

В диссертационный совет 24.2.312.08, созданный на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Гусевой Татьяны Валериановны на диссертационную работу Грошева Алексея Валерьевича на тему «Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Актуальность избранной темы диссертационного исследования

В условиях Российской Федерации, где производство технической керамики выступает в качестве стратегически значимой отрасли, обеспечивающей нужды оборонно-промышленного комплекса, авиакосмической, электронной и металлургической промышленности, проблема повышения эффективности производственной организации и минимизации технологических потерь приобретает критически важное значение в контексте санкционных ограничений и курса на достижение технологического суверенитета.

В современной научной литературе наблюдается устойчивый рост интереса к интеграции методов искусственного интеллекта и машинного обучения в управление производственными процессами. Данные исследований в сфере предиктивной аналитики подтверждают значительный потенциал ансамблевых алгоритмов для прогнозирования показателей качества продукции в условиях многостадийных производств. Вместе с тем, несмотря на наличие фундаментальных разработок в области машинного обучения, методы интеллектуального управления качеством до настоящего

времени не нашли широкого практического внедрения в специфике производства технической керамики, которое отличается высокой чувствительностью к технологическим параметрам, протяженностью производственного цикла и необратимостью ряда операций.

Отмечу: в международной практике активно развиваются комплексные подходы к управлению производством технической керамики, объединяющие цифровые двойники, MES-системы и методы искусственного интеллекта. Ведущие производители (CeramTec, Kyocera, CoorsTek) демонстрируют, что внедрение предиктивных систем управления качеством позволяет снизить уровень дефектности на 30–50% и повысить общую эффективность оборудования на 15–20%. Исследователи подчёркивают необходимость использования системного подхода, учитывающего многофакторную природу керамических процессов и позволяющего осуществлять проактивное управление качеством на всех стадиях производства.

В этой связи разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения, базирующихся на интеграции концепций цифровой трансформации и интеллектуального управления качеством, соответствует современным тенденциям развития научной мысли и отвечает насущным потребностям отечественной промышленности.

Таким образом, актуальность диссертационного исследования Грошева А. В. обусловлена:

- стратегической значимостью производства технической керамики для обеспечения обороноспособности и технологической независимости Российской Федерации;

- высоким уровнем технологических потерь (30–50%) и недостаточной эффективностью традиционных методов управления качеством, ориентированных на выявление дефектов в конце производственного цикла;

- недостаточной проработанностью методов применения искусственного интеллекта для прогнозирования качества и выявления источников потерь в специфических условиях керамического производства;

- необходимостью совершенствования организационно-технических решений в области управления качеством на основе интеграции современных цифровых инструментов и методов машинного обучения.

Новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании комплекса методов и средств, обеспечивающих повышение уровня организации производства технической керамики на основе интеллектуального управления качеством.

1. Разработана концептуальная модель системы оперативного принятия управленческих решений, которая, в отличие от принятой в отрасли реактивной модели (MES), дополнена модулем прогнозирования на базе методов машинного обучения, интегрированным с цифровым двойником производства. Это позволяет трансформировать управление производственными процессами из реактивного в проактивное, что принципиально меняет подход к управлению качеством в условиях многофакторной неопределенности.

2. Создана гибридная математическая модель прогнозирования качества керамических изделий, отличающаяся оригинальным составом ансамбля методов машинного обучения (градиентный бустинг, нейронные сети) и интеграцией с аппаратом нечёткой логики. Отличительной особенностью модели является способность учитывать специфические риски керамического производства, что обеспечивает повышение точности прогнозирования на 8–12% по сравнению с применением указанных методов по отдельности и даёт возможность формализовать экспертные знания технологов.

3. Разработан алгоритм выявления источников технологических потерь в режиме реального времени, отличающийся применением методов интерпретируемого машинного обучения (SHAP-values). Это обеспечивает стандартизацию процедуры диагностики причин дефектов с точностью до отдельной технологической операции и автоматизирует формирование корректирующих воздействий, понятных производственному персоналу.

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации Грошева А. В., аргументированы и научно обоснованы. Соискателем изучен и критически проанализирован значительный объём теоретического и практического материала, о чём свидетельствует широкий список проработанных публикаций (320 источников), выпущенных

российскими и зарубежными авторами. Учтены результаты аналогичных разработок по изучаемой проблеме, достигнутые ведущими отечественными и иностранными учёными, а также релевантные результаты исследований в смежных областях знаний.

Обоснованность выводов, представленных соискателем, подтверждается их непротиворечивостью результатам, полученным в трудах отечественных и зарубежных исследователей, а также применением комплекса апробированных общенаучных методов: системного анализа, математического моделирования, методов машинного обучения, математико-статистических и эконометрических методов, а также инструментов имитационного моделирования.

Достоверность сформулированных в диссертации результатов и практических рекомендаций подтверждается всесторонним анализом опыта организации производства в АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» и систематизацией информации, содержащейся научных трудах российских и зарубежных специалистов по исследуемой проблематике.

Репрезентативность информационной базы сомнений не вызывают, поскольку она базируется на экспериментальных данных реального производственного процесса, а также на анализе нормативно-правовых актов, национальных и межгосударственных стандартов, регламентирующих вопросы организации производства и управления качеством (в том числе применительно к отрасли керамического производства), и отчётных материалов АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина».

Значимость для науки и практики полученных автором диссертации результатов

Научная значимость диссертационного исследования состоит в том, что изложенные в работе основные теоретико-методологические положения нашли свое воплощение в совокупности теоретических и практических моделей, методических инструментов, управленческих механизмов, алгоритмических решений и итоговых выводов. В этой связи следует сделать заключение, что результаты, полученные Грошевым А. В., вносят весомый вклад в развитие концептуальных основ управления качеством применительно к многостадийным производственным системам, а также в формирование критериальной базы для выбора интеллектуальных методов управления с учетом современных тенденций цифровой трансформации промышленности.

В структуре научного вклада диссертации ключевое место занимает идентифицированная соискателем проблемная область развития керамического производства. Разработанная автором система поддержки принятия решений, интегрирующая математические модели и алгоритмы машинного обучения, позволяет осуществить прогнозирование качественных характеристик продукции и детекцию источников технологических потерь. Предложенные автором решения формируют научно-методический базис для ответа на системные вызовы, стоящие перед отечественными производителями технической керамики.

Практический потенциал диссертации обусловлен возможностью масштабирования авторских подходов и методов в рамках программ технического переоснащения керамических производств, предполагающих внедрение интеллектуальных систем управления качеством и цифровых двойников технологических процессов.

Диссертация характеризуется высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, а также достоверностью исследований, что подтверждается результатами её практического применения в деятельности АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина», а также использованием материалов диссертации для подготовки курса повышения квалификации в ФГБОУ ВО «КНИТУ» и Передовой инженерной школе «ПРОМХИМТЕХ».

На основании изложенного резюмирую: содержащиеся в диссертации аргументированные научные выводы и предложения являются перспективными для теоретического и практического использования в решении задач повышения конкурентоспособности российской промышленности.

Замечания и дискуссионные моменты по тексту диссертации

1. В параграфе 1.2 при анализе мирового опыта организации производства керамики автор перечисляет ключевые инструменты бережливого производства (VSM, 5S, SMED, Kanban) и приводит количественные эффекты от их внедрения, однако не показывает, как именно эти инструменты адаптированы к специфическим условиям предприятий отрасли (учитываются ли длительность технологического цикла, многостадийность процессов, особенности термической обработки). Не представлено сопоставление эффективности классических инструментов

бережливого производства и цифровых технологий (или их синергия), что важно для обоснования выбранного направления исследований.

2. При анализе рисков в параграфе 1.3 автором идентифицировано 20 значимых позиций с применением методов FMEA и Bow-Tie. Вместе с тем в тексте не раскрыты: способ определения баллов S, O и D для расчёта ПЧР; состав экспертной группы; метод согласования экспертных оценок. Отсутствие этих данных затрудняет объективную оценку полученных значений ПЧР и обоснованности отнесения рисков к соответствующим зонам карты.

3. В тексте диссертации, посвящённом гибридной модели, объединяющей методы машинного обучения и нечёткой логики, недостаточно чётко описана процедура её верификации. Хотя проведено сравнение с отдельными методами (логистическая регрессия, SVM, Random Forest, XGBoost), сравнение с альтернативными гибридными архитектурами (например, ANFIS) отсутствует. Подобное сопоставление позволило бы более убедительно аргументировать преимущества предложенной автором архитектуры.

4. В работе приведены убедительные данные о снижении уровня дефектности (на 37%) и повышении выхода годной продукции (на 4,2 п. п.). При этом детальный анализ влияния системы на динамику показателей по отдельным видам дефектов не представлен. Целесообразным представляется дополнение работы диаграммой Парето видов дефектов «до» и «после» внедрения, что позволило бы продемонстрировать, какие именно проблемы были решены в приоритетном порядке.

5. Наряду с детальной проработкой вопросов автоматизации сбора данных и математического моделирования, влияние человеческого фактора на эффективность внедрения системы освещено недостаточно. В параграфе 4.1 упоминаются сопротивление 15 % операторов и доля принятых рекомендаций (84,1 %), однако отсутствует анализ различий в эффективности использования системы (точность прогнозов, оперативность реагирования) в зависимости от стажа, квалификации и отношения персонала к нововведениям. Проведение такого анализа позволило бы учесть организационно-кадровые факторы при тиражировании результатов на другие предприятия.

Подчеркну: указанные замечания носят дискуссионный и в ряде позиций рекомендательный характер и не снижают значимости проведённого

исследования для науки и практики, равно как и не затрагивают вынесенные на защиту положения.

Заключение о соответствии работы критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Работа в целом соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Научно-квалификационная работа написана Грошевым А. В. самостоятельно, включает совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которые формируют приращение научных знаний в исследуемой области. Грошев А. В. получил документальное подтверждение от ряда организаций того, что полученные им результаты применены на практике.

Диссертационная работа характеризуется логичным изложением, внутренним единством и надёжной аргументированностью выводов и предложений.

Содержание диссертационной работы соответствует формуле и области исследования, описанных в Паспорте научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства в пунктах: п. 22. Разработка методов и средств организации производства в условиях организационно-управленческих, технологических и технических рисков; п. 25. Разработка моделей описания, методов и алгоритмов решения задач проектирования производственных систем, организации производства и принятия управленческих решений в цифровой экономике.

Основные результаты диссертации своевременно опубликованы автором в научных изданиях: по теме исследования выпущено 10 научных работ, из них 5 статей в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Грошевым А. В. получены 1 патент на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Заключение

Представленное Грошевым Алексеем Валерьевичем диссертационное исследование на тему «Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения» является завершённой научно-

квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-практическая задача разработки методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики, что несомненно вносит вклад в развитие научных подходов к организации производственных систем и имеет существенное значение для развития высокотехнологичных отраслей промышленности Российской Федерации. Научно-квалификационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции). Автор диссертации – Грошев Алексей Валерьевич – достоин присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент

Заместитель директора
Федерального государственного
автономного учреждения «Научно-исследовательский
институт «Центр экологической
промышленной политики»,
доктор технических наук,
профессор

23.03.26.

Татьяна Валериановна Гусева

Специальность, по которой защищена диссертация на соискание учёной степени доктора наук: 25.00.36 Геоэкология
Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»
Почтовый адрес: 141006 Россия, Московская область, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 42
Телефон: + 7 (495) 240-00-00
E-mail: T.Guseva@EIPC.center



Подпись Гусевой Т.В.
УДОСТОВЕРЯЮ
РУКОВОДИТЕЛЬ СЕКРЕТАРИАТА
М.А. ШИРЯЕВА

Вход. № 05-8876
« 03 » 04 2026 г.
подпись Брасу