

## **ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

о работе соискателя Михеева Михаила Александровича над диссертацией на тему «Совершенствование подходов к организации серийного роботизированного производства малых космических аппаратов типа КУБСАТ», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Михеев М. А., дата рождения – 06.11.1997 г., в 2021 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по специальности 24.04.04 - Авиастроение. В 2025 году Михеев М.А. окончил обучение в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по направлению подготовки 24.06.01 - Авиационная и ракетно-космическая техника. На данный момент является ассистентом преподавателя кафедры «Производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении», а также заведующим лабораторией «Роботизации производственных процессов» передовой инженерной аэрокосмической школы Самарского университета имени академика С.П. Королева.

Диссертационная работа Михеева М.А. выполнена на кафедре «Производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева». (Самарский университет) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Современная космическая отрасль активно осваивает малые космические аппараты, в т. ч. наноспутники стандарта CUBESAT, благодаря их компактности, относительно низкой стоимости разработки и запуска, а также коротким срокам

создания, что обеспечило доступ к космосу университетам, исследовательским организациям и частным компаниям по всему миру. Прогнозируемый рост количества запусков наноспутников формирует устойчивую потребность в их серийном производстве.

Однако масштабирование производства CUBESAT сдерживается существенными технологическими ограничениями: доминирование ручного труда на этапах сборки и тестирования приводит к высокой трудоёмкости, затратности и рискам, обусловленным человеческим фактором. Ключевым барьером выступает отсутствие высокоавтоматизированных производственных решений, адаптированных к микромасштабам и специфике сборки космической электроники и механики. При этом типовые конструкции CUBESAT не оптимизированы для автоматизации, из-за чего попытки роботизации носят фрагментарный и малоэффективный характер.

При организации роботизированного производства важно учитывать аэрокосмическую специфику, которая определяет требования к качеству продукции и регламентам производственных процессов.

Тема диссертации актуальна: она решает задачу преодоления противоречия между растущим рыночным спросом на массовое производство малых космических аппаратов nano-класса типа CUBESAT и отсутствием комплексных организационно-технологических решений для серийной роботизированной сборки аэрокосмической техники. Это особенно важно в условиях прогнозируемого роста количества запусков наноспутников и потребности в масштабировании их производства с обеспечением требуемого уровня надёжности и соответствия отраслевым стандартам качества.

Соискателем предложены следующие положения, составляющие научную новизну работы:

1. Методика оценки технологичности конструкции малых космических аппаратов nano-класса типа CUBESAT под возможности роботизированной сборки, отличающаяся от известных решений усовершенствованным алгоритмом оценки и новыми критериями технологичности, специально

разработанными для малых космических аппаратов данного типа с учётом особенностей их серийной роботизированной сборки (п. 5).

2. Свод требований и ограничений (классификатор) к конструкции малых космических аппаратов нано-класса типа CUBESAT, адаптированный под роботизированную сборку, отличающийся от существующих аналогов выделением новых групп конструктивных и технологических требований и ограничений к конструкции, а также требований и ограничений к технологическим операциям (п. 5).

3. Методика проектирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек как части общего процесса организации производства, отличающаяся созданием цифрового двойника ячейки для отработки рациональных технологических решений и разработки управляющих программ для робототехнического оборудования (п. 17).

4. Структурно-функциональная модель функционирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек, включающая разработанную организационную структуру команды проекта по их созданию и отличающаяся учётом специфических особенностей роботизированного производства ракетно-космической техники, что обеспечивает соответствие отраслевым требованиям к качеству и надёжности выпускаемой продукции (п. 23).

Во время подготовки диссертации Михеев М. А., являясь ассистентом преподавателя кафедры «Производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении», а также заведующим лабораторией «Роботизации производственных процессов» передовой инженерной аэрокосмической школы Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва, проявил высокую способность к самообразованию, освоив актуальные методы и инструменты системного анализа, планирования экспериментов и интерпретации их итогов, а также современные программные средства для оптимизации производственных

процессов и проектирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек для серийного производства.

Ответственность в подходе к задачам, умение анализировать научно-техническую литературу, самостоятельно решать исследовательские вопросы и активно участвовать в их обсуждении на публичных площадках свидетельствуют о Михееве М. А. как о сформировавшемся научном работнике.

В период подготовки диссертации он принимал участие в научно-исследовательских проектах, направленных на организацию и роботизацию сборочных процессов производства малых космических аппаратов, реализуемых Самарским университетом им. Королева, где отвечал за проектирование роботизированных ячеек их непосредственное изготовление и выполнение пуско-наладочных работ.

Практический опыт, полученный в ходе работы над проектом, позволил углубить компетенции в области проектирования интеллектуальных производственных систем и напрямую повлиял на актуальность и прикладную ценность результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационной работы Михеева М. А. на тему «Совершенствование подходов к организации серийного роботизированного производства малых космических аппаратов типа CUBESAT» внедрены в нескольких направлениях:

1. В учебный процесс передовой инженерной аэрокосмической школы Самарского университета имени Королёва на основании решения (протокол № 1 от 18.04.2025) внедрен инструментарий проектирования конструкций малых космических аппаратов нано-класса типа CUBESAT под возможности серийной роботизированной сборки и инструментарий организации интеллектуальной роботизированной производственной ячейки сборки малых космических аппаратов нано-класса типа CUBESAT. Указанные результаты включены в курс «Проектно-конструкторские решения по адаптации конструкции летательного аппарата под возможности роботизации» и «Проектирование технологической оснастки для автоматизированного и роботизированного производства»

образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.03 «Прикладная механика».

2. В производственную практику ООО «ТЕСВЕЛ» внедрена методика проектирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек, включающая создание цифрового двойника ячейки для отработки рациональных технологических решений и написание управляющих программ для робототехнического оборудования, а также структурно-функциональная модель функционирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек, в том числе с разработанной организационной структурой команды проекта. В результате внедрения в 2025 году достигнут экономический эффект в 3 млн руб., при этом улучшены показатели результативности проектирования интеллектуальных производственных ячеек: снижено время проектирования на 22 %, уменьшено количество доработок робототехнических комплексов при пуско-наладочных работах на 19 % и сокращено время пуско-наладочных работ на 37 %. Справка о внедрении результатов диссертационной работы в ООО «ТЕСВЕЛ» составлена для целей защиты диссертационной работы, без права выплаты авторских отчислений и не является финансовым документом (номер справки \_\_\_\_, дата \_\_\_/ или акт лучше написать).

3. В производственную практику ООО «РСК» внедрена методика проектирования интеллектуальных роботизированных производственных ячеек, являющаяся частью общего процесса организации производства, включающая создания цифрового двойника ячейки для отработки рациональных технологических решений и написание управляющих программ для автоматизированного оборудования, а также свод требований и ограничений (классификатор) к конструкции малых космических аппаратов нано класса типа CUBESAT, адаптированного под роботизированную сборку, отличающийся от существующих новыми группами конструктивных, технологических требований и ограничений к конструкции и компонентам, а также требований и ограничений к технологическим операциям. В результате внедрения предложенных научно-практических инструментов в 2025 году достигнут экономический эффект 1 млн.

руб. и произошло улучшение показателей результативности изготовления кабельной продукции, а именно снижение времени производства на 10%; уменьшение количества брака на 12%. Настоящая Справка составлена для целей защиты диссертационной работы, без права выплаты авторских отчислений, не является финансовым документом.

Основные результаты диссертации представлены в 13 научных работах, в том числе 6 статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также подтверждены 4 патентами на изобретения и полезные модели.

Считаю, что диссертация Михеева М. А. «Совершенствование подходов к организации серийного роботизированного производства малых космических аппаратов типа КУБСАТ», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, является завершённым научным трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком уровне. Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Научный руководитель,  
Заведующий кафедрой  
производства летательных аппаратов и  
управления качеством в машиностроении  
Самарского университета,  
д.т.н., профессор

Д.В. Антипов

antipov.dv@ssau.ru

8(927)211-88-55



Подпись Антипова Д.В. удостоверяю.  
Начальник отдела сопровождения деятельности  
советов Самарского университета  
Бояркина Бояркина У.В.  
«30» апреля 20 26 г.