

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.14

**Соискатель:** Рябов Павел Евгеньевич

**Тема диссертации:** Топологический анализ неклассических интегрируемых задач динамики твердого тела

**Специальность:** 01.02.01 – Теоретическая механика

### **Решение диссертационного совета по результатам защиты:**

На заседании 24 июня 2016 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Рябову Павлу Евгеньевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

Присутствовали:

*председатель диссертационного совета*

Красильников П. С.,

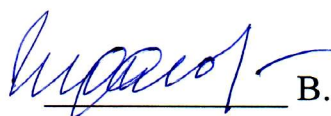
*учёный секретарь диссертационного совета*

Гидаспов В. Ю.,

*члены диссертационного совета:*

Холостова О.В., Бардин Б. С., Бишаев А.М., Косенко И.И., Котельников В.А., Котельников М.В., Куницын А.Л., Маркеев А.П., Марков Ю.Г., Ревизников Д.Л., Скороход Е.П., Формалев В.Ф., Ципенко А.В., Чуркин В.М.

Учёный секретарь диссертационного совета  
Д 212.125.14, к.ф.-м.н., доцент



В. Ю. Гидаспов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.14 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 24.06.2016 протокол № 10

О присуждении Рябову Павлу Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Топологический анализ неклассических интегрируемых задач динамики твердого тела», по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика» (физико-математические науки) принята к защите «21» марта 2016 года, протокол № 6 диссертационным советом Д 212.125.14 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, создан 02.11.2012, приказ № 714/нк.

Соискатель Рябов Павел Евгеньевич 1966 года рождения, в 1988 году окончил Волгоградский государственный университет по специальности «Математика». По окончании работал в должности ассистента и старшего преподавателя на кафедрах геометрии и анализа, теории вероятностей и оптимального управления, а также вычислительной механики ВолГУ. Затем в должности старшего научного сотрудника ИПРИМ РАН, доцента кафедры математического моделирования МГТУ им. Н.Э. Баумана, старшего научного сотрудника ИМАШ РАН.

В 1997 году Рябов П.Е. защитил диссертацию на механико-математическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова и ему была присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук.

В период подготовки диссертации с 2015 г. по настоящее время соискатель Рябов Павел Евгеньевич работает на кафедре теоретической механики МФТИ в должности старшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» МФТИ на кафедре «Теоретическая механика».

Научный консультант – главный научный сотрудник кафедры теоретической механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации, доктор физико-математических наук, Борисов Алексей Владимирович.

Официальные оппоненты:

1. Цыганов Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры вычислительной физики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного университета;
2. Лерман Лев Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского;
3. Буров Александр Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела механики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, в своем положительном заключении, подписанном профессором кафедры теоретической физики, доктором физико-математических наук, Килиным А.А. и заведующим кафедрой теоретической физики, к.ф.-м.н., Лебедевым В. Г., и утвержденном ректором Удмуртского государственного университета д. ист. наук, профессором Мерзляковой Г.В., указала, что диссертация содержит новые научные результаты, и является законченной научно-квалификационной работой.

Замечания по диссертации:

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.

Отзыв был обсужден и одобрен на заседании кафедры теоретической физики ФГБОУ ВО УдГУ «26» апреля 2016 г., протокол № 3, утвержден ректором Удмуртского государственного университета, д. ист. наук, профессором Мерзляковой Г.В.

Материалы диссертации опубликованы в 37 печатных работах, из них 21 статья в рецензируемых из перечня, рекомендованных ВАК, журналах, среди которых 11 публикаций, индексируемых международными базами Scopus и Web of Science.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

*Статьи, опубликованные в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ*

1. Kharlamov M. P., Ryabov P. E. The bifurcations of the first integrals in the case of Kowalewski-Yehia // *Regular and Chaotic Dynamics*. 1997. Vol. 2, no. 2. P. 25 – 40.
2. Рябов П. Е. Аналитическая классификация особенностей интегрируемого случая Ковалевской--Яхья // *Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки*. 2010. №4. С. 25 – 30.
3. Харламова И. И., Рябов П. Е. Электронный атлас бифуркационных диаграмм гиростата Ковалевской--Яхья // *Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки*. 2011. №2. С. 147 – 162.
4. Харламов М. П., Рябов П. Е. Диаграммы Смейла--Фоменко и грубые инварианты случая Ковалевской –Яхья // *Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки*. 2011. №4. С. 40 – 59.
5. Харламов М. П., Рябов П. Е. Сетевые диаграммы для инварианта Фоменко в интегрируемой системе с тремя степенями свободы // *Доклады Академии наук*. 2012. Т. 447, №5. С. 449 – 502.
6. Рябов П. Е., Харламов М. П. Классификация особенностей в задаче о движении волчка Ковалевской в двойном поле сил // *Математический сборник*. 2012. Т. 203, № 2. С. 111 – 142.
7. Рябов П. Е. Явное интегрирование и топология случая Д. Н. Горячева // *Доклады Академии наук*. 2011. Т. 439, № 3. С. 315 – 318.
8. Orel O. E., Ryabov P. E. Bifurcation sets in a problem on motion of a rigid body in fluid and in the generalization of this problem // *Regular & Chaotic Dynamics*. 1998. Vol. 3, no. 2. P. 82 – 93.
9. Ryabov P. E. Bifurcation sets in an integrable problem on motion of a rigid body in fluid // *Regular and Chaotic Dynamics*. 1999. Vol. 4, no. 4. P. 59 – 76.
10. Orel O. E., Ryabov P. E. Topology, bifurcations and Liouville classification of Kirchoff equations with an additional integral of fourth degree // *J. Phys. A: Math. Gen.* 2001. Vol. 34. P. 2149 – 2163.

11. Рябов П. Е. Бифуркации первых интегралов в случае Соколова // Теоретическая и математическая физика. 2003. Vol. 134, no. 2. P. 207 – 226.
12. Рябов П. Е. Фазовая топология одной неприводимой интегрируемой задачи динамики твердого тела // Теоретическая и математическая физика. 2013. Т. 176, №2. С. 205 – 221.
13. Рябов П. Е. Фазовая топология одного частного случая интегрируемости Горячева в динамике твердого тела // Математический сборник. 2014. Т. 205, №7. С. 115 – 134.
14. Ryabov P. E. New invariant relations for the generalized two-field gyrostat // Journal of Geometry and Physics. 2015. Vol. 87. P. 415 – 421.
15. Рябов П. Е., Савушкин А. Ю. Фазовая топология волчка Ковалевской--Соколова // Нелинейная динамика. 2015. Т. 11, № 2. С. 287 – 317.
16. Kharlamov M. P., Ryabov P. E., Savushkin A. Y. Topological atlas of the Kowalevski – Sokolov top // Regular and Chaotic Dynamics. 2016. Vol. 21, no. 1. P. 24 – 65.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**Цыганов Андрей Владимирович** (официальный оппонент)

Отзыв подписан профессором кафедры вычислительной физики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета», доктором физико-математических наук, Цыгановым А.В.

Замечания по диссертационной работе

1. В главах 1,3 и 5 автор исследует интегрируемые системы с двумя степенями свободы, а в главах 2 и 4 интегрируемые системы с тремя степенями свободы. Такое чередование приводит к затруднениям при восприятии материала диссертации.
2. Замечание касается недостаточно полного изложения исторической и методической части работы, а также к использованию терминологии, принятой только в этой области исследования. Например, на странице 307 “система развалилась на три подсистемы” и т.д.

**Лерман Лев Михайлович (официальный оппонент)**

Отзыв подписан профессором кафедры дифференциальных уравнений, численного и математического анализа Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», доктором физико-математических наук, профессором Лерманом Львом Михайловичем.

По содержанию диссертации Рябова П.Е. имеется ряд замечаний.

1. Диссертация недостаточно хорошо структурирована и часто выглядит как собрание отдельных глав. Хотя главы связаны единой темой и методами исследования, но нужно было сделать отдельную главу со всеми определениями, понятиями, используемыми во всем тексте. Ее отсутствие приводит к большому числу повторов, в каждой главе даются одни и те же определения, понятия и т.д.
2. Система ссылок выглядит несколько странной: автор часто ссылается не на источники, а на вторичные работы – книги, обзоры и пр. Причина этого, видимо, в том, что он недостаточно осведомлен об истории появления этих результатов. Например, вся терминология о типах особенностей заимствована из нашей работы с Уманским 1981 г., она стала общепринятой, но автор ссылается во всем только на Фоменко и его школу. Ссылка на две наши первые работы дается также не на оригиналы, а на их переводы на английский, которые появились на 7-8 лет позже, ссылок же на три основные работы в «Математическом сборнике», где впервые дана полулокальная изоэнергетическая классификация насыщенных окрестностей особенностей ранга 0 (особых точек) вообще отсутствует.
3. Терминология, используемая автором, выглядит иногда забавной: например, в формулировке теоремы 5 (стр.54) присутствуют и особые точки типа «седло-центр» и «центр-седло». Понятно, что это один и тот же тип особой точки, зачем их различать? Также постоянно по тексту употребляется как термин «интегральное отображение», так и более общепринятый «отображение момента». По-моему, было бы лучше сразу ввести и использовать один термин.

**Буров Александр Анатольевич (официальный оппонент)**

Отзыв подписан старшим научным сотрудником отдела механики Федерального государственного учреждения Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук, доктором физико-математических наук, Буровым А.А.

По работе сделано ряд замечаний.

1. В первой и последующих главах автором изучаются установившиеся, исходя из представления Лакса для рассматриваемой системы уравнений, движения. Вместе с тем, для изучения установившихся движений как правило употребляется метод Рауса, опирающийся на отыскание критических точек одного из первых интегралов, рассматриваемого как функция на совместном уровне оставшихся интегралов. В работе было бы целесообразно по крайней мере обсудить наличие и особенности соответствия получаемых разными методами результатов и те возможные выгоды при исследовании методом Рауса, которые быть может даёт знание представления Лакса для изучаемой системы.
2. Рассматриваемый автором в третьей главе случай Д.Н. Горячева вряд ли можно отнести к неклассическим случаям интегрируемости, о которых говорится в заголовке диссертации.
3. В работе обнаружено минимальное количество синтаксическими ошибок.

**Гринес Вячеслав Зигмундович (отзыв на автореферат)**

Отзыв подписан профессором кафедры фундаментальной математики НИУ ВШЭ в Нижнем Новгороде, доктором физико-математических наук, Гринесом В.З.

Следует отметить недостаток, связанный с библиографическим описанием. Так в автореферате не отражен опыт исследования топологии алгебраических систем, которыми занималась французская школа (работы Audin M., Silhol R., Dekkaki S., Lassas A., Ouazzani-Jamil M. и др.).

**Зотов Андрей Владимирович (отзыв на автореферат)**

Отзыв подписан ведущим научным сотрудником отдела теоретической физики МИАН, доктором физико-математических наук, Зотовым А.В.

Отзыв на автореферат замечаний не имеет.



### **Ошемков Андрей Александрович (отзыв на автореферат)**

Отзыв подписан профессором кафедры дифференциальной геометрии и приложений механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, доктором физико-математических наук, Ошемковым А.А.

Отзыв на автореферат замечаний не имеет.

### **Козлов Валерий Васильевич (отзыв на автореферат)**

Отзыв подписан директором Математического института им. В.А. Стеклова, академиком Козловым В.В.

Отзыв на автореферат замечаний не имеет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, их компетентностью по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **изложены** строго обоснованные результаты по аналитическим решениям и топологическому анализу интегрируемого случая Ковалевской-Яхья: представлена полная аналитическая классификация бифуркаций гиростата Ковалевской-Яхья;
- **предложено** полное исследование неприводимой системы с тремя степенями свободы, которая описывает движение волчка Ковалевской в двойном поле: приводится описание критических подсистем и бифуркационных диаграмм; дается классификация всех невырожденных критических точек – положений равновесия (невырожденных особенностей ранга 0), особых периодических движений (невырожденных особенностей ранга 1), а также критических двухчастотных движений (невырожденных особенностей ранга 2);
- **построено** явное вещественное разделение переменных в частном случае интегрируемости Горячева, основанное на геометрическом подходе к разделению переменных. Полученные аналитические формулы позволили исследовать бифуркации лиувиллевых торов;

- **получены** аналитически четыре инвариантных четырехмерных подмногообразия для обобщенного двухполевого гиростата (случай интегрируемости Соколова-Цыганова);
- **исследована** фазовая топология интегрируемой гамильтоновой системы на  $e(3)$  найденной В.В. Соколовым (2001) и обобщающей случай Ковалевской.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

- **изложен** и развит метод критических подсистем, позволяющим исследовать фазовую топологию вполне интегрируемых гамильтоновых систем с двумя и тремя степенями свободы;
- **развиты** топологические методы анализа устойчивости невырожденных (в смысле теории особенностей) периодических движений;
- **Значение для практики** полученных результатов заключается в том, что:
  - позволяет проводить исследования фазовой топологии более сложных задач динамики твердого тела в произвольном потенциальном поле, в том числе для описания динамической модели левитрона;
  - находить явные решения и исследовать их устойчивость, что имеет важное значение для решения прикладных задач механики;
  - позволяет исследовать фазовую топологию задач неголономной механики, связанных с качением твердых тел; задач о движении цилиндрического твердого тела, взаимодействующего с вихревой нитью, которые относятся к некоммутативному интегрированию;

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила:


- теоретические результаты **согласуются** с опубликованными данными по тематике диссертационного исследования;
- достоверность также подтверждается публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях. Материалы диссертации опубликованы в 37 печатных работах, из них 21 статья в рецензируемых из перечня, рекомендованных ВАК, журналах, среди которых 11 публикаций, индексируемых международными базами Scopus и Web of Science.

**Личный вклад** соискателя состоит в применении топологических методов анализа устойчивости невырожденных (в смысле теории особенностей) периодических движений, практическом построении стратификаций фазового пространства с использованием метода критических подсистем; описания глобальных топологических инвариантов в виде оснащенных изоэнергетических бифуркационных диаграмм; эффективном конструировании различных глобальных топологических инвариантов.


На заседании «24» июня 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Рябову П.Е. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика», участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

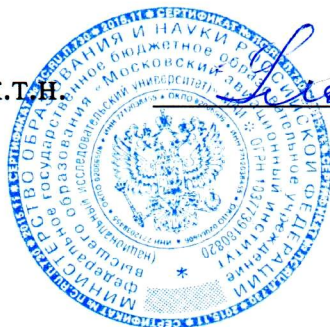
Председатель  
Диссертационного совета Д 212.125.14  
д.ф.-м.н., профессор

  
\_\_\_\_\_ П.С. Красильников

Ученый секретарь  
Диссертационного совета Д 212.125.14  
к. ф.-м.н., доцент

  
\_\_\_\_\_ В.Ю. Гидаспов

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ МАИ, к.т.н.



  
\_\_\_\_\_ А.Н. Ульяшина

24.06.2016