

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Удмуртского государственного университета
д. ист. наук, профессор
Г.В. Мерзлякова



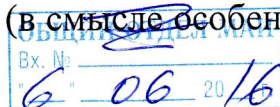
«31» мая 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Рябова Павла Евгеньевича
«Топологический анализ неклассических интегрируемых задач
динамики твердого тела», представленной к защите на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01
«Теоретическая механика» (физико-математические науки)

Проблема аналитической и топологической классификации интегрируемых гамильтоновых систем со многими степенями свободы является одной из важнейших областей теоретической механики. В рамках указанной проблемы диссертация Рябова П.Е. посвящена исследованию фазовой топологии вполне интегрируемых гамильтоновых систем с двумя и тремя степенями свободы механического происхождения и их обобщениям на системы с неклассическими полями. В связи с этим **актуальность темы диссертационной работы** Рябова П.Е. не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения и пяти глав. **Во введении** дается обоснование актуальности выбранной темы исследований, сформулированы цели и задачи, приводится обзор работ, посвященных качественным методам исследования нелинейных дифференциальных уравнений. Во введении приводится характеристика основных методов исследования диссертационной работы, таких как анализ устойчивости невырожденных (в смысле особенно-



стей) траекторий на основе определения их типа (эллиптический/ гиперболический), метод критических подсистем исследования фазовой топологии, метод ключевых множеств, классифицирующий бифуркационные диаграммы.

Первая глава диссертации посвящена топологическому анализу интегрируемого случая Ковалевской-Яхья. До настоящего времени задача о движении гиростата Ковалевской-Яхья не сведена к квадратурам. Для интегрируемого случая Ковалевской-Яхья изучены особенности интегрального отображения (отображения момента). Соответствующие решения уравнений Эйлера-Пуассона являются либо неподвижными точками (физически они отвечают равномерным вращениям тела), либо периодическими траекториями особого характера, на которых падает ранг отображения момента. Получена в явном виде бифуркационная диаграмма, с помощью которой обоснованы результаты об устойчивости периодических решений. Приведено полное описание динамики системы в окрестности особых (критических) периодических траекторий.

Во второй главе диссертации приводится описание топологии задачи о движении волчка Ковалевской в двойном поле сил. Отказ от осесимметричных сил приводит к системам с тремя степенями свободы без возможности глобального понижения порядка. На основе стратификации фазового пространства критическими подсистемами приводится классификация всех невырожденных критических точек: положений равновесия, особых периодических движений и критических двухчастотных движений. Знание типа критической точки интегрируемой системы позволило ответить на все вопросы, связанные с характером устойчивости проходящей через нее траектории.

В третьей главе для случая интегрируемости Горячева найдено явное вещественное разделение переменных, основанное на геометрическом подходе. Приведены в явном виде уравнения Абеля-Якоби с многочленом шестой степени под радикалом. Полученные аналитические формулы позволили исследовать фазовую топологию, в частности, бифуркации лиувиллевых то-

ров, а также устойчивость невырожденных (в смысле особенностей) траекторий.

В четвертой главе рассматривается интегрируемая система с тремя степенями свободы, которая описывает динамику обобщенного двухполюсного гиростата. В явном виде приведены дополнительные первые интегралы системы. Для указанного интегрируемого случая аналитически получены четыре новых инвариантных четырехмерных подмногообразия. Система уравнений, задающая одно из инвариантных подмногообразий, является обобщением инвариантных соотношений интегрируемого случая О. И. Богоявленского вращения намагниченного твердого тела в однородном гравитационном и магнитном поле. Остальные три инвариантных подмногообразия являются новыми в динамике твердого тела. Проведено описание фазовой топологии с помощью метода критических подсистем.

В пятой главе представлены результаты по исследованию фазовой топологии интегрируемой гамильтоновой системы на $e(3)$, найденной В. В. Соколовым (2001) и обобщающей случай Ковалевской. Обобщение состоит в том, что к однородному потенциальному силовому полю добавлены гироскопические силы, зависящие от конфигурационных переменных. Классифицированы относительные равновесия, вычислен их тип, определен характер устойчивости.

Научная новизна и практическая ценность работы заключается в предложенном автором методе анализа устойчивости периодических движений с точки зрения определения их типа (гиперболический или эллиптический). Особенный интерес представляют результаты, полученные для систем с тремя степенями свободы. Полученные в диссертации результаты позволяют находить явные решения и исследовать их устойчивость, что имеет важное значение для решения прикладных задач механики, в том числе робототехники и мехатроники. Результаты, изложенные в диссертации, могут быть также использованы для построения бифуркационных комплексов; анализа устойчивости критических движений; исследования фазовой топологии задач

неголономной механики, связанных с качением твердых тел, в том числе для описания динамической модели левитрона.

Несмотря на достаточно подробное и полное изложение необходимо высказать ряд замечаний по данной работе.

1. В первой главе не приведено сравнение аналитических результатов исследования устойчивости движений гиростата с другими известными общими методами, основанными на вычислении мультипликаторов, нормализующих преобразованиях Биркгофа и др.
2. В четвертой главе на стр. 301 рис. 4.9 содержит нумерацию 27 областей, однако в тексте диссертации приведена лишь одна бифуркационная диаграмма для одной области.
3. В четвертой главе приводится список положений равновесий (особенности ранга 0), однако автор не вычисляет тип этих точек, а приводит лишь предложение об их аналитической классификации.
4. В пятой главе приведены лишь примеры изоэнергетических диаграмм, хотя в одной из публикаций автора содержится полное описание всей топологии рассматриваемого интегрируемого случая Ковалевской—Соколова.
5. В пятой главе автор пишет, что при описании критического множества отображения момента имеется определенное соответствие с уравнениями для волчка Ковалевской на $so(4)^*$, полученными в работе [185]. При этом не разъяснено, какое же соответствие все-таки имелось в виду.

Указанные выше замечания не оказывают существенного влияния на положительную оценку диссертационной работы.

Основные положения и результаты работы представлены более чем в 37 публикациях, из них 25 научных статей в изданиях, рекомендованных ВАК, среди которых 12 публикаций, индексируемой международной базой цитирования **Scopus** и 10 публикаций, индексируемой международной базой

цитирования **Web of Science**. Результаты Рябова П.Е. известны научной общественности и апробированы на 18 международных конференциях.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком математическом уровне. Основные результаты являются **новыми и строго обоснованными**.

Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Рябов Павел Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

Отзыв на диссертацию составлен доктором физико-математических наук А.А. Килиным и обсужден на заседании кафедры теоретической физики ФГБОУ ВО УдГУ «26» апреля 2016 г., протокол № 3.

Профессор кафедры
теоретической физики
д.ф.-м.н.

для
СПРАВОК

Килин Александр Александрович

Почтовый адрес: 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
Телефон: +7(3412) 500-295

Адрес электронной почты: aka@rcd.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Удмуртский государственный университет»

Web-сайт организации: <http://udsu.ru/>

Заведующий кафедрой
теоретической физики
к.ф.-м.н.

для
СПРАВОК

Лебедев Владимир Геннадьевич

Почтовый адрес: 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
Телефон: +7(3412) 916-130

Адрес электронной почты: lv@udsu.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Удмуртский государственный университет»

Web-сайт организации: <http://udsu.ru/>