в свою очередь, приводит к росту индексов воспроизводимости C_p и C_{pk} и снижению уровня дефектности продукции, что

подтверждено результатами внедрения и сравнительного анализа показателей «до/после». Разработанные методики могут быть использованы при разработке внутренних регламентов SPC, в цифровых системах мониторинга качества, а также в учебном процессе при подготовке специалистов в области управления качеством и организации производства.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, обеспечиваются корректной постановкой задач исследования, последовательным применением современного математико-статистического аппарата и логической связью между теоретическими разработками и результатами вычислительных и экспериментальных исследований.

При выполнении работы использованы методы теории вероятностей и математической статистики, аналитические модели на основе марковских цепей, а также численные методы и имитационное моделирование. Метод Монте-Карло применялся не как единственный источник оценок, а как независимый инструмент верификации аналитических расчётов, что позволило подтвердить корректность полученных оценок средней длины серии, среднего времени до сигнала и их распределений. Согласование аналитических и имитационных результатов с малой относительной погрешностью свидетельствует о корректности используемых моделей и вычислительных процедур.

Обоснованность выводов подтверждается воспроизводимостью результатов при варьировании параметров моделей, а также устойчивостью выявленных эффектов при изменении условий моделирования. Практическая достоверность полученных результатов подтверждена их апробацией в условиях реального производства, где достигнутые изменения показателей воспроизводимости процессов и уровня дефектности согласуются с теоретическими ожиданиями и статистически значимы.

Дополнительным подтверждением достоверности результатов является их апробация на научно-практических конференциях и публикация основных положений диссертации в рецензируемых научных изданиях. В совокупности это позволяет заключить, что представленные в диссертационной работе результаты являются научно обоснованными, достоверными и соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.22.

Апробация результатов, публикации и личный вклад автора.

Основные научные результаты диссертационной работы прошли всестороннюю апробацию и получили положительную оценку научного сообщества. Ключевые положения и выводы исследования докладывались и обсуждались на ряде всероссийских и международных научно-практических конференций, посвящённых вопросам управления качеством, статистического анализа и применения методов SPC в машиностроении и смежных отраслях. Обсуждение результатов в профессиональной среде позволило уточнить

постановку отдельных задач и подтвердить прикладную направленность предлагаемых решений.

По теме диссертационного исследования автором опубликовано 17 научных работ, включая 8 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК по специальности 2.5.22, а также публикации в сборниках трудов конференций. Кроме того, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, что подтверждает завершенность разработанных алгоритмов и их ориентацию на практическое применение. Публикации в полном объеме отражают основные научные результаты диссертации, её цель, задачи и выводы, а также эволюцию предложенного статистического инструментария.

Согласно представленным материалам диссертации и автореферата, все основные научные результаты получены автором лично. Личный вклад автора включает постановку задач исследования, разработку статистических моделей и методов контроля качества, проведение аналитических и численных исследований, выполнение вычислительных экспериментов, анализ и интерпретацию полученных результатов, а также подготовку публикаций. Вклад соавторов в совместных работах носил консультативный и дискуссионный характер и не затрагивал ключевых положений, выносимых на защиту.

Таким образом, объем и характер апробации результатов, количество и уровень публикаций, а также степень личного участия автора в выполнении диссертационного исследования полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.22.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические науки).

Тематика, цель и основные результаты диссертационного исследования напрямую связаны с задачами управления качеством производственных процессов и совершенствования методов их мониторинга и анализа. Разработанный в работе научно-практический статистический инструментарий направлен на повышение воспроизводимости процессов механообработки и снижение дефектности продукции, что полностью соответствует профилю данной научной специальности.

Результаты диссертационного исследования соотносятся, в частности, со следующими пунктами паспорта специальности 2.5.22:

п. 8 - разработка и совершенствование методов, моделей и инструментов управления качеством продукции и производственных процессов;

п. 9 - разработка научных методов оценки, мониторинга и анализа качества продукции и процессов, в том числе с использованием статистических методов.

Предложенные автором контрольные карты, методы их настройки и экономико-статистические подходы к выбору параметров контроля

направлены на решение практических задач управления качеством и организации производства и не выходят за рамки заявленной специальности. Используемый математико-статистический аппарат носит прикладной характер и служит инструментом решения задач управления качеством, а не самостоятельной целью исследования.

Таким образом, диссертационная работа полностью соответствует паспорту научной специальности 2.5.22, а полученные результаты укладываются в рамки заявленного научного направления и отвечают требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по данной специальности.

Замечания по диссертационной работе.

При общей высокой оценке диссертационной работы, её научной новизны и практической значимости, представляется возможным высказать ряд соображений и рекомендаций, носящих уточняющий и развивающий характер и не затрагивающих основных научных положений, выносимых на защиту.

1. В работе последовательно рассматриваются вопросы повышения воспроизводимости процессов механообработки изделий машиностроения, при этом в качестве ключевых примеров используются финишные операции шлифования. Возможно, дополнительное акцентирование данного аспекта в формулировках темы, цели и отдельных выводов позволило бы ещё более чётко подчеркнуть прикладную направленность исследования, не меняя при этом его существа.

2. Использование индексов воспроизводимости C_p и C_{pk} в рамках классической концепции За обосновано и традиционно для задач статистического управления качеством. Вместе с тем, дополнительное сопоставление полученных результатов с современными подходами Six Sigma могло бы упростить интерпретацию результатов для специалистов-практиков и расширить круг потенциальных пользователей предложенного инструментария.

3. В диссертации убедительно показано, что применение разработанных контрольных карт приводит к улучшению показателей воспроизводимости процессов. Представляется, что более подробное иллюстрирование типовых корректирующих действий, выполняемых по сигналам контрольных карт, могло бы ещё нагляднее продемонстрировать роль разработанного статистического инструментария как элемента замкнутого контура управления качеством.

4. В отдельных фрагментах текста используются термины, которые допускают различные интерпретации в рамках классической математической статистики. Незначительное уточнение и унификация терминологии позволили бы повысить строгость изложения без изменения содержания работы.

5. Применение имитационного моделирования методом Монте-Карло для верификации аналитических расчётов является оправданным и

методически корректным. Вместе с тем, более развёрнутое обсуждение допущений и границ применимости данного подхода могло бы дополнительно усилить аргументацию и повысить прозрачность методики для читателя.

Приведённые соображения носят рекомендательный характер, не умаляют научной и практической ценности диссертационной работы и могут рассматриваться как возможные направления дальнейшего развития и расширения полученных результатов.

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

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту. Результаты диссертационного исследования достаточно полно апробированы и опубликованы: по теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 8 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация Рязанского Валерия Павловича выполнена на высоком научном уровне, обладает научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью. Работа является самостоятельным завершённым научно-квалификационным исследованием, содержит технические решения по совершенствованию контроля качества производства изделий машиностроения и направлена на повышение индекса воспроизводимости за счет разработки научно-практического статистического инструментария.

Структура и объем работы: диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и выводов, списка литературы из 157 наименований, приложений. Основной текст диссертации изложен на 223 страницах, содержит 11 рисунков и 35 таблиц. Материал изложен последовательно, выводы по главам логически следуют из результатов исследования, оформление и стиль изложения соответствуют требованиям к научно-квалификационным работам.

Диссертационная работа Рязанского Валерия Павловича на тему «Совершенствование контроля качества производства изделий машиностроения на основе разработки научно-практического статистического инструментария» по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов соответствует всем требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, так как является самостоятельной и законченной научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненного автором исследования, предложены новые научно-обоснованные технические решения по разработке и практическому использованию научно-практического статистического инструментария управления качеством для карт кумулятивных сумм с рекурсивными формулами и учётом дисперсии длины серии, контрольных

карт на основе выборочного среднего, размаха и стандартного отклонения, контрольных карт на основе винзоризованного среднего и на основе винзоризованной дисперсии, метода оптимизации контрольных карт по экономическим критериям, метода выбора оптимальной пары контрольных карт для одновременного контроля уровня и изменчивости процесса механообработки изделий машиностроения, которые имеют важное хозяйственное значение и вносят существенный вклад в развитие высокотехнологичного станкостроения и модернизацию производственных процессов.

Автор диссертационной работы, Рязанский Валерий Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой «Транспортно-технологические машины и процессы»

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,

доктор технических наук,

профессор

— Анцев Виталий Юрьевич

20.02.2026

Подпись Анцева В.Ю. заверяю.

Ученый секретарь ТулГУ

Л. И. Лосева

20.02.2026

До ктОрк\$Я: диссертация и я защищена по специальностям 2.5.6. Технология машиностроения (05.02.08), 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (05.02.23).

Я, Анцев Виталий Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет»

Почтовый адрес: 300012, Россия, г. Тула, пр. Ленина, 92

тел.: +7 (4872) 25-46-88

e-mail: anzev@yandex.ru