

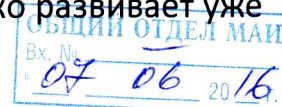
В диссертационный совет Д 212.125.14  
при Московском авиационном институте  
(национальном исследовательском университете)

### ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Рябова Павла Евгеньевича «Топологический анализ неклассических интегрируемых задач динамики твердого тела», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Представленная диссертация посвящена развитию топологических методов исследования интегрируемых гамильтоновых систем. После работы Смейла в 1972 году были разработаны различные методы топологических исследований и классификации интегрируемых гамильтоновых систем. Современные исследования в этом направлении посвящены все более тонкой топологической классификации, позволяющей идентифицировать интегрируемые системы с точностью до параметризаций фазовых траекторий. Другое развитие методов топологического анализа связано с построением и изучением свойств бифуркационных комплексов интегрируемых систем. Одновременно с этим активно развиваются методы топологического анализа, основанные на изучении критических подсистем и стратификации фазового пространства, где основные результаты получены М.П. Харламовым и П.Е. Рябовым.

Поэтому объявленная автором цель диссертационной работы: исследование фазовой топологии вполне интегрируемых гамильтоновых систем с двумя и тремя степенями свободы, несомненно, является актуальной проблемой современной теории динамических систем. Стоит отметить, что при исследовании конкретных интегрируемых систем автор не только развивает уже



известные методы исследования, но и разрабатывает новые инструменты для исследований вместе с методологией их применения. Именно использование новых методов позволило, в частности, существенно расширить круг задач, в которых стало возможно провести наиболее полный топологический анализ фазовых траекторий.

Выбранные для апробации разработанных методов системы с двумя и тремя степенями свободы являются интегрируемыми возмущениями классических интегрируемых систем в теоретической механике. Это позволяет проверить все полученные автором результаты в пределе нулевого возмущения. В то же время, каждая из исследованных задач представляет большой интерес, как с точки зрения развития теоретической механики, так и с точки зрения практического применения полученных результатов и развиваемых в диссертации методов.

Диссертация П.Е. Рябова изложена на 374 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 189 наименований.

Перейдем к изложению содержания диссертации. Первая глава диссертации, составляющая большую часть диссертации, посвящена исследованию топологии гиростата Ковалевской, интегрируемость которого была независимо открыта И.В. Комаровым и Х.М. Яхьей. Для данной системы с двумя степенями свободы представлена полная классификация бифуркаций, возникающих в особых периодических движениях, получены разделяющие значения гиростатического момента, описана топология приведенных систем и динамика системы в окрестности особых точек. Следует отметить не только способность автора к проведению детальной и тщательной классификации топологии системы с использованием современных аналитических методов исследования, но и его стремление к представлению результатов в виде содержательных и прекрасно оформленных диаграмм и таблиц.



Вторая глава диссертации посвящена изложению, исследованию и воплощению идеи о топологическом атласе неприводимых интегрируемых систем с тремя степенями свободы на примере так называемого волчка Ковалевской в двойном силовом поле. Для систем с тремя степенями свободы построение атласа сводится к построению совокупности разделяющих поверхностей и построению для каждой области оснащенной изоэнергетической диаграммы. Дальнейшее исследование и сопоставление построенных диаграмм позволяет полностью описать грубую трехмерную топологию регулярных изоэнергетических уровней. Как и ранее, в этой главе автор также представил много примеров оснащенных диаграмм различных типов, которые весьма информативны.

В третьей главе диссертации проведен топологический анализ сингулярного возмущения системы Чаплыгина, которое было построено Д.Н. Горячевым. Переменные разделения для исходной системы, найденные Чаплыгиным, остаются переменными разделениями и для возмущенной системы. Автор использует переменные разделения, совпадающие с переменными Чаплыгина с точностью до не тривиальной бирациональной замены переменных на соответствующей гиперэллиптической кривой второго рода, для исследования фазовой топологии возмущенной системы. Для данной интегрируемой системы проведена аналитическая классификация особенностей, построены бифуркационные диаграммы и грубый инвариант Фоменко. Эта глава прекрасно иллюстрирует методы топологического анализа интегрируемых систем с двумя степенями свободы, которые обсуждались автором в первой главе.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию фазовой топологии интегрируемой системы с тремя степенями свободы - интегрируемому возмущению гиростата Ковалевской в двойном поле. Как и

ранее, для описания топологии всей системы в целом используется метод критических подсистем. Для каждой из подсистем построены бифуркационные диаграммы, обнаружена весьма редкая вырожденная особенность второго ранга (ориентируемая и не ориентируемая), построен пример сетевой диаграммы, которая является аналогом многомерной сети Фоменко.

В пятой главе диссертации исследуется фазовая топология интегрируемого возмущения волчка Ковалевской, которая была предложена В.В. Соколовым. Для данной системы с двумя степенями свободы проведена полная классификация относительных равновесий и изоэнергетических многообразий приведенных систем, найдено и описано множество критических точек, построены оснащенные бифуркационные диаграммы и диаграммы Смейла-Фоменко.

Достоверность теоретических результатов работы основывается на строгих доказательствах. Результаты работы полностью воспроизводятся и находятся в хорошем соответствии с результатами, полученными другими авторами.

Замечания по диссертации сводятся к двум методическим моментам: Первое: 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 некоторым затруднениям при восприятии материала диссертации. Второе 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. Однако данные замечания не снижают общего достоинства диссертации и не влияют на положительную оценку диссертационной работы, которая в целом оставляет хорошее впечатление и своими результатами, и их представлением (визуализацией).



Диссертация Рябова П.Е. полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 — теоретическая механика, и, вне всякого сомнения, автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором впервые, своевременно опубликованы в журналах с высоким импакт-фактором, обсуждались на престижных российских и международных конференциях и получили высокую оценку специалистов. Автореферат правильно передает содержание диссертации.

Официальный оппонент,

Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры вычислительной  
физики физического факультета СПбГУ

  
А.В.Цыганов

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Почтовый адрес: 199034, г. Санкт-Петербург,  
Университетская набережная, д. 7/9,  
Тел. +7 (812) 428 – 43 - 43  
Эл.почта: [a.tsyganov@spbu.ru](mailto:a.tsyganov@spbu.ru)  
Сайт: <http://spbu.ru>

ЛИЧНУЮ ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ. НАЧАЛЬНИК  
ОТДЕЛА КАДРОВ №3  
Н.И. МАШТЕПА





**Документ подготовлен  
в порядке исполнения  
трудовых обязанностей**