

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.04

Соискатель: Ибрагимов Данис Наилевич

Тема диссертации: Математическое моделирование и оптимизация по быстродействию линейных дискретных систем с ограничениями

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 29 декабря 2017 года (протокол № 55) диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Ибрагимова Д. Н. «Математическое моделирование и оптимизация по быстродействию линейных дискретных систем с ограничениями» 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 Ибрагимову Данису Наилевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

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

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

Н. С. Северина

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 29.12.2017 № 55

О присуждении Ибрагимову Данису Наилевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование и оптимизация по быстрдействию линейных дискретных систем с ограничениями» 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 «27» октября 2017 года, протокол № 53, диссертационным советом Д 212.125.04, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки 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.

Соискатель Ибрагимов Данис Наилевич, 1991 года рождения, в марте 2014 года окончил с отличием специалитет по специальности «Прикладная математика», а августе 2017 года окончил аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», работает в должности ассистента в

Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование» факультета «Информационные технологии и прикладная математика» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – профессор кафедры 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», доктор физико-математических наук, профессор Сиротин Андрей Николаевич.

Официальные оппоненты:

1. Шматков Антон Михайлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории механики управляемых систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем механики им. А.Ю.Ишлинского Российской академии наук»;
2. Горшенин Андрей Константинович, кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

Оппоненты дали положительный отзыв на диссертацию.

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

В положительном отзыве ведущей организации указано, что диссертационная работа представляет собой завершенную и целостную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне.

Полученные в работе результаты новы и представляют как теоретический, так и практический интерес.

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., Шматкова Антона Михайловича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Не проведено сопоставление методов, применяемых к дискретным системам, с аналогичными методами, используемыми для систем с непрерывной зависимостью от фазовых координат.

2. В работе не продемонстрирована связь полученных автором результатов для дискретных систем с гораздо глубже исследованными задачами, относящимися к непрерывным функциональным зависимостям.

3. Отсутствует анализ степени применимости полученных результатов к реальным системам, вытекающей из невырожденности оператора системы.

4. При рассмотрении численных примеров не проведено сравнение полученных результатов с уже известными как для дискретных систем, так и для их непрерывных аналогов.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, к.ф.-м.н., доц. Горшенина Андрея Константиновича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Из текста не ясно, получены ли все рисунки, приведенные в диссертации, с помощью разработанных соискателем программ (например, рис. 1.1 на стр. 52, рис. 3.1 и 3.2 на стр. 98).

2. Алгоритм 3.1 (см. стр.81–82) следовало дополнить представлением в виде блок-схемы.

3. В тексте диссертационной работы структура и функциональные возможности программных реализаций развитых алгоритмов описаны в крайне сжатой форме.

4. Развитые соискателем аналитические инструменты не для любого случая могут быть использованы для построения численных процедур, поэтому требуется развитие других решений, что можно считать в целом недостаточно универсальным подходом.

5. Не рассмотрена процедура построения множеств θ -управляемости системы, которые фактически являются алгебраической суммой выпуклых множеств. В результате остается открытым вопрос о построении нормального конуса, используемого для определения структуры оптимального управления, для произвольного множества допустимых значений управлений.

6. Не оценивается влияние использования полиэдральной аппроксимации на вычислительную сложность предложенного в диссертации алгоритма решения задачи быстродействия;

7. Не проведено исследование эффективности предложенных программных решений в случае изменения размерности задачи.

Отзыв на диссертацию ведущей организации.

Ведущая организация дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан главным научным сотрудником центра системного анализа ИПС РАН, доктором технических наук, профессором, Цирлиным Анатолием Михайловичем. Отзыв утвержден директором ИПС РАН, доктором физико-математических наук, профессором, членом корреспондентом РАН Абрамовым Сергеем Михайловичем. Замечания по диссертации:

1. Модельные примеры бесконечномерных систем, рассмотренные в главе 1, достаточно тривиальны. Хотелось бы увидеть применение разработанных методов для решения более сложных задач.

2. В четвертой главе не приведено сравнение разработанного программного комплекса с уже существующими.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва.

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (ФГБОУ ВО МГТУ ГА).

Отзыв подписан заведующим кафедрой Вычислительных машин, комплексов, систем и сетей, доктором технических наук, доцентом

Феоктистовой Оксаной Геннадьевной. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

1) в работе не обоснован выбор аппарата множеств 0-управляемости для решения задачи быстродействия. Схожие соотношения могут быть записаны и для множеств достижимости, построение которых не требует невырожденности оператора системы, что позволило бы отказаться от этого существенного ограничения.

**2. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича
Российской академии наук (ФГБУН ИППИ РАН).**

Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником ИППИ РАН Степаняном Кареном Вартановичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

1) соискатель применил странный глагол «производится» по отношению к постановке задачи (стр. 8);

2) в третьей главе на основе предварительной полиэдральной аппроксимации строго выпуклого множества допустимых значений управлений строятся некие решения. Далее приводится теорема 3.2 о сходимости последовательности аппроксимирующих множеств. Будет ли при этом сходимость последовательности решений? По-видимому, будет в силу ряда приведенных условий, но в тексте автореферата такого утверждения я не нашел.

**3. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской
академии наук (ФГБУН ИПУ РАН).**

Отзыв подписан заведующим лабораторией «Математических методов исследования оптимальных управляемых систем» ИПУ РАН, доктором физико-математических наук, профессором Хрустальевым Михаилом Михайловичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

1) во второй главе не обосновано рассмотрение конечномерных нестационарных систем, в то время как большинство её результатов

представляет обобщение утверждений из первой главы, сформулированных для бесконечномерных систем.

4. Научно исследовательский институт механики МГУ им. М. В. Ломоносова.

Отзыв подписан главным научным сотрудником лаборатории общей механики НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова, доктором физико-математических наук, профессором Формальским Александром Моисеевичем. Замечаний к автореферату нет.

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

Официальный оппонент, д.ф.-м.н., Шматков Антон Михайлович работает старшим научным сотрудником лаборатории механики управляемых систем института проблем механики РАН. Область научных интересов – теория оптимального управления, гарантированное оценивание фазового состояния динамических систем, управление в механических системах. Автор свыше 20 научных работ, значительная часть которых посвящена исследованию задач теории оптимального управления.

Официальный оппонент, к. ф.-м. н., доц. Горшенин Андрей Константинович – Автор более 100 печатных работ и более 40 зарегистрированных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности программ для ЭВМ. Область научных интересов – создание, исследование и применение вероятностно-статистических моделей интеллектуального анализа данных в информационных системах.

Выбор ведущей организации – ФГБУН ИПС им. А. К. Айламазяна РАН – обусловлен широким кругом проводимых научных исследований в области математического моделирования, теории оптимального управления и системного анализа. Направления научной деятельности ФГБУН ИПС им. А. К. Айламазяна РАН включают исследование теоретических и практических проблем информационных систем управления разных уровней, оптимизация и предельные возможности термодинамических и экономических макросистем, программное обеспечение энергосберегающих технологий, неклассические методы исследования управляемых систем и их приложения,

теория и технология систем, основанных на знаниях; интеллектуальные методы обработки информации, системные решения и программное обеспечение вычислительных комплексов новых поколений, программные и аппаратные решения для гибридных инфокоммуникационных сетей.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертации, из которых 5 работ опубликованы в изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (в том числе 2 работы опубликованы в журналах, реферируемых в международной базе Web of Science). Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

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

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Ибрагимов Д.Н., Сиротин А.Н. О задаче оптимального быстродействия для линейной дискретной системы с ограниченным скалярным управлением на основе множеств 0-управляемости // Автоматика и Телемеханика. 2015. №9. С.3-30;

2. Ибрагимов Д.Н., Сиротин А.Н. О задаче быстродействия для класса линейных автономных бесконечномерных систем с дискретным временем и ограниченным управлением // Автоматика и Телемеханика. 2017. №10. С.3-32.

3. Ибрагимов Д.Н. Оптимальное по быстродействию управление движением аэростата // Труды МАИ . 2015. №83.

4. Ибрагимов Д.Н. Аппроксимация множества допустимых управлений в задаче быстродействия линейной дискретной системой // Труды МАИ. 2016, №87.

5. Ибрагимов Д.Н. Оптимальная по быстродействию коррекция орбиты спутника // Труды МАИ. 2017. №94.

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

- исследован класс математических моделей линейных дискретных неавтономных систем с конечномерным вектором состояния и строго выпуклым множеством допустимых значений управлений;
- формализован и исследован новый класс математических моделей линейных дискретных автономных систем с бесконечномерным вектором состояния и строго выпуклым множеством допустимых значений управлений, в каждой граничной точке которого нормальный конус представляет собой одномерное множество;
- сформулированы и доказаны в виде принципа максимума достаточные условия оптимальности управления в задаче быстрогодействия для линейных дискретных автономных систем с бесконечномерным вектором состояния и строго выпуклым множеством допустимых значений управлений, в каждой граничной точке которого нормальный конус представляет собой одномерное множество;
- сформулированы и доказаны в виде принципа максимума достаточные условия оптимальности управления в задаче быстрогодействия для линейных дискретных неавтономных систем с конечномерным вектором состояния и строго выпуклым множеством допустимых значений управлений;
- разработан численный метод решения задачи быстрогодействия для линейных дискретных автономных систем с конечномерным вектором состояния и линейными ограничениями на управление, предложена модификация метода для случая выпуклых ограничений на управление;
- разработан комплекс программ, реализующих эти численные методы;
- решены задачи оптимальной по быстроддействию коррекции орбиты спутника, наискорейшей ликвидации углового отклонения, тела подвешенного на струне, демпфирования высотного сооружения, расположенного в зоне сейсмической активности.

Теоретическая значимость исследования определяется разработкой принципиально новых методов решения задач оптимального управления для линейных дискретных систем, изучением вопросов применимости

классических методов и их последующей модификацией для синтеза оптимального управления в задаче быстрогодействия.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем демпфирования, систем управления движением летательных аппаратов, они позволяют находить решения задач оптимального дискретного управления на основе научного подхода. также они могут быть использованы в учебном процессе.

Достоверность результатов обеспечивается строгостью математических формулировок и доказательств утверждений, подтверждением полученных теоретических результатов численными экспериментами.

Личный вклад. Автором на основе класса множеств 0-управляемости построен алгоритм решения задачи 0-управляемости для линейной дискретной системы с линейными ограничениями на управление, а также алгоритм сведения к рассмотренному случаю случая произвольного выпуклого компактного множества допустимых значений управлений. В виде программного комплекса на языке C++ автором реализован разработанный алгоритм, проведены вычислительные эксперименты и анализ полученных результатов. Совместно с Сиротиным А.Н. построен явный вид оптимального позиционного управления для случая скалярного управления, а также доказаны достаточные условия оптимальности управления для бесконечномерной системы со строго выпуклым множеством допустимых управлений, сформулированные в виде принципа максимума.

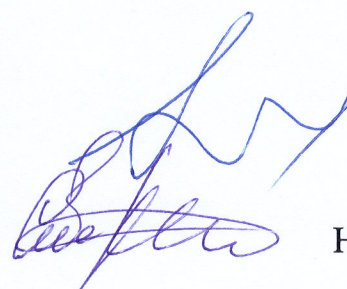
Диссертационный совет считает, что диссертационная работа Ибрагимова Даниса Наилевича является самостоятельно выполненной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты в области разработки математических моделей, алгоритмов решения задач оптимизации, вычислительных алгоритмов и программных комплексов для линейных дискретных систем. **Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней».**

На заседании «29» декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Ибрагимову Д. Н. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 4 доктора наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и 9 докторов наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 23, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., профессор

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



А. И. Кибзун



Н. С. Северина

29 декабря 2017 г.