

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Орлов Александр Александрович

Тема диссертации: Оптимизация сложных схем перелёта КА с электроракетными двигателями при граничных условиях смешанного типа.

Специальность: 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»


Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 1 ноября 2018 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Орлову Александру Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, В.С. Брусов, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремом, К.А. Занин, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.И. Падалко, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, Ю.В. Тюменцев, М.М. Хрусталеv, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.


А.В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12

на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Министерства образования и науки Российской Федерации (ФГБОУ ВО МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01.11.2018 г., протокол № 30

О присуждении **Орлову Александру Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук. Диссертация «Оптимизация сложных схем перелёта КА с электроракетными двигателями при граничных условиях смешанного типа» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением» принята к защите «26» июня 2018, протокол № 10, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

Соискатель Орлов Александр Александрович 1982 года рождения, в 2005 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО МАИ) по специальности «Космические летательные аппараты и разгонные блоки» с присуждением квалификации «инженер».

В период подготовки диссертации соискатель является прикрепленным лицом для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» к кафедре «Космические системы и

ракетостроение» факультета «Аэрокосмический» с 1 сентября 2017 года по 31 августа 2020 года.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО МАИ на кафедре «Космические системы и ракетостроение».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение» факультета «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ **Константинов Михаил Сергеевич**.

Официальные оппоненты:

1. **Улыбышев Юрий Петрович** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, руководитель научно-технического центра ОАО "РКК Энергия им. С.П. Королёва", член-корреспондент Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, профессор кафедры "Системы автоматического управления космическими аппаратами" МГТУ им. Н.Э. Баумана.
2. **Заплетин Максим Петрович** – гражданин Российской Федерации, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Общие проблемы управления» Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Все оппоненты дали **положительные отзывы о диссертации**.

Ведущая организация

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», г. Химки, дало **положительное заключение** (заключение было заслушано и одобрено на заседании секции НТС №1, протокол №10-18, Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина» 6 сентября 2018 года), заключение подписано заместителем генерального директора - генеральным конструктором, кандидатом технических наук, А.Е. Ширшаковым, заместителем начальника отдела, доктором технических наук А.Е. Назаровым, ведущим математиком, кандидатом технических наук А.В. Симоновым, утвержден генеральным директором, кандидатом технических наук, профессором В.А. Колмыковым.

В заключении указано, что диссертация А.А. Орлова полностью соответствует паспорту специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов». Отмечается личный научный вклад автора. Указано, что результаты работы могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях, занимающихся проектированием межпланетных миссий КА с ЭРДУ – НПО Лавочкина, РКК «Энергия» им. С.А. Королёва, ЦНИИМаш, НИИ ПМЭ МАИ, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. Методики, разработанные автором диссертации, могут быть использованы при анализе перспективных межпланетных проектов, таких как «Экспедиция М», «Венера-Д», «Лаплас-П» и «Интергелиозонд». Работа соответствует требованиям ВАК, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней (в текущей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 («Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» является одной из ведущих организаций ракетно-космической промышленности по разработке, изготовлению и практическому использованию автоматических космических комплексов и систем для проведения фундаментальных научных, астрофизических, планетных исследований, а также дистанционного зондирования Земли, и разгонных блоков для выведения космических аппаратов на расчетные околоземные орбиты и отлётные от Земли траектории.

Улыбышев Юрий Петрович – автор и соавтор более 100 научных работ. Область научных интересов – динамика космического полета, прикладная небесная механика и баллистика, астродинамика.

Заплетин Максим Петрович – автор нескольких десятков научных работ. Область научных интересов – численные методы решения задач оптимального управления и ракетодинамики.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 3-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК или в международные базы данных (МБР). Всего по теме диссертации соискатель имеет 7 опубликованных работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Константинов М.С., Орлов А.А. «Оптимизация траектории перелёта космического аппарата с малой тягой для исследования Юпитера с использованием гравитационного манёвра у Земли» // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина». 2013. Т. 21, №5. С. 42-46. (№545 перечня ВАК, действующим до 30.11.2015, №187 перечня ВАК от 09.08.2018).
2. Константинов М.С., Орлов А.А. «Оптимизация траектории к Юпитеру космического аппарата с малой тягой с использованием двух гравитационных манёвров у Земли» // Журнал «Вестник Московского авиационного института». 2014. Т. 21. № 1. С 58-69. (№289 перечня ВАК, действующего до 30.11.2015, №341 перечня ВАК от 09.08.2018).
3. Константинов М.С., Орлов А.А., Тейн М. «Анализ влияния мощности солнечной энергетической установки на характеристики перелёта космического аппарата с солнечной электроракетной двигательной установкой к Юпитеру». Известия РАН. Энергетика. № 3, 2017. (№549 перечня МРБД от 03.09.2018).

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. АО «НПО им. С.А. Лавочкина» (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе могут быть сделаны следующие замечания:

1. Используемая в работе модель движения КА с ЭРДУ на межпланетном участке не учитывает возмущений от гравитационного воздействия планет и солнечного давления. Было бы желательно показать, как будет деформироваться траектория межпланетного перелёта и характеристики космического аппарата в рамках расширенной математической модели, включающей влияние многих небесных тел.
2. Во всех численных примерах, проанализированных в диссертационной работе, в качестве маршевой двигательной установки рассматриваются только зарубежные ионные двигатели, и нет примеров с использованием стационарных плазменных двигателей отечественного производства.

2. Улыбышев Юрий Петрович (официальный оппонент), доктор технических наук. Отзыв положительный, заверен Учёным секретарем ОАО "РКК Энергия им. С.П. Королёва", кандидатом физико-математических наук, О.Н. Хатунцевой.

К работе имеются следующие замечания.

1. Все публикации по диссертации (кроме одной – тезисы доклада на чтениях К.Э. Циолковского) написаны в соавторстве, что затрудняет оценку личного вклада диссертанта.
2. Имеются опечатки формулах и ряд замечаний стилистико оформительского характера (например: уравнение 2.3.10, стр. 71; использование гистограммного графика для сравнения всего двух

чисел – рис. 1.5.2, стр. 39 совсем излишне; в автореферате угол β упоминается раньше, чем дано его определение – стр. 11 и т.п.).

3. Заплетин Максим Петрович (официальный оппонент), кандидат физико-математических наук, доцент. **Отзыв положительный.** Отзыв заверен печатью механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

В качестве недостатков диссертационной работы следует отметить следующие:

1. Во всех рассматриваемых численных примерах, автором проводилась оптимизация дат старта и гравитационного манёвра при фиксированном общем времени межпланетного перелёта. Представляется целесообразным ввести в краевую задачу условия оптимальности и для общего времени перелёта, что могло бы улучшить характеристики получаемой траектории.
2. В третьем разделе диссертации автором проводится анализ перелёта Земля-Юпитер. Конечной орбитой КА рассматривается эллиптическая орбита вокруг Юпитера, радиусы апоцентра и перицентра которой задаются. Проведённый анализ был бы более полным, если бы задавалось так же наклонение конечной орбиты КА.

4. АО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнёва». **Отзыв положительный,** подписан ведущим инженером-конструктором, доктором технических наук, профессором В.Е. Чеботарёвым, ведущим инженером сектора разработки баллистического и навигационного обеспечения КА Ю.Л. Булыниным, ученым секретарем НТС секции №1 А.Н. Кульковым и утверждён председателем секции №1 НТС предприятия, Заместителем генерального конструктора по разработке космических систем, общему проектированию и управлению космическими аппаратами, кандидатом технических наук А.В. Кузовниковым.

К работе имеются следующие замечания.

1. Нам представляется, что она значительно выиграла, если бы автор провел анализ влияния величин начального реактивного ускорения и

и удельного импульса тяги ЭРДУ (при фиксированной потребляемой электрической мощности) на величину конечной массы КА в рассматриваемом примере перелета к Юпитеру.

2. В работе рассмотрена лишь одна из возможных схем перелета КА к Юпитеру с использованием гравитационных маневров только у Земли. Было бы желательно проанализировать и другие возможные маршруты перелета к данной планете с использованием гравитационных маневров.

5. ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша». Отзыв положительный, подписан кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником отдела 20, А.А. Синицыным, инженером 1 категории отдела 20 Е.И. Музыченко. Заверен учёным секретарём, кандидатом военных наук, Ю.Л. Смирновым. Отмечено, что к содержащимся в автореферате материалам можно предъявить следующие замечания:

1. В работе сферой действия Юпитера пренебрегалось. Такое упрощение расчётной математической модели приводит к методической ошибке при оценке продолжительности перелёта. С учётом размеров сферы действия Юпитера и его значительной массы величина методической ошибки от двойного учёта продолжительности движения в сфере действия (на гелиоцентрическом и планетоцентрическом участках) может быть значимым при проведении проектно-баллистического анализа.
2. В главе три рассматривается ЭРДУ на базе ионных двигателей с постоянным удельным импульсом тяги и мощностью с выключением двигателей по мере падения располагаемой мощности в зависимости удаления от Солнца. Известно, что на ионных двигателях, применявшихся на межпланетных КА, были реализованы различные режимы работы с достаточно широким регулированием по мощности. В работе не затрагивается достаточно интересный вопрос сравнения по показателям эффективности ЭРДУ

с постоянными характеристиками и отключаемыми двигателями (и более простой циклограммой работы) с ЭРДУ на базе регулируемых по мощности (и удельному импульсу тяги) двигателей.

3. Принятые характеристики ЭРДУ в главе три содержат следующее несоответствие. Так, приводятся удельный импульс (4500 с), полный КПД ЭРДУ 0.8, мощность ЭРДУ 5 кВт (с одним двигателем). Расчёт тяги при таких характеристиках ЭРДУ даёт величину 0.18 Н, в то время как указана при этом величина тяги 0.15 Н.

6. АО «ГРЦ Макеева». Отзыв положительный, подписан заместителем Генерального конструктора по проектированию изделий и комплексов С.Ф. Молчановым, начальником отдела баллистики М.С. Голуновым, ведущим специалистом В.Ю. Фрибелем, заверен главным ученым секретарем АО «ГРЦ Макеева», кандидатом технических наук С.Т. Калашниковым.

В качестве замечаний отмечено.

1. Используемое автором представление математической модели оптимального движения КА в прямоугольной системе координат не является оптимальным с вычислительной точки зрения. По нашему мнению, при моделировании многосуточных перелётов продолжительностью 700-1200 суток, эффективнее использовать преобразование Кустаанхеймо-Штифеля, которое обеспечивает регуляризацию и устойчивость дифференциальных уравнений в областях совершения гравитационных манёвров и позволяет существенно увеличивать шаг интегрирования.

7. Санкт-Петербургский государственные университет. Отзыв положительный, подписан доцентом кафедры небесной механики математико-механического факультета СПбГУ, кандидатом физ.-мат. наук Е.Н. Поляховой, заверен отделом кадров СПбГУ. Отмечены следующие недостатки, содержащиеся в автореферате работы:

1. Нам представляется, что работа выиграла бы, если бы был представлен подытоживающий анализ полученных результатов

полёта к Юпитеру. Его следовало бы представить в виде сводной таблицы в три колонки: название полётной характеристики (с указанием размерности), её обозначение, применяемое диссертантом, и численное значение.

8. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва». Отзыв положительный, подписан ведущим научным сотрудником НИИ-205, доктором технических наук, профессором О.Л. Стариновой. Заверен учёным секретарём Самарского университета В.С. Кузьмичёвым. Отмечены следующие недостатки, содержащиеся в автореферате работы:

1. При анализе перелёта от Земли к Юпитеру с солнечной электроракетной двигательной установкой (СЭРДУ) рассматривались варианты удельной массы СЭРДУ 15 и 25 кг/кВт, что представляется весьма оптимистичным. Обычно в подобных расчётах используются значения удельной массы СЭРДУ в диапазоне 40-50 кг/кВт.
2. В автореферате присутствует ряд стилистических неточностей и орфографических ошибок.

9. ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов». Отзыв положительный, подписан доцентом департамента механики и мехатроники Института космических технологий Инженерной академии ФГАОУ ВО «Российского университета дружбы народов», кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником О.Е. Самусенко, отзыв заверен учёным секретарём Учёного совета РУДН, доктором физико-математических наук, профессором В.М. Савчиным. Отмеченные недостатки:

1. Все результаты получены лишь в рамках применения метода грависфер нулевой протяжённости, хотя целесообразно было проверить применимость разработанной методики на иных методах, например, в сравнении с результатами решения задачи «n тел».

2. Не изучено влияние солнечного давления на движение КА, несмотря на значительную площадь солнечных батарей, необходимых для рассматриваемой солнечной электроракетной двигательной установки.

10. ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук». Отзыв положительный, подписан старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук Г.Б. Ефимовым. Заверен учёным секретарём Института прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН, кандидатом физико-математических наук, А.И. Масловым. Отмеченные недостатки:

1. Из рисунка 3 автореферата следует, что модуль базис-вектора при гравитационном манёвре уменьшается, в то время как, исходя из условий оптимальности, он должен увеличиваться.

11. АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе». Отзыв положительный, подписан начальником отдела организации и сопровождения научной деятельности, кандидатом военных наук А.Л. Борщином, ведущим инженером-конструктором Д.Г. Цирулем и утверждён первым заместителем генерального директора А.И. Шевкуновым. Отмеченные недостатки:

1. Соискатель рассмотрел численные примеры межпланетных траекторий КА с гравитационными манёврами только у Земли. Было бы целесообразно рассмотреть схемы перелётов, включающих один или несколько гравитационных манёвров у других планет солнечной системы и провести сравнительный анализ результатов.
2. В автореферате соискателем заявлено о том, что «все результаты...получены лично автором». Однако, большинство работ выполнено в соавторстве с другими учёными, в частности, с научным руководителем доктором технических наук, профессором М.С. Константиновым, и нет единоличных публикаций по результатам, выносимым на защиту. Не ясно, в чём заключается личный вклад соискателя?

12. ФГУП Московское опытно-конструкторское бюро «Марс». Отзыв положительный, подписан начальником направления №1 ФГУП МОКБ «Марс», кандидатом технических наук, доцентом М.А. Шатским и заверен заместителем директора ФГУП МОКБ «Марс» по научной работе, заместителем генерального конструктора, доктором технических наук В.Н. Соколовым. Отмеченные недостатки:

1. В задачах перелёта космического аппарата от Земли к Юпитеру для всех рассматриваемых схем не учитывалось влияние гравитационного поля Юпитера, хотя оно может оказывать достаточно сильное влияние на траекторию космического аппарата.
2. В автореферате не уделено достаточного внимания анализу результатов, полученных при проведении оптимизации траекторий Земля-Юпитер для прямого перелёта и с одним и двумя гравитационными манёврами.

13. ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского». Отзыв положительный, подписан ведущим научным сотрудником НИО-15 ФГУП «ЦАГИ», кандидатом технических наук О.В. Яновой и заверен учёным секретарём диссертационного совета № Д 403 004.01 при ФГУП «ЦАГИ», доктором физико-математических наук М.А. Брутяном. Отмеченные недостатки:

1. Выбор нулевого значения функции тяги δ при нулевом значении функции переключения ψ , вообще говоря, не является оптимальным в случае $\psi=0$ на каком-либо интервале перелёта. Как известно, этот случай требует дополнительного анализа и не может быть описан в рамках только принципа максимума Понтрягина.
2. В тексте автореферата отмечено, что введение ослабляющих переменных способствует гладкому переходу с минимальной высоты полёта на большую высоту. Однако, при обязательном равенстве одного из ограничений на ослабляющие переменные (с.17) гладкий переход от нулевого значения одного к нулевому значению другого не описан. Хотя

именно этот переход представляется наиболее интересным, и работа в целом выиграла бы, если бы в ней был представлен подробный анализ такого перехода.

14. АО «Российские космические системы». Отзыв положительный, подписан заместителем начальника экспертно-аналитического центра АО «РКС», чл.-корр. РАН, доктором технических наук, профессором В.В. Бетановым, заверен учёным секретарём АО «РКС», кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником С.А. Федотовым. Отмечены следующие недостатки:

1. Из текста автореферата не совсем ясно как именно были получены некоторые необходимые условия оптимальности (и следствия из них) для рассматриваемых в диссертации задач с гравитационными манёврами.
2. Недостаточно полно приведено теоретическое обоснование методики применения так называемых ослабляющих переменных.
3. Автором работы не рассматриваются вопросы, связанные с оценкой точности и достоверности используемой модели гравитационного манёвра, что (возможно) должно найти свое отражение на полученных им результатах.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Занин Кирилл Анатольевич	д.т.н., 05.13.18
Брусов Владимир Сергеевич	д.т.н., 05.07.09
Хрусталёв Михаил Михайлович	д.ф.-м.н., 05.13.18

Бобронников Владимир Тимофеевич	д.т.н., 05.13.01
Тюменцев Юрий Владимирович	д.т.н., 05.13.01
Воронцов Виктор Александрович	д.т.н., 05.07.09
Евдокименков Вениамин Николаевич	д.т.н., 05.13.01

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Основным результатом проведенного исследования можно считать разработанную им методику оптимизации сложных схем межпланетных перелётов, включающих гравитационные манёвры. Отличительной особенностью данной методики является то, что она не требует решения вспомогательных задач и относительно не сильно увеличивает порядок краевой задачи при добавлении гравитационных манёвров, что позволяет повысить вычислительную устойчивость итерационного процесса поиска решения.
2. На базе разработанной методики предложен подход, позволяющий объединять различные варианты условий оптимальности в точке гравитационного манёвра (зависящие от высоты пролётной гиперболы) в рамках решения одной краевой задачи с ограничениями смешанного типа. Такой подход позволяет существенно сократить объём необходимых вычислений.
3. Проведён подробный анализ перелёта от Земли к Юпитеру с солнечной ЭРДУ для разных схем перелёта – прямого, с одним гравитационным манёвром у Земли и с двумя гравитационными

манёврами у Земли при новой постановке краевой задачи, отличающейся введением ступенчатой зависимости величины тяги от гелиоцентрического расстояния КА.

Новизна полученных результатов заключается, в разработке метода продолжения траектории пассивного движения КА в оптимальную траекторию для двигателя ограниченной тяги, развитии метода продолжения по гравитационному параметру для случая многоточечных краевых задач, создании универсальной методики решения задач оптимизации межпланетного перелета КА с ЭРДУ с гравитационными манёврами у различных планет солнечной системы. В проведении количественного анализа полученных с помощью этой методики решений. Также в работе рассмотрена новая постановка задачи оптимизации межпланетного перелета КА с ЭРДУ. Реализация предлагаемой методики решения задач оптимизации межпланетного перелета потребовала от автора написания специального программного обеспечения на языках FORTRAN и MATLAB.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Решения, полученные автором, в рамках диссертационной работы сравнивались с известными решениями аналогичных задач, полученными другими авторами.
2. Предложенная автором методика и алгоритмы решения задач оптимизации межпланетного перелета КА с ЭРДУ, включающей гравитационные манёвры использовались при решении задач проектной баллистики в рамках ряда НИР (см. материалы о внедрении)

Диссертация целостно охватывает основные вопросы рассматриваемой научно-технической задачи. Изложение полученных результатов логически связано. В работе использованы фундаментальные научно-технические подходы и современные методы моделирования и обработки информации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработана универсальная методика оптимизации межпланетных траекторий, включающих гравитационные манёвры, которая рекомендована для использования в профильных организациях (см. отзыв ведущей организации), проведён сравнительный анализ характеристик оптимальных траекторий от Земли к Юпитеру для различных схем перелёта, в том числе и с гравитационными манёврами в новой постановке. Разработано программное обеспечение, реализующее предлагаемые автором идеи.

Результаты диссертационной работы были использованы при проведении научно-исследовательских работ (СЧ НИР «Баллистика – КЭ – НИИ ПМЭ МАИ»), а также при проведении проектно-баллистического анализа и баллистических расчётов по договору между АО «ИСС» им. М.Ф. Решетнёва» и ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)».

Все результаты использования диссертационной работы подтверждаются соответствующими актами о внедрении, которые имеются в деле.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при решении задач баллистического проектирования траекторий межпланетных перелётов КА с ЭРДУ, в том числе, включающих гравитационные манёвры.

Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу теоретико-методического обеспечения для решения актуальных задач проектной баллистики применительно к реализации межпланетных миссий КА.

Изложенные в диссертационной работе **результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития проектной баллистики в нашей стране в части реализации траектории межпланетного перелёта КА с ЭРДУ с гравитационными манёврами.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На заседании 1 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Орлову Александру Александровичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

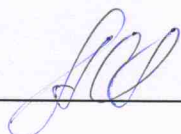
Председатель диссертационного совета

Д 212.125.12, д.т.н., профессор


Малышев В.В.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.


Старков А.В.

И.о. начальника отдела УДС МАИ

