

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Скрипкина Антона Денисовича «О движении гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7 – «Теоретическая механика, динамика машин»

Актуальность. Диссертационная работа А.Д. Скрипкина посвящена нахождению условий интегрируемости в лиувиллевых функциях задачи о движении тяжёлого гиростата с неподвижной точкой при условиях Гесса – Сретенского, а также некоторых обобщений этой задачи. Задачи динамики твёрдого тела с неподвижной точкой, а также различные обобщения этих задач (движение гиростата, движение твёрдого тела с полостями, содержащими жидкость и т.п.) традиционно привлекают внимание специалистов в области теоретической механики, что обусловлено как значительным теоретическим интересом, так и большой практической важностью получаемых результатов. Этот интерес объясняется, в первую очередь, тем, что абсолютно твёрдое тело как модель реального тела широко используется при изучении движения различных объектов (роботов, гироскопических приборов и многих других технических устройств). Поэтому тема диссертационной работы А.Д. Скрипкина представляется весьма актуальной.

Обоснованность результатов. Все представленные в диссертации результаты получены на основании строгих математических методов аналитической механики, дифференциальной алгебры, качественной теории дифференциальных уравнений и комплексного анализа. Все теоремы строго доказаны. Корректность аналитических вычислений подтверждена с помощью пакета символьных вычислений MAPLE.

Научная новизна. В диссертации полностью исследована задача о движении гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса – Сретенского. Доказано, что решение задачи приводится к интегрированию линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с рациональными коэффициентами. Получены условия, при которых решение выражается в квадратурах и указан явный вид этого решения. Полученное решение используется для полного качественного анализа движения гиростата методом годографов П.В. Харламова. Построены

подвижный и неподвижный гирографы угловой скорости тела – носителя гиростата и указаны особенности его движения в зависимости от параметров. Получены также условия интегрируемости в квадратурах задачи о движении тяжёлого гиростата с неподвижной точкой под действием гироскопических сил и задачи о движении гиростата с неподвижной точкой при одновременном действии гироскопических и циркулярно-гироскопических сил.

Теоретическая и практическая значимость представленных в работе результатов состоит в получении условий, при выполнении которых некоторые обобщения задачи о движении тяжёлого гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса – Сретенского интегрируются в лиувиллевых функциях. Работа носит теоретический характер. Полученные результаты могут быть использованы в исследованиях, связанных с интегрированием и качественным анализом в задачах о движении гиростата с неподвижной точкой и её обобщениях, проводимых в университетах и других научно – исследовательских центрах.

Краткое содержание работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 75 наименований, а также списка иллюстраций. Общий объём работы составляет 161 страницу.

Во **введении** обосновывается актуальность выбранной темы диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи работы, аргументируется научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, и перечисляются положения, выносимые на защиту. Представлен список конференций и научных семинаров, на которых результаты работы прошли апробацию. Излагается обзор литературы по теме диссертации.

В **первой главе** диссертации изучается задача о движении тяжёлого гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса – Сретенского. Уравнения движения гиростата представлены в форме уравнений Эйлера – Пуассона. Путём перехода к специальной системе координат П.В. Харламова удаётся показать, что решение данной задачи сводится к нахождению к явном виде общего решения некоторого линейного дифференциального уравнения второго порядка. Показано как, зная явный вид общего решения соответствующего линейного дифференциального уравнения,

привести задачу к квадратурам. При помощи алгоритма Ковачича получены условия на параметры задачи, при которых соответствующее уравнение имеет лиувиллевы решения, то есть решения, выражающиеся в явном виде в лиувиллевых функциях. Приведена физическая интерпретация найденных условий.

Результаты, полученные в первой главе диссертации, в дальнейшем используются во **второй главе** работы, в которой с помощью этих результатов проведён качественный анализ движения тяжелого гиростата с неподвижной точкой в случае Гесса – Сретенского. При помощи метода годографов, предложенного П.В. Харламовым, дано подробное описание качения подвижного аксоида гиростата по неподвижному в зависимости от параметров задачи и начальных условий, в частности, от значений постоянной интеграла энергии.

В **третьей главе** диссертации рассматривается задача о движении тяжёлого гиростата с неподвижной точкой при дополнительном действии гироскопических сил. Показано, что при условиях на коэффициенты гироскопических сил, сформулированных в работах А.А. Косова, уравнения движения гиростата допускают дополнительный частный интеграл, соответствующий интегралу Гесса – Сретенского в задаче о движении гиростата под действием силы тяжести. Показано также, что в рассматриваемом случае задача описания движения гиростата сводится к нахождению общего решения некоторого линейного дифференциального уравнения второго порядка с рациональными коэффициентами. При помощи алгоритма Ковачича получены условия на параметры задачи, при которых общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения второго порядка выражается через лиувиллевы функции. Показано, что в этом случае уравнения движения гиростата приводятся к квадратурам. Рассмотрен частный случай, когда гириостат движется под действием только гироскопических сил (поле тяжести отсутствует). Показано, что в этом случае уравнения движения гиростата могут быть проинтегрированы в квадратурах, если гириостатический момент коллинеарен радиусу – вектору из неподвижной точки в центр масс гириостата.

В последней, **четвёртой главе** работы рассматривается задача о движении тяжелого гиростата с неподвижной точкой при одновременном действии

гироскопических и циркулярно-гироскопических сил. Показано, что при выполнении некоторых условий на положение центра масс гиростата, и на распределение масс в нём, а также на коэффициенты гироскопических и циркулярно-гироскопических сил, уравнения движения гиростата допускают частный интеграл, обобщающий интеграл Гесса – Сретенского. Показано, что задача описания движения тяжёлого гиростата при одновременном действии гироскопических и циркулярно-гироскопических сил сводится к нахождению общего решения некоторого линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. При помощи алгоритма Ковачича получены условия на параметры задачи, при которых общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения второго порядка выражается через лиувиллевы функции. Показано, что при выполнении полученных условий уравнения движения задачи могут быть приведены к квадратурам.

В заключении ещё раз кратко сформулированы основные результаты, полученные в работе.

Замечания по работе. По тексту диссертации имеется замечание.

Во введении сказано: «В работах Н.Е. Жуковского [42] и В. Вольтерры [21] был найден интегрируемый случай уравнений движения гиростата, обобщающий случай Эйлера движения тяжелого твердого тела с неподвижной точкой.» По моему мнению, это два различных случая, о чем, в частности, говорится в книге В.В. Румянцева «Об устойчивости стационарных движений спутников». Один из этих случаев - ротор вращается относительно основного тела с постоянной угловой скоростью – как раз и рассматривается в работе. Отмечу, что такое допущение лишь кажется естественным: даже в отсутствие трения для практической его реализации требуется привод, отслеживающий ориентацию тела, причем на разных интервалах времени он должен работать либо как акселератор, либо как тормоз. Более реалистичным представляется случай Н.Е. Жуковского: ротор движется по инерции, тогда первым интегралом будет проекция его абсолютной угловой скорости на ось вращения.

Данное замечание имеет характер пожелания на будущее, оно не оказывают влияния на результаты диссертации и на общую положительную оценку, возникающую после её прочтения.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Основные ее результаты в достаточной степени опубликованы.

Работа отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к кандидатским диссертациям. Ее содержание 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. Она 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 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 механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

Иванов Александр Павлович

Контактные данные:

тел.: +, e-mail:

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

Адрес места работы:

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.

Тел.: +7 (495) 408 78 66; e-mail:

Подпись сотрудника МФТИ А.П. Иванова удостоверяю: