



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

22 ИЮЛ 2026

№ 11204 /

4319/26-58

на №

от

Председателю совета по защите
диссертаций на соискание учёной
степени кандидата наук,
на соискание учёной степени
доктора наук 24.2.327.03 на базе
федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»

д.т.н., проф. Малышеву Вениамину
Васильевичу

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертационную работу Шевченко Виктории Витальевны на тему «Оптимизация сложных схем межпланетного перелёта КА с комбинированной двигательной установкой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Приложение: Отзыв – на 4 листах, 2 экземпляра.

Директор

А.А. Петрукович

Исполнитель: Эйсмонт Н.А.



117997, МОСКВА, ГСП-7, ПРОФСОЮЗНАЯ УЛ. 84/32 e-mail: iki@cosmos.ru Тел.: (495) 333 5212 Факс: (495) 333 1248
ОКПО: 02698692 ОГРН: 1027739475279 ИНН/КПП: 7728113806/772801001 333 2588 333 5178
333 1000

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«17» 08 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
космических исследований Российской
академии наук, д.ф.-м.н., академик РАН



А.А. Петрукович

« » 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук на диссертационную работу Шевченко Виктории Витальевны «Оптимизация сложных схем межпланетного перелёта КА с комбинированной двигательной установкой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Актуальность темы исследования. Диссертация Шевченко В.В. посвящена проектированию межпланетных траекторий космических аппаратов (КА) для исследования окосолнечного пространства и Солнца с гелиоцентрических орбит, имеющих большое наклонение к плоскости солнечного экватора. Современные КА, оснащённые исключительно двигателями большой тяги, неизбежно сталкиваются с ограничениями по массе выводимого полезного груза. Применение двигателей малой тяги позволяет существенно снять ограничения по массе КА, однако может привести к недопустимому увеличению времени полёта межпланетного КА. С целью сокращения длительности миссии в анализируемые маршруты КА включают гравитационные манёвры, позволяющие изменить гелиоцентрическую скорость КА за счёт использования гравитационных полей небесных тел.

Представленная работа посвящена формализации задачи сквозной оптимизации межпланетных траекторий КА, оснащённого комбинированной двигательной установкой, с использованием резонансных и, так называемых, π -резонансных гравитационных манёвров у Венеры с целью достижения заданного наклонения (30°) гелиоцентрической орбиты КА.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа Шевченко В.В. состоит из введения и четырёх глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, а также списка литературы. Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель работы, объект и предмет исследования, научная новизна результатов исследования. Представлены сведения о достоверности и апробации результатов исследования, теоретическая и практическая ценности работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«17» 08 2026 г.

В первой главе описаны миссии, посвящённые исследованиям Солнца, как из плоскости эклиптики, так и из внеэклиптических положений. Основное внимание уделено описанию российского проекта «Интергелиозонд». Также в данной главе приведены исходные данные (космодром запуска, характеристики двигательной установки разгонного блока и маршевой двигательной установки КА, параметры опорной орбиты и ограничение по наклонению гелиоцентрической орбиты КА) для проведённого в работе проектно-баллистического анализа межпланетного КА.

Во второй главе представлены математические модели, используемые при описании движения КА на различных этапах выведения КА на гелиоцентрическую орбиту с фиксированным наклоном, приведены алгоритмы определения параметров пассивных гравитационных манёвров, переводящих КА на резонансную гелиоцентрическую орбиту с целым количеством витков и полуторавитковые траектории.

Третья глава посвящена математической постановке задачи сквозной оптимизации выведения КА с комбинированной двигательной установкой на вышеуказанную гелиоцентрическую орбиту и формулировке многоточечной краевой задачи высокого порядка ($9N+10$), где N – количество используемых гравитационных манёвров.

В первом разделе четвёртой главы приведено описание вспомогательной задачи, позволяющей найти начальное приближение для дальнейшего анализа задачи сквозной оптимизации и предложены два маршрута, включающих в себя 5 гравитационных манёвров у Земли и Венеры. Остальная часть главы посвящена описанию численного анализа решённых задач сквозной оптимизации.

В заключении сформированы общие выводы по работе, включающие в себя сравнительный анализ двух рассмотренных траекторий выведения КА с комбинированной двигательной установкой, использующих цепочку пассивных гравитационных манёвров, находящихся в орбитальном резонансе с орбитой Венеры:

- с целыми порядками резонансов;
- с целыми порядками резонансов и включением одного π -резонанса (с порядком резонанса 1.5:1.5).

Научная новизна полученных результатов и приведённых результатов. В рамках проведённого в диссертационной работе исследования была разработана новая постановка задачи сквозной оптимизации траектории межпланетного перелёта КА с комбинированной двигательной установкой с некоторой последовательностью гравитационных манёвров. Особенностью такой постановки является возможность оптимизировать величины гиперболических избытков скоростей, используемых при гравитационных манёврах (ранее авторы принимали эту величину за константу).

При этом в данной работе разработан алгоритм анализа π -резонансного гелиоцентрического перелёта планета–планета с угловой дальностью $\pi \cdot (2k-1)$, где $k=1,2,\dots,K$; $K \in \mathbb{R}$. Приведён сравнительный анализ двух траекторий выведения КА на гелиоцентрическую орбиту с наклоном 30° к плоскости экватора Солнца.

Значимость результатов диссертационного исследования для науки заключается в разработке метода решения задачи сквозной оптимизации траектории транспортной космической системы (КА и разгонного блока) с использованием полного набора необходимых условий оптимальности принципа максимума Понтрягина, в разработке нового алгоритма определения параметров гравитационного манёвра, обеспечивающего π -резонансный гелиоцентрический перелёт планета–планета с угловой дальностью $\pi \cdot (2k-1)$, где $k=1,2,\dots,K$; $K \in \mathbb{R}$.

Значимость результатов диссертационного исследования для практики. Были предложены новые схемы выведения КА на гелиоцентрические орбиты для исследования Солнца, использующие π -резонансные гравитационные манёвры. Результат сравнительного анализа двух рассмотренных траекторий продемонстрировал, что включение в последовательность гравитационных манёвров одного π -резонансного гравитационного манёвра сократило время выведения КА на 30,5% по сравнению с маршрутом, состоящим исключительно из традиционных целовитковых гелиоцентрических траекторий планета-планета. При этом конечная оптимизируемая масса КА (масса КА на гелиоцентрической орбите, имеющей наклонение 30° к плоскости экватора Солнца) уменьшилась всего на 4 кг.

Достоверность полученных результатов. В рамках проведённого исследования использовались широко применяемые методы: принцип максимума Понтрягина, задача Ламберта, генетический алгоритм, гибридного метода Пауэлла и т.д. Использованные допущения представляются корректными, а результаты численного анализа согласуются с опубликованными результатами исследований других авторов. Результаты работы апробированы на ряде российских и международных научно-технических конференций. По теме диссертационного исследования автором опубликовано три работы, две статьи из которых в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и одна статья – в издании, индексируемом в базе данных Scopus.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, верно отражает основные положения и выводы диссертационной работы.

Рекомендации по использованию результатов. Данное исследование продемонстрировало возможную целесообразность использования π -резонансных гравитационных манёвров при реализации сложных схем межпланетного полёта для исследования окосолнечного пространства и небесных тел Солнечной Системы.

Соответствие паспорту научной специальности. Тематика диссертации Шевченко В.В., её содержание, цель, новизна, практическая значимость и полученные результаты работы соответствуют пунктам 1 и 5 («Разработка и совершенствование математических моделей, используемых для описания движения и управления летательным аппаратом на различных режимах полёта» и «Создание методов анализа и проектирования траекторий одиночных летательных аппаратов, а также группы ЛА» соответственно) паспорта специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Отзыв рассмотрен и утверждён на заседании отдела космической динамики и математической обработки информации ИКИ РАН, проведённом 20 июля 2026 года, протокол № 348/10 от 20.07.2026 г.

Замечания по диссертационной работе:

1. В разделе 3 при описании постановки задачи сквозной оптимизации межпланетной траектории транспортной космической системы с комбинированной двигательной установкой приводится полный набор независимых выбираемых параметров. Среди этих параметров отсутствует количество гравитационных манёвров. В действительности в диссертации анализируется и оптимизируется несколько схем перелёта, предполагая не только фиксированным число гравитационных манёвров, но и сам маршрут перелёта. В связи с этим обстоятельством существует вероятность, что имеется решение, позволяющее увеличить конечную массу КА на заданной гелиоцентрической орбите, с, например, большим числом гравитационных манёвров.

2. В диссертационной работе представлены методы и алгоритмы решения задачи увеличения наклона орбиты КА к плоскости солнечного экватора до 30° путём включения цепочки исключительно пассивных гравитационных манёвров. Рассмотрение активных гравитационных манёвров у планет позволило бы расширить область поиска наилучшего решения задачи сквозной оптимизации траектории выведения КА. При этом появилась бы возможность увеличить массу КА на итоговой гелиоцентрической орбите.

Указанные замечания носят уточняющий рекомендательный характер и не снижают общей научной ценности диссертации. Они не влияют на общую положительную оценку диссертации, научную новизну, теоретические и практические результаты исследования.

Заключение. Диссертация Шевченко В.В. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполнена автором на высоком научно-техническом уровне. Проведённые научные исследования можно характеризовать как научно-обоснованные технические разработки, обеспечивающие решение важных задач в области механики космического полёта. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

По актуальности, новизне, научной и практической ценности проведённых исследований диссертационная работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК, а её автор, Шевченко Виктория Витальевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Отзыв составил:

Ведущий научный сотрудник отдела космической динамики и математической обработки информации ИКИ РАН, к.т.н. по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Натан Андреевич Эйсмонт

«20» июня 2026 г.



117997, г. Москва, Профсоюзная ул., дом 84/32

e-mail: iki@cosmos.ru, тел. +7 495 333 52 12

С отзывом ознакомлена
17.08.2026 г.

Ведущий научный сотрудник