

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ
ИМЕНИ А. К. АЙЛАМАЗЯНА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

152021, Россия, Ярославская область, Переславский район,
село Веськово, улица Петра Первого, дом 4 «а», ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
Тел./Факс: +7(4852)695228 e-mail: psi@botik.ru

от 4.12.2017 № 1609/2115-535
на № — от —

«Утверждаю»

Директор ФГБУН «Институт
программных систем
им. А. К. Айламазяна
Российской академии наук»,
чл.-корр РАН, д.ф.-м.н.
С. М. Абрамов

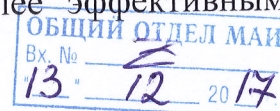


« 4 » 12 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Ибрагимова Даниса Наилевича «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ», представленную 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)».

Диссертация Ибрагимова Д. Н. посвящена разработке алгоритмов построения оптимального по быстродействию управления для линейных дискретных систем. Поставленная задача представляет собой частный случай задачи оптимального управления дискретными системами, методы решения которых рассматривались в работах как отечественных авторов (Болтянский В.Г., Пропой А.И., Пшеничный Б.Н. и др.), так и зарубежных (Bellman R., Pearson J.D., Halkin H., Holtzman J.M. и др.). Наиболее эффективными



подходами решения задач оптимального управления являются метод динамического программирования и принцип максимума, которые позволяют эффективно определить структуру оптимального управления и вычислить его значение для большинства дискретных систем.

Тем не менее рассмотренная в диссертационной работе задача быстродействия обладает рядом особенностей, из-за которых классические методы оказываются неэффективны. В силу тождественного равенства нулю гамильтониана принцип максимума приобретает вырожденный характер, не позволяющий вычислить оптимальное управление. Метод динамического программирования в общей постановке задачи быстродействия приводит к полному перебору всех допустимых управляющих воздействий.

По этим причинам проведенный в диссертационной работе Ибрагимова Д. Н. поиск новых методов и подходов к решению данной задачи является **актуальным**, а **научная значимость**, полученных результатов, не вызывает сомнения.

Краткая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертационной работы, формулирует цель и задачи диссертации, приводит обзор текущего состояния исследований по тематике работы и кратко описывает содержание последующих глав.

В первой главе автор производит постановку задачи, вводит необходимую терминологию. В частности, рассматривает свойства класса множеств 0 -управляемости – множеств тех начальных состояний, из которых система может быть переведена в начало координат за фиксированное число шагов. На основе свойств данного класса формулируется критерий оптимальности управления в задаче быстродействия. Для случая, когда множество допустимых значений управлений является строго выпуклым и слабо компактным, приводятся необходимые и достаточные условия оптимальности траектории, сформулированные в виде принципа максимума. Данный результат доказан в общем случае для системы произвольной размерности, в том числе и бесконечномерной.

Вторая глава посвящена обобщению результатов, полученных в первой главе для нестационарных дискретных систем. Отдельно автором

рассматривается случай множества допустимых значений управлений в форме эллипсоида, в котором удастся явным образом определить оптимальное программное управление. Эффективность разработанных методов демонстрируется на решении задачи коррекции орбиты спутника.

В третьей главе предложена модификация метода динамического программирования. Для случая линейных ограничений на управление решение задачи быстродействия удастся свести к ряду ЗЛП. На основе данного факта в работе построен численный алгоритм решения задачи быстродействия. Отдельно предложены его модификации для двух частных случаев: скалярного управления (оптимальное управление удастся вычислить явно) и выпуклого компактного множества допустимых значений управлений (на основе его полиэдральной аппроксимации).

В четвертой главе автор описывает комплекс программ, реализующий алгоритм из третьей главы. Также с помощью разработанного комплекса приведено решение задачи наискорейшей ликвидации углового отклонения тела подвешенного на струне.

В заключении подводятся итоги диссертационного исследования и перечисляются результаты, выносимые на защиту.

Все утверждения снабжены строгими математическими доказательствами, что позволяет сделать вывод о **достоверности результатов** диссертационной работы.

Основные результаты

1. Разработаны принципы построения математических моделей бесконечномерных линейных дискретных систем.
2. Сформулированы и доказаны необходимые и достаточные условия оптимальности управления в задаче быстродействия для линейных дискретных систем и строго выпуклым множеством допустимых значений управлений.
3. Разработан алгоритм решения задачи быстродействия для линейной дискретной системы с множеством допустимых значений управлений в виде многогранника.
4. Разработан программный комплекс, реализующий данный алгоритм.

Практическая ценность

Полученные в работе результаты могут быть использованы специалистами для решения задач управления различными объектами и технологическими процессами, в том числе из ракетно-космической отрасли. Также материалы диссертационной работы могут быть использованы для подготовки специальных курсов для обучения студентов высших учебных заведений.

Замечания

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.

Высказанные замечания не снижают высокой квалификационной оценки настоящей диссертационной работы.

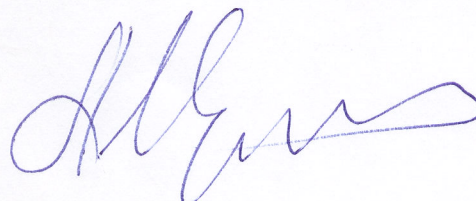
Заключение

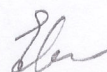
Диссертационная работа представляет собой завершённую и целостную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне. Полученные в работе результаты новы и представляют как теоретический, так и практический интерес.

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)».

Диссертация обсуждена на семинаре Исследовательского центра системного анализа Института программных систем им. А. К. Айламазяна РАН 30.10.17, протокол № 57.

Г.н.с. центра системного анализа
ИПС РАН, д.т.н., профессор

 А. М. Цирлин

 13.12.2017 г.