

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.04

Соискатель: Немыченков Григорий Игоревич

Тема диссертации: Моделирование и синтез субоптимальных переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений

Специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 20 декабря 2019 года (протокол № 7) диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Немыченкова Г. И. «Моделирование и синтез субоптимальных переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Немыченкову Григорию Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: Наумов А. В. – *председатель*, Кибзун А. И. – *зам. председателя*, Рассказова В. А. – *ученый секретарь*, а также члены диссертационного совета: Бардин Б. С., Битюков Ю. И., Борисов А. В., Бортаковский А. С., Босов А. В., Грумондз В. Т., Денисова И. П., Кан Ю. С., Колесник С. А., Короткова Т. И., Котельников М. В., Кузнецов Е. Б., Кузнецова Е. Л., Куравский Л. С., Липатов И. И., Пантелеев А. В., Ревизников Д. Л., Семенихин К. В., Сеницин В. И., Сиротин А. Н., Формалев В. Ф., Ципенко А. В.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.12.2019 № 7

О присуждении Немыченкову Григорию Игоревичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование и синтез субоптимальных переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений» по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» принята к защите «16» октября 2019 года, протокол № 5, диссертационным советом Д 212.125.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012, об изменении состава диссертационного совета № 628/нк от 07.10.2013, 574/нк от 15.10.2014, № 1339/нк от 29.10.2015, № 710/нк от 21.06.2016, № 1403/нк от 01.11.2016, № 1017/нк от 20.10.2017, приказы Министерства науки и высшего образования РФ: об изменении состава диссертационного совета № 272/нк от 27.03.2019.

Соискатель Немыченков Григорий Игоревич, 1993 года рождения, в 2016 году окончил Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) по специальности «Прикладная математика». В период подготовки диссертации Немыченков Г. И. обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре с «01» сентября 2016 года по «31» августа 2019 года по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», по научной специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)». Соискатель с 2016 года по н/в работает в должности инженера отдела ЦОД ФГУП ГосНИИАС, с 2019 года по н/в работает в НИО-805 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности инженера.

Диссертация выполнена на кафедре 805 «Математическая кибернетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – Бортаковский Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры 805 «Математическая кибернетика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Официальные оппоненты:

1. Канатников Анатолий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;
2. Царьков Кирилл Александрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН».

Оппоненты дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт программных систем имени А. К. Айламазяна Российской академии наук».

В положительном отзыве ведущей организации указано, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное на современном математическом уровне и внесшее значительный вклад в теорию оптимального управления переключаемыми системами. Полученные в работе результаты являются новыми и строго обоснованными. Они полностью опубликованы.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.ф.-м.н., проф. Канатникова Анатолия Николаевича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. На данный момент тема гибридных систем не является устоявшейся как по терминологии, так и по подходам к решению задач. Похвальна попытка автора разобраться в этом вопросе, сделанная во введении, но она оказывается явно недостаточной, да и, наверное, не должна быть целью этой работы. Тем не менее, следует отметить определенные неточности. Так, под переключаемой системой на с. 8 понимается многорежимная система, в которой есть несколько динамических систем и механизм переключения между ними. В то же время в главе 1 под переключаемой системой понимается нечто другое: динамическая система одна, но в ее динамике происходят скачкообразные изменения.

2. Не совсем корректно использование термина «параметрическая неопределенность». В литературе под этим понимается неизвестное значение постоянного параметра, входящего в модель (т.е. в правую часть). В данном же случае речь идет о неопределенности, связанной с состоянием объекта.

3. Есть путаница с понятием «фиктивные переключения». Сначала в работе постулируется, что фиктивных переключений нет. Однако затем

оказывается, что их можно рассматривать. На мой взгляд, рассматривать переключаемые системы без фиктивных переключений — все равно, что рассматривать действительные числа без нуля.

4. Есть некоторый повтор в формулировках. Так, формула (1.15) — это на самом деле формула (1.6) с заменой некоторых символов. Различие лишь в контексте: в первом случае стартовый момент времени и стартовое состояние предполагаются фиксированными (т.е. зависимость от них не считается существенной), а во втором случае они изменяются свободно.

5. Есть опечатки в тексте диссертации и автореферата (например, знаки препинания на с. 11 и 14, нумерация на с. 61 диссертации, стилистические ошибки на с. 3 и 18, ошибка в формуле (1.6) на с. 7 автореферата). Впрочем, их довольно мало.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента, к.ф.-м.н.
Царькова Кирилла Александровича.**

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Во введении, на страницах 7 и 11, присутствует несколько нестрогих утверждений, связанных с геометрическими ограничениями в задачах оптимального управления, которые могут быть трактованы как ошибочные.

2. Приведенные в работе классификация управляемых систем с переключениями и связи между ними вызывают вопросы, так как утверждения на этот счет в разных частях диссертации противоречат друг другу. Ничего не сказано о том, что переключаемые системы и системы автоматного типа можно представить в виде частных случаев более общего класса логико-динамических систем.

3. Название «принцип разделения» для сформулированного в диссертационной работе утверждения подобрано неудачно, так как оно не имеет ничего общего с известным принципом разделения для задач совместного оценивания и управления. Сама формулировка приводится со ссылкой на работу В. М. Вонэма, в которой данный термин отсутствует вовсе.

4. В примере 1.6.2 предполагается без обоснования, что оптимальный процесс может иметь переключения только в начальный и конечный моменты времени, в то время как выбор моментов переключений заявлен в постановке задачи как дополнительный ресурс управления.

5. При формулировке алгоритмов синтеза субоптимальных управлений не приводятся эффективных правил останова. Вместо этого предлагается либо осуществлять на каждой итерации громоздкое сравнение образующих функции цены, либо останавливаться после заранее заданного числа шагов.

Отзыв на диссертацию ведущей организации.

Ведущая организация дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан руководителем исследовательского центра процессов управления, главным научным, доктором физико-математических наук Сачковым Юрием Леонидовичем. Отзыв утвержден директором, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Абрамовым Сергеем Михайловичем. Замечания по диссертации:

1. При моделировании пучков траекторий динамических систем представляется естественным использование распараллеливания вычислений. В разработанных алгоритмах и программах вопрос распараллеливания не рассматривается.

2. В работе нет оценок алгоритмической сложности разработанных методов и требуемых вычислительных ресурсов. Эффективность применяемых численных методов не обоснована.

3. Рассматриваются задачи с фиксированным временем функционирования без фазовых и терминальных ограничений. Имеющиеся в задаче стабилизации спутника терминальные ограничения учитываются при численном решении программным образом без теоретического обоснования.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва.

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором, директором Института математики, информационных технологий и физики Петровым Николаем Никандровичем. Отзыв положительный. Замечания по автореферату:

- 1) На странице 7 автореферата следовало указать, какая мера mes рассматривается: произвольная мера или мера, обладающая какими-либо дополнительными свойствами.
- 2) На странице 7 автореферата следовало бы уточнить, что $mes \sigma_0 \neq 0$.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры функционального анализа и его приложений Родиной Людмилой Ивановной. Отзыв положительный. Замечания по автореферату:

- 1) Отметим, что в автореферате не указаны вычислительные сложности предлагаемых алгоритмов синтеза.
- 2) Нет обоснования для выбора методов целочисленной минимизации в задаче стабилизации спутника.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой компьютерных сетей Глызиным Сергеем Дмитриевичем. Отзыв положительный. Замечания по автореферату:

- 1) Не исследована сходимость бесконечной итерационной процедуры нахождения образующих функции цены. Нет оценки точности приближения к функции цены при помощи конечного набора образующих.
- 2) В работе не рассматриваются необходимые условия оптимальности переключаемых систем.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой математики Коганом Марком Михайловичем. Отзыв положительный. Замечания по автореферату:

- 1) На странице 10 отмечается, что условие окончания построения образующих трудно проверить и не дается никаких дальнейших рекомендаций к практической проверке этого условия.
- 2) На странице 12 при разборе академического примера говорится о трех различных управлениях: оптимальном в среднем, субоптимальном и оптимальном для геометрического центра пучка траекторий, но на рис. 1. Приводится только траектория при оптимальном в среднем управлении.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области тем, затрагиваемых в диссертационном исследовании.

Официальный оппонент, д.ф.-м.н. Канатников Анатолий Николаевич – профессор кафедры «Математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Область научных интересов – качественный анализ динамических систем различных типов (задачи локализации, анализ поведения траекторий динамических систем), управление нелинейными системами, в том числе управление летательными аппаратами, управление в среде с препятствиями. Автор более 26 научных работ.

Официальный оппонент, к.ф.-м.н. Царьков Кирилл Александрович работает старшим научным сотрудником лаборатории «Математические методы исследования оптимальных управляемых систем им. В. Ф. Кротова». Область научных интересов – стохастическое оптимальное управление и математические методы исследования управляемых динамических систем. Автор более 24 научных работ.

Выбор ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт программных систем имени А. К. Айламазяна Российской академии наук» – обусловлен широким кругом проводимых фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области искусственного интеллекта, параллельных вычислений, технологий построения региональных телекоммуникационных сетей, распределенных интеллектуальных систем.

Соискатель имеет 12 опубликованных научных работ по теме диссертации, из которых 5 работ опубликованы в изданиях из Перечня ВАК РФ, и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Содержание данных работ в полной мере отражает содержание диссертационной работы, в которой отсутствуют некорректные и недостоверные ссылки.

Публикации в журналах МСЦ:

- Бортаковский А. С., Немыченков Г. И. Оптимальное в среднем управление детерминированными переключаемыми системами при наличии дискретных неточных измерений. // Известия РАН. Теория и системы управления, 2019 г., № 1. С. 52-77.
- Бортаковский А. С., Немыченков Г. И. Субоптимальная в среднем стабилизация спутника при наличии дискретных неточных измерений. // Известия РАН. Теория и системы управления, 2018 г., № 4. С. 197-207.
- Бортаковский А. С., Немыченков Г. И. Субоптимальное управление пучками траекторий детерминированных стационарных систем автоматного типа. // Известия РАН. Теория и системы управления, 2017 г., № 6, с. 20-34.

Публикации в журналах РИНЦ:

- Немыченков Г. И. Управление пучками траекторий стационарных систем автоматного типа при наличии дискретных неточных измерений. // Труды МАИ, 2019 г., выпуск 104, 24 с. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=102203>.

дискретных измерениях. // 17 Международная конференция «Авиация и космонавтика», 19-23 ноября, 2018 года. Москва. Тезисы. С. 189.

Свидетельства о государственной регистрации программ:

- Бортакoвский А. С., Немыченков Г. И. Субоптимальная в среднем стабилизация спутника в условиях параметрической неопределенности. // Федеральная служба по интеллект. собственности. Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618981. 2017 г.
- Бортакoвский А. С., Немыченков Г. И. Субоптимальное управление детерминированными стационарными системами автоматного типа в условиях параметрической неопределенности. // Федеральная служба по интеллект. собственности. Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2018616558. 2018 г.

Диссертационный совет отмечает, что в выполненном диссертационном исследовании получены следующие **новые научные результаты:**

- разработаны модели функционирования переключаемых систем и стационарных систем автоматного типа в условиях параметрической неопределенности при разных способах описания множеств возможных состояний с учетом дискретных неточных измерений;
- доказаны достаточные условия субоптимальности в среднем управления пучком траекторий переключаемых систем и стационарных систем автоматного типа при наличии дискретных неточных измерений;
- разработаны алгоритмы субоптимального и оптимального в среднем управлений детерминированными переключаемыми системами в условиях параметрической неопределенности на основе принципа разделения при наличии дискретных неточных измерений;
- разработаны алгоритм и программное обеспечение для решения задачи синтеза оптимального управления детерминированными

стационарными системами автоматного типа в условиях параметрической неопределенности;

- решена задача субоптимальной стабилизации колебаний спутника в классе переключаемых систем в условиях параметрической неопределенности при наличии дискретных неточных измерений.

Теоретическая значимость исследования определяется разработкой новых моделей функционирования переключаемых систем в условиях параметрической неопределенности, достаточными условиями субоптимальности в среднем управления при наличии дискретных неточных измерений и разработанных на основе этих условий алгоритмов синтеза субоптимального в среднем управления переключаемыми системами.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке алгоритмов анализа и синтеза переключаемых систем управления в условиях параметрической неопределенности, которые могут быть применимы в области авиационной и ракетно-космической техники, в робототехнике и экономике. Созданы комплексы программ для решения прикладных задач поиска оптимального управления пучками траекторий, с помощью которых решена прикладная задача оптимальной в среднем стабилизации колебаний искусственного спутника Земли.

Достоверность полученных результатов обеспечивается строгим математическим обоснованием разработанных алгоритмов. Приближенные решения академических примеров, полученные предложенными алгоритмами, совпадает с аналитическими решениями. Решение прикладной задачи стабилизации колебаний спутника полностью отвечает физическим представлениям.

Личный вклад. Все излагаемые в диссертации результаты получены лично автором. Научному руководителю принадлежат постановки исследуемых задач и уравнения для синтеза оптимального и субоптимального в среднем управлений.

Диссертационный совет считает, что диссертационная работа Немыченкова Григория Игоревича является самостоятельно выполненной,

завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты в области разработки математических моделей, алгоритмов решения задач оптимизации, вычислительных алгоритмов и программных комплексов. **Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней».**

На заседании 20 декабря 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Немыченкову Г. И. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 8 докторов наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 25, против 0, недействительных бюллетеней 0

Председатель диссертационного совета
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., доцент

А. В. Наумов

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова

И.о. начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Акимин



20 декабря 2019 г.