

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 01.06.2023 г. № 5

О присуждении Ильиной Наталье Андреевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Двухканальное оптимальное по быстродействию управление техническими объектами с распределенными параметрами в условиях равномерной оценки целевых множеств» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 23.03.2023 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.377.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, состав которого утвержден приказом Минобрнауки РФ №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Ильина Наталья Андреевна, 12 июля 1995 года рождения, в 2019 году с отличием окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по специальности 27.04.04 – Управление в технических системах и в этом же году поступила в аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика с окончанием срока обучения в 2023 году. С 07.10.2019 г. по настоящее время работает старшим специалистом по внедрению в ООО «Группа Компаний ИНФОПРО», а также с 01.03.2022 по настоящее время - инженером кафедры «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика и управление в технических системах» федерального государственного бюджетного образовательного учрежде-



ния высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

**Научный руководитель** – Рапопорт Эдгар Яковлевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

**Официальные оппоненты:**

Душин Сергей Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», (г. Санкт-Петербург);

Казаринов Лев Сергеевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», (г. Челябинск) – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», (г. Новочеркасск), в своем положительном отзыве, подписанным д.т.н., профессором кафедры «Автоматика и телемеханика» В.И. Лачиным, к.т.н., зав.кафедрой «Автоматика и телемеханика» В.Б. Дьяченко и утвержденным ректором университета, д.т.н., профессором Ю.В. Разореновым, указала, что диссертационная работа представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, и выполнена на высоком научном уровне.

Соискатель имеет 10 опубликованных по теме диссертации работ, 5 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых зарубежными базами Scopus и Web of Science. Суммарный объем публикаций с участием соискателя составляет 9,415 печатных листов, авторский вклад 6,8 печатных листов.

Наиболее значимые работы Ильиной Н.А. по теме диссертации:

1. N. Ilina. Parametric Optimization of Nonstationary Heat Conductivity Processes with Two Control Actions // 2019 XXI International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP). Samara, Russia, 2019, pp. 271-276.

2. E. Y. Rapoport, N.A. Ilina. Time-Optimal Two-Channel Control of Interrelated Objects with Distributed Parameters // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 2022, Vol. 58, No. 4, pp. 391-401.

3. Н.А. Ильина. Синтез оптимальной по быстродействию системы двухканального управления процессом индукционного нагрева неограниченной пластины // Вестник СамГТУ. Серия Технические науки: Научный журнал. – Самара: СамГТУ, 2021, №2(70). – С. 47-60.

**На диссертацию поступили отзывы от:**

1. Ведущей организации ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», (г. Новочеркасск). В отзыве приведены замечания: недостаточно полный анализ возможности распространения методики решения на нелинейные модели объектов с распределенными параметрами; отсутствует обоснование преимуществ оценки целевых множеств конечных температурных состояний в равномерной метрике; отсутствует случай с заданной точностью нагрева, превышающей возможности двухинтервального управления и анализ возможностей применения предлагаемых методик для иного критерия оптимальности.

2. Официального оппонента д.т.н., профессора, Душина Сергея Евгеньевича. Замечания: не исследуется оценка робастности замкнутых систем управления; отсутствует обоснование использования модели процесса нагрева неограниченной пластины в качестве базовой; отсутствует обоснование возможности конечномерного усечения системы уравнений модального описания объекта; отмечена неясность реализации неполного измерения состояния температурного поля в замкнутой системе управления; отсутствует обоснование приведенных нелинейных зависимостей теплофизических величин в таблице 2.5 диссертации.

3. Официального оппонента д.т.н., профессора, Казаринова Льва Сергеевича. В отзыве отмечено замечание терминологического и редакционного характера, а также поднят вопрос об использовании предложенных в работе моделей при расчете вариантов частных оптимальных решений, необходимых для общего решения задачи многокритериального выбора.

**На автореферат поступили отзывы от:**

1. Д.т.н., профессора, профессора кафедры «Техническая кибернетика» Б.Г. Ильясова, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа.



2. Д.т.н., профессора, профессора кафедры систем управления и информационных технологий И.М. Першина, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» Пятигорский институт (филиал), г. Пятигорск.

3. Д.т.н., профессора, зам. зав. кафедрой физико-математических методов управления Н.Б. Филимонова, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва.

4. Д.т.н., профессора, президента университета ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» А.А. Шелупанова, г. Томск.

5. Д.т.н., профессора, профессора кафедры «Автоматика» Г.А. Французовой, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

6. д.т.н., профессора, ученого секретаря В.А. Иващенко, ФГБУН Институт проблем точной механики и управления Российской академии наук (ИПТМУ РАН), г. Саратов.

7. Д.т.н., профессора, профессора кафедры «Автоматические системы» института искусственного интеллекта Л.Д. Певзнера, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва.

В отзывах на автореферат замечания касаются вопросов силы и природы взаимосвязи между замкнутыми каналами управления и их влиянием на качество достижения цели, а также необоснованности принятой модели линейного звена первого порядка при учете инерционности граничных управляющих воздействий. Остальные замечания, главным образом, сводятся к указанию на отсутствие отдельных исследований по теме диссертационной работы, что может быть рассмотрено как возможное направление дальнейшего развития полученных результатов, или связаны с ограниченным объемом автореферата.

Все отзывы положительные. Во всех отзывах отмечается, что указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы. Указывается, что диссертация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Ильина Н.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их компетентностью, наличием публикаций, соответствующих тематике исследования.

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

**разработана** методика решения задачи двухканального оптимального по быстродействию программного управления автономным и взаимосвязанными процессами нестационарной теплопроводности, которая позволяет обеспечить требуемую точность равномерного приближения результирующего пространственного распределения температур к заданному состоянию за меньшее время по сравнению с известными алгоритмами одноканального управления за счет векторного характера управляющих воздействий, связанных дополнительным ограничением на одинаковую продолжительность режима функционирования каждого из них;

**разработана** методика синтеза оптимального по быстродействию двухканального программного управления процессами нестационарной теплопроводности с неполным измерением состояния, обеспечивающая, в отличие от известных, автоматическую отработку каждого из программных управляющих воздействий путем построения двухконтурной релейной системы автоматического регулирования с независимыми друг от друга двумя функциями переключения;

**предложены** не имеющие известных аналогов алгоритмы решения задачи двухканального оптимального по быстродействию программного управления нестационарными процессами теплопроводности в условиях обязательных к исполнению технологических ограничений на максимально допустимую температуру и скорости изменения каждого из граничных управляющих воздействий, без учета которых реализация допустимых режимов нагрева оказывается невозможной;

**доказано** наличие новых закономерностей двухканальных оптимальных по быстродействию процессов нестационарной теплопроводности в условиях равномерной оценки целевых множеств, на основе которых разработана и обоснована вычислительная технология для определения программных и позиционных алгоритмов управления.

**введены** понятия активных составляющих векторного управляющего воздействия в условиях одинаковой длительности процесса управления для каждой из его компонент.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказано**, что задача оптимального по быстродействию двухканального управления нестационарным процессом теплопроводности сводится в условиях равномер-



ной оценки целевых множеств к специальной форме параметрической задачи полубесконечной оптимизации, разрешаемой известными методами с использованием базовых закономерностей поведения нестационарных температурных полей;

**доказаны** положения, заключающиеся в том, что альтернативные свойства пространственного распределения температурных полей в конце процесса оптимального по быстрдействию двухканального управления определяют процедуру редукции исходной задачи полубесконечной оптимизации к решению стандартными численными методами относительно искомым параметров систем трансцендентных уравнений, конструируемых по предлагаемой совокупности правил;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы теории оптимального управления объектами с распределенными параметрами, методы теории теплопроводности, аппарат конечных интегральных преобразований, методы численного и компьютерного моделирования;

**изложены** методы решения задачи оптимального по быстрдействию двухканального управления в условиях одинаковой длительности управляемого процесса для каждого из управляющих воздействий; выполнен анализ особенностей применения технологии альтернативного метода для решения задачи полубесконечной оптимизации при двухканальном управлении; приведены результаты численного моделирования предлагаемых алгоритмов управления;

**раскрыты** проблемы и особенности предметной области, связанные с необходимостью разработки конструктивных методов решения задачи оптимизации векторного управления в системах с распределенными параметрами по выбранному критерию качества в условиях равномерной оценки целевых множеств;

**изучены** закономерности процессов оптимального по быстрдействию двухканального управления нестационарными процессами теплопроводности в условиях заданной точности равномерного приближения к требуемому конечному температурному состоянию;

**проведена модернизация** базовой схемы альтернативного метода решения задач оптимального управления объектами с распределенными параметрами в условиях равномерной оценки целевых множеств, обеспечивающая его распространение на случай использования векторных управляющих воздействий.

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

**разработаны и внедрены** в перспективные проекты конструктивная методика и вычислительная технология решения актуальных задач двухканального управления



объектами технологической теплофизики, являющимися базовыми элементами ответственных производственных комплексов в технических системах различного назначения;

**определены** способы практического использования полученных в диссертации теоретических результатов с целью повышения эффективности управляемых процессов по базовым технико-экономическим показателям;

**создана** система методического сопровождения по построению вычислительных алгоритмов двухканального программного и позиционного управления нестационарными процессами теплопроводности

**представлены** рекомендации по разработке и проектированию систем оптимального управления процессом предварительного нагрева металлических полуфабрикатов перед обработкой давлением.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**теория** построена на известных и общепринятых научных положениях методов оптимизации, теории оптимального управления системами с распределенными параметрами и теории теплопроводности; приведенные выводы и рекомендации подтверждаются корректным использованием математического аппарата, данными компьютерного моделирования, научным обоснованием принятых положений и допущений, анализом и оценкой полученных результатов.

**идея** базируется на процедуре параметризации искомых управляющих воздействий с последующей редукцией исходной задачи оптимального управления к специальной задаче полубесконечной оптимизации, которая решается по модифицированной схеме альтернативного метода с использованием диктуемой закономерностями предметной области дополнительной информации о характере результирующего пространственного распределения управляемой величины;

**использованы** результаты сравнительного анализа алгоритмов оптимального по быстродействию управления нестационарными процессами теплопроводности с векторными и скалярными управляющими воздействиями;

**установлено**, что полученные в работе результаты свидетельствуют о преимуществах двухканального управления по достигаемой величине критерия оптимальности и точности равномерного приближения к требуемому конечному состоянию управляемого объекта и не противоречат данным, представленным в независимых источниках применительно к соответствующим частным случаям;

**использованы** современные программные средства для поиска численного решения систем уравнений и построения двухконтурной системы двухканального

управления исследуемым объектом с распределенными параметрами с неполным измерением состояния управляемой величины.

**Личный вклад соискателя** состоит в решении научных и технических задач на всех этапах выполнения диссертационной работы; в личном участии в апробации результатов диссертационного исследования; в обработке и интерпретации данных, полученных лично автором, в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание, связанное с указанием на неточности согласования общей формы граничных условий в описании модели объекта управления с их конкретным представлением в различных частных вариантах решенных в диссертации задач.

Соискатель Ильина Н.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 1 июня 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Ильиной Наталье Андреевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика за решение научной задачи, имеющей значение для развития теории оптимального управления системами с распределенными параметрами, и техники ее применения к процессам нагрева металлических полуфабрикатов перед обработкой давлением.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности 2.3.1, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 0.

Председатель  
диссертационного совета 24.2.377.02

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.377.02



Радченко  
Владимир Павлович

Зотеев  
Владимир Евгеньевич

1 июня 2023 г.