

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертации Немыченкова Григория Игоревича
«Моделирование и синтез субоптимальных переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Немыченков Г.И. закончил в 2016 году факультет «Прикладная математика и физика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) по кафедре «Математическая кибернетика». В том же году поступил в аспирантуру МАИ, которую закончил в 2019 г. За время обучения в аспирантуре читал лекции и проводит практические занятия по математическим дисциплинам у студентов первых трёх курсов, в том числе по предметам «Дифференциальные уравнения», «Методы оптимизации», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия».

Исследования систем, управляемых с переключениями, начались еще в студенческие годы и продолжалась в аспирантуре с возрастающей интенсивностью. В ходе работы над диссертацией Немыченков Г.И. зарекомендовал себя как квалифицированный математик и грамотный программист, способный решать новые оригинальные задачи. Сформировался как опытный преподаватель, ведущий методическую работу.

Соискатель активно публикует результаты своих исследований и разработок. Им опубликовано 14 научных работ, из которых 5 – в журналах, входящих в перечень ВАК, в том числе 3 статьи опубликованы в журналах, цитируемых международными базами Web of Science и SCOPUS. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ. Результаты работы неоднократно докладывались на международных научных конференциях.

Диссертационная работа посвящена разработке методов моделирования и синтеза субоптимальных детерминированных переключаемых систем (ПС) и стационарных систем автоматного типа (САТ) в условиях параметрической неопределенности при наличии дискретных неточных измерений, а также их применения в актуальных приложениях в области авиационной и ракетно-космической техники.

Разработанные алгоритмы имеют теоретическое обоснование – достаточные условия субоптимальности управления. Эффективность применения предлагаемых алгоритмов моделирования и синтеза демонстрируется на новых академических примерах. Полученное приближенное решение задачи стабилизации колебаний спутника при наличии дискретных неточных измерений полностью отвечает физическим представлениям.

В диссертационной работе получены новые научные результаты:

- разработаны методы моделирования ПС и стационарных САТ в условиях параметрической неопределенности с учетом дискретных неточных измерений при разных способах описания множеств возможных состояний;
- доказаны достаточные условия субоптимальности в среднем управления пучком траекторий ПС и стационарных САТ при наличии дискретных неточных измерений;
- разработаны численно-аналитические методы синтеза оптимального и субоптимального в среднем управления пучками траекторий ПС и стационарных САТ с учетом дискретных неточных измерений;
- для линейно-квадратичных задач управления стационарными САТ разработаны алгоритм и численный метод синтеза оптимального в среднем управления;
- решена задача активной стабилизации колебаний искусственного спутника при помощи реактивных двигателей малой тяги в условиях параметрической неопределенности при наличии дискретных неточных измерений.

Предлагаемые алгоритмы решения задач субоптимального управления пучками траекторий ПС и стационарных САТ реализованы в проблемно-ориентированных программных комплексах, прошедших государственную регистрацию. Методы моделирования и алгоритмы синтеза применимы в области авиационной и ракетно-космической техники, в робототехнике и экономике.

Содержание диссертационной работы соответствует паспортам обеих заявленных специальностей: 05.13.18 и 05.13.01.

Во введении дано обоснование актуальности исследования изучаемой проблемы. Приведен обзор работ в этой области. Дана краткая характеристика применяемых в диссертации методов исследования и полученных результатов.

В первом разделе рассматривается задача оптимального в среднем управления ПС. Получены достаточные условия субоптимальности в среднем управления пучком траекторий при наличии дискретных неточных измерений. На основе достаточных условий разработаны алгоритмы синтеза оптимального позиционного управления, субоптимального управления пучками траекторий и условного субоптимального управления пучками траекторий при наличии дискретных неточных измерений. Решены два академических примера линейно-квадратичных задач синтеза оптимального и субоптимального в среднем управления пучками траекторий ПС. В одном примере принцип разделения выполняется, а в другом – нет. Проведен сравнительный анализ разработанных алгоритмов управления.

Во втором разделе рассматривается задача оптимального управления детерминированными стационарными САТ в условиях параметрической неопределенности. Доказаны

достаточные условия субоптимальности управления пучком траекторий стационарных САТ при наличии дискретных неточных измерений. На основе достаточных условий разработаны алгоритмы синтеза оптимального позиционного управления, субоптимального управления пучками траекторий и условного субоптимального управления пучками траекторий при наличии дискретных неточных измерений. Для линейно-квадратичных задач управления стационарными САТ разработанные алгоритмы приводят к оптимальному в среднем управлению, так как принцип разделения выполняется. Решены линейно-квадратичные задачи синтеза оптимального и субоптимального в среднем управления пучками траекторий стационарной САТ второго порядка. Проведен сравнительный анализ разработанных алгоритмов управления.

В третьем разделе решена задача активной стабилизации колебаний искусственного спутника при помощи реактивных двигателей малой тяги. Спутник движется по круговой орбите и в плоскости орбиты совершает колебания вокруг центра масс. Состояние объекта управления точно неизвестно, однако оно уточняется в результате дискретных неточных измерений. Поэтому исследуется задача оптимального в среднем управления пучком траекторий. Погрешность стабилизации характеризуется средним значением интеграла энергии. Учитывая реализуемую точность исполнения команд включения и выключения двигателей, решаемая задача условной минимизации является дискретной.

В четвертом разделе описываются:

методы моделирования ПС и стационарных САТ в условиях параметрической неопределенности с учетом дискретных неточных измерений при разных способах описания множества возможных состояний;

особенности численного решения задач синтеза субоптимального управления ПС и стационарными САТ;

структура, состав и порядок работы программного комплекса, реализующего алгоритмы синтеза оптимального в среднем управления пучком траекторий стационарной САТ при наличии дискретных неточных измерений;

структура, состав и порядок работы программного комплекса для решения задачи оптимальной в среднем стабилизации спутника при наличии дискретных неточных измерений.

В заключении сформулированы основные результаты.

Диссертация «Моделирование и синтез субоптимальных переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую новые оригинальные результаты, выполненную на высоком научном уровне и отвечающую всем требованиям ВАК РФ. Считаю, что ее

автору, Немыченкову Григорию Игоревичу, может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Д. ф.-м. н., доцент, профессор кафедры «Математическая кибернетика» Московского авиационного института

(национального исследовательского университета)

02.09.2019 г.

А. С. Бортакoвский

Подпись Бортакoвского А. С. заверяю

Декан факультета информационных технологий и прикладной математики Московского авиационного института

(национального исследовательского университета)



С. С. Крылов