

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Гаджиева Максима Магомедовича
на тему: «О движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц»
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

В диссертации М.М. Гаджиева рассматривается задача о движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке одинаковых, не взаимодействующих между собой частиц, движущихся с постоянной скоростью в направлении, неизменном в абсолютном пространстве. Задача о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой, поставленная ещё в XVIII веке Ж. Даламбером и Л. Эйлером, по-прежнему привлекает внимание ученых, что обусловлено как большим теоретическим интересом, так и практической значимостью полученных результатов (абсолютно твердое тело – одна из наиболее распространённых в прикладных задачах моделей реальных технических конструкций). Это обстоятельство подчеркивает актуальность выбранной темы диссертации.

К настоящему времени задача о движении твердого тела с неподвижной точкой получила развитие и обобщение в различных направлениях. Одной из таких задач, обобщающих классическую задачу о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой, является задача о движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. Модель взаимодействия тела с потоком частиц, используемая в работе, рассматривалась ещё В.В. Белецким при исследовании задач о движении спутника вокруг центра масс под действием аэродинамических сил и сил светового давления. В данной работе эта модель применяется в задаче о движении твердого тела с неподвижной точкой.

В первой главе диссертации дан вывод формул для главного вектора и главного момента сил, действующих на твердое тело с неподвижной точкой со стороны потока частиц. После того, как получена общая формула для момента сил, рассматриваются частные случаи, когда тело, находящееся в потоке частиц, ограничено поверхностью сферы, эллипсоида, центрально – симметричной поверхностью, а также поверхностью вращения. Для всех этих частных случаев указывается явное

выражение для момента сил. Получены уравнения движения твердого тела с неподвижной точкой под действием момента данной структуры. Указаны случаи, когда система уравнений движения будет полностью интегрируемой. Соответствующие случаи являются аналогами случаев Эйлера, Лагранжа и Гесса в классической задаче о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой.

Во второй главе диссертации рассматривается задача о движении динамически несимметричного твердого тела с неподвижной точкой, ограниченного поверхностью эллипсоида вращения. Показано, что в этом случае уравнения движения тела могут быть записаны в форме уравнений Гамильтона. Получено выражение для функции Гамильтона данной системы. Следуя подходу, предложенному в работах В.В. Козлова и С.Л. Зиглина, доказана неинтегрируемость задачи о движении в потоке частиц динамически несимметричного твердого тела с неподвижной точкой, ограниченного поверхностью эллипсоида вращения.

В третьей главе диссертации рассматривается задача о движении динамически симметричного тела с неподвижной точкой, ограниченного поверхностью эллипсоида вращения. Предполагается, что центр эллипсоида вращения, ограничивающего твердое тело, принадлежит экваториальной плоскости эллипсоида инерции, построенного для неподвижной точки. Доказано, что не существует случая интегрируемости уравнений движения тела с неподвижной точкой в потоке частиц, аналогичного случаю С.В. Ковалевской, если эллипсоид вращения, ограничивающий твердое тело, не является шаром.

В четвертой главе диссертации изучается устойчивость перманентных вращений твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. Путем анализа корней характеристического уравнения линеаризованных уравнений возмущенного движения тела, получены необходимые условия устойчивости перманентных вращений динамически несимметричного твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. С помощью теории Рауса – Сальвадори механических систем с известными первыми интегралами, получены необходимые и достаточные условия устойчивости перманентных вращений динамически симметричного твердого тела с

неподвижной точкой, ограниченного поверхностью вращения, ось симметрии которой совпадает с осью динамической симметрии твердого тела.

Пятая глава диссертации посвящена исследованию устойчивости регулярных прецессий динамически симметричного твердого тела с неподвижной точкой, находящегося в потоке частиц. Предполагается, что тело ограничено поверхностью эллипсоида вращения, ось симметрии которого совпадает с осью динамической симметрии твердого тела. Получены условия на параметры задачи, при выполнении которых все регулярные прецессии тела, если они существуют, являются устойчивыми. Все полученные аналитические выводы подтверждаются серией бифуркационных диаграмм.

Последняя, шестая глава диссертации посвящена исследованию интегрируемого случая Гесса в задаче о движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. Для того чтобы исследовать случай Гесса в рассматриваемой задаче, уравнения движения твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц записаны в специальной системе координат, введившейся ранее П.В. Харламовым для исследования классического случая Гесса. Показано что, как и в классической задаче о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой, исследование случая Гесса сводится к нахождению общего решения некоторого линейного дифференциального уравнения второго порядка. Если постоянная интеграла площадей равна нулю, то удастся найти общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения. В этом случае уравнения движения твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц могут быть проинтегрированы в квадратурах.

Таким образом, по содержанию диссертация разбивается на три части, имеющих примерно одинаковый объем: модель (гл.1), интегрируемость и неинтегрируемость (гл. 2-3, гл.6), стационарные движения (гл.4-5). В ней развиваются исследования, проводимые на кафедре Теоретическая механика и мехатроника по твердому телу. На этом пути получены новые интересные результаты.

При чтении рукописи возникли замечания.

1. В работе изучается вращение тела с неподвижной точкой в (световом) потоке. Для полноты постановки задачи само тело необходимо поместить на гелиоцентрическую орбиту и оценить действие гравитационного момента и момента светового давления на вращение тела на орбите.
2. Необходимые условия существования первого интеграла (утверждение 3.1.1) можно принять с уточнением: «по укороченному до членов четвертого порядка гамильтониана».
3. В перечень результатов можно было бы включить результаты первой главы по обтеканию разных тел.
4. В списке литературы отсутствуют работы В.В. Румянцева, Е.И. Харламовой (приведение к уравнению второго порядка), R.C Flanagan и V.J. Modi (вращение спутника под действием гравитационного притяжения и солнечного давления), В.Н. Рубановского (устойчивость и бифуркация стационарных движений твердого тела), О.В. Холостовой (устойчивость конуса Штауде в общем случае) и др., имеющие прямое отношение к диссертации. Обзор И.Н. Гашененко, Г. В. Горра А.М. Ковалева по тяжелому твердому телу (2012г) был бы полезен при выполнении исследования.
5. Первый абзац каждого параграфа оформлен без красной строки. Замечены и другие незначительные редакционные погрешности (описки, неудачные выражения и т.д).

Указанные недостатки не влияют на оценку диссертационного исследования в целом. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой

степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Считаю, что соискатель Гаджиев Максим Магомедович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник лаборатории 16 «Нелинейных систем управления им. Е.С. Пятницкого» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук

Тхай Валентин Николаевич

Контактные данные:

Адрес места работы:

117997, ГСП-7, г. Москва, Профсоюзная, 65
ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, лаборатория 16 «Нелинейных систем управления им. Е.С. Пятницкого»
Тел.: +7 495 198-17-20, доб. 1309; e-mail: Tkhaivn@yandex.ru