

ОТЗЫВ

научного консультанта доктора физико-математических наук

Алексея Владимировича Борисова

на диссертацию Соколова Сергея Викторовича «Топологические и качественные методы анализа динамики твердого тела и идеальной жидкости», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика»

Сергей Викторович Соколов окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова в 1996 году. В 2007 в Институте энергетических проблем химической физики Российской наук им была защищена кандидатскую диссертацию на тему «Модель нелинейного дрейфа ионов в спектрометрии приращения ионной подвижности».

Позже Сергей Викторович продолжил исследования по динамике твердых тел, погруженных в идеальную жидкость, которая совершает вихревое движение. К таким типам динамических систем относятся обобщенные уравнения Кирхгофа движения твердого тела в жидкости при циркуляционном обтекании и наличии вихревых нитей. Получены результаты по нахождению и исследованию устойчивости относительных равновесий в системе цилиндрического твердого тела и вихревой нити, движущихся в поле силы тяжести. Получены интегралы движения этих систем. Построены сечения Пуанкаре. Исследована конфигурация Фёппля в поле тяжести. Введены и исследованы функции рассеяния в задаче рассеяния вихревой нити на цилиндре.

В дальнейшем Соколов С.В. продолжил исследования в области анализа фазовой топологии более сложных интегрируемых случаев динамики, в частности, с дополнительным интегралом четвертой степени. Так, ему удалось исследовать бифуркации первых интегралов и описать фазовую топологию случая интегрируемости Адлера-ван Мёрбеке. Полученные аналитические формулы позволили исследовать бифуркации торов Лиувилля, а также устойчивость критических невырожденных траекторий.

В последнее время Сергей Викторович успешно занимался описанием фазовой топологии интегрируемых систем с двумя и тремя степенями свободы механического происхождения. Найдены новые инвариантные соотношения для обобщенного двухполевого гиростата, являющегося обобщением интегрируемого случая Ковалевской, для которого А. В. Цыгановым и В. В. Соколовым было найдено

представление Лакса со спектральным параметром. Явно найдены некоторые периодические решения для одной критической подсистемы обобщенного двухполюсного гиостата. Также получены разделенные уравнения на плоскости для волчка Ковалевской в неевклидовом пространстве.

Предложенные и развиваемые в работах С.В. Соколова методы имеют большое значение для дальнейшего развития теории динамических систем, позволяют находить явные решения, строить бифуркационные комплексы для анализа устойчивости критических периодических движений, что имеет большое значение для решения прикладных задач механики, в том числе робототехники и мехатроники.

В диссертацию вошли 17 научных статей Сергея Викторовича, многие из которых индексируются международными базами цитирования Scopus и Web of Science.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, семи глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы, новизна, приводятся положения, выносимые на защиту, а также краткий обзор последующих глав.

Обзор литературы содержит обзор результатов, полученных в области топологического и качественного анализа систем, описывающих динамику твердых тел и идеальной жидкости.

В главе 1 представлены результаты, полученные для анализа динамики двух прямолинейных вихревых нитей в жидкости, заключенной внутри области, имеющей форму бесконечного кругового цилиндра, в бозе-эйнштейновском конденсате, заключенном в ловушку, и классическая задача о движении точечных вихрей в идеальной жидкости.

В главе 2 рассматривается интегрируемая гамильтонова система, описывающая движение в идеальной жидкости кругового цилиндра и вихревой нити в отсутствие силы тяжести. Рассматриваемая система представляет собой центральную проблему в теории взаимодействия твердого тела с точечными вихрями в плоской гидродинамике идеальной несжимаемой жидкости.

Глава 3 посвящена анализу движения в идеальной жидкости бесконечного кругового цилиндра, взаимодействующего с прямолинейными вихревыми нитями, при обтекании с отличной от нуля циркуляцией в поле силы тяжести. Получена гамильтонова форма уравнений, обобщающая результаты предыдущей главы на случай действия силы тяжести. Найдены новые режимы движения системы. Получены уравнения движения для цилиндра, взаимодействующего с N вихревыми нитями. Найдены первые интегралы этой системы. Гамильтонова система, описывающая

движение цилиндра и вихря, является неинтегрируемой и демонстрирует хаотический характер динамики.

В главе 4 рассмотрена задача о движении в поле силы тяжести твердого тела, обладающего формой кругового цилиндра, взаимодействующего с двумя точечными вихрями, в идеальной жидкости. Основное внимание сконцентрировано на исследовании конфигурации аналогичной задаче Фёппля: цилиндр движется в поле тяжести в сопровождении вихревой пары ($N = 2$).

В главе 5 рассмотрена еще одна задача о падении в поле силы тяжести кругового цилиндра, взаимодействующего с точечным вихрем, в идеальной жидкости. В настоящей главе циркуляция жидкости вокруг цилиндра предполагается равной нулю. Используя автономный интеграл, проведена редукция системы на одну степень свободы в ранее не рассматриваемом случае нулевой циркуляции. Показано, что при наличии вихрей и циркуляции равной нулю вертикальная координата цилиндра неограниченно убывает.

Глава 6 посвящена изложению результатов, обобщающих один из классических результатов динамики твердого тела – интегрируемый случай Ковалевской, а именно об обобщенном двухполевом гиростате и волчке Ковалевской в неевклидовом случае. Представлены результаты для явного нахождения периодических решений и определения их типа по Вильямсону и нахождении новых инвариантных соотношений для одной критической подсистемы обобщенного двухполевого гиростата. Приведено описание движения волчка Ковалевской в неевклидовом пространстве, для которого найдены уравнения Абеля–Якоби и приведены разделяющиеся переменные на плоскости.

Глава 7 посвящена изучению фазовой топологии и механической интерпретации одного интегрируемого случая на алгебре Ли $so(4)$ с дополнительным интегралом четвертой степени – случаю Адлера - ван Мёрбеке. Получены критические точки ранга 0 отображения момента, построена бифуркационная диаграмма системы, приведена возможная механическая интерпретация рассматриваемого случая. Предложен способ визуализации перестроек торов Лиувилля.

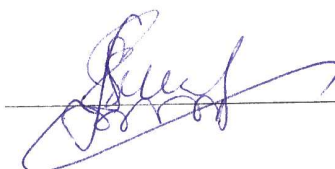
Все результаты диссертации получены автором самостоятельно. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и докладывались на многих международных научных конференциях и всероссийских семинарах.

Диссертация Соколова С. В. представляет законченную научно–квалификационную работу. Полученные новые результаты имеют важную научную и практическую значимость в области качественных и топологических методов анализа

динамических систем. Считаю, что Соколов Сергей Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика».

Научный консультант:

Доктор физико-математических наук

 А. В. Борисов

«28» 06 2018 г.

Почтовый адрес: 141700, Московская область,

г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9

Телефон: +7(495)408-4554

Адрес электронной почты: borisov@red.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации,

Физтех-школа прикладной математики и информатики,

лаборатория мехатроники и робототехники

Web-сайт: www.mipt.ru

должность: заведующий лабораторией

Подпись и сведения заверяю

Ученый секретарь МФТИ

к.ф.-м.н.



Скалько Юрий Иванович