

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.1.481.02,
к.т.н. Воронкову С. В.

ИКИ РАН
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная,
д. 84/32, 2-й подъезд

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Зубко Владислава Александровича** на тему **«Особенности использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел»**, представленной 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 В.А. Зубко посвящена разработке методики построения траектории полета к Венере, которая обеспечивает посадку КА практически в любую область поверхности планеты, и при этом расширяет возможности по исследованию атмосферы планеты, а также малых небесных тел. Развитие науки и техники, разработка новых приборов, позволяющих проводить измерения на качественно новом уровне, являются причиной роста популярности исследований Марса, Венеры, планет-гигантов и малых планет Солнечной системы. Исследование Венеры – ее поверхности, состава и динамики атмосферы – является целью российской миссии «Венера-Д», разработка которой ведется с 2000-х гг. Из-за большого периода вращения Венеры вокруг своей оси за время окна старта ее поверхность поворачивается всего лишь на пару десятков градусов, что делает практически невозможным посадку в места, обладающие высоким научным потенциалом. Таким образом, решаемая в диссертационной работе В.А. Зубко проблема соответствует современным направлениям развития планетных исследований за счет разработки и приложения к их решению современных баллистических методов.

Первая глава автореферата содержит описание истории исследования Венеры советскими и иностранными космическими аппаратами, проведен анализ современных перспективных миссий, запуск которых намечен на конец 2020-х и середину 2030-х гг., а также проведен анализ баллистических сценариев

американских миссий, в рамках которых планируется использование гравитационных манёвров у Венеры. Рассмотрен вопрос приоритета в выборе мест посадки КА на поверхность Венеры с точки зрения их научной значимости. Сделан обзор уже существующих, а также перспективных способов решения не реализуемой в рамках стандартного подхода задачи обеспечения посадки КА в заданную область поверхности Венеры. Приводится сравнение таких методов.

Во второй главе изложена методика использования гравитационного маневра и гелиоцентрических резонансных орбит КА для построения траектории перелёта КА от Земли к Венере с посадкой в заданной области. На первом этапе строится траектория перелёта КА с низкой околоземной орбиты до границы сферы действия Земли. На втором этапе рассчитывается межпланетная траектория перелёта КА от Земли к Венере путем решения задачи Ламберта. На третьем этапе рассчитывается гравитационный маневр, который заключается в определении параметров необходимой резонансной орбиты, приводящей КА в требуемую точку посадки. На четвертом этапе определяется необходимое число витков КА по выбранной резонансной орбите. На пятом этапе рассчитывается траектория полёта КА от момента пересечения сферы действия Венеры до условной границы атмосферы. На шестом этапе рассчитывается спуск КА в плотных слоях атмосферы и производится оценка смещения точки посадки КА по полученным результатам.

В третьей главе приводятся примеры применения предложенной методики. Построены изолинии функционала для дат старта с 2029 по 2034 г., выделены окна старта традиционной продолжительностью 2 недели и расширенные. Осуществлена оценка достижимых областей посадки КА на поверхности Венеры для окон старта с 2029 по 2034 г. Рассмотрено применение разработанных методов и алгоритмов в рамках баллистического сценария миссии «Венера-Д». Проведена оценка точности разработанной методики путем интегрирования уравнений движения КА в полной модели сил, используя начальные приближения, полученные в рамках разработанного алгоритма. Определено 54 траектории полёта к Венере, включающие попутный облет малых небесных тел при старте с 2029 по 2050-е гг.

В четвертой главе рассмотрены возможности повышения научной значимости миссии путем поиска возможных сближений КА с каким-либо малым небесным телом при выполнении основной цели полёта.

Таким образом, задача, рассмотренная В.А. Зубко в диссертационной работе, является актуальной в настоящее время, а методика, предложенная автором, безусловно, имеет большой потенциал для проектирования будущих перспективных миссий полета КА к Венере с посадкой в практически любую область поверхности планеты.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает результаты выполненного исследования, имеется 12 публикаций по теме исследования и апробация на научных семинарах и конференциях.

Вместе с тем, по автореферату имеются следующие замечания:

1. Автором не оценена возможность использования активного гравитационного маневра для сокращения времени миссии, либо для еще большего расширения возможной области посадки КА.
2. Затруднено понимание Рисунка 5 из-за его недостаточного описания в тексте.
3. Не обоснован выбор метода интегрирования, используемого на участке движения КА в атмосфере планеты.
4. Не показаны преимущества выбранных методов оптимизации траекторий полета к Венере перед другими существующими методами.
5. В тексте употребляется неочевидный термин «конические участки».

Стоит отметить, что указанные недостатки не снижают общую положительную оценку проделанного автором исследования. Работа «Особенности использования гравитационных маневров и резонансных орбит для расширения возможностей исследования Венеры и малых небесных тел» удовлетворяет требованиям Положения ВАК (в текущей редакции), предъявляемым к диссертациям 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», а ее автор — Зубко Владислав Александрович — заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Начальник отдела баллистики ПАО «РКК Энергия»

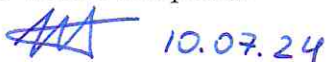
доктор технических наук



Муртазин Рафаил Фарвазович

Инженер I категории ПАО «РКК Энергия»

аспирант



Иванов Георгий Михайлович

Подписи Муртазина Р.Ф. и Иванова Г.М. заверяю:

Начальник Управления координации научной деятельности, главный ученый секретарь научно-технического совета ПАО «РКК Энергия»

кандидат технических наук



Решетников Михаил Николаевич

11.07.24

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва. Московская область, г. Королев, 141070, ул. Ленина, д. 4а.

Тел. 8-495-513-6145,

E-mail: georgiy.ivanov11@rsce.ru