

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,
доктор технических наук, профессор

Воротилин Воротилин Михаил Сергеевич

09 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» (ТулГУ) на диссертационную работу Голубцова Николая Сергеевича «Разработка инструментария организации роботизированного сборочного производства машиностроительного предприятия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

1 Актуальность выбранной темы

Цифровая модернизация машиностроения диктует необходимость внедрения гибких киберфизических производственных платформ. На первый план здесь выходят информационные активы компании. Способность эффективно организовать оборот массивов данных, обеспечить полную контролируемость процессов и реализовать контур оперативного управления в реальном времени сегодня выступает главным драйвером конкурентоспособности промышленного предприятия.

В этих условиях возрастает роль организации сборочного производства как стратегического инструмента обеспечения конкурентоспособности предприятия. Сборочное производство в современных условиях выходит за рамки традиционного набора рабочих мест и становится интегрирующим звеном, обеспечивающим согласованность конструкторских, технологических, производственных и управленческих решений на всех этапах жизненного цикла продукции. Такой подход требует разработки научно обоснованных методических решений, позволяющих синхронизировать процессы автоматизации и роботизации с принципами организации производства, обеспечить их взаимное усиление.

Особую значимость приобретает необходимость формирования интеллектуальных механизмов управления производственными процессами, основанных на анализе данных технологического оборудования, применении методов предиктивной диагностики и поддержке принятия решений. В современных производственных системах управление сборочным процессом должно носить опережающий, адаптивный и предиктивный характер, обеспечивая формирование устойчивых моделей снижения рисков и

Входящий № *206-8194*
Дата **16 СЕН 2026**
Самарский университет

непрерывного улучшения процессов. Это объективно формирует потребность в инструментарии, интегрирующем робототехнические и цифровые технологии с классическими инструментами организации производства в единую концептуально выстроенную систему.

Дополнительную актуальность исследованию придаёт необходимость обеспечения соответствия создаваемых роботизированных производственных систем требованиям национальных и международных стандартов, что предполагает формирование унифицированных подходов к архитектуре, составу и функционированию таких систем. Фактор конкурентной борьбы диктует необходимость достижения полной прослеживаемости и высокой стабильности сборочных циклов. Это ставит перед менеджментом задачу поиска и внедрения системно обоснованных, адаптивных инструментов автоматизации, обладающих высоким потенциалом масштабирования.

Переход к роботизированному сборочному производству связан также с формированием новых компетенций персонала, который должен обладать знаниями в области робототехники, информационных технологий, системного анализа и промышленного инжиниринга. Это подчёркивает необходимость комплексного научного исследования, направленного на разработку методических основ организации роботизированного сборочного производства, способного стать базовым элементом производственной инфраструктуры предприятия.

2 Содержание и структура диссертации

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленным задачам исследования. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении автором обоснована актуальность, раскрыта степень разработанности темы, сформулированы научная задача и гипотеза исследования, определены цель, целевые показатели и задачи исследования, которые поэтапно были реализованы в основной части диссертации, сформулированы научные положения, выносимые на защиту, научная новизна, объект и предмет исследования.

В первой главе проведён обзор и анализ теоретических подходов к организации роботизированного сборочного производства. Проведена систематизация причин ограниченности традиционных организационных моделей, определены современные тенденции автоматизации и роботизации производственных процессов в машиностроении, выполнена классификация системных ограничений и обоснован выбор модели матричного производства как основы для создания интеллектуальных производственных ячеек.

Во второй главе проведена разработка инструментария оценки потенциала роботизации производственных процессов. Установлена методика оценочного

аудита, общая архитектура которой включает теоретическую базу, процедурную часть и перечень применяемых методов и инструментов, определены объекты аудита и перечень исходных данных по критериям технологичности конструкции, производственных показателей и типа производства. Для формирования обоснования проектов роботизации предложена математическая модель оценки потенциала автоматизации и роботизации, учитывающая ресурсные ограничения предприятия. Предложен комплекс показателей технико-экономического обоснования.

В третьей главе представлены подходы к созданию интеллектуальных роботизированных производственных ячеек. Разработана структурно-функциональная модель ячейки, содержащая классификацию цифровых и физических компонентов. Выполнены оценка и анализ рисков появления потенциальных несоответствий и отказов функционирования ячейки, разработана классификация мероприятий по снижению рисков. Разработана последовательность адаптивной системной интеграции роботизированных комплексов в производственные процессы машиностроительного предприятия.

В четвёртой главе проведена практическая апробация разработанного инструментария. Представлена методика организационного развития производственной системы, выделяющая четыре уровня развития, разработана структура технического предложения на создание и функционирование интеллектуальной роботизированной производственной ячейки, а также выполнена разработка производственно-технологических решений на примере участка роботизированной сборки беспилотного летательного аппарата роторного типа.

В заключении сформулированы основные результаты, выводы и перспективы дальнейшего развития.

В приложениях представлены поясняющие материалы и акты внедрения результатов диссертационного исследования.

Автореферат диссертации и публикации автора отражают основные результаты работы.

3 Научная новизна диссертационной работы

Научную новизну диссертации определяют разработанные научно-практические подходы и инструментарий организации роботизированного сборочного производства машиностроительного предприятия, которые раскрываются через:

1. Разработку методики оценочного аудита производственных процессов для выявления потенциала автоматизации и роботизации, содержащей классификацию системных ограничений, алгоритм и критерии оценки потенциала и комплекс количественных и качественных показателей технико-экономического обоснования целесообразности автоматизации и роботизации.

2. Проектирование математической модели оценки потенциала автоматизации и роботизации производственных процессов, учитывающей

изменение трудоёмкости и выработки при переходе к роботизированному варианту выполнения операций, а также ресурсные ограничения предприятия.

3. Формирование структурно-функциональной модели интеллектуальной роботизированной производственной ячейки, отличающейся от существующих наличием классификации цифровых и физических компонентов и включением последовательности адаптивной системной интеграции роботизированных комплексов в производственные процессы.

4. Разработку классификации рисков появления потенциальных несоответствий функционирования интеллектуальной роботизированной производственной ячейки на основе методики PFMEA, распределённой по шести группам компонентов ячейки.

5. Создание последовательности адаптивной системной интеграции роботизированных комплексов в производственные процессы машиностроительного предприятия, охватывающей этапы определения целей и требований, проектирования ячейки, программирования и настройки.

6. Проектирование методики организационного развития интеллектуальных роботизированных производственных ячеек, отличающейся выделением четырёх уровней развития, определением критериев и характеристик каждого уровня и наличием математической модели оценки и перехода на следующий уровень.

7. Формирование совокупности количественных показателей автономности, цифровой интеграции, интеллектуальности и самодиагностики, позволяющих описать состояние производственной ячейки как область в пространстве соответствующих характеристик.

8. Разработку структуры и рекомендаций технического предложения на создание и функционирование интеллектуальной роботизированной производственной ячейки, содержащего девять разделов, включая производственно-технологическое решение и учитываемые системные ограничения.

4 Степень обоснованности и достоверности научных положений и результатов, полученных в диссертации

Достоверность полученных Голубцовым Н.С. результатов обеспечена комплексным задействованием широкого спектра научных методов и методик: от причинно-следственного, сравнительного и системного анализа до экспертных процедур, математического моделирования и инструментария теории ограничений систем.

Автор диссертации провёл комплексный критический анализ и обобщил наиболее важные проблемные направления работы при переходе к роботизированному сборочному производству. Также им проведены исследования в области определения и обобщения широкой инструментальной базы, используемой для автоматизации и роботизации производственных процессов в целях повышения производительности сборочных операций, где

выявлена сходимость основного набора инструментов, который в ходе формализации стал носить более универсальный характер.

Диссертационная работа Голубцова Николая Сергеевича представляет собой логически выстроенное, целостное исследование, посвящённое разработке инструментария организации роботизированного сборочного производства машиностроительного предприятия.

Результаты диссертации докладывались и обсуждались на ряде конференций, имеющих международный и всероссийский статус. Основные результаты диссертации представлены в 8 научных трудах, из них 6 – статьи, опубликованные в рецензируемых периодических изданиях, рекомендованных ВАК.

5 Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Значимость результатов работы состоит в создании комплекса научно-прикладных решений, направленных на обоснование и реализацию проектов автоматизации и роботизации сборочных процессов машиностроительных предприятий. Предложенные решения охватывают основные этапы такого проекта – от оценочного аудита действующего производственного процесса до организационного развития созданной производственной ячейки – и интегрируют в себя существенные достижения в области промышленной робототехники и цифровизации производства.

Практическое значение имеют: методика оценочного аудита производственных процессов для выявления потенциала автоматизации и роботизации; классификация системных ограничений, влияющих на создание и функционирование роботизированного сборочного производства; комплекс показателей технико-экономического обоснования применения автоматизации и роботизации; последовательность адаптивной системной интеграции роботизированных комплексов в производственные процессы; структура технического предложения на создание интеллектуальной роботизированной производственной ячейки; комплект конструкторско-технологической документации и трёхмерных моделей технологической оснастки на участок роботизированной сборки беспилотных летательных аппаратов роторного типа.

Важно отметить, что предложенные в работе научно-технические инструменты прошли апробацию и внедрены в отраслевую практику машиностроительных производств. Получены акты внедрения в организациях: ООО «ЧЗСА», ООО «Авиатор». Материалы диссертационного исследования используются в образовательной деятельности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

6 Рекомендации по использованию результатов исследования

Практическая значимость диссертации позволяет рекомендовать внедрение предложенного инструментария на машиностроительных заводах (включая ООО «ЧЗСА» и ООО «Авиатор»), автосборочных предприятиях и в сетях поставщиков комплектующих, ориентированных на автоматизацию технологических процессов. Вместе с тем результаты работы могут быть эффективно задействованы инжиниринговыми и консалтинговыми компаниями при проектировании роботизированных сборочных комплексов и оптимизации систем управления производством.

7 Замечания по диссертационной работе

Несмотря на общую положительную оценку результатов диссертационного исследования, по тексту диссертации и автореферату имеются следующие замечания:

1. Разработанные решения по организации роботизированного производства не соотнесены с требованиями ГОСТ Р ИСО 10218-1 и ГОСТ Р ИСО 10218-2 в части безопасности промышленных роботов и роботизированных систем, а также с положениями ГОСТ Р ИСО/ТС 15066 применительно к коллаборативным операциям.

2. Не раскрыта роль имитационной модели производственного участка: не представлены сценарии её верификации, не показана степень соответствия модели фактическим параметрам участка.

3. Не приведены данные о надёжности роботизированного комплекса – наработка на отказ, время восстановления, необходимый запас инструмента, оснастки и заготовок; не оценено влияние отказов на выполнение производственной программы.

4. Не рассмотрены вопросы информационной безопасности интеллектуальной роботизированной производственной ячейки при её интеграции с системами SCADA, MES и ERP, а также с внешними облачными сервисами поставщиков оборудования.

5. Апробация выполнена на примере сборки беспилотного летательного аппарата роторного типа; степень переносимости результатов на иные виды машиностроительной продукции, в том числе на крупногабаритную сборку, не аргументирована.

6. Не приведены конкретные рекомендации по переквалификации сборщиков, требования к компетенциям операторов интеллектуальных роботизированных производственных ячеек и оценка сроков подготовки, при том что дефицит компетенций отнесён автором к числу основных барьеров роботизации.

7. Высокая насыщенность терминологией цифровой трансформации при одновременном параллельном использовании терминов «интеллектуальная производственная ячейка» и «интеллектуальная роботизированная

производственная ячейка» усложняет восприятие материала специалистами, ориентированными на классические подходы к организации производства.

Отмеченные замечания не снижают значимости полученных в диссертационном исследовании результатов и не влияют на общую положительную оценку работы Голубцова Николая Сергеевича, являющейся законченной научно-квалификационной работой.

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

Диссертация Голубцова Николая Сергеевича выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача, связанная с повышением производительности процессов сборочного производства машиностроительного предприятия за счёт разработки инструментария организации роботизированного сборочного производства и создания интеллектуальных роботизированных производственных ячеек. Получен инструментарий, способствующий повышению производительности и организационной зрелости производственных систем предприятий, реализующих стратегии технологического развития.

Диссертация написана технически грамотным языком, все её главы логично связаны между собой, новые научные результаты и положения доказаны и научно обоснованы. Автореферат диссертации и публикации автора отражают основные выводы и результаты работы. Содержание автореферата полностью отражает текст диссертации.

Тема и содержание работы соответствуют паспорту специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства по следующим пунктам: п. 13 Научные основы цифровых, автоматизированных комплексных систем управления производством и качеством работ на базе технических регламентов и стандартов; п. 16 Моделирование и оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств. Экспертные системы в организации производственных процессов; 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.

По актуальности, новизне и практической значимости, а также по объёму выполненных исследований диссертационная работа Голубцова Николая Сергеевича соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 21 января 2024 г.).

Автор диссертации – Голубцов Николай Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Диссертационная работа Голубцова Николая Сергеевича рассмотрена, а отзыв утвержден на заседании кафедры «Транспортно-технологические машины и процессы» Политехнического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула, протокол заседания кафедры № 1 от 01 сентября 2026 г.

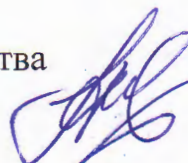
Присутствовали на заседании 15 чел.

Результаты голосования: «за» – 15, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Отзыв составил:

Заведующий кафедрой «Транспортно-технологические машины и процессы»
ФГБОУ ВО «ТулГУ»,

д.т.н., профессор, лауреат премии правительства
РФ в области науки и техники

 Виталий Юрьевич
Анцев

Специальности: 2.5.6. Технология машиностроения (05.02.08), 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (05.02.23).

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

тел.: +7 (4872) 25-46-88

e-mail: ptm@tsu.tula.ru

Я, Анцев Виталий Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.379.05 и их дальнейшую обработку.

Подпись Анцева В.Ю. удостоверено

