

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» Грушевского Алексея Васильевича на диссертационную работу Косенковой Анастасии Владимировны «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Представленная диссертационная работа Косенковой Анастасии Владимировны посвящена выбору варианта аэродинамической формы посадочного аппарата (ПА) в процессе комплексного системного проектирования ПА на поверхность Венеры, принимая во внимание различные сравнительные параметры и многокритериальные оценки.

Актуальность темы диссертации

В настоящее время к Венере планируются запуски ряда аппаратов: индийский космический аппарат, два американских аппарата, один европейский и российский. Венера находится в центре внимания международного сообщества ученых и инженеров. При этом особую важность представляет создание посадочного аппарата, поскольку решение ряда научных задач таких, как происхождение и эволюция Венеры, ее атмосферы, не могут быть решены только при наблюдении с орбиты.

Проектирование ПА в целом является сложной технической задачей. В дополнение к этому современные проекты по изучению Венеры с использованием посадочных аппаратов должны реализовать существенные требования для приведения ПА к одному из заданных районов посадки на ее поверхности. Одним из таких разрабатываемых в настоящее время проектов, включающих в качестве основного элемента ПА, является российская миссия с международным участием «Венера-Д», целью которой является изучение атмосферы и поверхности Венеры.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

02 02 2022

В рецензируемой диссертационной работе автор решает указанные вопросы путем предложения методики проектирования ПА, способного осуществлять маневры в процессе спуска для расширения области достижимых районов посадки.

Таким образом, можно констатировать, что в работе А.В. Косенковой рассмотрена и достигнута **актуальная научная и прикладная цель** по разработке методики, которая позволяет на основе системотехнического комплексного анализа ПА в части массо-габаритных, аэродинамических характеристик, а также баллистических и тепловых режимов спуска осуществить выбор наиболее рациональной формы ПА, отвечающей требованиям миссии, и определить характеристики ПА.

Считаю, что в данной работе важной заслугой автора является обобщение известного практического опыта различных промышленных предприятий и исследований научных организаций как отечественных, так и зарубежных, что в итоге реализовалось в представленной автором методике.

Автор проанализировал большое число научных работ, связанных с аэродинамическим, баллистическим и тепловым проектированием и рассмотрел указанные вопросы в совокупности с проведением оптимизации формы ПА по таким критериям как минимальная перегрузка и максимальная ширина посадочных зон, учитывая при этом ограничения, имеющиеся в рамках миссий к Венере, в частности, миссии «Венера-Д».

Научные результаты, сформулированные в диссертации

Диссертант разработал методику проектирования маневренного ПА, используя методический подход к проектированию с применением разработанных программно-вычислительных комплексов, позволяющий провести оперативную проектно-конструкторскую оценку уже на начальном этапе проектирования и сократить время проектирования.

В результате применения разработанной методики в диссертационной работе показаны преимущества использования предлагаемого ПА класса «несущий корпус» по сравнению с другими аппаратами:

- бóльший выбор возможных посадочных зон и достижение наиболее интересных для изучения районов посадки без необходимости переноса даты запуска и без снижения массы полезной нагрузки,
- уменьшение значений максимальных перегрузок, действующих на аппарат при входе в атмосферу,
- осуществление маневров в процессе спуска в атмосфере для достижения требуемого района,
- увеличение числа проводимых исследований за счет проведения длительного полета в атмосфере Венеры до момента приземления.

Все полученные новые научные результаты, выводы и рекомендации в работе являются обоснованными. Выводы и положения, разработанные в рамках диссертационной работы, основаны на научных результатах исследований и не противоречат опубликованным работам.

Научная новизна полученных результатов определяется тем, что в работе впервые разработана комплексная оперативная методика проектирования ПА на Венеру, в которой:

- впервые предложено использовать маневренный ПА класса «несущий корпус» для спуска в атмосфере и посадки в заданный район Венеры;
- использованы инженерные методики по расчету аэродинамических характеристик, баллистических и тепловых режимов ПА;
- показаны преимущества использования предлагаемого ПА класса «несущий корпус».

Несомненным достоинством работы является **теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов.**

Теоретическая значимость состоит в комплексном системном подходе к проектированию ПА на основе современных инженерных методик, позволяющих подтвердить проектные решения еще на начальных стадиях разработки ПА.

Практическая значимость определяется значительным сокращением времени при проектировании ПА с использованием разработанной методики

на этапах проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждена актами о внедрении: получили внедрение и используются следующие основные результаты при выполнении работ по теме «Венера-Д» в АО «НПО Лавочкина», прошли практическую отработку и были реализованы методические подходы к проектированию ПА, осуществлено применение разработанных программно-вычислительных комплексов.

Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов подтверждается использованием корректных математических методов, сравнением получаемых результатов с известными решениями в данной области, а также указанием в работе допущений, в рамках которых проводились расчеты и были получены основные результаты. Ряд представленных в диссертации результатов численного моделирования оппоненту удалось повторить с использованием располагаемого программного обеспечения (окна старта полетов к Венере, области достижимости на ее поверхности для КА баллистического типа и т.д.). Во всех этих случаях результаты автора диссертации оказались достоверны.

Оценка содержания и оформления диссертации

Рецензируемая диссертационная работа включает 235 страниц с приложениями и состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 106 наименований, 6 приложений, содержит 99 иллюстраций и 25 таблиц.

Материалы диссертации изложены аргументировано и в логической последовательности на техническом языке, понятном для специалистов по выбранной теме. В работе приведено достаточное количество иллюстраций, необходимых для наглядного пояснения результатов исследования. Диссертационная работа оформлена в полном соответствии с установленными требованиями ВАК. В работе использованы термины и индексация систем посадочного аппарата в соответствии с общепринятыми

стандартами и практически применяемой индексацией на ряде ведущих предприятий ракетно-космической отрасли и приводимой в технической литературе. Завершенность диссертации в целом подтверждается соответствующими содержанию диссертации выводами, а также актами внедрения результатов проведенных исследований.

Считаю, что тема диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы представлены в виде докладов и обсуждались на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах: XLII – XLV Академических чтениях по космонавтике, посвященных памяти академика С.П. Королева и др. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, 2018-2021); XIII Всероссийской инновационной молодежной научно-инженерной выставке «Политехника» (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, 2018); XLV – XLVII Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения» (МАИ, г. Москва, 2019-2021); Всероссийском конкурсе научно-технических работ «Орбита молодежи» (г. Красноярск, 2018; г. Санкт-Петербург, 2019); International Venus Conference (г. Нисеко, Япония, 2019); XXIV, XXV Международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация» (г. Евпатория, 2019, 2020); X Всероссийском межотраслевом молодежном конкурсе научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики» (МАИ, г. Москва, 2019); Moscow Solar System Symposium 10MS3 – 12MS3 (ИКИ РАН, 2019-2021); 71 st International Astronautical Congress (дистанционно, 2020); XII Общероссийской молодежной научно-технической конференции «Молодежь. Техника. Космос» (Военмех, г. Санкт-Петербург, 2020); Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2020» (МГУ, г. Москва, 2020); 55-х Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского

(г. Калуга, 2020); IV Международной молодежной конференции «Новые материалы, подходы и технологии проектирования, производства и эксплуатации ракетно-космической техники» (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, 2020); VI Научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Исследования и перспективные разработки в машиностроении» (дистанционно, 2021 г.).

Полнота опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Приятно удивляет большое число научных публикаций соискателя ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02, человека, работающего не в НИИ, а в организации, которая проектирует и производит космическую технику. Так, основные результаты диссертационной работы представлены в 6 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в 4 научных публикациях в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus. Публикации отражают результаты и этапы исследований диссертационной работы.

Автореферат достаточно полно передает основное содержание диссертационной работы.

Научные положения, сформированные по итогам исследования, выводы и результаты в достаточной степени обоснованы.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе (с. 69, с. 74) ставится задача возможности совершения максимального бокового маневра при использовании ПА класса «несущий корпус». При этом также принимаются во внимание так называемые длиннопериодические траектории с многократными погружениями в плотные слои атмосферы. В работе они названы «фугоидными», что, на мой взгляд, не совсем точный термин, в отличие от термина «рикошетирующих» траекторий. Максимальное боковое отклонение КА не обязательно

необходимо при достижении им заранее выбранных мест на поверхности Венеры с предпочтительной геологической структурой.

2. При неоднократно рикошетирующих траекториях (рис. 4.3, с. 81, рис. 4.14, с. 88) «элементарные» области от каждого рикошета достижимости должны бы накладываться в суперпозицию, чего не показано на рис. 4.25 (с. 106) и рис. Г.4,7,9. В работе указаны, видимо, лишь схематически конечные области достижимости при пролете через Северный и Южный полюса.

3. На с. 74, при построении оценок области достижимости, указано, что расчет траектории производится «до высоты 60 км (при проведении расчетов на более нижних слоях атмосферы существенного приращения бокового маневра не наблюдается)». Однако подобные «нижние» погружения с последующим разворотом траекторной плоскости ПА и вылетом на новый рикошет могут дать значительное приращение бокового отклонения.

4. С точки зрения оппонента диссертация, местами, перегружена деталями и избыточной информацией. Так, на с. 76-79 приводится полное описание общеизвестного метода Рунге-Кутты 4-го порядка и его сравнение с методом Адамса. Обширные приложения к диссертации (с. 177-235) с описанием данных COSPAR по атмосфере Венеры согласно модели VIRA и т.д. можно было бы значительно сократить, учитывая большой объем материала, изложенного в основном тексте диссертации.

5. В тексте встречаются различного рода опечатки и неточности. Имеется два рисунка 4.25 (с.105 и с.106). В таблице 2.1 (с. 21) не вводится описание ряда переменных. В таблице Г.5 (с. 226): на четвертой строчке не указано, что выводится в скобках. В тексте используются три вида обозначения диапазона: тире, многоточие, знак ÷. В таблице 2.2 (с. 22) используются все три обозначения. На рис. 3.9 (с. 42) единица град заканчивается точкой.

Указанные недостатки не являются критичными, **не снижают** общей высокой оценки представленной диссертационной работы А.В. Косенковой и могут быть рассмотрены только в качестве рекомендаций. Результаты

научного исследования имеют значение для развития перспективной ракетно-космической техники и могут найти широкое применение в космической индустрии.

Заключение

В целом диссертационная работа Анастасии Владимировны Косенковой «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры» выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по своему содержанию полностью соответствующую паспорту специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Все полученные в работе результаты отличаются научной новизной, обоснованы, что свидетельствует об их достоверности, и подтверждены соответствующими актами о внедрении.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней (п. 9-14), утвержденным Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Косенкова Анастасия Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Официальный оппонент, доктор
физико-математических наук,
главный научный сотрудник
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Подпись д.ф.-м.н. А.В. Грушевого зверяю
Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
К.ф.-м.н.

Контактная информация

Почтовый адрес: 125047, Москва, Миусская пл., д.4

Телефон: 89067744433

Электронная почта: alexgrush@rambler.ru



А.В. Грушевский

А.А. Давыдов

М.П.