

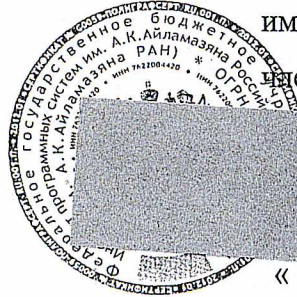
"УТВЕРЖДАЮ"

Директор ФГБУН Институт

программных систем

им. А. К. Айламазяна РАН,

член-корр. РАН



физико-математических наук

С. М. Абрамов

« 12 » января 2015 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертацию Рогожникова Алексея Михайловича на тему "Решение смешанных задач и оптимизация граничных управлений для уравнения продольных колебаний составного стержня", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 - дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление в диссертационный совет Д 501.001.43

Диссертация Рогожникова Алексея Михайловича посвящена исследованию продольных колебаний составного стержня, состоящего из конечного числа участков с постоянными характеристиками. На каждом из участков колебания задаются одномерным волновым уравнением, а в точках стыка предполагаются условия сопряжения. Для такой системы рассматриваются смешанные задачи в классической и обобщенной постановках, а также задачи граничного управления.

Теория управления системами с распределенными параметрами активно развивается в течение последних десятилетий. Рассматриваются задачи управляемости, наблюдаемости, оптимального управления. Известно большое разнообразие результатов для волнового уравнения. В работах Ж. Л. Лионса была доказана двойственность и эквивалентность свойств управляемости и наблюдаемости для многомерного волнового уравнения, на основе чего был предложен метод синтеза граничного управления. Численные методы решения задач граничного управления разрабатывались в работах Ф.П. Васильева, Э. Зуазуа и их соавторов. Новое направление исследования смешанных задач и задач граничного управления для волнового уравнения с кусочно-постоянными характеристиками представлено теорией уравнений на графах.

В. А. Ильиным и Е. И. Моисеевым был разработан важный подход к решению задач управления одномерным волновым уравнением, использующий явное решение смешанной задачи. Ими и их учениками получен ряд детальных результатов для различных постановок смешанных задач, а на их основе --- для задач оптимального управления в смысле минимума интеграла граничной энергии. Диссертация А.М.Рогожникова продолжает это направление исследования уравнений колебаний, и актуальность данной работы не вызывает сомнений.

Важнейшим достижением диссертации является получение единой формы явного решения широкого класса смешанных задач для одномерного разрывного волнового уравнения. На основе этого решения найдены оптимальные граничные управления в смысле минимума интеграла граничной энергии.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и списка литературы. Во введении автор кратко излагает историю проблемы, даёт обзор результатов предшественников, и в сжатой форме представляет основные результаты работы.

Первая глава диссертации посвящена классическим решениям смешанной задачи о продольных колебаниях составного стержня с присоединенными массами, с однородными начальными условиями. На каждом конце стержня применяется, независимо, одно из классических граничных условий первого, второго или третьего рода. Доказана единственность решения смешанной задачи, получен его явный вид. Определено линейное метрическое пространство функций для представления решений волнового уравнения, доказана его полнота, введен удобный матричный язык для описания операций на этом пространстве.

Во второй главе исследуется задача возбуждения продольных колебаний составного стержня граничными условиями первого, второго или третьего рода. Доказана единственность обобщенного решения смешанной задачи. Для произвольной комбинации граничных условий на концах стержня получена единая явная форма решения, с использованием введенного ранее матричного языка.

В третьей главе описан метод построения решений смешанных задач в матричной форме, приведены иллюстрирующие примеры.

Четвертая глава диссертации посвящена задачам управления колебаниями составного стержня при отсутствии точечных масс, равенстве времени прохождения сигнала по каждому из участков, с граничными условиями Дирихле на концах стержня. Рассматриваются две задачи этого вида:

- Задача I о возбуждении колебаний с помощью граничного управления на обоих концах,

- Задача II о возбуждении колебаний с помощью граничного управления на левом конце, с закрепленным правым концом стержня.

На основе результатов главы 2 получены явные решения этих задач. Так как при достаточно большом терминальном времени решение задач управления неединственно, рассмотрен вопрос об отыскании решений, оптимальных в смысле минимума функционала граничной энергии. С помощью метода Лагранжа вычислены оптимальные управления для задач I, II при достаточно большом терминальном времени, кратном времени прохождения по одному участку.

В заключении кратко сформулированы основные результаты работы.

Выносимые на защиту результаты интересны и являются весомым вкладом в теорию управления системами с распределенными параметрами. Они своевременно опубликованы в работах автора. Все результаты диссертации ясно сформулированы и полностью доказаны. При их доказательстве используются методы теории дифференциальных уравнений, матричный анализ, метод множителей Лагранжа, метод сжимающих отображений.

Все основные результаты работы Рогожникова Алексея Михайловича, представляемые на защиту, являются новыми и опубликованы в работах автора, в том числе в изданиях из списка ВАК.

Аннотация правильно отражает содержание диссертации.

Результаты диссертации Рогожникова Алексея Михайловича имеют теоретический характер. Благодаря широкому спектру приложений волнового уравнения в физике они должны найти свое применение в научно-исследовательской работе в университетах и в институтах математики и физики РАН. Эти результаты также целесообразно включить в материалы специальных курсов по уравнениям математической физики, читаемые студентам и аспирантам физико-математического профиля.

Как недостаток диссертации отметим, что в работе автор не привёл явного сравнения полученной им универсальной формы решения для широкого класса задач с ранее полученными решениями для частных задач. В целом изложение материала в работе ясное и понятное, хотя и имеет отдельные опечатки, однако не приводящие к искажениям в понимании излагаемого материала.

Суммируя изложенное, считаем, что работа Рогожникова Алексея Михайловича "Решение смешанных задач и оптимизация граничных управлений для уравнения продольных колебаний составного стержня" является законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.01.02 - дифференциальные уравнения,

динамические системы и оптимальное управление, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании общепитутского семинара ИПС им. А.К.Айламазяна РАН от "23" октября 2014 г., протокол № 12.

Руководитель Исследовательского центра процессов
управления ИПС им. А.К.Айламазяна РАН, д. ф.-м. н.

 Ю.Л.Сачков

Секретарь семинара,

к.т.н.



А.А. Ардентов