

## Результаты публичной защиты

Соискатель: Самохин Александр Сергеевич

Диссертация: «Методика построения экстремалей Понтрягина в задачах сквозной траекторной оптимизации межпланетных перелётов с учётом планетоцентрических участков»

На заседании 19 октября 2021 г. присутствует 15 членов совета, из них 8 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

ЯКОВОВСКИЙ М.В.	д.ф.-м.н.	05.13.11
САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ШИРОБОКОВ М.Г.	к.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВОЛОБОЙ А.Г.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГРУШЕВСКИЙ А.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КУГУШЕВ Е.И.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ЛАЦИС А.О.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ТУЧИН А.Г.	д.ф.-м.н.	01.02.01

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований разработана теоретическая методика и соответствующие численные методы и алгоритмы для построения экстремалей Понтрягина в задачах космодинамики со сквозной оптимизацией и учётом планетоцентрических участков. Разработана математическая модель межпланетной экспедиции при управлении космическим аппаратом комбинированной кусочно-непрерывной ограниченной тягой. Разработана методика «лестница задач» для получения необходимого начального приближения для задач в используемых постановках. Разработаны методы преодоления вычислительных трудностей, возникающих при перестройке структуры траектории. Разработаны методы фазирования для задач с малой тягой. Показана возможность выигрыша при использовании комбинированного управления по сравнению с управлением лишь двигателями большой тяги в задаче экспедиции к Фобосу.

К наиболее значимым результатам работы, представляющим научную новизну, относятся:

1. В работе поставлена трёхмерная космодинамическая задача сквозной оптимизации с учётом эфемерид, рассмотрением планетоцентрических участков, кусочно-непрерывным управлением комбинированной тягой, рассмотрением экспедиции с возвратом к Земле.

2. Для решения получившихся трудных задач разработана методика, позволяющая построить приемлемое начальное приближение, заключающаяся в постепенном поэтапном усложнении постановок задач и продолжении решения по параметрам внутри одной постановки.

3. Разработаны методы для преодоления возникающих в процессе решения численных трудностей: при построении экстремалей Понтрягина используется счёт с двух концов в середину траектории, рассматриваются планетоцентрические системы координат, вводится штраф на схлопывание промежуточного активного участка при перестройке структуры траектории, а также предложена методика решения задачи фазирования при продолжительном управлении космическим аппаратом малой тягой.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что развитие методов решения громоздких задач космодинамики, требующих для построения траекторий синтеза методов локальной и многоэкстремальной оптимизации, механики космического полета, небесной механики и численных методов, даёт значительный вклад в теорию решения таких задач. Предложена методика, позволяющая строить начальное приближение для громоздких задач космодинамики. Показано, что на основе разработанной методики могут быть решены задачи оптимизации межпланетных перелётов в различных достаточно трудных постановках.

Значение полученных соискателем результатов исследования для решения **практических задач** подтверждается тем, что:

1) Автором разработан программный комплекс для расчёта и оптимизации межпланетных траекторий космических аппаратов, оснащённых двигательными установками комбинированной тяги, к различным телам Солнечной системы.

2) Определены конкретные экстремали в задачах межпланетных перелётов от Земли к Марсу. Решены задачи с трёхимпульсным, безвитковым и многовитковым подлётом к Марсу, пертурбационным манёвром у Луны.

3) Проведена оценка выигрыша от использования двигательной установки малой тяги, трёхимпульсного подлёта к Фобосу, пертурбационного манёвра у Луны.

4) Полученные результаты были внедрены, на основании предложенных методик разработан учебный курс: «Методы расчёта межпланетных перелётов космических аппаратов», который читается в Инженерной академии РУДН.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила, что представленные в диссертации научные результаты получены с применением и разработкой моделей и методик в соответствии с современными теориями и данными. Выполнены проверка и тестирование результатов с помощью разных способов, сравнение полученных данных с исследованиями других авторов, в том числе с результатами расчётов разработанного в ИПМ им. М.В. Келдыша программного комплекса ValCalc, а также верная работа частей разработанного соискателем программного комплекса была подтверждена на международных соревнованиях по глобальной оптимизации межпланетных траекторий ГТОС X.

**Личный вклад** соискателя состоит в получении всех представленных в диссертации результатов, в подготовке всех публикаций и докладов по полученным результатам, личном представлении результатов на конференциях и семинарах.

**В соответствии с п. 9 Положения** «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842, диссертацию Самохина Александра Сергеевича можно рассматривать как научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний. Диссертация отвечает всем критериям указанных Положений.

На заседании 19 октября 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Самохину Александру Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение ученой степени – 15, «против» присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 002.024.01  
кандидат физико-математических наук

Широбоков М.Г.

19 октября 2021 г.