



**НПО  
ЛАВОЧКИНА**

Акционерное общество  
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»  
(АО «НПО Лавочкина»)

Ленинградская ул., д. 24, г. Химки, Московская область, 141402, ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566  
тел.: +7 (495) 573-56-75, факс: +7 (495) 573-35-95, e-mail: npol@laspace.ru, www.laspace.ru

Учёному секретарю  
диссертационного совета 24.1.481.02  
на базе ИКИ РАН

К.Т.Н.

Воронкову С. В.

117997, г. Москва,  
ул. Профсоюзная, д. 84/32

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора — генеральный конструктор,

К.Т.Н.

А.Е. Ширшаков

2024 г.



**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации

**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 и 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Работа Зубко Владислава Александровича посвящена решению **актуальной научной задачи** построения траектории полёта к Венере, обеспечивающей доставку посадочного аппарата (ПА) практически в любую

область поверхности планеты за счёт проведения гравитационного манёвра у самой планеты. При этом расширяются возможности по исследованию атмосферы Венеры, а также малых небесных тел при пролётах мимо них на гелиоцентрическом участке полёта.

Начало использования периодических орбит, т.е. таких орбит небесного тела для которых периоды соотносятся как два простых числа (в некоторых источниках называемые «резонансными») в интересах космодинамики положено в 1960-х работами отечественных и зарубежных ученых. Успешное применение в космическом полете Маринера-2 гравитационного маневра для изменения периода гелиоцентрической орбиты послужило практической основой применения подобных схем перелета. Особое практико-теоретическое значение периодические орбиты получили при облетах спутников больших планет для сокращения затрат на маневры космических аппаратов (КА). Тенденцией последних лет является развитие применения различных схем межпланетного перелета к астероидам, Меркурию, Венере, Марсу, Юпитеру. В частности, для перспективного российского КА «Интергелиозонд» предложены межпланетные траектории, совмещенные с использованием гравитационных маневров у Венеры для увеличения гелиоцентрического наклона конечной, рабочей орбиты КА. В связи вышеизложенными обстоятельствами, задача расширения применения баллистических схем межпланетного перелета, в особенности, связанных с использованием гравитационного поля Венеры является крайне актуальной на текущий момент. Таким образом, проблема, решаемая автором в его диссертационной работе, соответствует современным направлениям развития задач прикладной небесной механики.

**Научная новизна** представленной к защите работы, заключается в разработке автором методики построения траекторий полета к Венере, позволяющих совершить посадку 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 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 безымпulseном пролете, увеличивая тем самым научный потенциал миссии в целом.

**Практическая значимость** работы диссертанта выражается в следующих положениях:

- Разработанная методика применена в проекте «Венера-Д». Показано её преимущество перед традиционными подходами. Сценарий миссии полёта к Венере, разработанный с помощью методики, принят в качестве основного сценария для одной из планируемых миссий исследования Венеры в рамках предполагаемой программы исследований (2029–2034).
- 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 ПА в заданную область на поверхности Венеры.
- Показано, что траектория полёта КА к Венере с посадкой в заданную точку её поверхности может сопровождаться одновременным пролётом малого небесного тела, при этом КА остаётся на резонансной орбите и выполняет свою основную задачу. Для сценариев миссии с запусками в 2029–2050 гг. найдены конкретные астероиды и кометы, пролёт которых может быть осуществлён при движении КА по резонансной орбите.

**Достоверность** полученных диссертантом результатов подтверждается численными расчетами, а также выбранными для исследования методами.

Также к диссертации имеются следующие **замечания**:

1. При расчёте ограничения на длительность сеанса связи между орбитальным модулем (ОМ) и посадочным аппаратом не учтено ограничение на дальность между аппаратами.
2. Привязка положения ОМ и ПА для расчёта их взаимного движения выполняется упрощённо – ОМ просто переносится в перицентр орбиты вокруг Венеры с заданной высотой перицентра, вместо «честного» расчёта движения объектов по «петлевой» схеме с фазированием для создания зоны радиовидимости заданной длительности.
3. Для расчёта суммарных затрат характеристической скорости при построении схемы маневрирования ОМ на участке подлёта к Венере и выхода на орбиту вокруг неё не учтён манёвр для перехода с подлётной траектории КА, прицеливающей ПА на вход в атмосферу, на орбиту с положительной высотой перигея, с которой далее проводится манёвр перехода ОМ на орбиту вокруг Венеры.

Вместе с тем отмеченные недостатки не снижают существенным образом качества диссертационной работы, её научной и практической значимости.

Объем публикаций автора (12 работ, из которых 10 статьи – в журналах из списка рекомендованных изданий ВАК РФ, в свою очередь 8 – в изданиях, индексируемых реферативными базами Scopus и Web of Science) а также активное участие автора в российских и международных конференциях подчеркивает верный подход автора к решению поставленной научной задачи.

Основываясь на тексте автореферата, можно заключить, что диссертационная работа Зубко Владислава Александровича является законченным и практически значимым научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научно-техническом уровне и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

(Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), 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».

Авторы дают свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата наук Зубко Владислава Александровича и их дальнейшую обработку.

Заместитель начальника  
отдела баллистики и навигации,  
кандидат технических наук



Симонов Александр Владимирович

Математик 1-ой категории  
отдела баллистики и навигации,  
кандидат технических наук



Гордиенко Евгений Сергеевич

Начальник сектора отдела  
динамики полета КА  
кандидат технических наук



Розин Петр Евгеньевич

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО "НПО Лавочкина")

Почтовый адрес: 141402, РФ, г. Химки, Московская область, Ленинградская ул., д. 24.

Телефон: +7 (495) 573-56-75

Официальный сайт: <http://www.laspace.ru/>

Электронная почта: [npol@laspace.ru](mailto:npol@laspace.ru)