

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.14

Соискатель: Калас Вячеслав Олегович

Тема диссертации: Исследование равновесия и некоторых колебаний в обобщенной задаче Ситникова

Специальность: 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 18 декабря 2015 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалифицированную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Каласу Вячеславу Олеговичу ученую степень кандидата физико-математических наук

Присутствовали:

председатель диссертационного совета

Красильников П.С.

ученый секретарь диссертационного совета

Гидаспов В.Ю.,

члены диссертационного совета:

Холостова О.В., Бардин Б.С., Галиуллин И.А., Косенко И.И., Котельников В.А., Котельников М.В., Куницын А.Л., Марков Ю.Г., Ревизников Д.Л., Скороход Е.П., Формалев В.Ф., Ципенко А.В., Чуркин В.М.

Ученый секретарь

Диссертационного совета Д 212.125.14,

к.ф.-м.н., доц.


В. Ю. Гидаспов

Ученый секретарь МАИ, к.т.н.



А. Н. Ульяшина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.14
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.12.2015 г. № 11

О присуждении Каласу Вячеславу Олеговичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование равновесия и некоторых колебаний в обобщенной задаче Ситникова» по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика» принята к защите «12» октября 2015 года, протокол № 7, диссертационным советом Д 212.125.14 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) – МАИ», 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, утвержден приказом Минобрнауки России № 760/нк от 03 декабря 2012 г.

Соискатель Калас Вячеслав Олегович 1988 года рождения, в 2011 году окончил «Московский авиационный институт (государственный технический университет)». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры «Дифференциальные уравнения» факультета «Прикладная математика и физика» Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2014 году.

По теме диссертации имеется 3 работы из перечня ВАК. Экзамены кандидатского минимума сданы с хорошим результатом. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано 13 мая 2015 года. Материалы предварительной экспертизы диссертации и все остальные документы соответствуют требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней» в полном объеме.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт» на кафедре «Дифференциальные уравнения» факультета «Прикладная математика и физика».

Научный руководитель – Красильников Павел Сергеевич, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой «Дифференциальные уравнения» факультета «Прикладная математика и физика» МАИ.

Официальные оппоненты:

1. Буров Александр Анатольевич, старший научный сотрудник по специальности «Теоретическая механика» федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), доктор физико-математических наук,
2. Кулешов Александр Сергеевич, доцент кафедры «Теоретическая механика и мехатроника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова), кандидат физико-математических наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ), г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой Теоретической и прикладной механики математико-механического факультета СПбГУ, д.ф.-м.н., профессором П.Е. Товстик и профессором кафедры Теоретической и прикладной механики математико-механического факультета СПбГУ, д.ф.-м.н. А.А. Тихоновым, указала, что диссертация носит законченный характер, выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Актуальность и своевременность данной диссертационной работы обусловлена исследованием колебаний космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации в задаче трех тел, а также анализом устойчивости и колебаний частиц пылевых облаков в системах двойных звезд. Диссертация представляет собой законченное научное исследование актуальной проблемы теоретической механики и космодинамики, в которой получены новые и важные результаты, использование которых представляется полезным для дальнейших теоретических исследований динамики и космических проектов, связанных с использованием лагранжевых точек либрации в задаче трех тел.

Замечания.

1. Вводная часть диссертации, содержащая распределение материала по главам, написана с использованием специальных терминов и обозначений, смысл которых поясняется в последующих главах диссертации и поэтому может

быть понятна лишь читателям, уже ознакомившимся с основным содержанием диссертации. Вместе с тем, фраза «Результаты исследований дублируются в разных системах координат», приведенная на с. 7, остается непонятной даже после прочтения диссертации.

2. В первой главе имеется ряд недочетов, связанных с отсутствием пояснений вводимых параметров и переменных. Например, на с. 9 не поясняется, для какой орбиты введена большая полуось a и для какого объекта введена эксцентрисическая аномалия E . Крайне неудачной выглядит и попытка присвоить единичное значение фундаментальной физической постоянной – гравитационной постоянной Ньютона f на с. 9 и на с. 56. Переход к безразмерным переменным $z_1 = z/a$, $t_1 = nt$, где $n^2 = \mu/a^3$, а также введение безразмерной величины $r_1 = r/a$, позволяет сразу получить безразмерное уравнение (1.2) без введения необоснованных предположений вроде $m_1 + m_2 = 1$ и других подобных ему.
3. При выводе уравнения (1.4) производится разложение в ряд по степеням переменной z без каких-либо пояснений относительно величины z . В этом месте недостает обоснования производимых упрощений и явного указания на цель таких упрощений, потому что в задаче Ситникова переменная z , вообще говоря, не предполагается малой.
4. Смысл кривых, показанных на рисунках 1.2 и 1.3, не пояснен в тексте, а надписи на осях не читаются, поскольку слишком мелкие.
5. Непонятно, почему автор диссертации строит границу области устойчивости в области параметров $24e$, ω^2 , меняя ω^2 от 4 до 9 (с. 18), а не от 8 до 20, что соответствовало бы пределам изменения ω^2 .
6. На рис. 1.4, 1.5 и 1.6 отсутствуют надписи на осях или подписи, поясняющие смысл откладываемых по осям величин. Сами кривые, изображенные на этих рисунках, показаны в неудачном масштабе и с низким качеством.
7. В уравнении (1.29) на с. 21 пропущена переменная z .
8. На с. 21 не обоснована корректность удержания первых сорока членов степенного ряда (1.3) в условиях приближенной модели (1.26), полученной путем линеаризации по переменной z .
9. Ввиду низкого качества рисунка 1.6 остается непонятным, сколько на нем изображено графиков и какой из них считать верхним, а какой – нижним.
10. На с. 24 неясно, какой именно интервал назван «продолжительным интервалом изменения фиктивного времени».

Отзыв обсужден и одобрен по результатам доклада, утвержден проректором по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» С.П. Туник.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован наличием публикаций в области небесной механики и устойчивости механических систем, а также их компетентностью по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Соискатель имеет 3 опубликованных научных работы в научных изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для публикации основных научных результатов диссертации.

Работы по теме диссертации (ВАК):

1. Калас В.О. Исследование резонансных колебаний в фотогравитационной задаче Ситникова // Электронный журнал «Труды МАИ». 2011, № 45.

2. Калас В.О., Красильников П.С. Исследование устойчивости равновесия в задаче Ситникова в нелинейной постановке // Нелинейная динамика. 2015, Т. 11, № 1, С. 117-126.

3. Калас В.О., Красильников П.С. Об устойчивости равновесия в задаче Ситникова // Космические исследования. 2011, Т. 49, № 6, С. 1-4.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Кулешов Александр Сергеевич (официальный оппонент)

Отзыв заверен заведующим кафедрой теоретической механики и мехатроники механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.ф.-м.н. Трещевым Д.В.

Замечания по содержанию диссертации:

1. Для получения явной зависимости эксцентрической аномалии E от эксцентриситета e используется ряд Лагранжа, однако нигде не говорится, что этот ряд сходится лишь для значений e , не превосходящих некоторое критическое значение (предел Лапласа) $e_* = 0.6627434 \dots$.
2. Обзор литературы, сделанный в начале работы, следовало бы сделать более подробным, упомянув в нем, например, результаты В.В. Сидоренко, касающиеся исследования устойчивости периодических движений в задаче Ситникова.
3. В тексте работы (Глава 4) упомянуто, что уравнения (4.22) допускают неавтономный первый интеграл. Автору следовало бы указать его в явном виде.

4. При наборе текста диссертации автором было допущено некоторое количество опечаток – как грамматических, так и опечаток в формулах и номерах формул.

Буров Александр Анатольевич (официальный оппонент)

Отзыв заверен ученым секретарем ФИЦ ИУ РАН, д.т.н Захаровым В.Н.

Замечания по содержанию диссертации:

1. Автор справедливо замечает, что по теме диссертации после классических работ Ситникова и Алексева появилось множество работ, посвященных различным аспектам исследования задачи Ситникова, и их более или менее полный обзор, вообще говоря, затруднителен. Вместе с тем, в их число входят работы по бифуркациям, частично цитируемые автором. Поскольку, как известно, бифуркации тесно связаны с изменением свойств устойчивости, анализ этих работ заслуживает особого внимания. Так, например, в цитируемой работе [8] аналитически и численно изучается ветвление решений. В частности, ветвления решений от равновесия обнаружены при некоторых значениях эксцентриситета (фигура 3). Эти значения следовало бы сопоставить со значениями e_1 и e_2 , найденными в диссертации. Похожие проблемы изучались в диссертации Acevedo Andrés Mauricio Rivera. Bifurcación de soluciones periódicas en el problema de Sitnikov // Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Departamento de Matemática Aplicada. Granada-Espana. 2012. 136 p., доступной в интернете. В ней обсуждаются, в частности, периодические решения, ответвляющиеся от равновесия при $e=0,5444689$, задающем первые семь знаков найденного автором числа e_1 . Как следует из текста A.M.R. Acevedo, эта величина ранее была найдена в Martinez-Alfaro J., Chiralt C. Invariant rotational curves in Sitnikov's problem // Cel. Mech. and Dyn. Astr. 1993. Vol. 55. P. 351-367. Заметим, что в тексте A.M.R. Acevedo в порядке изучения ответвляющихся периодических решений (со ссылкой на ту же работу) присутствует значение эксцентриситета $e=0,944769799$, имеющееся у автора в таблице на стр. 26.
2. Было бы интересно посмотреть на анонсированный автором «неавтономный первый интеграл» уравнений (4.22).
3. При оформлении работы допущены некоторые небрежности. Например, на рис. 1.4 не проставлены обозначения осей, что затруднило обнаружение на нем анонсированной «картины, качественно совпадающей с диаграммой Айнса - Стретта». Обнаружено несущественное количество опечаток.

Отзыв составлен В.А. Самсоновым, главным научным сотрудником НИИ механики МГУ, д.ф.-м.н., профессором.

По автореферату имеется следующее замечание:

1. Список литературы по теме диссертации далеко не полон.
2. Исследование в третьей главе можно было провести более полно, исследуя особые точки кривой следа матрицы монодромии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие результаты:

- получены условия устойчивости тривиального равновесия в первом приближении на основе регуляризации линейных уравнений движения и последующего вычисления следа a матрицы монодромии. Показано, что в классической задаче Ситникова равновесие устойчиво при почти всех значениях эксцентриситета e из интервала от нуля до единицы. Неустойчивость имеет место на дискретном множестве значений эксцентриситета, когда мультипликаторы являются кратными (с непростыми элементарными делителями), при этом $e = 1$ является точкой сгущения этого множества.
- на основе метода точечных отображений получены условия устойчивости в нелинейной постановке. Показано, что устойчивость по первому приближению сохраняется в полной системе для всех значений эксцентриситета из интервала от нуля до единицы за исключением дискретного множества значений e , отвечающих случаю кратных мультипликаторов. Устойчивость равновесия сохраняется для первого значения эксцентриситета из этого множества, второе значение нейтрально в нелинейном приближении (вычисления показывают, что имеет место вырождение условий теоремы об устойчивости). Следует отметить существование малых областей, для которых значения следа матрицы монодромии меньше минус двух, на которых положение равновесия неустойчиво.
- для фотогравитационной задачи Ситникова показано влияние коэффициента редукции q на вид функции, представляющей собой половину следа матрицы монодромии. Сделаны выводы об изменении областей эксцентриситета, отвечающих зонам устойчивости в линейном и нелинейном приближении.
- в дополнение к выводам об устойчивости в линейном приближении сделан вывод о неустойчивости тривиального положения равновесия при выполнении условия, когда половина следа матрицы монодромии меньше минус единицы, в строгой нелинейной постановке задачи.
- с помощью метода точечных отображений доказана устойчивость по Ляпунову тривиального равновесия для всех значений эксцентриситета e из интервала от

нуля до единицы за исключением значений e , соответствующих строгому равенству единице модуля половины следа матрицы монодромии и областей, для которых половина следа матрицы монодромии строго меньше минус единицы.

- методом усреднения исследованы резонансные колебания пассивно-гравитирующей массы как при строгом резонансе, так и в окрестности резонанса: выведены усредненные уравнения, показано, что они допускают первый интеграл, построен фазовый портрет колебаний в окрестности резонанса (и при строгом резонансе). Результаты исследований дублируются в разных системах координат.

Теоретическая значимость проведенных исследований обоснована тем, что:

- В работе представлен качественный анализ устойчивости положения тривиального равновесия в обобщенной задаче Ситникова. Основным результатом является наличие областей устойчивости по эксцентриситету, при которых равновесие является устойчивым как в линейном приближении, так и в строгой нелинейной постановке.

- Для исследований эффективно используется метод точечных отображений, который существенно проще классических методов нормализации.

- Проведены исследования устойчивости для фотогравитационной задачи Ситникова, показано влияние коэффициента редукции на вид функций, по которым делается заключение о зонах устойчивости в линейном и нелинейном приближении.

- Исследованы резонансные колебания пассивно-гравитирующей массы как при строгом резонансе, так и в окрестности резонанса.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Задача космической динамики, предполагающая создание орбитальных станций в точках либрации системы трех гравитирующих тел (два массивных тела и пассивно гравитирующий спутник), требует исследования устойчивости равновесия спутника в точках либрации и анализа его нелинейных колебаний в окрестности этих точек. Поэтому исследование равновесия в задаче трех тел (два притягивающих тела имеют одинаковую массу), является актуальной задачей в динамике спутников.

- Полученный теоретический результат для обобщенной задачи Ситникова, когда учитывается световое давление со стороны притягивающих тел (звезд), объясняет возможное скопление пылевых частиц между двумя одинаковыми по массе и излучению звездами, где частицы подвержены влиянию как сил светового давления (парусный эффект), так и сил гравитации.


Личный вклад соискателя состоит в получении условий устойчивости положения равновесия задачи Ситникова как в линейной, так и в нелинейной постановке. При этом используется новая техника метода точечных отображений, изложенная в работах А.П. Маркеева. Для задачи линейного приближения эффективно применяется алгоритм регуляризации уравнений движения для возможности исследования окрестности особой точки. После ввода коэффициента редукции получены условия устойчивости для фотогравитационной задачи Ситникова, показан характер изменений поведения функции следа матрицы монодромии в зависимости от значения коэффициента редукции. Исследованы колебания как в окрестности резонанса, так и при строгом резонансе. Эффективно использованы методы усреднения. Получены условия параметрического резонанса и построены фазовые портреты колебаний.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалифицированную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

На заседании «18» декабря 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Каласу В.О. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика», участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Зам. председателя
Диссертационного совета Д 212.125.14,
д.ф.-м.н., профессор

 О.В. Холостова

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 212.125.14,
к.ф.-м.н., доц.

 В. Ю. Гидаспов

Ученый секретарь МАИ, к.т.н.


 А.Н. Ульяшина

18.12.2015