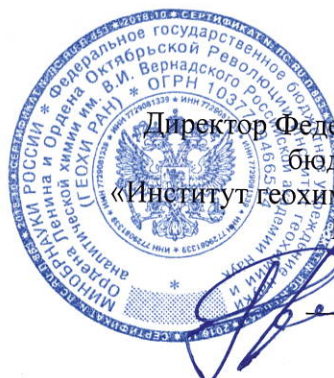




Исх. № 13110-01-22-258/488

"13" августа 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Институт геохимии и аналитической химии
Российской академии наук»

д.х.н., чл.-корр. РАН

Хамизов Р.Х.

« » 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) на диссертацию Зубко Владислава Александровича «Особенности использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия (технические науки)», 2.5.16 — «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Диссертационная работа Зубко Владислава Александровича посвящена решению крайне важной для современных исследований Венеры задачи, а именно расширению возможностей осуществления посадки исследовательского зонда на ее поверхность.

Актуальность темы диссертации.

Из-за крайне неблагоприятных условий на поверхности Венеры (500 о тепла), срок жизни посадочного модуля ограничен первыми часами. Поэтому крайне важно сошить посадку в районе с наиболее высоким научным потенциалом, что позволило бы решить максимально большое количество научных задач при минимальной продолжительности работы аппарата.

Все прошлые экспедиции к Венере, включавшие спускаемый аппарат, совершали посадку на поверхность планеты, исходя из баллистических характеристик перелета. Посадка осуществлялась по принципу "куда попадем" место посадки не определялось научными задачами.

Автор предлагаемой диссертации предлагает и обосновывает возможность другого принципа осуществления посадки на Венеру: "куда нужно". В этом случае место посадки определяется как соображениями безопасности, так и научными задачами экспедиции. Таким образом, автор диссертации ставит и решает крайне актуальную задачу целенаправленного выбора места посадки на поверхности Венеры, чего никто раньше не делал.

Структура и содержание работы.

Диссертационная работа В.А. Зубко состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во введении сформулирована актуальность и новизна работы, перечислены положения, выносимые на защиту, обоснована практическая значимость работы, сделан подробный обзор существующей на данный момент проблематики в области исследований, затронутой диссертантом.

В первой главе проводится подробное описание научно-технического задела работы. Соискателем проведен анализ планетных исследований Венеры, осуществленных с начала космической эры и по настоящее время. Проведен анализ уже существующих, а также перспективных методов осуществления сброса десантного модуля в месте наиболее пригодном с точки зрения научной значимости.

Во второй главе приведено математическое описание поставленной задачи. Описана методика применения периодических гелиоцентрических орбит космического аппарата в задаче доставки десантного модуля на поверхность планеты в заданной её области. Проведен анализ, в результате которого выбрана наилучшая, с практической точки зрения, периодическая орбита, удовлетворяющая ряду предъявляемых к ней проектным критериям: реализации в рамках предлагаемой методики. Сформулирована задача оптимизации траекторий перелета космического аппарата к Венере.

В третьей главе автор рассматривает и анализирует различные примеры использования разработанной им методики в практических задачах, в том числе в рамках разработки баллистического сценария полёта космического аппарата «Венера-Д». Проведено исследование влияния различных ограничений, возникающих в том числе в силу необходимости обеспечения совместной работы орбитального и посадочного аппаратов на достижимые районы посадки. Приведены конкретные примеры сравнения траекторий, полученных с помощью разработанной методики и при численном интегрировании модели движения космического аппарата в рамках задачи n-тел.

Четвертая глава посвящена расширению применения разработанных методов и алгоритмов для определения возможности попутного безымпulsive сближения космического аппарата с малыми небесными телами. На практических примерах показан выбор проектно-баллистических параметров КА, требуемых для реализации таких облетов.

В заключении приведены основные результаты исследования.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно его отражает.

Научная новизна представленной к защите работы, заключается в разработке автором методики построения траекторий полета к Венере, позволяющих совершить посадку десантного модуля в заданную, безопасную и научно обоснованную точку на поверхности планеты с использованием гравитационного манёвра и резонансных гелиоцентрических орбит космического аппарата. Разработан алгоритм, позволяющий установить аналитическую зависимость между выбранным местом посадки и резонансной орбитой, обеспечивающей требуемый перелет. Определены пределы допустимого выбора начальных орбитальных параметров искусственного спутника Венеры в зависимости от накладываемых на его орбиту технических ограничений и научных целей программы полёта. Разработаны полуаналитические способы в кеплеровом приближении определения длительности затмения орбитального модуля Венерой, а также радиовидимости между орбитальным и посадочным аппаратами в зависимости от их орбитальных параметров. Разработан алгоритм, позволяющий определять траекторию КА, включающую попутное исследование одного или нескольких малых небесных тел (астероидов или комет) при их безымпulsive пролете, увеличивая тем самым научный потенциал миссии в целом.

Теоретическая значимость обуславливается разработанными методами и алгоритмами, предназначенными для определения доступных мест посадки на поверхности планеты. Автором разработаны способы и алгоритмы для упрощенного расчета требуемых параметров орбиты орбитального аппарата, с учетом действующих технических ограничений, предъявляемых к его рабочей орбите.

Практическая значимость работы заключена в следующем:

- Разработанная методика применена в проекте «Венера-Д». Показано её преимущество перед традиционными подходами. Сценарий миссии полёта к Венере, выработанный с помощью методики, принят в качестве основного сценария для одной из планируемых миссий исследования Венеры в рамках предполагаемой программы исследований.
- С использованием разработанной методики и программного обеспечения построены траектории полёта к Венере с гравитационным манёвром, проведено сравнение указанной методики с уже существующими способами расширения возможностей посадки в заданную область на поверхности Венеры.

- Определены малые небесные тела, исследование которых возможно с пролётной траектории при выполнении космического аппарата основных научных задач миссии перелёта к Венере.

Рекомендации по внедрению результатов и выводов диссертации. Основные результаты диссертационного исследования могут быть использованы профильными организациями (НПО им. С.А. Лавочкина, РКК Энергия, ИСС им. М.Ф. Решетнёва и др.) при проектировании космических аппаратов для исследования Венеры и малых планет.

Достоверность подтверждается строгой научной постановкой задачи с указанием ограничений и допущений, принятых в работе, а также проработкой существующих решений и исследований других авторов по данной тематике и сравнением результатов с широко известными решениями в данной области.

Основные научные результаты диссертационной работы отражены в 12 публикациях, 10 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 – в журналах 1-го квартиля реферативных баз данных Scopus, Web of Science, а также обсуждались на большом количестве конференций всероссийского и международного уровня.

Автореферат полностью раскрывает содержание диссертации.

Замечания к диссертации носят стилистический и в редких случаях - орфографический (опечатки). И те и другие никак не затрагивают и, естественно, не снижают научную ценность представленной работы. Некоторые из рисунков имеют довольно низкое качество, что не позволит им служить полноценной иллюстрацией рассуждений и выводов автора. Это рисунки 1.5, 1.10, 1.11, 1.13 и 2.24.

Оценка работы в целом. Упомянутые недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, а выводы и результаты являются полностью обоснованными. В целом диссертационная работа Зубко В.А. является законченной научно-исследовательской работой, а поставленные цели и задачи исследования решены в полном объеме и представляют теоретическую и практическую ценность.

Основные результаты опубликованы в 12 научных работах, из которых 10 – в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК, из них 7 – в журналах индексируемых международных реферативных базах Scopus, Web of Science. Также 2 работы опубликованы в сборниках трудов конференций, индексируемых в реферативной базе Scopus.

Таким образом, диссертация Зубко В.А. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки методики построения траекторий перелета к Венере, обеспечивающих доставку десантного аппарата к заданному месту посадки на поверхности планеты, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний. Кроме того, изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Диссертационная работа Зубко В.А. на тему «Особенности использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел.» соответствует паспорту специальности 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия (технические науки)»; 2.5.16 — «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и 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.

Считаем, что автор диссертационной работы Зубко В.А. 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».

Отзыв составлен доктором геолого-минералогических наук, главным научным сотрудником Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Михаилом Арсеньевичем Ивановым.

Заведующий лабораторией
сравнительной планетологии
ГЕОХИ РАН

М.А. Иванов

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)

Почтовый адрес: 11991, Россия, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19

Телефон: +7 (499) 137-14-84

Электронная почта: director@geokhi.ru

