

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.403.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШТНЕВА»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27.10.2023 № 15

О присуждении Тынченко Вадиму Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Модели и методы управления процессами создания неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли» по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 14 июня 2023 (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.403.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, приказ о создании совета № 1201/нк от 07.10.2016 г.).

Соискатель Тынченко Вадим Сергеевич, 16 марта 1985 года рождения, в 2006 году окончил бакалавриат, в 2008 году окончил магистратуру Сибирского государственного аэрокосмического университета имени

академика М.Ф. Решетнева по направлению «Системный анализ и управление», в 2008 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии) на тему «Формирование распределенных систем структурно-параметрического синтеза нейросетевых моделей». Работает доцентом на кафедре «Информационно-управляющих систем» в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева».

Диссертация выполнена на кафедре «Информационно-управляющих систем» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Мурыгин Александр Владимирович, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», заведующий кафедрой «Информационно-управляющих систем».

Официальные оппоненты:

Лившиц Александр Валерьевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов»;

Трушников Дмитрий Николаевич – доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, профессор кафедры «Сварочное производство, метрология и технология материалов»;

Кравец Олег Яковлевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, профессор кафедры «Автоматизированные и вычислительные системы»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Арсеньевым Дмитрием Германовичем, доктором технических наук, профессором, проректором, и.о. директора Высшей школы управления кибер-физическими системами, заверенном Нелюбом Владимиром Александровичем, доктором технических наук, доцентом, проректором по научной работе, указала, что диссертация Тынченко В.С. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В ней разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами. Работа соответствует научной специальности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» в части направлений исследований: «Автоматизация производства заготовок, изготовления деталей и сборки»; «Методология, научные основы, средства и технологии построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т. д.»; «Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами»; «Теоретические основы и методы моделирования и управления организационно-технологическими системами и киберфизическими производственными комплексами»; «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления и их цифровых двойников»; «Теоретические основы и прикладные методы резервирования контуров управления, повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на



этапах их разработки, внедрения и эксплуатации». Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации и дает полное представление об этапах и результатах диссертационной работы. Работа отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней,» предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Тынченко Вадим Сергеевич заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Соискатель имеет 495 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 85 работ, среди которых 25 статей в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, 7 статей в журналах, входящих в Q1/Q2 Web of Science и/или Scopus, 52 другие публикации в изданиях, входящих в Web of Science и/или Scopus и 1 монография. Получены: 1 патент на изобретение, 20 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Научные работы посвящены вопросам моделирования и управления процессами создания неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые из них:

1. Тынченко, В.С. Автоматизированная система оптимального управления индукционной пайкой волноводных трактов космических аппаратов / В.С. Тынченко, С.О. Курашкин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2021. – № 1. – С. 22–34.

2. Тынченко, В.С. Модель анализа и прогнозирования технологических параметров для процесса электронно-лучевой сварки / В.С. Тынченко, В.Е. Петренко, С.О. Курашкин, И.А. Головенко // Программные продукты и системы. – 2021. – Т. 34. – № 2. – С. 316–323.

3. Тынченко, В.С. Программное обеспечение автоматизированной системы управления электронно-лучевой сваркой тонкостенных конструкций

/ В.С. Тынченко, В.Е. Петренко, А.В. Милов // Программные продукты и системы. – 2020. – № 33(2). – С. 319–327.

4. Тынченко, В.С. Система автоматизации индукционной пайки на основе двух контуров управления с позиционированием заготовки / В.С. Тынченко, В.Д. Лаптенко, В.Е. Петренко, А.В. Мурыгин, А.В. Милов // Программные продукты и системы. – 2019. – № 32(1). – С. 167–173.

5. Tynchenko, V.S. Mathematical modeling of induction heating of waveguide path assemblies during induction soldering / V.S. Tynchenko, S.O. Kurashkin, V.V. Tynchenko, V.V. Bukhtoyarov, V.V. Kukartsev, R.B. Sergienko, A.V. Kukartsev, K.A. Bashmur // Metals. - 2021. - Vol. 11. - No. 5. - P. 697.

6. Tynchenko, V.S. Software to Predict the Process Parameters of Electron Beam Welding / V.S. Tynchenko, S.O. Kurashkin, V.V. Tynchenko, V.V. Bukhtoyarov, V.V. Kukartsev, R.B. Sergienko, S.V. Tynchenko, K.A. Bashmur // IEEE Access. - 2021. - Vol. 9. - P. 92483-92499.

7. Tynchenko, V.S. Automated induction heating system for diffusion welding / Tynchenko V.S., Milov A.V., Murygin A.V. // 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018 (IEEE). - 2018. - P. 8501798.

8. Пат. 2647964 Российская Федерация, МПК В23К 1/002, Н01Р 11/00. Способ пайки волноводных трактов / М.М. Михнев, С.К. Злобин, В.Д. Лаптенко, В.С. Тынченко, А.В. Мурыгин, Ю.Н. Серегин, А.Н. Бочаров; заявитель и патентообладатель АО ИСС им. ак. М.Ф. Решетнева, СибГАУ им. ак. М.Ф. Решетнева. – No 2016104858 ; заявл. 12.02.16 ; опубл. 17.08.17, Бюл. No 23.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:**

1. Первого зам. Генерального директора – технического директора АО «Красмаш», канд. техн. наук Якубовича Олега Петровича и заместителя начальника службы ИТ АО «Красмаш» Малышева Олега Владимировича, АО «Красмаш», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

2. Заведующего кафедрой СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-ра техн. наук,

профессора Галиновского Андрея Леонидовича, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва. Отзыв с 2 замечаниями.

3. Главного технолога АО «Решетнев», канд. техн. наук Михнёва Михаила Михайловича и начальника сектора технологий сварки и пайки – главного сварщика АО «Решетнев», канд. техн. наук Злобина Сергея Константиновича, АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», г. Железногорск. Отзыв с 2 замечаниями.

4. Профессора кафедры прикладной информатики и информационных технологий Института инженерных и цифровых технологий НИУ «БелГУ», д-ра физ.-мат. наук, доцента Ломазова Вадима Александровича, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород. Отзыв с 1 замечанием.

5. Заведующего кафедрой летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении Самарского университета им. Королева, д-ра техн. наук, доцента Антипова Дмитрия Вячеславовича, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара. Отзыв с 2 замечаниями.

6. Профессора департамента «Программной инженерии и искусственного интеллекта» Института математики и компьютерных технологий ФГАОУ ВО ДВФУ, д-ра техн. наук, профессора Артемьевой Ирины Леонидовны и профессора департамента «Математики» Института математики и компьютерных технологий ФГАОУ ВО ДВФУ, канд. техн. наук, доцента Абрамова Александра Львовича, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток. Отзыв с 2 замечаниями.

7. Профессора кафедры фундаментальной математики института фундаментальных наук КемГУ, д-ра физ.-мат. наук, профессора Медведева



Алексея Викторовича, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово. Отзыв с 2 замечаниями.

8. Главного научного сотрудника лаборатории оптимального управления ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» СО РАН, д-ра техн. наук Горнова Александра Юрьевича, ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск. Отзыв с 2 замечаниями.

9. Заведующего кафедрой электроэнергетики Политехнического института СФУ, д-ра техн. наук, профессора Пантелеева Василия Ивановича, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Отзыв с 1 замечанием.

10. Заведующего кафедрой прикладных информационных технологий КузГТУ, д-ра техн. наук, профессора Пимонова Александра Григорьевича, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово. Отзыв с 2 замечаниями.

11. Профессора кафедры «Интеллектуальная робототехника» КФУ, PhD Магида Евгения Аркадьевича, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань. Отзыв с 3 замечаниями.

12. Заведующего кафедрой компьютерных систем в управлении и проектировании ТУСУР, д-ра техн. наук, профессора Шурыгина Юрия Алексеевича, ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск. Отзыв с 2 замечаниями.

Все отзывы положительные. В замечаниях критически отражаются: вопросы обоснованности применения гибридного алгоритма глобального (NSGA-2) и локального (L-BFGS-B) поиска для решения поставленных в диссертации задач многокритериальной оптимизации; вопросы обоснованности допущений о равномерном прогреве сечения волноводной трубы в процессе индукционной пайки волноводных трактов; вопросы расширения предложенных в диссертационном исследовании подходов к

технологической обработке изделий (тонкостенных конструкций) на другие области машиностроения и другие применяемые при изготовлении материалы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– *разработана* новая методология построения систем управления технологическими процессами создания неразъемных соединений, основанная на использовании цифровых двойников процессов индукционной пайки и электронно-лучевой сварки, позволяющая повысить качество управления.

– *разработаны* новые модели технологических процессов создания неразъемных соединений, построенные на основе теории тепловых процессов, отличающиеся от известных учетом геометрических и теплофизических характеристик соединяемых конструкций, позволяющие осуществлять оценку распределения энергии в объеме производимых изделий для повышения качества управления.

– *разработаны* новые многокритериальные постановки задач оптимального управления технологическими процессами создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, отличающиеся от известных учетом распределения энергии в объеме элементов нагреваемых конструкций, позволяющие повысить качество управления.

– *разработан* новый способ пайки волноводных трактов, основанный на двухконтурном управлении, отличающийся от известных тем, что контроль и программное управление температурой нагрева элементов паяемого соединения осуществляется за счет управления мощностью индукционного генератора и изменения расстояния от индуктора до волновода, что позволяет повысить качество паяных соединений.

– *разработан* новый способ ввода и вывода электронного луча в процессе электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций,



отличающийся от известных учетом геометрических и теплофизических характеристик свариваемых деталей, позволяющий минимизировать тепловложения в околошовную зону и тем самым повысить качество сварного соединения.

- *разработан* универсальный комплекс алгоритмических решений, включающий в себя методы одно- и двухконтурного регулирования, управления на основе предварительно сформированных оптимальных траекторий для процесса индукционной пайки, позволяющий гарантированно проводить технологический процесс при различных вариантах компоновки производственного оборудования и вычислительных ресурсов предприятия ракетно-космической отрасли;

- *доказаны* эффективность и возможность применения новых моделей и методов для повышения эффективности технологических процессов создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций на предприятиях ракетно-космической отрасли за счет улучшения качества управления такими процессами для обеспечения технологических требований к сварным и паяным соединениям.

**Теоретическая значимость исследования заключается** в том, что:

- предложенные математические модели технологических процессов создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, а также разработанные многокритериальные модели оптимизации управления позволяют проводить исследования в области создания эффективных технологических комплексов и проектировать автоматизированные системы для индукционной пайки и электронно-лучевой сварки ответственных деталей;

- разработанные алгоритмы могут быть востребованы в процессе теоретических разработок при переходе к передовым цифровым технологиям в рамках направления Индустрии 4.0, применяемым при создании ответственных деталей;

- результаты исследования могут быть использованы для развития

подходов к управлению технологическими процессами создания неразъемных соединений ответственных деталей тонкостенных конструкций на предприятиях ракетно-космической отрасли.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

– результаты работы *использовались* при изготовлении действующих макетов промышленного оборудования для индукционной пайки волноводных трактов и электронно-лучевой и диффузионной сварки ответственных конструкций, разработанных при поддержке гранта РФФИ и Правительства Красноярского края № 20-48-242917 «Модели и методы управления процессом электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций» (2021–2022); гранта РФФИ и Правительства Красноярского края № 19-48-240007 «Математическое и алгоритмическое обеспечение процесса электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций аэрокосмического назначения» (2020–2021); гранта Президента РФ № МК-6356.2018.8 «Интеллектуализация технологических процессов формирования неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли» (2018–2019); гранта РФФИ совместно с Правительством Красноярского края и предприятиями, осуществляющими деятельность и имеющими государственную регистрацию на территории Красноярского края, № 18-48-242006 «Математическое и физическое моделирование процессов, происходящих при индукционной пайке трубопроводов в защитных средах» (2018–2019); гранта РФФИ и Правительства Красноярского края № 17-48-240098 «Моделирование тепловых процессов при электронно-лучевой сварке сканирующим электронным пучком» (2017–2018); гранта РФФИ и Правительства Красноярского края № 16-48-242029 «Математическое и физическое моделирование процессов, происходящих при индукционной пайке элементов волноводных трактов» (2017–2018); гранта Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности № 2017032101938 «Разработка автоматизированного комплекса электронно-

лучевой аппаратуры для сварки тонкостенных узлов и деталей космических аппаратов» (2017); хозяйственного договора с АО «ИСС» № Б/Н от 27.04.2016 на тему «Модернизация комплекса автоматизированного оборудования и технологии для пайки волноводных трактов с использованием индукционного нагрева» (2016); хозяйственного договора с АО «ИСС» № 1-15 от 15.03.2015 на тему «Разработка, изготовление и внедрение автоматизированной системы индукционного нагрева для установки диффузионной сварки» (2015–2016);

– применение разработанного в рамках гранта Минобрнауки России № 075-15-2022-1121 «Гибридные методы моделирования и оптимизации в сложных системах» (2022–2024) гибридного алгоритма многокритериальной оптимизации позволило **эффективно решать** разработанные в диссертации многокритериальные постановки задачи оптимизации управления процессами индукционной пайки и электронно-лучевой сварки в составе предложенного промышленного оборудования;

– разработанные программные системы, реализующие управление технологическими процессами создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, **внедрены** на предприятии АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» и участвуют в создании соединений ответственных изделий при производстве спутников, что подтверждается актами о внедрении;

– **определены** перспективы практического использования разработанных моделей и методов для управления процессами создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций на предприятиях ракетно-космической отрасли.

**Результаты диссертационного исследования рекомендуются к применению при переходе к передовым цифровым технологиям и интеллектуальным производственным технологиям, применяемым при создании ответственных деталей на предприятиях ракетно-космической отрасли.**



**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

– экспериментальные исследования, выполненные при различных параметрах технологических процессов индукционной пайки, электронно-лучевой и диффузионной сварки, **подтвердили** работоспособность и эффективность разработанных алгоритмов управления;

– **теоретические выкладки** основываются на корректном использовании математического аппарата, непротиворечивостью физическим явлениям и законам теплового нагрева паяемых конструкций и свариваемых деталей, подтверждаются сведениями, полученными от других авторов, моделированием на ЭВМ.

**Личный вклад соискателя** состоит в получении основных результатов, выносимых на защиту, участии на всех этапах исследования процессов создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, непосредственном участии в научных экспериментах и апробации результатов исследования, разработке математических моделей, подготовке публикаций. Научные положения, выносимые на защиту, и выводы принадлежат автору. Текст диссертации и автореферата имеет ясное, логичное и последовательное изложение.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: о согласованности критериев в разработанных соискателем многокритериальных постановках задач оптимизации управления процессами создания неразъемных соединений, о взаимосвязи понятий качества технологического процесса и качества получаемых неразъемных соединений, о двух разных формулировках результатов в заключении диссертации, об эффективности работы предложенных систем автоматизации индукционной пайки и путях дальнейшего повышения их точности.

Соискатель Тынченко В.С. аргументировано ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

Таким образом, в диссертации Тынченко В.С. приведены материалы, свидетельствующие об успешном достижении поставленной цели

исследования – повышении эффективности технологических процессов создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций на предприятиях ракетно-космической отрасли за счет улучшения качества управления такими процессами для обеспечения технологических требований к сварным и паяным соединениям.

Диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований, обладающих научной новизной, изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки в области автоматизации и управления технологическими процессами формирования неразъемных соединений, обеспечивающие стабильно высокое качество выполнения таких процессов на предприятиях ракетно-космической отрасли, что имеет существенное значение для экономики и технологического развития страны.

На заседании 27 октября 2023 года диссертационный совет принял решение: за разработку новых научно обоснованных технических и технологических решений и разработок в области создания неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли, имеющих существенное значение для науки и практики в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, и также имеющих существенное значение для экономики и технологического развития Российской Федерации, присудить Тынченко Вадиму Сергеевичу ученую степень доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек (4 человека дистанционно), из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека входящего в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, воздержавшихся – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета



Ученый секретарь  
диссертационного совета

27.10.2023г.

Семенкин  
Евгений Станиславович

Панфилов  
Илья Александрович