

**ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Скрипкина Антона Денисовича
на тему: «О движении гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса»
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

Нахождение случаев существования точных решений дифференциальных уравнений движения различных механических систем и описание движения в этих случаях всегда было и остается актуальной задачей как теоретической механики, так и общей теории дифференциальных уравнений и теории динамических систем. Диссертационная работа А.Д. Скрипкина посвящена нахождению условий интегрируемости в явном виде в лиувиллевых функциях уравнений движения тяжелого гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса-Сретенского. Предполагается, что помимо силы тяжести на гиростат действуют также силы другой природы, а именно гироскопические и циркулярно-гироскопические силы. Такие силы и моменты сил могут возникать в результате действия силы Лоренца при вращении заряженного твердого тела, помещенного в однородное магнитное поле или при вращении ферромагнитного тела в однородном магнитном поле.

В диссертации доказывается, что решение задачи сводится к нахождению общего решения некоторого линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с коэффициентами, являющимися рациональными функциями независимой переменной. В тех случаях, когда удастся найти в явном виде общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения, уравнения движения гиростата могут быть проинтегрированы в квадратурах, а описание движения гиростата сводится к анализу этих квадратур. В диссертации А.Д. Скрипкина при помощи алгоритма Ковачича находятся условия, при выполнении которых общее решение линейного дифференциального уравнения второго порядка выражается в явном виде в лиувиллевых функциях. После этого дальнейшее интегрирование задачи сводится к взятию квадратур.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 75 ссылок, а также списка иллюстраций. Общий объем работы составляет 161 страницу.

Во введении приводится обоснование актуальности выбранной темы диссертации, обосновывается научная новизна диссертации и перечисляются основные результаты, выносимые на защиту. Там же представлен обзор литературы по теме диссертации. При этом отражены основные результаты исследований движения твердого тела в случае Гесса и гиристата в случае Гесса-Сретенского. Перечислены научные конференции и семинары, на которых были апробированы основные результаты диссертации.

В первой главе диссертации исследуется задача о движении тяжелого гиристата с неподвижной точкой в случае Гесса-Сретенского. Уравнения движения гиристата записываются в специальной системе координат, позволяющей свести задачу к нахождению общего решения одного линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами, имеющими вид рациональных функций от независимой переменной. Доказано, что если общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения известно в явном виде, то задача сводится к квадратурам, а дальнейшее описание движения гиристата осуществляется с помощью анализа полученных квадратур. Путем применения к линейному дифференциальному уравнению второго порядка алгоритма Ковачича в диссертации получены условия на параметры задачи (параметры гиристата и постоянные первых интегралов), при выполнении которых общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения выражается в явном виде в классе лиувиллевых функций. Приводится краткое описание физического смысла полученных условий.

Во второй главе диссертации на основе результатов, полученных в первой главе, дано качественное описание движения тяжелого гиристата с неподвижной точкой в случае Гесса-Сретенского. С помощью найденного в первой главе в явном виде общего решения линейного дифференциального уравнения второго порядка, задача о движении тяжелого гиристата с неподвижной точкой в случае Гесса-

Сретенского приведена к квадратурам. С использованием найденных квадратур в диссертации получены уравнения подвижного и неподвижного аксоидов в задаче о движении тяжелого гиростата. При помощи метода годографов, предложенного П.В. Харламовым, движение гиростата представлено как качение подвижного аксоида по неподвижному. Описано, как на соответствующую геометрическую интерпретацию движения гиростата влияют параметры задачи, в частности – обезразмеренная постоянная интеграла энергии.

В третьей главе диссертации исследуется задача о движении гиростата с неподвижной точкой при одновременном действии силы тяжести и гироскопических сил. Момент гироскопических сил, учитываемый при движении гиростата, возникает в результате действия силы Лоренца при вращении гиростата в однородном стационарном магнитном поле. Показано, что при выполнении некоторых условий на параметры гиростата и на коэффициенты гироскопических сил, впервые указанных в работе А.А. Косова, уравнения движения гиростата допускают дополнительный частный интеграл, аналогичный классическому интегралу Гесса-Сретенского в задаче о движении тяжелого гиростата. Также, как и в первой главе, уравнения движения гиростата под действием силы тяжести и гироскопических сил записаны в специальной системе координат. Это позволило показать, что и при добавлении гироскопических сил задача о движении гиростата в случае Гесса – Сретенского сводится к нахождению общего решения одного линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с рациональными коэффициентами. С помощью алгоритма Ковачича получены условия на параметры задачи, при которых общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения второго порядка выражается в явном виде через лиувиллевы функции. Доказано, что уравнения движения гиростата приводятся к квадратурам. Рассмотрен частный случай данной задачи, когда гиростат движется в отсутствие поля силы тяжести, только под действием гироскопических сил. Показано, что в этом случае задача о движении гиростата под действием только гироскопических сил интегрируется в квадратурах, если гиростатический момент ротора, находящегося

внутри гиростата, коллинеарен радиус-вектору, проведенному из неподвижной точки в общий центр масс системы ротор плюс тело-носитель.

В последней, четвертой главе диссертации исследуется задача о движении гиростата с неподвижной точкой при одновременном действии силы тяжести, а также гироскопических и циркулярно-гироскопических сил. Рассматриваемый в данной работе момент циркулярно-гироскопических сил возникает при вращении ферромагнитного гиростата в однородном стационарном магнитном поле. Показано, что при выполнении некоторых условий на параметры гиростата и на коэффициенты гироскопических и циркулярно-гироскопических сил, впервые указанных А.А. Косовым, уравнения движения гиростата обладают дополнительным частным интегралом, который обобщает интеграл Гесса-Сретенского. Доказано, что задача о движении гиростата с неподвижной точкой при одновременном действии силы тяжести, а также гироскопических и циркулярно-гироскопических сил в случае, обобщающем случай интегрируемости Гесса-Сретенского, приводится к нахождению общего решения некоторого линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с рациональными коэффициентами. Путем применения к полученному линейному дифференциальному уравнению алгоритма Ковачича найдены условия на параметры задачи, при выполнении которых общее решение данного линейного дифференциального уравнения выражается в явном виде через лиувиллевы функции. Показано, как, зная явный вид общего решения соответствующего линейного дифференциального уравнения второго порядка, можно проинтегрировать уравнения движения задачи в квадратурах.

В заключении еще раз кратко перечисляются основные результаты диссертации, выносимые на защиту. Результаты, вынесенные на защиту, являются обоснованными, а соответствующие им научные выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, - достоверными.

В целом диссертационная работа А.Д. Скрипкина имеет существенное значение для механики. Результаты, полученные в диссертационной работе, могут служить основой для математического моделирования и последующего динамического анализа вращательного движения твердого тела относительно неподвижной точки.

Все утверждения диссертации строго обоснованы, каких-либо пробелов в доказательствах не обнаружено. Тема диссертации соответствует специальности 1.1.7 – «Теоретическая механика, динамика машин».

Диссертация написана достаточно аккуратно. Тем не менее, в качестве недостатков можно отметить, например, следующее.

1. Во введении, при описании актуальности тематики диссертации, упоминаются работы В. Гесса, П.А. Некрасова, А.М. Ковалёва, П.В. Харламова и других авторов. Но точных ссылок на эти работы нет.
2. Во введении, при описании личного вклада автора диссертации, ссылки на публикации даны не в той нумерации, в которой они приведены в списке литературы.
3. В тексте диссертации имеется некоторое количество опечаток и шероховатостей изложения. В частности, имеются опечатки в формулах. Так, например, формула на с.26

$$(yv_3 - zv_2)^2 = \left(1 - \left(h - \frac{y^2 + z^2}{2}\right)^2\right) - \left(p - B\left(h - \frac{y^2 + z^2}{2}\right)\right)^2 (y^2 + z^2)$$

ошибочна. Правильный вид этой формулы – следующий:

$$(yv_3 - zv_2)^2 = \left(1 - \left(h - \frac{y^2 + z^2}{2}\right)^2\right)(y^2 + z^2) - \left(p - B\left(h - \frac{y^2 + z^2}{2}\right)\right)^2.$$

4. На с.118 диссертации вводится параметр $\Lambda = \lambda(x_1^2 + x_2^2)$, причем параметр λ нигде в тексте диссертации не определен. По-видимому, в данном случае параметр Λ должен вычисляться по формуле $\Lambda = \frac{(x_1^2 + x_2^2)g_{12}}{x_1x_2}$.

5. На с.120 диссертации вводится новая переменная $\tilde{v}_1$, связанная со старой переменной v_1 линейным соотношением. Записанные затем на с.121 уравнения движения гиростата (4.2.8) и первые интегралы (4.2.9) должны включать в себя переменную $\tilde{v}_1$, а они включают в себя и переменную $\tilde{v}_1$, и

переменную v_1 . По-видимому, в уравнениях (4.2.8), (4.2.9) всюду вместо v_1 должно быть $\tilde{v}_1$.

Отмеченные недостатки не влияют на общее положительное впечатление о диссертационной работе и не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация представляет собой законченное научное исследование актуальной проблемы теоретической механики, в которой получены новые и важные результаты. Достоверность и строгая обоснованность полученных результатов не вызывают сомнений, а их использование представляется полезным для дальнейших теоретических исследований динамики твердого тела.

Основные результаты диссертации изложены в девяти научных работах, три из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук. Личный вклад автора диссертации подробно описан для каждой из его совместных публикаций.

Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Полученные в диссертации результаты достаточно полно апробированы. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Диссертация носит заверченный характер, выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет 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. Диссертация 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.

Таким образом, соискатель Скрипкин Антон Денисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. – «Теоретическая механика, динамика машин».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической и прикладной механики математико-механического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Тихонов Алексей Александрович

Контактные данные:

тел.: +7 (812) 363-62-33, e-mail: a.tikhonov@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
01.02.01 – «Теоретическая механика».

Адрес места работы:

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9,

СПбГУ, кафедра теоретической и прикладной механики математико-механического факультета.

Тел.: +7 (812) 363-62-33; e-mail: a.tikhonov@spbu.ru

Подпись профессора кафедры
теоретической и прикладной
механики СПбГУ А.А. Тихонова
удостоверяю: