

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор ФГБОУ ВО
«Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова»
доктор технических наук, профессор
Разоренов Юрий Иванович



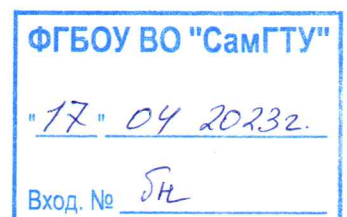
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» на диссертационную работу Ильиной Натальи Андреевны «Двухканальное оптимальное по быстродействию управление техническими объектами с распределенными параметрами в условиях равномерной оценки целевых множеств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Актуальность темы диссертации

Диссертация посвящена малоисследованной проблеме разработки конструктивных методов решения задач оптимального управления (ЗОУ) объектами с распределенными параметрами (ОРП) с использованием векторных управляющих воздействий. Подобные задачи значительно усложняются по сравнению с их скалярным вариантом целым рядом особенностей принципиального характера, существенно зависящих от базовых закономерностей предметной области и требующих на этом основании разработки и обоснования специальной технологии построения вычислительных алгоритмов применительно к конкретному классу исследуемых процессов. Решение заявленной задачи несомненно относится к числу актуальных в современной теории управления и её приложениях.

Явно выраженный системный характер указанной задачи, возможность разработки обоснованных способов её решения только на базе современных средств системного анализа, методов оптимизации и теории управления определяют необходимость проведения научных исследований по заявленной в диссертационной работе теме.



Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, изложенных на 146 страницах машинописного текста, содержит 50 рисунков, 8 таблиц, список литературы из 91 наименования и 2 приложения. По объему и структуре диссертация в целом соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению диссертаций.

Во введении автор обосновывает актуальность работы, определяет цель исследования и перечисляет задачи, решаемые для её достижения, указывает методы исследования, описывает научную новизну и практическую значимость полученных в диссертационном исследовании результатов, формулирует выносимые на защиту положения, приводит сведения об апробации основных выводов, результатов и положений диссертации.

В первой главе приведен анализ проблемы перевода объектов с распределенными параметрами в заданное целевое множество, оцениваемое в равномерной метрике согласно типичным для технических приложений требованиям, с минимальной величиной выбранного функционала качества. Рассмотрен широкий круг актуальных для приложений задач многоканального управления объектами с распределенными параметрами, охарактеризованы области их промышленного применения. Приведена в общем виде содержательная постановка задачи оптимального управления по критерию быстродействия одним или группой взаимосвязанных ОРП в условиях равномерной оценки целевых множеств и общая схема ее решения. Отмечены принципиальные особенности и сложности, возникающие при решении задач векторного управления, по сравнению со скалярным вариантом управляющего воздействия.

Во второй главе приведена строгая постановка задачи оптимального по быстродействию двухканального управления процессом нестационарной теплопроводности в условиях равномерной оценки целевых множеств применительно к описанию широкого класса процессов нагрева металла под обработку давлением линейным одномерным уравнением в частных производных параболического типа с типичными начально-краевыми условиями. Показано, что исходная постановка сводится к последующей редукции к задаче полубесконечной оптимизации, разрешаемой альтернансным методом, который усложняется по сравнению с одноканальным управлением увеличенной размерностью вектора искомых параметров, дополнительными ограничениями на одинаковую продолжительность процесса управления для каждого из управляющих воздействий, неоднозначными правилами выбора числа интервалов постоянства управляющих воздействий и заранее неизвестным изменением конфигурации конечного пространственного распределения управляемой величины. Приводятся иллюстрируемые конкретными

примерами решения ряда задач оптимального по быстродействию двухканального управления нестационарными процессами теплопроводности с граничными и внутренними управляющими воздействиями при нагреве неограниченной пластины для типичного частного случая двухинтервального характера обоих управляющих воздействий. Приводятся результаты сравнительного анализа, свидетельствующие о существенном снижении длительности процесса управления при большей точности достижения требуемых температурных кондиций в сравнении со случаем одноканального управления.

В третьей главе предложенные методики решения ЗОУ ОРП распространяются на задачи оптимального по быстродействию двухканального управления процессами нестационарной теплопроводности с учетом важных в рассматриваемой предметной области дополнительных технологических ограничений на управляемые величины и управляющие воздействия.

В четвертой главе предложен конструктивный метод решения задачи двухканального оптимального по быстродействию граничного управления двумя физически неоднородными взаимосвязанными ОРП с учетом условий их сопряжения в форме идеального теплового контакта взаимодействующих сред на контактной поверхности.

В пятой главе решается задача синтеза системы оптимального по быстродействию двухканального управления ОРП с линейными обратными связями по неполному измерению управляемой величины в отдельных точках ее пространственного распределения с коэффициентами обратных связей, определяемыми по результатам расчета в режиме реального времени оптимальных программных управлений для каждого из управляющих воздействий в зависимости от начального состояния объекта. Синтез проведен путем построения двухконтурной релейной системы автоматического регулирования с двумя известными функциями переключения, формируемыми по измеряемым значениям управляемой величины в начале процесса управления, приведены результаты численного моделирования.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Содержание всех разделов диссертационной работы соответствует её теме, поставленной цели и задачам исследования и имеет завершённый характер. Диссертация написана грамотным и понятным языком.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат диссертации содержит 19 страницы. Автореферат по своей структуре и содержанию полностью соответствует основным положениям,

результатам и выводам диссертации, отражает суть проведенного исследования, написан ясным техническим языком.

Научная новизна исследования

Автором получен ряд новых научных результатов, которые позволяют решать задачи двухканального оптимального по быстродействию управления объектами с распределенными параметрами.

Новыми в диссертационной работе являются следующие основные научные результаты.

1. Разработана методика решения задачи двухканального оптимального по быстродействию программного управления процессом нестационарной теплопроводности, обеспечивающая требуемую точность равномерного приближения результирующего пространственного распределения температур к требуемому состоянию за меньшее время по сравнению с известными алгоритмами за счет векторного характера управляющих воздействий.

2. Разработаны алгоритмы решения задачи двухканального оптимального по быстродействию программного управления нестационарными процессами теплопроводности, учитывающие, в отличие от известных, технологические ограничения на максимально допустимую температуру и инерционности каждого из граничных управляющих воздействий.

3. Разработана методика решения задачи двухканального оптимального по быстродействию программного управления двумя взаимосвязанными процессами нестационарной теплопроводности с идеальным тепловым контактом на границе взаимодействующих сред, которая гарантирует, в отличие от известных, перевод каждого из объектов за минимально возможное время в заданное конечное состояние с максимально достижимой точностью равномерного приближения в условиях дополнительных ограничений на одинаковую продолжительность процесса управления для каждого из управляющих воздействий.

4. Предлагается методика синтеза оптимального по быстродействию двухканального программного управления процессами нестационарной теплопроводности с неполным измерением состояния путем построения двухконтурной релейной системы автоматического регулирования с независимыми друг от друга двумя функциями переключения.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что предложены, обоснованы и апробированы новая методика и вычислительная технология решения

задачи двухканального оптимального по быстрдействию управления процессом нестационарной теплопроводности в условиях равномерной оценки целевого множества конечных состояний температурного поля.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные в диссертации алгоритмы и способы построения вычислительных процедур могут быть распространены на широкий круг актуальных задач многоканального управления объектами технологической теплофизики, являющимися базовыми элементами ответственных производственных комплексов в технических системах различного назначения.

Полученные в работе теоретические положения и практические результаты были использованы:

- при выполнении совместного научного исследования СамГТУ и Института Электротехнологий Университета им. Лейбница (г. Ганновер, Германия) по теме: «Two-channel time-optimal control of the induction heating of thick-wall pipes» в рамках стипендиальной программы Леонарда Эйлера Германской службы академических обменов DAAD (2019 г.).

- при выполнении НИР по проекту Российского научного фонда «Методы аналитического конструирования оптимальных регуляторов в системах с распределенными параметрами при равномерных оценках целевых множеств» (№22-29-00180, 2022 – 2023 гг.).

- при разработке и проектировании систем автоматического регулирования нагревательными установками в технологических комплексах перед обработкой давлением в ЗАО «ТМ-Сервис».

- в учебном процессе при подготовке магистров по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» в ФГБОУ ВО «СамГТУ».

Указанные результаты практического применения диссертационного исследования подтверждены соответствующими актами и справками.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов

Достоверность результатов диссертации подтверждается корректным применением математического аппарата, теории управления, теории теплопроводности и методов моделирования систем с распределенными параметрами.

Адекватность предложенной методики синтеза замкнутых систем оптимального двухканального управления распределенными объектами подтверждена результатами вычислительных экспериментов с применением программного продукта MATLAB.

Апробация результатов

Основные результаты работы докладывались, обсуждались и получили одобрение на 3 научных международных и всероссийских конференциях и конкурсах.

Материалы диссертации изложены в 10 опубликованных работах, среди которых 5 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 3 – в изданиях, индексируемых зарубежными базами Scopus и Web of Science.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Разработанные в диссертационной работе методики и алгоритмы оптимального по быстродействию двухканального управления объектами с распределенными параметрами рекомендуются использовать при разработке и проектировании систем автоматического регулирования нагревательными установками в технологических комплексах перед обработкой давлением в ЗАО «ТМ-Сервис» и на металлургических предприятиях Российской Федерации.

Рекомендуется дальнейшее использование материалов диссертационной работы в учебном процессе ФГБОУ ВО «СамГТУ» при подготовке магистров по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах».

Замечания

1. Остается не вполне ясным, на каком основании полученные в диссертации результаты общего характера распространяются на нелинейные модели объектов с распределенными параметрами.

2. В диссертации не приводятся обоснования преимуществ оценки целевых множеств конечных температурных состояний в равномерной метрике по сравнению с типовым способом их описания в форме допустимой величины среднеквадратичной погрешности.

3. В работе не рассмотрены ситуации с заданной точностью нагрева, превышающей возможности двухинтервального управления.

4. В диссертации отсутствует анализ возможностей применения предлагаемых методик решения ЗОУ при выборе критериев оптимальности, отличных от быстродействия.

5. В работе рассматриваются объекты, описываемые одномерными уравнениями теплопроводности. Остается неизвестным, могут ли предлагаемые методики решения рассматриваемых задач распространены на многомерные модели объекта управления.

Указанные замечания не снижают ценности и значимости диссертационной работы.

Общая оценка диссертации

Диссертация Ильиной Н.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение в области разработки конструктивных методов решения задач оптимального по быстродействию двухканального управления техническими объектами с распределенными параметрами.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, написана в форме, позволяющей получить достаточно полное представление о полученных автором результатах.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и содержит все основные положения диссертационной работы.

Диссертационная работа удовлетворяет критериям Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ильина Наталья Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертация обсуждена и отзыв принят на заседании кафедры «Автоматика и телемеханика» 03.04.2023 г., протокол № 10.

Профессор кафедры «Автоматика и телемеханика»
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»,
доктор технических наук, профессор

Вячеслав Иванович Лачин

Заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика»
ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова»,
к.т.н., доцент


Владимир Борисович Дьяченко

Подписи Лачина В.И. и Дьяченко В.Б. удостоверяю:

Ученый секретарь ученого
совета ЮРГПУ (НПИ)

Н.Н. Холодкова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»
346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
Телефон: (8635) 255-448
E-mail: rektorat@npi-tu.ru

С отзывом ознакомлена  Ильина Н.А.
17.04.2023