

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.481.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 18 сентября 2024 г. N 2

О присуждении Зубко Владиславу Александровичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Особенности использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел», по специальностям 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия» (отрасль науки – технические), 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» принята к защите 21.05.2024 (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.1.481.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997, ул. Профсоюзная, д. 84/32, подъезды А2-А4, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №829/нк от 20 апреля 2023 г.

Соискатель Зубко Владислав Александрович, «17» января 1996 года рождения.

В 2021 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической

техники (направление: «проектная баллистика ракет и космических систем»), работает младшим научным сотрудником в Институте космических исследований РАН.

Диссертация выполнена в отделе Космической динамики и математической обработки информации ФГБУН Института космических исследований Российской академии наук.

Научный руководитель – Эйсмонт Натан Андреевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН.

Официальные оппоненты:

Петухов Вячеслав Георгиевич – чл.-корр. РАН, доктор технических наук, директор Научно-исследовательского института прикладной механики и электродинамики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»,

Тучин Андрей Георгиевич – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук, г. Москва, в своем **положительном** отзыве, составленном заведующим лабораторией сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН, доктором геолого-минералогических наук Ивановым Михаилом Арсеньевичем и утвержденном директором ГЕОХИ РАН, доктором химических наук, членом-корреспондентом РАН Хамизовым Р.Х. указала, что диссертационная работа Зубко В.А. на тему «Особенности

использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел.» является законченной научно-квалификационной работой, имеющей важное научное и практическое значение.

В заключении отзыва ведущей организации указано, что диссертационная работа отвечает требованиям пп. 9-11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Зубко Владислав Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия (технические науки)», 2.5.16 — «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Соискатель имеет 17 опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Zubko V.A.**, Eismont N.A., Fedyaev K.S. et al. A method for constructing an interplanetary trajectory of a spacecraft to Venus using resonant orbits to ensure landing in the desired region // *Advances in Space Research*. 2023. V. 72. P. 161–179. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.02.045>.
2. **Zubko V.A.** Analysis of prospective flight schemes to Venus accompanied by an asteroid flyby // *Acta Astronautica*. 2023. V. 210. P. 56–70. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.05.009>
3. **Зубко В.А.** Возможные траектории полета к Венере с посадкой в заданном регионе // *Письма в Астрон. журн.* 2022. Т. 48. № 12. С. 869–882. DOI: 10.31857/S0320010822110134. [**Zubko V.A.** Possible Flight Trajectories to Venus with Landing in a Given Region // *Astronomy Letters*. 2022. V. 48. No. 12. P. 806–819. DOI: 10.1134/S1063773722110123].

4. Eismont N., **Zubko V.**, Belyaev A. et al. Expansion of landing areas on the Venus surface using resonant orbits in the Venera-D project // Acta Astronautica. 2022. V. 197. P. 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.03.014>.

Во всех приведенных выше публикациях автору диссертации принадлежит ключевая роль в их написании и опубликовании.

На автореферат поступили **отзывы (все отзывы положительные)**:

1. Отзыв на автореферат от Шустова Бориса Михайловича, доктора физико-математических наук, член-корр. РАН, профессора, научного руководителя ФГБУН Институт астрономии РАН. Замечаний нет.
2. Отзыв на автореферат от Рафаила Фарвазовича Муртазина, доктора технических наук, начальника отдела баллистики ПАО «РКК «Энергия»; Георгия Михайловича Иванова, аспиранта, инженера I категории ПАО «РКК «Энергия». В отзыве указано, что недостаточно полно осуществлено обоснование как выбора метода интегрирования траекторий, так и метода оптимизации межпланетных траекторий перелета КА к Венере, присутствуют замечания к качеству выполнения рисунка 5.
3. Отзыв на автореферат от Александра Владимировича Симонова, кандидата технических наук, заместителя начальника отдела баллистики и навигации АО «НПО Лавочкина»; Евгения Сергеевича Гордиенко, АО «НПО Лавочкина», кандидата технических наук, математика 1-ой категории отдела баллистики и навигации АО «НПО Лавочкина»; Петра Евгеньевича Розина, кандидата технических наук, начальника сектора отдела динамики полета КА АО «НПО Лавочкина». В отзыве отмечено, что упрощенный расчет взаимного движения орбитального модуля и посадочного аппарата затрудняет расчет реальной траектории, предполагающий этап фазирования для создания радиовидимости заданной длительности. При расчете длительности радиовидимости не учитываются ограничения на

дальность между аппаратами, а при расчете затрат характеристической скорости на маневры внутри сферы действия планеты не учитываются дополнительные затраты на переход подлётной траектории на орбиту с положительной высотой перицентра.

4. Отзыв на автореферат от Орлова Дмитрия Александровича, кандидата технических наук, доцента кафедры механики и процессов управления инженерной академии Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН), Купреева Сергея Александровича, доктора технических наук, профессора кафедры механики и процессов управления инженерной академии Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН). В качестве критического замечания указано, что в автореферате отсутствуют данные по влиянию высоких температур на КА при спуске в атмосфере Венеры, а также отсутствуют данные относительно допустимой максимальной перегрузки при угле входа -24 град. Присутствуют опечатки, например, пропущен знак минус на стр. 16 при указании угла входа в атмосферу.
5. Отзыв на автореферат от Майоровой Веры Ивановны, доктора технических наук, профессора кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана. В отзыве указано, что в автореферате отсутствует подробный анализ численных результатов моделирования перелета КА к Венере.
6. Отзыв на автореферат от Ельникова Романа Викторовича, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника отдела 02 (СКБ) АО «Корпорация «ВНИИЭМ». В качестве замечания к автореферату диссертации указано, что автор ограничивается рассмотрением только резонансных орбит, в то время как по мнению автора отзыва целесообразно было бы рассмотреть более общий случай (перелеты на неперiodических орбитах), что позволило бы еще больше расширить возможности посадки.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их авторитетом в научном сообществе, компетентностью в области планетных исследований, космической динамики, механики полета, баллистике, который подтверждается значительным числом публикаций в высокорейтинговых российских и международных журналах.

Выбор ведущей организации ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) обоснован высокой квалификацией специалистов организации в исследованиях Венеры, а также мировым авторитетом института в вопросах исследования геологической истории Венеры, в том числе непосредственным участием ГЕОХИ РАН в разработке космических миссий полета к Венере начиная с самых первых.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработана методика использования гравитационных маневров и резонансных орбит для проектирования траекторий, обеспечивающих расширение возможностей исследования Венеры и малых небесных тел.
- Обоснована перспективность использования разработанной методики при разработке миссий полета КА к Венере, требующих обеспечения посадки в заданной области поверхности планеты.
- Разработан алгоритм, позволяющий определять траекторию КА, включающую попутное исследование одного или нескольких малых небесных тел (астероидов или комет), с учетом требований к безымпульсности их пролёта.
- Показано, что перспективные ранее не достигаемые и неисследованные места посадки на поверхности Венеры могут быть достигнуты и исследованы с помощью разработанного подхода.

Теоретическая значимость и научная новизна исследования обоснована тем, что:

- Разработана методика построения траекторий полёта к Венере, позволяющих совершить посадку посадочного аппарата (ПА) в заданную точку на поверхности планеты с использованием гравитационного манёвра и резонансных гелиоцентрических орбит КА.
- Разработан алгоритм, позволяющий установить аналитическую зависимость между выбранным местом посадки ПА, обладающим высокой научной значимостью, и резонансной орбитой, обеспечивающей требуемый перелёт.
- Установлены пределы допустимого выбора начальных орбитальных параметров орбитального аппарата в зависимости от накладываемых на его орбиту технических ограничений, и научных целей миссии в рамках разработанной методики.
- Проведена модернизация моделей и алгоритмов определения длительности затмения КА небесным телом, а также решена задача полуаналитического определения радиовидимости между двумя КА в зависимости от их орбитальных параметров.
- Определены критерии выбора астероидов-кандидатов, подходящих для безымпурсного пролета КА, движущимся по участку резонансной орбиты.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается тем, что:

- Разработанный диссертантом подход может быть использован для проектирования траекторий перелета КА к Венере для успешной реализации научных программ космической миссий по исследованию этой планеты.
- Разработанная методика применена в проекте «Венера-Д», построенный на ее основе баллистический сценарий перелета космического аппарата к Венере принят в качестве основного.

- Разработанный подход был применен для выбора мест посадки в рамках проекта «Венера-Д», было показано преимущество перед классическими подходами.
- Использование разработанной методики позволяет:
 - существенно увеличить достижимые районы посадки, тем самым обеспечив более широкую возможность выбора места посадки научной станции на поверхность Венеры.
 - снизить вероятность неудачного исхода полета за счет возможности управляемого выбора места посадки, обеспечиваемого возможностью изменения резонансной орбиты после гравитационного маневра.
- Обосновано, что траектория полёта КА к Венере с посадкой в заданную точку её поверхности может сопровождаться одновременным пролётом малого небесного тела, при выполнении КА основной программы полета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность изложенных в диссертации результатов подтверждается строгой научной постановкой задачи исследования, обоснованием приведённых выводов. Все результаты работы и защищаемые положения подробно изложены в 12 публикациях диссертанта, 10 из которых в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых научными базами Scopus, Web of Science, RSCI. Также, изложенные в диссертации результаты докладывались на 23 международных и российских конференциях, посвященных данной тематике исследования.

Личный вклад соискателя:

Автором разработана методика использования гравитационных манёвров и резонансных орбит; самостоятельно получены все теоретические и практические результаты работы, создано соответствующее программное обеспечение. В подготовке и написании каждой статьи диссертант сыграл

определяющую роль. Во всех выносимых на защиту результатах личный вклад автора диссертационной работы является основным и определяющим.

На заседании 18 сентября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Зубко Владиславу Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 12 докторов наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия» и 3 доктора наук, введённых для разовой защиты по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета 24.1.481.02, и дополнительно введённых на разовую защиту 3 человек, проголосовали: за 16, против нет.

Председатель диссертационного совета 24.1.481.02
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Учёный секретарь
к.т.н.



А.А. Лутовинов

С.В. Воронков

Дата оформления заключения 18.09.2024