

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВО

«МИРЭА – Российский

технологический университет»

д.т.н. проф. Прокопов Н.И.



2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» на диссертацию **Грошева Алексея Валерьевича**, выполненную на тему «**Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация.

Организация производства

Актуальность темы выполненной работы и ее связь с планами развития соответствующих отраслей науки и экономики

В условиях современного этапа технологического развития, характеризующегося необходимостью обеспечения технологического суверенитета и ускоренного импортозамещения, производство технической керамики приобретает стратегическое значение для высокотехнологичных отраслей промышленности Российской Федерации, включая авиакосмическую, электронную, машиностроительную и оборонно-промышленный комплекс. Доля импорта в сегменте высокотехнологичной керамики достигает 65–70 %, что создает критические риски для национальной безопасности и обуславливает необходимость кардинального повышения эффективности отечественных производств.

Сложившаяся ситуация усугубляется существенным отставанием российских предприятий от мировых лидеров по ключевым показателям эффективности: технологические потери при производстве сложной технической керамики составляют 30–50 % против 15–20 % у ведущих зарубежных компаний, производительность труда ниже в 2–3 раза, общая эффективность оборудования (ОЕЕ) находится на уровне 60–70 % против 85–90 % у лучших мировых практик. Традиционные методы повышения эффективности, основанные на оптими-

зации отдельных операций, исчерпали свой потенциал, что актуализирует проблему внедрения технологий Индустрии 4.0, включая системы интеллектуального управления производством на базе методов машинного обучения.

Актуальность диссертационного исследования Грошева А. В. подтверждается его соответствием приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, закрепленным в национальных проектах «Новые материалы и химия», «Цифровая экономика», а также Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

Научная ценность результатов диссертационного исследования

Характеристика диссертационного исследования

В ведущую организацию в установленные сроки были представлены следующие материалы диссертационного исследования Грошева Алексея Валерьевича на тему «Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения»:

– диссертация, изложенная на 181 странице основного текста и включающая список использованных источников из 320 наименований, глоссарий и 5 приложений;

– диссертация содержит введение, 4 главы, заключение, 29 рисунков и 33 таблицы;

– автореферат диссертации на 18 страницах.

Все представленные материалы оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Новизна результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Характеризуя работу Грошева А. В., следует отметить ее глубокую теоретическую проработку и практическую направленность. Выводы и предложения автора основаны на анализе достаточного количества научных трудов отечественных и зарубежных ученых, а также на результатах опытно-промышленной апробации в условиях реального производства.

Во введении обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен системный анализ производства технической керамики как объекта организационного проектирования, проанализирован мировой опыт организации конкурентоспособного керамического производства, идентифицированы риски и источники потерь. Автором разработана система показателей уровня организации производства, включающая 6 количественных

индикаторов, и выполнена систематизация 20 значимых рисков с применением FMEA-анализа и когнитивного картирования.

Во второй главе разработана математическая модель прогнозирования качества продукции и выявления источников технологических потерь. Выполнена формализация задачи прогнозирования как задачи многокритериальной классификации, построена информационная модель производственной системы, теоретически обоснован выбор и адаптация алгоритмов машинного обучения. Предложена оригинальная гибридная модель, объединяющая ансамблевые методы машинного обучения и аппарат нечёткой логики.

В третьей главе адаптированы цифровые инструменты MES и SCADA к специфике керамического производства. Проведен анализ требований к информационному обеспечению, разработана многоуровневая архитектура интегрированной информационной системы управления, создана система поддержки принятия оперативных управленческих решений с использованием методов многокритериального анализа АНР и TOPSIS.

В четвертой главе представлены результаты опытно-промышленной апробации разработанных методов и средств на базе АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина». Проведен анализ результатов апробации, оценена точность прогнозирования, выполнена количественная оценка технических эффектов внедрения.

В заключении сформулированы основные итоги работы, обобщены полученные результаты, определены перспективы дальнейших исследований.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующих положениях:

1. Разработана концептуальная модель конкурентоспособного керамического производства, отличающаяся интеграцией риск-ориентированного подхода и цифровых инструментов управления, что позволяет системно определять направления повышения уровня организации производства с учетом специфики многостадийных технологических процессов, высокой чувствительности качества к параметрам обработки и необратимости ряда операций.

2. Создана гибридная математическая модель прогнозирования качества технической керамики, отличающаяся сочетанием ансамблевых методов машинного обучения (градиентный бустинг, случайный лес) для обработки количественных данных и механизмов нечёткого вывода для формализации экспертных знаний технологов. Новизна подхода заключается в интеграции указанных методов, что обеспечивает повышение точности прогнозирования на 8–12% по сравнению с их применением по отдельности и возможность работы в условиях многофакторной неопределённости.

3. Предложен алгоритм выявления источников технологических потерь в режиме реального времени, отличающийся комплексным использованием ме-

тодов анализа значимости признаков (SHAP-values) и построения деревьев решений. Алгоритм позволяет локализовать причины отклонений с точностью до отдельной технологической операции, автоматизировать диагностику и генерацию корректирующих воздействий, обеспечивая интерпретируемость результатов для производственного персонала.

4. Разработана архитектура интегрированной информационной системы управления керамическим производством, отличающаяся адаптацией функционала MES и SCADA к специфике технологического процесса, включая модули прогнозирования качества, диспетчеризации партий с формированием генеалогического дерева и многокритериальной поддержки принятия оперативных решений. Архитектура соответствует требованиям стандартов ISA-95 и обеспечивает эффективное взаимодействие всех уровней управления.

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

Теоретическое значение диссертации состоит в том, что основные положения и разработки, представленные в диссертации, вносят определенный вклад в развитие теории управления производственными системами применительно к высокотехнологичным отраслям промышленности. Автором дополнены теоретические положения о применении цифровых инструментов в условиях многофакторной неопределённости, расширены научные представления о методах прогнозирования качества продукции в режиме реального времени, обоснована целесообразность гибридного подхода, объединяющего машинное обучение и экспертные знания.

Теоретической основой для проведения диссертационного исследования послужили большие массивы знаний, содержащиеся в трудах отечественных и зарубежных ученых по решаемой научной проблеме; статистическая информация о деятельности керамических производств, данные производственного учета АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина» за период 2019–2024 гг. Использование в работе значительного объема эмпирических данных (более 100 000 записей производственных параметров и 12 847 записей о партиях продукции) способствовало повышению степени обоснованности положений, выносимых на защиту. При решении теоретических и практических вопросов соискатель использовал системный подход, методы математического моделирования, машинного обучения, математической статистики, имитационного моделирования.

Таким образом, основные научные результаты, полученные Грошевым А. В., можно считать обоснованными, оформленными должным образом и в целом отвечающими требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Достоверность выводов и предложений соискателя не вызывает сомнений. Разработанные автором гибридная математическая модель прогнозирования качества, алгоритм выявления источников технологических потерь, архитектура интегрированной информационной системы и система поддержки принятия решений научно обоснованы и значимы для приращения научных знаний. В качестве предмета исследования обоснованно выбраны методы и средства повышения уровня организации производства керамических изделий в условиях отраслевых рисков.

В исследовании использованы современные методики сбора и обработки большого массива производственной информации, методы стратифицированной кросс-валидации, анализа устойчивости моделей к пропускам и шуму, статистические методы проверки значимости результатов (U-критерий Манна-Уитни, $p < 0,001$).

Основные положения и результаты выполненных исследований докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях, форумах международного и всероссийского уровней. Результаты исследования используются в производственной деятельности АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина», что подтверждается соответствующим актом внедрения, а также в образовательной деятельности ФГБОУ ВО «КНИТУ».

По теме исследования опубликованы 10 научных работ, из них 5 статей в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Зарегистрированы патент на изобретение №2699330 С1 и 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Таким образом, полученные в диссертации выводы и результаты, сделанные автором, научно обоснованы и достоверны.

Дискуссионные вопросы и замечания по диссертации:

1. При разработке системы показателей уровня организации производства (табл. 1.3, стр. 29) автор предлагает интегральный показатель как средневзвешенное значение частных показателей. Хотелось бы видеть более подробное обоснование выбора весовых коэффициентов и методику их определения, поскольку от этого зависит объективность итоговой оценки.

2. В диссертации предложена оригинальная гибридная математическая модель, объединяющая ансамблевые методы машинного обучения и нечёткую логику. Однако в тексте недостаточно подробно описан механизм взаимодействия этих компонентов, в частности, каким образом происходит агрегация результатов количественного прогноза от ML-модуля и качественных оценок от модуля нечёткого вывода, и как определяются весовые коэффициенты при их объединении (стр. 70, рис. 2.2).

3. В работе представлен обширный анализ мирового опыта организации керамического производства (параграф 1.2), включая подробное описание практик ведущих зарубежных компаний. Было бы целесообразно в явном виде сформулировать матрицу сравнительного анализа, сопоставляющую выявленные лучшие практики с текущим состоянием отечественных предприятий и определяющую приоритетные направления для заимствования с учетом существующих ограничений.

4. В параграфе 3.3 разработана система поддержки принятия решений, включающая методы многокритериального анализа АНР и TOPSIS для ранжирования альтернатив. Однако в работе не приведены результаты апробации именно этого механизма, не показано, как определялись веса критериев и какие альтернативы рассматривались в реальных производственных ситуациях.

5. В тексте диссертации встречаются отдельные стилистические погрешности и технические недочеты, что несколько затрудняет чтение, но не влияет на понимание материала и общую положительную оценку работы.

Указанные замечания и дискуссионные вопросы не снижают научной значимости результатов диссертационного исследования, могут рассматриваться как рекомендации по дальнейшему расширению научных исследований.

Практическая ценность результатов исследования

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты могут быть использованы при разработке и реализации на предприятиях по производству технической керамики ряда моделей, алгоритмов, методик оценки, что способствует повышению уровня организации производства, конкурентоспособности и производительности. Разработанные методы и средства позволяют:

- снизить уровень дефектности продукции на 37 % (с 4,8 % до 3,0 %);
- сократить технологические потери сырья на 22 % и энергоресурсов на 15%;
- повысить выход годной продукции на 4,2 процентных пункта;
- уменьшить среднее время реагирования на технологические отклонения до 4,5 часов (снижение на 95,6 %);
- повысить интегральный показатель уровня организации производства на 19,1% (с 0,68 до 0,82).

Разработанный программно-аппаратный комплекс (патент №2699330 С1) и система поддержки принятия решений являются готовыми к промышленному внедрению инструментами, что подтверждено актом внедрения на АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина».

Научные результаты и выводы диссертации Грошева А. В. могут быть использованы в следующих основных направлениях:

– предприятиями и организациями керамической отрасли в целях повышения эффективности управления качеством продукции и организации производственных процессов;

– органами исполнительной власти при разработке программ развития промышленности новых материалов и импортозамещения;

– научно-исследовательскими и проектными организациями при создании цифровых систем управления производством;

– образовательными организациями при формировании учебно-методических материалов по дисциплинам, включающим разделы управления качеством, организации производства и цифровой трансформации промышленности.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Рекомендуется использовать результаты диссертационного исследования Грошева А. В. в деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Государственной корпорации «Ростех», а также предприятий оборонно-промышленного комплекса при формировании стратегий цифрового развития производственных систем. Также рекомендуется дальнейшее развитие данной тематики в направлении разработки методов федеративного обучения для объединения опыта нескольких предприятий, создания цифровых двойников технологических процессов полного цикла и адаптации предложенных решений для других видов высокотехнологичных производств.

Соответствие работы требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям

Диссертация Грошева А.В. соответствует п. 22. Разработка методов и средств организации производства в условиях организационно-управленческих, технологических и технических рисков и п. 25. Разработка моделей описания, методов и алгоритмов решения задач проектирования производственных систем, организации производства и принятия управленческих решений в цифровой экономике паспорта научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Автореферат диссертации и научные труды, опубликованные автором, соответствуют ее содержанию, выбранной проблематике и отражают основные положения работы.

Диссертационная работа Грошева Алексея Валерьевича «Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения» представляет собой логически завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, имеющую теоретическое и практическое значение, в которой решена задача повышения уровня организации производства изделий тех-

нической керамики, что имеет существенное значение для обеспечения конкурентоспособности отечественной высокотехнологичной продукции и развития страны.

Отмеченное дает основание полагать, что диссертационная работа Грошева А. В. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор Грошев Алексей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Отзыв ведущей организации на диссертацию Грошева Алексея Валерьевича «Разработка методов и средств повышения уровня организации производства изделий технической керамики на основе алгоритмов машинного обучения» обсужден и утвержден на заседании кафедры метрологии и стандартизации протоколом № 9 от 26 марта 2026 года, на котором присутствовало 11 научно-педагогических работников, проголосовавших единогласно за утверждение данного отзыва.

Исполняющий обязанности
заведующего кафедрой
метрологии и стандартизации
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский
технологический университет»,
кандидат технических наук

Фазилова Ксения Наильевна

30.03.2026 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)
119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78
телефон: +7 499 600-80-80
e-mail: fazilova@mirea.ru
сайт: <https://www.mirea.ru/>

Подпись руки Фазилова К. Н.

удостоверяю Ведущий специалист
Управления кадров



Чернышева В.Г.

Вход. № 05-8845
« 03 » 04 2026 г.
подпись Фазил