

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 501.001.22**  
**на базе Федерального государственного бюджетного образовательного**  
**учреждения высшего образования**  
**«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»**  
**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**  
**КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 16 декабря 2016 г., протокол № 17/286.

О присуждении **Вондрухову Андрею Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Диссертация** «Брахистохрона при действии разгоняющей силы, а также сухого и вязкого трения» по специальности 01.02.01 – «теоретическая механика» принята к защите 23 сентября 2016 года (протокол № 13/282) диссертационным советом Д 501.001.22 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119234, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, созданным приказом Рособнадзора от 21.12.2007 года, № 2397-1955.

**Соискатель** Вондрухов Андрей Сергеевич, 1989 года рождения, в 2011 году окончил механико-математический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в 2014 году окончил очную аспирантуру механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». С 08.08.2011 по настоящее время работает в Акционерном обществе «Санкт-Петербургская Международная Товарно-сырьевая Биржа» в должности

заместителя начальника отдела индекс-менеджмента и регистрации внебиржевых сделок Управления по информационной политике.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической механики и мехатроники механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

**Научный руководитель** – Голубев Юрий Филиппович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом механики космического полета и управления движением Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук".

**Официальные оппоненты:**

Кобрин Александр Исаакович, доктор физико-математических наук, профессор Кафедры робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт),

Сумбатов Александр Сумбатович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Отдела механики вычислительного центра им. А.А. Дородницына, Федерального государственного учреждения Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН),

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН) в своем положительном заключении, составленном Болотником Николаем Николаевичем, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, главным научным сотрудником ИПМех РАН, и утвержденном директором ИПМех РАН, академиком РАН Суржиковым Сергеем

Тимофеевичем 20 ноября 2016 года, указала, что «Все результаты, которые выносятся на защиту, – новые. Они в достаточной мере обоснованы математическими доказательствами общих утверждений о свойствах искомым брахистохрон, а также расчетами. Диссертация А.С. Вондрухова вносит вклад в методику решения вариационных задач механики и управления и свидетельствует о высокой квалификации ее автора как специалиста в области теоретической механики, вариационного исчисления и теории управления». В отзыве присутствует указание на опечатку в формуле и на неточность формулировки отрицания при доказательстве одного из свойств. Кроме того, указывается, что «В выражении (1.7) для гамильтониана множитель, с которым в гамильтониан входит подинтегральная функция минимизируемого функционала, равен 1, в то время как принцип максимума утверждает неположительность этого множителя», в то же время сообщается, что «эта оплошность не делает полученные в диссертации результаты неверными, поскольку автор пользуется лишь условием стационарности гамильтониана по управляющей переменной и не интересуется, максимуму или минимуму соответствует стационарная точка». Отмечено, что «С диссертацией А.С. Вондрухова целесообразно ознакомить научных работников, занимающихся проблемами теоретической механики, вариационного исчисления и теории оптимального управления, а также преподавателям этих дисциплин. Полученные диссертантом результаты могут быть использованы в научно-исследовательских институтах и вузах, в которых ведутся исследования, требующие знания теоретической механики и теории оптимального управления, или преподаются эти дисциплины». Ведущая организация отмечает, что работа «удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор, Вондрухов Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика».

Отзыв был обсужден и одобрен на заседании семинара «Теория управления и динамика систем» ИПМех РАН 3 ноября 2016 года. Руководитель семинара – академик Ф.Л. Черноушко.

Соискатель имеет 3 работы по теме диссертации общим объёмом 4 печатных листа, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, в соавторстве с научным руководителем Голубевым Ю.Ф., которому принадлежат постановки задач и методы их исследования, а также консультации в процессе исследования. Результаты диссертации докладывались соискателем на международных конференциях и отражены в тезисах докладов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Вондрухов А. С., Голубев Ю. Ф. Брахистохрона с разгоняющей силой // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2014. — No 6. — С. 50—64.

2. Вондрухов А. С., Голубев Ю. Ф. Оптимальные траектории в задаче о брахистохроне с разгоняющей силой // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2015. — No 4. — С. 37—47.

3. Вондрухов А. С., Голубев Ю. Ф. Оптимальные траектории в задаче о брахистохроне с сухим трением // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2016. — No 3. — С. 11—18.

4. Вондрухов А. С., Голубев Ю. Ф. Брахистохрона с разгоняющей силой // Ломоносовские чтения. Тезисы докладов научной конференции. Секция механики. 14–23 апреля 2014 г., Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова. — Издательство Московского университета Москва, 2014. — С. 47—48.

5. Вондрухов А. С. Оптимальные траектории в задаче о брахистохроне с сухим трением // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Сборник трудов, Казань, 20 – 24 августа 2015 г. — Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета Казань, 2015.

6. Вондрухов А. С., Голубев Ю. Ф. Брахиостроны с разгоняющей силой и трением // XIII Международная конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (конференция Пятницкого), Материалы XIII Международной конференции, Москва, 1 – 3 июня 2016 г. — Издательство ИПУ РАН, 2016. — С. 109—111.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в исследуемой области (имеются работы, близкие к теме диссертации).

Выбор ведущей организации обусловлен широкой известностью достижений работающих в ней специалистов, в том числе и в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что выполненные соискателем исследования можно рассматривать как научно-квалификационную работу, результаты которой вносят вклад в исследование одной из классических задач вариационного исчисления – задачи о брахиостроне. Искомая задача поиска кривой наискорейшего спуска сведена к задаче оптимального управления, для решения которой применялся принцип максимума Л.С. Понтрягина. Впервые получена формула для оптимального управления, не содержащая сопряженных переменных, для случая действия на точку одновременно разгоняющей силы, сонаправленной скорости, а также сухого и вязкого трения. Отдельно рассмотрены два частных случая: действие на точку помимо силы тяжести только сухого трения, а также одновременное действие на точку силы тяжести, разгоняющей силы и вязкого трения. Доказаны некоторые свойства оптимальных траекторий, в том числе впервые отмечено выполнение свойства автомодельности, позволяющего получать все оптимальные траектории из некоторого их подмножества масштабированием.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что разработан новый подход к решению сложной нелинейной задачи оптимального управления. Практическая же значимость обоснована широким применением брахиостронов в технике.

Полученные результаты достоверны и прошли апробацию в ходе выступлений автора на научных семинарах и конференциях.

**Личный вклад** соискателя состоит в получении решений поставленных задач: вывод дифференциальных уравнений движения и формулы для оптимального управления, исследование свойств оптимальных траекторий, применение аналитических и численных методов для качественного описания движения, интерпретация и представление результатов. Постановка задач и выбор направления исследования принадлежат научному руководителю.

На заседании 16 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Вондрухову А.С. ученую степень кандидата физико-математических наук. Из 21 члена диссертационного совета в заседании участвовало 14, среди которых 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации. При проведении тайного голосования в составе 14 человек проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет, нерозданных бюллетеней – 7.

Председатель

диссертационного совета,

доктор физико-математических наук,  
профессор



Карапетян  
Александр Владиленович

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат физико-математических наук,  
доцент



Прошкин  
Владимир Александрович

Подписи удостоверяю:

И.о. декана механико-математического  
факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Чубариков  
Владимир Николаевич