

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Косенкова Анастасия Владимировна

Тема диссертации: Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры

Специальность: 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 24 февраля 2022 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Косенковой Анастасии Владимировне ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета, д.т.н. проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя, д.т.н. проф. Бойцов Б.В.; ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Абашев В.М.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М.Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н., доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А.С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Председатель  
диссертационного совета Д 212.125.10  
д.т.н., профессор

Ю.И. Денискин

Учёный секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.10  
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

Начальник  
Т.А. А...



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 24 февраля 2022 г. протокол № 8

О присуждении **Косенковой Анастасии Владимировне**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры» по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 21 декабря 2021 г. (протокол заседания № 33) диссертационным советом Д 212.125.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Косенкова Анастасия Владимировна, 21 ноября 1994 года рождения.

В 2017 году соискатель с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов». Во время подготовки диссертации, в период с 2017 г. по 2021 г., проходила обучение в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» на кафедре «Космические аппараты и ракеты-носители» (СМ-1) по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», направленность – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», работала в должности инженера-конструктора, инженера-конструктора 3-й категории и инженера-конструктора 2-й категории в акционерном обществе «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина».

В настоящее время соискатель работает в должности инженера-конструктора 1-й категории в акционерном обществе «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина».

**Диссертация выполнена** на кафедре СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук **Миненко Виктор Елисеевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кафедра СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители», профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Грушевский Алексей Васильевич**, доктор физико-математических наук, федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», главный научный сотрудник;

**Любимов Владислав Васильевич**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заведующий кафедрой высшей математики, профессор кафедры динамики полёта и систем управления

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, в своём положительном отзыве, подписанном кандидатом геолого-минералогических наук, заведующим лабораторией геохимии Луны и планет, Евгением Николаевичем Слютой и доктором геолого-минералогических наук, заведующим лабораторией сравнительной планетологии Михаилом Арсеньевичем Ивановым, указала, что диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, на высоком уровне и содержащей результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Отмечено, что диссертация содержит новые научные результаты в области системотехнического комплексного проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры. В рамках разработанной методики впервые предложено и обосновано использование посадочного аппарата класса «несущий корпус» для спуска на поверхность Венеры, что позволяет снять многие ограничения, присущие баллистическим аппаратам. Указана теоретическая значимость исследования, состоящая в развитии методов: системотехнического подхода к проектированию ПА, комплексного анализа его характеристик для определения технического облика проектируемого аппарата. Подчеркнута практическая ценность диссертации для проведения оперативного проектно-конструкторского анализа на этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, результаты уже внедрены и используются в деятельности АО «НПО Лавочкина» и ГИКЦ МО РФ им. Г.С. Титова.

Полученные результаты могут быть также использованы при подготовке специалистов по проектированию объектов космической техники.

Работа отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Косенкова Анастасия Владимировна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Соискатель имеет 60 печатных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 32 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, 4 – в изданиях, индексируемых Scopus.

Научные публикации соискателя посвящены:

- методологии проектного анализа различных аэродинамических форм аппарата для посадки на поверхность Венеры;
- исследованию аэродинамических характеристик посадочного аппарата на поверхность Венеры;
- разработке методов экспресс-оценки массовых и объемных характеристик спускаемых аппаратов;
- исследованию баллистического режима спуска маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры;
- оценке достижимых районов посадки на поверхности Венеры для аппаратов различных типов;
- применению инженерного метода для определения теплового режима посадочного аппарата на Венеру.

Авторский вклад заключается в разработке и применении комплексной методики проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры с проведением оптимизации формы по таким критериям как минимальная перегрузка, действующая на аппарат в процессе спуска в атмосфере, и максимальная широта охвата мест посадки на поверхности Венеры;

а также в создании автором программно-вычислительных комплексов по предмету исследований. Полученные автором результаты развивают теоретические и методологические основы системного проектирования маневрирующих посадочных аппаратов, позволяя определить их рациональный облик на ранних этапах разработки.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

Перечень работ, рецензируемых ВАК:

1. Исследование аэродинамических характеристик альтернативных форм посадочного аппарата для изучения Венеры / **А.В. Косенкова**, В.Е. Миненко, С.Б. Быковский, А.Г. Якушев. – Текст : непосредственный // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2018. – вып. 11. – С. 1-14.

2. Методика экспресс-оценки массовых и объемных характеристик спускаемых аппаратов / **А.В. Косенкова**, В.Е. Миненко, С.Б. Быковский, А.Г. Якушев. – Текст : непосредственный // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2019. – вып. 3. – С. 1-19.

3. **Косенкова, А.В.** Исследование баллистического режима спуска маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры / А.В. Косенкова, В.Е. Миненко, Д.Н. Агафонов. – Текст : непосредственный // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2020. – № 4. – С. 42-60. – (Сер. Машиностроение).

4. **Косенкова, А.В.** Проектный анализ аэродинамических форм аппарата для посадки на поверхность Венеры / А.В. Косенкова, В.Е. Миненко, А.Г. Якушев. – Текст : непосредственный // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. – 2020. – № 8. – С. 28-42.

5. Исследование достижимых районов посадки на поверхности Венеры для аппаратов различных типов / **А.В. Косенкова**, О.Ю. Седых, А.В. Симонов, В.Е. Миненко. – Текст : непосредственный // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2021. – № 1. – С. 12-21.

6. **Косенкова, А.В.** Использование инженерного метода для определения теплового режима посадочного аппарата на Венеру / А.В. Косенкова, В.Е. Миненко. – Текст : непосредственный // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. – 2021. – № 4. – С. 17-28.

Публикации в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus:

7. **Kosenkova, A.V.** Investigation of the possibilities of aerodynamic forms of a lander capable of maneuverable descent in the Venus atmosphere / A.V. Kosenkova. – Text : direct // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2171. – Issue 1. – P. 160005-1 – 160005-8.

8. **Kosenkova, A.V.** Investigation of possible descent trajectories for a maneuverable lander in the Venus atmosphere / A.V. Kosenkova, V.E. Minenko. – Text : direct // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Vol. 2318. – Issue 1. – P. 020021-1 – 020021-7.

9. **Kosenkova, A.V.** Investigation of aerodynamic characteristics for various types of a lander to the Venus surface / A.V. Kosenkova, V.E. Minenko. – Text : direct // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Vol. 2318. – Issue 1. – P. 020006-1 – 020006-12.

10. **Kosenkova, A.V.** Investigation of reachable landing sites in the “Venera-D” mission for various types of a lander / A.V. Kosenkova. – Text : direct // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Vol. 2318. – Issue 1. – P. 140003-1 – 140003-7.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы.** В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий анализ работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость и рекомендации по использованию результатов. Все отзывы положительные.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации** – федерального государственного бюджетного учреждения науки ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН).

Отзыв положительный.

Наряду с несомненной положительной оценкой диссертационной работы, считаем целесообразным указать на наличие некоторых замечаний, к числу которых относятся следующие:

1. В проведенном диссертационном исследовании не указано, поможет ли применение предлагаемого аппарата класса «несущий корпус» не только увеличить охват посадочных зон, но и улучшить точность посадки?

2. В материалах диссертационной работы не приведены иллюстрации, касающиеся взаимного расположения предлагаемого посадочного аппарата в связке с орбитальным аппаратом миссии «Венера-Д».

3. В диссертационной работе недостаточно подробно описаны другие возможные способы достижения аппаратом требуемых районов поверхности планеты.

4. В качестве рекомендации в дальнейшем хотелось бы увидеть всю эту методику, оформленную единым пакетом программно-вычислительных средств для удобства проектирования и полной автоматизации указанных процессов.

Однако указанные замечания не влияют на общую высокую положительную оценку представленной диссертационной работы А.В. Косенковой и представляют собой рекомендации. Цель исследования достигнута, полученные выводы и результаты соответствуют паспорту специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Грушевского Алексея Васильевича** – доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

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  $\div$ . 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.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Любимова Владислава Васильевича** – доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой высшей математики, профессора кафедры динамики полета и систем управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из результатов работы не совсем понятно: учитывается ли при моделировании атмосферного спуска КА существенная разность температур в термосфере Венеры при движении днём или ночью? Известно, что температура на ночной стороне Венеры составляет  $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на дневной от  $27$  до  $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. Из результатов работы не совсем понятно: в математической модели атмосферы Венеры учитывается ли высокая скорость перемещения её масс? Известно, что даже на верхней границе облаков (на высоте  $50-65$  км), скорость перемещения атмосферы относительно планеты составляет до  $120$  м/с.

3. Из результатов работы не совсем понятно: в конструкции спускаемого аппарата учитывается ли негативное влияние кислотных осадков, наблюдающихся в верхних слоях атмосферы Венеры.

4. В диссертации указано, что при численном моделировании спускаемого движения применяется классический явный одношаговый четырёхэтапный метод Рунге-Кутты и явный трёхшаговый метод Адамса. Однако, из диссертации не ясно: численные результаты работы были получены с постоянными или

переменным шагами интегрирования. Если интегрирование уравнений производилось с постоянными шагами, то такой подход может привести к значительному накоплению методической погрешности. Следовало бы применять данный метод численного интегрирования с переменным шагом. Тем более, что в тексте работы не содержится указаний на апостериорное оценивание погрешностей применяемых методов численного интегрирования.

5. На рисунке 4.4 начальная скорость КА, равная 11 км/с практически мгновенно уменьшается до 7 км/с. Следовало бы объяснить: действием каких физических факторов объясняется данное скачкообразное изменение скорости. Тем более, что скорости 11 км/с и 7 км/с соответствуют значениям второй и первой космических скоростей КА в окрестности Венеры.

6. При спуске на поверхность Венеры одним из спускаемых КА выбран аппарат, имеющий форму аналогичную спускаемому КА «ЭкзоМарс». В качестве рекомендации к проектированию ПА на поверхность Венеры добавлю, что форма и массово-инерционные характеристики спускаемого КА «ЭкзоМарс» выбраны исходя из его спуска в разреженной атмосфере Марса. Атмосфера же Венеры является значительно более плотной и здесь правильнее выбрать форму, близкую к форме КА, осуществляющих спуск в земной атмосфере, иначе возможна потеря устойчивости по углу атаки. Причины выбора именно КА с формой, аналогичной форме спускаемого аппарата «ЭкзоМарс», в проекте «Венера-Д» в работе не указаны, хотя стоит отметить, что эти расчеты выходят за пределы основной области исследования диссертанта, так как данный КА не является маневрирующим.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы, научную и практическую значимость диссертационной работы А.В. Косенковой. В целом приведенные выше замечания носят рекомендательный характер, так как они отражают пожелания оппонента, которые автор может учесть в

дальнейших исследованиях и при проектировании в будущем перспективных КА, производящих спуск в атмосфере Венеры.

**Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного учреждения науки института космических исследований российской академии наук (ИКИ РАН),** подписанный ведущим научным сотрудником, кандидатом технических наук Эйсмонт Н.А. и директором ИКИ РАН, доктором физико-математических наук Петруковичем А.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В диссертационной работе автор ссылается на другие возможные варианты достижения аппаратом требуемых районов поверхности планеты, но подробно их не рассматривает из-за необходимости увеличения затрат характеристической скорости космического аппарата в целом. Безусловно, приведение количественных оценок этих затрат позволило бы получить более ясную картинку решаемой задачи.

2. В работе рассмотрены пусковые окна в 2028 – 2031 гг., которые предполагаются для проекта «Венера-Д», однако было бы интересно рассмотреть также более поздние даты старта для возможности применения данного аппарата в рамках последующих перспективных миссий.

3. В разделе 4, где приводится описание баллистики спуска ПА, для наглядности стоило бы добавить иллюстрацию с некоторым набором возможных траекторий подлета к Венере.

**Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Ракетно – космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва» (ПАО «РКК «Энергия»),** подписанный ведущим научным сотрудником, доктором технических наук, Евдокимовым Р.А. и ученым секретарем, доктором физико-математических наук Хатунцевой О.Н.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из автореферата неясно, как именно осуществляется спуск ПА на поверхность планеты с высоты 50 км (там, где заканчивается маневренный участок траектории).

2. Среди траекторий спуска ПА типа «несущий корпус» автором рассмотрены и такие, которые подразумевают несколько погружений в атмосферу Венеры. В этой связи было бы целесообразно рассмотреть возможность манёвра выхода ПА на орбиту планеты за счёт аэродинамического захвата с последующей посадкой в заданном районе. Вероятно, подобный подход, несмотря на некоторое увеличение массы ПА, позволил бы в ещё большей степени расширить область поверхности, доступной для посадки. Желательно также рассмотреть возможность управления ПА не только по крену, но и по углу тангажа.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»),** подписанный заместителем начальника отделения 101 «Космические системы фундаментальных и научно прикладных исследований», кандидатом технических наук Райкуновым К.Г, начальником отделения 101, кандидатом технических наук Ёлкиным К.С. и и.о. главного ученого секретаря, доктором технических наук Ключниковым В.Ю.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате не указано – применима ли разработанная методика проектирования посадочного ПА для земной атмосферы.

2. В результатах работы не отражено, учитывается ли при расчете баллистики дневное или ночное время спуска в атмосфере Венеры для указанных дат, поскольку для комплекса научной аппаратуры может быть важен вопрос наблюдаемости поверхности.

3. Учитывая ранний этап проектирования ПА, представляется целесообразным увеличить резерв массы ПА до 20% суммарной массы аппарата.

**Отзыв на автореферат диссертации Московского опытно-конструкторского бюро МОКБ «Марс» - филиала ФГУП «ВНИИА»,** подписанный заместителем главного конструктора функционального программного обеспечения – заместителем начальника отделения

функционального программного обеспечения, кандидатом технических наук Косинским М.Ю.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Следовало бы привести в явном виде (по пунктам) разработанную методику проектирования в тексте автореферата.

2. Можно рекомендовать автору рассмотреть в дальнейших исследованиях управление аппаратом не только по каналу крена, но и по каналу тангажа.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы» (РКС)),** подписанный заместителем генерального конструктора по программно-математическому обеспечению, кандидатом технических наук Рябогиным Н.В. и ученым секретарем диссертационного совета ДС 403.012.01, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Федотовым С.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из текста автореферат не ясно, какие параметры атмосферы и соответствующие отклонения параметров используются в методике;

2. Из текста автореферата не ясно какой именно набор аэродинамических коэффициентов ПА является результатом применения методики;

3. В тексте автореферата не указано влияние отклонений параметров атмосферы на аэродинамическое качество ПА.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» (АО «ИСС»),** подписанный директором отраслевого центра крупногабаритных трансформируемых механических систем – заместителем генерального конструктора по механическим системам, кандидатом физико-математических наук, профессором Халимановичем В.И.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

В автореферате отсутствует рисунок с иллюстрацией габаритов проектируемого ПА, для этого необходимо обратиться к тексту диссертации.

Кроме того, использование термина «ньютонианская теория обтекания» вместо исходного и общепринятого в отечественной научной и учебной литературе термина «теория обтекания Ньютона» представляется не обоснованным.

**Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»**, подписанный научным сотрудником лаборатории космического эксперимента ОАИ НИЧ НГУ, доцентом кафедры общей физики, кандидатом технических наук Брагиным О.А., ученым секретарем совета Тарабан Е.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– в автореферате не приводится используемая при расчетах модель атмосферы Венеры и не до конца ясно, учитывается ли при проектировании ПА химически активные газы в составе атмосферы Венеры.

Принципиальных замечаний по автореферату нет.

**Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»**, подписанный профессором кафедры системного анализа и исследования операций, доктором технических наук, доцентом Агафоновым Е.Д.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В работе для проектирования применяется аналитическая модель движения аппарата в скоростной системе координат, однако в автореферате не объясняется, почему выбирается именно такая ее форма, не приводится степень достоверности принятой модели.

2. Не ясно, по какой причине автор не использует аппарат теорий оптимального и адаптивного управления для расчетов траектории спуска аппарата с заданным (желаемым) отклонением.

3. Известно, что атмосфера Венеры имеет уникальные свойства («полужидкий» метан, давление около 90 земных атмосфер у поверхности). При

этом автор почти не использует эту информацию для уточнения конструкции аппарата и управления его полетом, за исключением того, что фактически ограничивает его маневренность 50 километрами выше поверхности планеты и констатирует волнообразный характер траектории.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)**, подписанный заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором Гечей В.Я.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате диссертации показана возможность расширения районов посадки на поверхности Венеры для предлагаемого аппарата в условиях принятых дат и окон старта, однако не указаны конкретные даты, для которых проводился расчет.

2. В работе не указано в явном виде, в каких еще проектах возможно применение предлагаемого посадочного аппарата, помимо проекта «Венера-Д».

**Отзыв на автореферат диссертации государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ МГУ)**, подписанный заведующим лабораторией космических проектов ГАИШ МГУ, доктором физико-математических наук, доцентом Прохоровым М.Е.

Отзыв положительный. Имеется замечание – в работе не рассмотрена возможность проведения испытания рассмотренных в работе посадочных аппаратов в земных условиях при использовании соответствующих экспериментальных установок.



Выбор официальных оппонентов обосновывается их многолетним опытом, профессионализмом и компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Косенковой Анастасии Владимировны и подтверждается их научными публикациями в данной отрасли.

**Грушевский Алексей Васильевич** имеет ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика. За предыдущие 5 лет имеет не менее 14 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Любимов Владислав Васильевич** имеет учению степень доктора технических наук по специальности 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов. За предыдущие 5 лет имеет не менее 6 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Вышеизложенное позволяет считать, что выбор официальных оппонентов является обоснованным, соответствует** Постановлению Правительства РФ о порядке присуждения учёных степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. и Положению о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённому приказом Министерства образования и науки РФ № 1093 от 10 ноября 2017 г.

**Выбор ведущей организации** обоснован достижениями федерального государственного бюджетного учреждения науки ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) в области научных исследований и разработок для создания перспективных космических аппаратов, в том числе миссии «Венера-Д». В ведущей организации проводятся исследования по выбору и обоснованию мест посадки спускаемого аппарата экспедиции «Венера-Д» для обеспечения безопасности миссии и получения

научных данных в наиболее интересных для изучения областях поверхности планеты. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают опытом выбора приоритетных мест посадки для проектирования космических аппаратов межпланетных миссий. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов исследования, также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли, занимающихся проектированием космических аппаратов к другим небесным телам. Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Природа различных типов местности на поверхности Венеры и выбор перспективных мест посадки для спускаемого аппарата экспедиции Венера-Д / М.А. Иванов, Л.В. Засова, М.В. Герасимов, О.И. Кораблев, М.Я. Маров, Л.М. Зеленый, Н.И. Игнатъев, А.Г. Тучин. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2017. – Т. 51. – № 1. – С. 3-23.

2. Ivanov, M.A., Zasova L., Gregg T.K.P. Venera-D landing site constraints / M.A. Ivanov, L. Zasova, T.K.P. Gregg. – Text : direct // *The Ninth Moscow Solar System Symposium 9M-S3. Сборник тезисов.* – 2018. – С. 58-59.

3. Гусева, Е.Н. Региональная геолого-морфологическая характеристика рифтовых областей Венеры/ Е.Н. Гусева, М.А.Иванов. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2019. – Т. 53. – № 4. – С. 243-255.

4. Гусева Е.Н., Иванов М.А. Пространственно-временные соотношения поясов борозд, структур корон и рифтовых зон Венеры / Е.Н.Гусева, М.А. Иванов. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2019. – Т. 53. – № 6. – С. 403-414.

5. Геолого-морфологический анализ потенциального района посадки КА “ЭКЗОМАРС” OXIA PLANUM / М.А. Иванов, Е.Н. Слюта, Е.А. Гришакина,

А.А. Дмитриевский. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2020. – Т. 54. – № 1. – С. 3-17.

6. Гусева, Е.Н. Результаты топографического и геологического анализа структур корон Венеры / Е.Н. Гусева, М.А. Иванов. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2020. – Т. 54. – № 6. – С. 529-536.

7. Сапрыкин, О.А. Исследования планет с использованием многоразовых взлётно-посадочных комплексов / О.А. Сапрыкин. – Текст : непосредственный // *Вестник Московского авиационного института.* 2020. – Т.27. – № 4. – С. 48-58.

8. Красильников, С.С. Геолого-геоморфологическая характеристика приоритетных мест посадки миссии Луна-Глоб / С.С. Красильников, А.Т. Базилевский, М.А. Иванов, А.С. Красильников. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2021. – Т. 55. – № 2. – С. 99-113.

9. Эксперимент ТЕРМО-ЛР на посадочном аппарате Луна-27: изучение теплофизических, физико-механических и электромагнитных свойств лунного грунта / Е.Н. Слюта, М.Я. Маров, А.Г. Дунченко, В.Ю. Маковчук, О.В. Морозов, А.И. Назаров, В.В. Иванов, В.И. Погонин, Е.Г. Роскина, В.В. Сафронов, Н.Н. Харлов, Л.П. Таций. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2021. – Т. 55. – № 5. – С. 454-475.

10. Прибор МЕТЕОР-Л на лунном орбитальном аппарате Луна-26: детектор космической пыли/ Е.Н. Слюта, В.В. Высоккин, В.В. Иванов, В.Ю. Маковчук, А.И. Назаров, В.И. Погонин, Е.А. Роскина, В.В. Сафронов, Л.П. Таций. – Текст : непосредственный // *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы.* – 2021. – Т. 55. – № 5. – С. 444-453.

11. Ivanov, M. Geological characterization of the Venera-D landing sites / M.A. Ivanov, J.W. Head, O.Yu. Segykh, A. Simonov. – Text : direct // *The Twelfth Moscow Solar System Symposium 12M-S3. Сборник тезисов.* – 2021. – С. 106-108.

12. Ivanov, M. Criteria for the Venera-D Mission Lander Site Selection / M.A. Ivanov, J.W. Head, L.V. Zasova, O.Yu.Segykh, A. Simonov. – Text : direct //

The Twelfth Moscow Solar System Symposium 12M-S3. Сборник тезисов. – 2021. С. 109-112.

13. Head, J.W. Global geological mapping of Venus: identification of challenges&opportunities for future Venus mapping / J.W. Head, M.A. Ivanov. – Text : direct // The Twelfth Moscow Solar System Symposium 12M-S3. Сборник тезисов. – 2021. – С. 146-149.

14. Marov M. Ya., Slyuta E.N. Early steps toward the Lunar base deployment: Some prospects / Marov M. Ya., Slyuta E.N. – Text : direct // Acta Astronautica, 2021, V. 181. P. 28-39.

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:**

**доказана** актуальность темы исследования по разработке комплексной методики проектирования маневренного посадочного аппарата (ПА) на поверхность Венеры;

**проведен анализ:** ПА, осуществивших посадку на Венеру, а также различных вариантов аэродинамических форм ПА на основе многокритериальных параметров и оценок;

**разработана** методика, позволяющая на основе структурно-параметрического анализа его характеристик выбрать наиболее рациональную форму ПА на начальных этапах проектирования;

**разработаны** программно-вычислительные комплексы для проведения требуемых оперативных проектных расчетов;

**предложен** методический подход при проектировании ПА, учитывающий в совокупности аэродинамический, баллистический и тепловой расчеты спуска ПА на поверхность Венеры и позволяющий оптимизировать форму ПА по таким критериям как минимальная перегрузка, действующая на аппарат в процессе спуска в атмосфере, и максимальная широта охвата посадочных зон;

**предложено и обосновано** оригинальное решение – использовать посадочный аппарат класса «несущий корпус» для маневренного спуска в атмосфере и посадки в заданный район поверхности Венеры;

**установлено** увеличение диапазона достижимых районов посадки на поверхности без необходимости переноса даты запуска и без снижения массы полезной нагрузки, уменьшение действующих на аппарат в процессе спуска в атмосфере перегрузок, а соответственно, и на научную аппаратуру, а также увеличение числа проводимых исследований в атмосфере за счет использования аппарата класса «несущий корпус»;

**новые понятия** не вводились.

**Теоретическая значимость исследования** обосновывается тем, что, с использованием комплексного системного подхода к проектированию ПА на основе современных инженерных методик по расчету аэродинамических характеристик, баллистических и тепловых режимов ПА, существует возможность подтвердить проектные решения, принимаемые на начальных стадиях разработки сложных технических систем, в том числе посадочных аппаратов. Значимость для теории состоит также в развитии научно-методического аппарата системного проектирования маневрирующих ПА.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что** разработанная методика позволяет значительно сократить временные затраты при проектировании ПА на этапе проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Рассмотренная в диссертации методика и разработанные программно-вычислительные комплексы используются в ходе работ по теме «Венера-Д» на АО «НПО Лавочкина», а также были применены в рамках научно-исследовательских работ «Раунд-2021», при модернизации специального программного обеспечения баллистического центра наземного автоматизированного комплекса управления ГИКЦ МО РФ им. Г.С. Титова в части использования научно-методического аппарата по расчету аэродинамических характеристик и при расчете траекторий спуска с указанием достижимых районов посадки космического корабля «Союз-МС-17» в ГИКЦ МО РФ им. Г.С. Титова.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:**

- **достоверность** научных результатов и выводов подтверждается корректным использованием математических методов, сравнением получаемых результатов с известными решениями в данной области, а также четкой формулировкой допущений и условий, в рамках которых проводились расчеты и были получены основные результаты.

- основные положения и результаты **опубликованы** в рецензируемых научных журналах и **доложены** 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 молодёжном 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.).

**Личный вклад соискателя состоит в следующем:** обобщены результаты научно-технических работ в области проектирования и практический опыт предприятий ракетно-космической отрасли; разработана комплексная методика проектирования маневренного посадочного аппарата, позволяющая проводить оперативный проектно-конструкторский анализ для осуществления выбора наиболее рациональной формы ПА и его характеристик; разработаны программно-вычислительные комплексы для проведения требуемых проектных расчетов; подготовлено значительное число публикаций по проведенному исследованию.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания и вопросы:

1. Среди траекторий спуска ПА типа «несущий корпус» автором рассмотрены и такие, которые подразумевают несколько погружений в атмосферу Венеры. В этой связи было бы целесообразно рассмотреть возможность манёвра выхода ПА на орбиту планеты за счёт аэродинамического захвата с последующей посадкой в заданном районе. Вероятно, подобный подход, несмотря на некоторое увеличение массы ПА, позволил бы в ещё большей степени расширить область поверхности, доступной для посадки. Желательно также рассмотреть возможность управления ПА не только по крену, но и по углу тангажа.

2. Использование термина «ньютонианская теория обтекания» вместо исходного и общепринятого в отечественной научной и учебной литературе термина «теория обтекания Ньютона» представляется не обоснованным.

3. Не приведена используемая при расчетах модель атмосферы Венеры и не до конца ясно, учитывается ли при проектировании ПА химически активные газы в составе атмосферы Венеры.

4. На рисунке 4.4 начальная скорость КА, равная 11 км/с практически мгновенно уменьшается до 7 км/с. Следовало бы объяснить: действием каких физических факторов объясняется данное скачкообразное изменение скорости.

Тем более, что скорости 11 км/с и 7 км/с соответствуют значениям второй и первой космических скоростей КА в окрестности Венеры.

Соискатель Косенкова Анастасия Владимировна ответила на высказанные замечания и вопросы и привела собственную аргументацию.

1. Форма и аэродинамические характеристики посадочного аппарата позволяют осуществить такой маневр. Этот вопрос так же, как и вопрос возможности управления ПА не только по каналу крена, но и по тангажу, будет рассмотрен в дальнейших исследованиях.

2. Более общепринятым термином является «теория обтекания Ньютона», однако термин «ньютонианская теория обтекания» встречается в книге Лунёва В.В. «Гиперзвуковая аэродинамика», ссылка на которую приведена в списке литературы представленной диссертационной работы.

3. В качестве расчетной модели атмосферы Венеры на данный момент используется Коспаровская модель атмосферы Венеры VIRI-30 (Venus International Reference Atmosphere - Международная справочная атмосфера Венеры), приведенная в диссертации. Влияние кислотных осадков, наблюдающихся в верхних слоях атмосферы Венеры, не учитывалось, химически активные газы и аэрозоли атмосферы Венеры не оказывают значимого воздействия на ПА ввиду малой продолжительности воздействия и их концентрации.

4. Изменение скорости происходит интенсивно: для аппарата класса «несущий корпус» изменение скорости с 11 км/с до 7 км/с происходит за 50 секунд, а для баллистических аппаратов – за 30 секунд. Такое интенсивное изменение скорости определило и высокие перегрузки, действующие на аппарат. Подобное изменение скорости можно объяснить достаточно большими углами входа в атмосферу, при этом минимально возможный угол входа, который был выбран в работе, составляет  $-8^\circ$ . Кроме того, плотность атмосферы с уменьшением высоты также увеличивается достаточно интенсивно: за указанный промежуток времени плотность меняется от  $\sim 10^{-8}$  до  $\sim 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>.



Соискатель указала, что все высказанные замечания будут учтены в ходе проведения дальнейших исследований.

На заседании 24 февраля 2022 года диссертационный совет **принял решение:** за решение актуальной и практически значимой научно-технической задачи по разработке комплексной методики проектирования маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры, способного осуществлять управляемый спуск и посадку в требуемом районе планеты, имеющей существенное значение для развития отечественной ракетно-космической отрасли, присудить Косенковой Анастасии Владимировне учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета



Денискин Юрий Иванович

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Денискина Антонина Робертовна

24 февраля 2022 года

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

