

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)

Юридический адрес: 117303, г. Москва,
ул. Керченская, дом 1А, корпус 1
Почтовый адрес: 141700, Московская обл.,
г. Долгопрудный, Институтский переулок, дом 9
Тел.: +7 (495) 408-42-54, факс: +7 (495) 408-68-69
info@mipt.ru

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



Баган Виталий
Анатольевич

2025 г.

05.12.2025 № 26-05/13616
на № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **Максимова Бадмы Александровича**
«Методы исследования орбитальной устойчивости периодических движений
гамильтоновой системы в случаях вырождения и их приложение в динамике
твердого тела», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Максимова Бадмы Александровича посвящена исследованию орбитальной устойчивости периодических движений автономной гамильтоновой системы с двумя степенями свободы в случаях вырождения при наличии резонансов и решению задачи об орбитальной устойчивости маятниковых периодических движений тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой, главные моменты инерции которого находятся в соотношении 4:1:4. Данная тематика представляет интерес как с теоретической, так и с прикладной точек зрения. С одной стороны, общетеоретические результаты являются вкладом в развитие современных аналитических методов исследования орбитальной устойчивости. С другой стороны, результаты исследований в этой области могут иметь и практическое значение. Так, например, полученные качественные результаты могут представлять интерес для разработки математических моделей новых инженерных систем, для разработки систем управления движением, а также для решения задач ориентации и стабилизации движения мобильных технических систем.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«9» 12 2025

В данной диссертационной работе получены достаточные условия орбитальной устойчивости и неустойчивости периодических движений автономной гамильтоновой системы с двумя степенями свободы в вырожденных случаях, когда для анализа необходимо учитывать члены не ниже шестого порядка в разложении функции Гамильтона в окрестности периодического решения, при наличии резонансов первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков. Получено строгое решение задачи об орбитальной устойчивости маятниковых периодических движений тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой, главные моменты инерции которого находятся в соотношении 4:1:4.

Общая характеристика диссертационной работы по главам

Диссертация Б.А. Максимова состоит из введения, трех глав, заключения, приложения и списка использованной литературы, содержащего 98 наименований. Общий объем диссертации составляет 100 страниц.

Во введении обоснована актуальность, а также теоретическая и практическая значимость темы диссертационного исследования. Дан достаточно подробный обзор современного состояния исследований в рассматриваемой предметной области. Сформулированы цели и задачи исследования. Дано краткое описание диссертации по главам.

В первой главе сформулирована постановка задачи, а также дано описание общей методики исследования орбитальной устойчивости периодического движения автономной гамильтоновой системы с двумя степенями свободы в случаях, когда вопрос об устойчивости решается членами четвертого порядка в разложении функции Гамильтона в окрестности периодической орбиты. На основе данной методики можно свести исходную задачу об орбитальной устойчивости к задаче об устойчивости по Ляпунову тривиального положения равновесия редуцированной периодической гамильтоновой системы с одной степенью свободы, описывающей движение на уровне энергии, отвечающем невозмущенной периодической орбите. В данной главе указаны случаи, когда вопрос об устойчивости не решается на основе известных к настоящему времени достаточных условий устойчивости. Такие случаи называются случаями вырождения. Особенность этих случаев состоит в том, что для получения строгих выводов об устойчивости необходим анализ с учетом членов не ниже шестого порядка в функции Гамильтона. Исследованию данных случаев посвящена вторая глава.

Во второй главе получены значимые общетеоретические результаты об орбитальной устойчивости периодических движений в случаях вырождения. Для исследования устойчивости применялась методика, основанная на методе нормальных форм и теории КАМ. Были получены достаточные условия

орбитальной устойчивости и неустойчивости в случаях вырождения при наличии резонансов первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков. Результаты сформулированы в виде теорем. Следует отметить важность проведенного соискателем аналитического исследования, так как эти результаты позволили обосновать применение методики, описанной в Главе 1, для случаев вырождения при наличии резонансов. В частности, показано, что в рассматриваемых вырожденных случаях исходную задачу об орбитальной устойчивости также можно свести к задаче об устойчивости по Ляпунову тривиального положения равновесия редуцированной системы.

В третьей главе проведено исследование орбитальной устойчивости маятниковых периодических движений тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой, главные моменты инерции которого находятся в соотношении 4:1:4. Показано, что маятниковые вращения всюду орбитально неустойчивы. Маятниковые колебания могут быть как орбитально устойчивыми, так и орбитально неустойчивыми. В диссертации для всех допустимых значений параметров задачи были получены строгие выводы об орбитальной устойчивости или неустойчивости. Результаты проведенного исследования проиллюстрированы на диаграмме устойчивости, построенной в плоскости параметров задачи. Особо следует отметить, что были найдены значения параметров, отвечающие резонансным случаям вырождения, при которых для получения строгих выводов об орбитальной устойчивости необходимо учитывать члены шестого порядка в разложении гамильтониана в окрестности периодической орбиты. Применяя результаты Главы 2, соискатель получил строгое решение задачи для данных значений параметров. В случае малых амплитуд исследование орбитальной устойчивости было проведено аналитически при помощи метода малого параметра. Это позволило получить границы областей орбитальной неустойчивости (параметрического резонанса) маятниковых колебаний в явной аналитической форме. При произвольных амплитудах эти границы были получены численно. Результаты аналитического и численного исследования полностью согласуются, что подтверждает достоверность полученных выводов об орбитальной устойчивости маятниковых колебаний.

В заключении диссертационной работы приведены основные результаты и выводы выполненного исследования.

Научная новизна результатов и выводов

Научная новизна результатов и выводов, полученных автором, заключается в следующем:

Сформулированы и доказаны теоремы об орбитальной устойчивости периодических движений автономной гамильтоновой системы с двумя

степенями свободы в вырожденных случаях при наличии резонансов первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков.

Обоснована возможность сведения задачи об орбитальной устойчивости периодических движений автономной гамильтоновой системы в случаях вырождения к задаче об устойчивости по Ляпунову тривиального положения равновесия редуцированной системы, описывающей движение на уровне энергии, отвечающем невозмущенной периодической орбите.

Проведено численно-аналитическое исследование орбитальной устойчивости маятниковых периодических движений тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой, главные моменты инерции которого находятся в соотношении 4:1:4. Для всех допустимых значений параметров задачи получены строгие выводы об орбитальной устойчивости.

Достоверность

Достоверность полученных результатов в диссертационной работе Максимова Б.А. обеспечивается использованием строгих математических методов, высокой точностью численных расчетов, согласованностью результатов, полученных численно, с результатами аналитического исследования.

Теоретическая значимость результатов

Теоретическая значимость результатов исследования, проведенного в диссертации Максимова Б.А., заключается в получении достаточных условий орбитальной устойчивости и неустойчивости периодических движений автономной гамильтоновой системы в случаях вырождения при наличии резонансов первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков. Также важное значение для развития методов теоретической механики имеет выполненное в диссертационной работе исследование орбитальной устойчивости маятниковых колебаний и вращений в классической задаче о движении твердого тела с одной неподвижной точкой.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что результаты, полученные в данной диссертационной работе, могут быть использованы при решении прикладных задач построения систем ориентации, стабилизации, управления движения современных мобильных устройств.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 4 работы в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, либо международной системе цитирования Scopus. Результаты проведенного исследования докладывались автором диссертационной работы на научных семинарах, российских и международных конференциях.

Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации. Диссертационное исследование полностью соответствует паспорту научной специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Замечания по диссертационной работе

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Области параметрического резонанса получены численно (Рис. 3.1) и аналитически (параграф 3.4). В диссертации указано, что результаты полностью согласуются. Этот вывод следовало подтвердить визуально, совместив результаты численного и аналитического исследования.

2. В диссертационной работе имеются опечатки в формулах. Например, на странице 26 в формулах (1.32) и (1.33) допущена опечатка вместо γ_{60} имелось в виду γ_{40} .

3. Есть неточности в используемой соискателем терминологии. В Главе 2 введено понятие вырождения четвертого порядка. Однако, в дальнейшем автор практически не использует данную терминологию.

4. Результаты диссертационной работы хорошо согласуются с известными результатами, полученными ранее для случая Горячева—Чаплыгина, который является предельным случаем для рассматриваемой в Главе 3 задачи об орбитальной устойчивости. К сожалению, соискатель не сделал акцент на это в своей работе.

5. В списке литературы встречаются по-разному отформатированные ссылки. В частности, на странице 98 в ссылке [82] указаны полные имена авторов, тогда как большинство ссылок оформлено только с указанием инициалов авторов.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на высоком научном уровне и содержит новые и значимые научные результаты.

Заключение

Диссертация Максимова Бадмы Александровича является законченной научно-исследовательской работой, которая посвящена актуальной научной проблеме. Достоверность выводов, полученных автором, не вызывает сомнений, все результаты диссертационной работы достаточно неоднократно апробированы.

Диссертационная работа Максимова Бадмы Александровича «Методы исследования орбитальной устойчивости периодических движений гамильтоновой системы в случаях вырождения и их приложение в динамике твердого тела» отвечает всем требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N. 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Максимов Бадма Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на расширенном заседании научного семинара кафедры теоретической механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», 27 ноября 2025 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой
теоретической механики,
доктор физ.-мат. наук



Соколов Сергей Викторович

Почтовый адрес: 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9.

Телефон: 8 (495) 408 78 66

Адрес электронной почты: sokolovsv@mipt.ru

Организация - место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», кафедра теоретической механики

Должность: заведующий кафедрой

Web-сайт организации: <https://mipt.ru>

Сотзаван означашен

Машев / Максимов В. А.

9.12.2025г.