

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

Тряхова Михаила Сергеевича «Разработка алгоритмов оптимального управления поведением решений математической модели телескопического манипулятора», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа М.С.Тряхова посвящена построению алгоритмов управления динамикой телескопического манипулятора, представляющего собой дискретно-распределенную механическую систему, состоящую из твердого тела (направляющей), внутри которого вдоль центральной оси под действием управляющей внешней силы перемещается упругая рука со схватом на конце. Механическая система поворачивается вокруг оси, проходящей через центр масс твердого тела под действием управляющего момента внешних сил. Механическая система имеет две транспортные степени свободы, управление которыми осуществляется внешними управляющими силой и моментом. Математической моделью такой механической системы является начально-краевая задача для гибридной системы дифференциальных уравнений, т.е. системы, состоящей из обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Связь между уравнениями осуществляется через функционалы и интегральные операторы. Для такой начально-краевой задачи строятся оптимальные управления, обеспечивающие перевод решений из начального фазового состояния в конечное для заданного момента времени, обеспечивающие минимум норм управляющих функций в пространствах L_2 и L_∞ . Рассмотрена также задача быстродействия, при ограниченности норм управляющих функций в этих функциональных пространствах.

Диссертация содержит из введения, четырех глав и заключения. Во введении формулируется постановка задачи, обосновывается ее актуальность, дается обзор литературы, описана структура диссертации. В первой главе дается описание рассматриваемой механической системы, сформулированы гипотезы, в рамках которых строятся уравнения движения механической системы, дается оценка порядка малости величин, входящих в уравнения движения. Для распределенных элементов механической системы определены краевые условия. Осуществлен переход к безразмерным переменным в уравнениях движения. В результате получена математическая модель рассматриваемой механической системы, для которой


формулируются четыре задачи оптимального управления, решаемые в диссертации. Во второй главе рассмотрен частный случай рассматриваемой задачи - поворот системы. Упругая рука в этом случае имеет постоянную длину, а начально-краевая задача становится линейной. Для начально-краевой задачи дано определение решения, доказано его существование в соответствующих функциональных пространствах, получена аналитическая формула решения, что позволило свести решение задач управления к решению проблемы моментов в некоторых функциональных пространствах. Для решения проблемы моментов разработаны алгоритмы. Рассмотрены конкретные примеры. В третьей главе диссертации рассматривается также частный случай общей задачи, а именно случай, когда рука манипулятора движется по заданному закону. Математической моделью такой системы является начально-краевая задача в области с переменной границей. Для указанной начально-краевой задачи рассмотрены задачи оптимального управления, сформулированные в первой главе. Сформулирована постановка начально-краевой задачи, показана ее разрешимость и единственность решения в соответствующих функциональных пространствах. Получено аналитическое представление решения, которое позволило свести решение задач оптимального управления к решению проблем моментов в соответствующих функциональных пространствах L_2 и L_∞ . Предложены эффективные алгоритмы нахождения решений указанных проблем моментов. В четвертой главе диссертации рассматриваются задачи построения оптимальных управлений поведением решений начально-краевой задачи, моделирующей динамику телескопического манипулятора. Структура начально-краевой задачи позволяет отдельно рассмотреть уравнение движения руки и решить задачи оптимального управления отдельно для этого уравнения, рассматривая одну переменную как функциональный параметр. Полученные решения, являющиеся функционалами от этой переменной, будучи подставленными в остальные уравнения позволяют получить начально-краевую задачу вида, рассмотренного в третьей главе. Результаты, полученные в третьей главе, позволяют показать существование и единственность решения задач управления и получить алгоритмы построения указанных решений задач управления. Эффективность алгоритмов демонстрируется на конкретных примерах для случая бесконечной и конечной жесткости руки манипулятора.

Отменим некоторые недостатки работы. Доказательства некоторых утверждений весьма кратки (утверждения 2.5 и 2.10 – формулировка принципа максимума), а доказательства некоторых утверждений отсутствуют (утверждения 2.6 и 2.11). При чтении диссертации приходится достраивать

доказательства таких утверждений. В главе 3 при рассмотрении случая бесконечной жесткости стержня математической моделью механической системы является нелинейная система двух обыкновенных дифференциальных уравнений. Следовало бы отметить возможность построения оптимальных управлений с помощью известного принципа максимума Понтрягина. Замечания носят частный характер, не ставят под сомнение основные результаты и могут рассматриваться как пожелания к дальнейшей работе. Диссертация написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. Результаты работы достаточно полно опубликованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

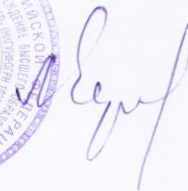
Диссертационная работа отвечает требованиям положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Тряхов Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент
д. ф.-м. н., профессор

 /Д.В.Баландин/
23.11.2015

Подпись Д.В.Баландина заверяю
Ученый секретарь
ННГУ им. Н.И.Лобачевского



 /Л.Ю.Черноморская/

Баландин Дмитрий Владимирович

Заведующий кафедрой дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского

Почтовый адрес: 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Институт информационных технологий, математики и механики, кафедра дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

Email: dbalandin@yandex.ru

Телефон: (831)-462-33-63