

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Артемовой Елизаветы Марковны «Исследование динамики точечных особенностей и их влияния на движение твердого тела в идеальной жидкости», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. — «Теоретическая механика, динамика машин» в диссертационный совет 24.2.327.08 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Диссертационная работа Е. М. Артемовой посвящена исследованию движения структур точечных вихрей (вихревых решеток, вихревых цепочек) в идеальной жидкости и изучению движения кругового цилиндра (уравновешенного или неуравновешенного) в присутствии неподвижных точечных особенностей, таких как источник, вихрь или вихреисточник. В первой части работы представлена математическая модель, описывающая движение кругового цилиндра в поле неподвижной точечной особенности. Во второй и третьей рассмотрены задача о движении вихревых решеток (для 2, 3 и 4 решеток) и задача о движении вихревых цепочек в ограниченной полосе жидкости.

Актуальность темы исследования. Исследование проведено на основе общих подходов, применяемых для анализа конечномерных математических моделей теоретической механики и гидродинамики. Однако, несмотря на использование классических подходов к изучению представленных систем, данные системы ранее не рассматривались или, в случае вихревых решеток, оставались не до конца изученными в силу сложности описывающих их математических моделей. Поэтому исследование является актуальным.

Структура и содержание работы. Диссертация изложена на 109 страницах и состоит из введения, трех основных глав и заключения. Список литературы включает в себя 83 наименования.

Первая глава посвящена описанию движения кругового цилиндра в присутствии неподвижной точечной особенности. В разделе 1.1 рассматривается уравновешенный круговой цилиндр без собственной циркуляции в поле неподвижной точечной особенности. Показано, что рассматриваемая система оказывается интегрируемой, и проведен её бифуркационный анализ. В разделе 1.2 рассмотрен вопрос о движении такой системы при наличии у цилиндра собственной циркуляции. В этом случае показано, что в зависимости от вида особенности происходит качественное изменение поведения системы. При рассмотрении неподвижного вихря система остается интегрируемой, но

пропадают траектории движения цилиндра, уходящие на бесконечность. В случае неподвижного источника изучение системы сводится к исследованию системы двух неавтономных дифференциальных уравнений и дальнейший анализ был проведён преимущественно численно. В разделе 1.3 рассматривается неуровновешенный круговой профиль, анализ системы проводился с помощью построения эффективного потенциала и исследования его критических точек.

Во второй главе рассматривается движение квадратных вихревых решеток, уравнения движения представляются не через специальные функции (как в большинстве работ, по данной тематике), а с помощью рядов, исследование сходимости которых приводится. В разделе 2.1 исследуются две вихревые решетки. Показано, что такая задача является интегрируемой, а характерный вид фазового портрета не зависит от интенсивности вихрей, если это не случай вихревой пары. В разделах 2.2 и 2.3 рассматриваются задачи о движении трех и четырех (на инвариантном многообразии) вихревых решетках соответственно. В обоих случаях анализ системы проводится численно с помощью построения отображения Пуанкаре. Таким образом, показана неинтегрируемость задачи.

Третья глава посвящена исследованию вихревых цепочек в полосе или, что то же самое, движению вихрей на цилиндре конечной длины. Приводятся уравнения движения, описывающие движение вихрей, и первый интеграл. Далее подробно рассматривается случай двух вихревых цепочек, предложена процедура редукции и проводится полный бифуркационный анализ системы с указанием всевозможных типов фазовых портретов.

В заключении приведены основные результаты работы.

Новизна диссертационной работы определена полученными результатами. В диссертации Е. М. Артемовой предложена новая математическая модель, описывающая движение кругового цилиндра в присутствии точечной особенности отличной от вихря. Показана неинтегрируемость задачи о движении трех и четырех вихревых решеток, также доказано, что система двух вихрей на торе является интегрируемой. Построена модель, описывающая движение вихрей на «плоском» цилиндре конечной длины.

Достоверность результатов исследования, полученных в диссертации, обусловлена математической строгостью используемых аналитических методов теоретической механики и теории динамических систем, обоснованному выбору методов численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений и согласованию численных и аналитических расчетов.

Основные результаты опубликованы 12 статьях в научных журналах, в том числе 6 из них — в ведущих рецензируемых журналах из Перечня ВАК и приравненных к ним зарубежных, а также докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты диссертации Е. М. Артемовой носят теоретический характер и могут быть использованы в теоретической механике и гидродинамике.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации полезно упомянуть результат Н.Е. Кочина о неустойчивости вихревых цепочек Кармана на плоскости в точной нелинейной постановке в случае резонанса 1:1 (Доклады АН СССР, 1939, Т. XXIV, №1, С. 18–22). Для доказательства были привлечены слагаемые ряда Тейлора гамильтониана до четвертого порядка включительно.
2. Замечание к Рисунку 1.2 на странице 18.
 - При указанных значениях параметров $k_{cr} \approx 0.812$. Значение $k = 0.8$ на Рисунке 1.2е должно быть указано с большей точностью, так как должно выполняться условие $k > k_{cr}$.
 - Рассмотрены фазовые портреты для $k > k_{cr}$ и $k < k_{cr}$. Для полноты картины следовало бы что-то сказать о случае $k = k_{cr}$.
3. Страница 22, формула (1.25) — в числителе вместо R^2 должно быть R^4 , а в знаменателе вместо μ^3 должно быть μ^2 .
4. Страница 22. Можно получить более общие условия асимптотической устойчивости нулевого решения системы (1.27), применив к характеристическому уравнению матрицы J_f критерий Вышнеградского о необходимых и достаточных алгебраических условиях того, что все корни полинома 3-й степени имеют отрицательную вещественную часть. Находить сами собственные значения при этом нет необходимости.
5. На странице 23 можно отметить, что в случае $g_1 = 0$ и $Re\mu_{2,3} < 0$ вопрос об управляемости равновесия нелинейной системы (1.20) остается открытым, так как в рассматриваемой нелинейной задаче устойчивости имеет место критический случай простого нулевого собственного значения.
6. Страница 67. 2π -периодичность функции в левой части (2.10) неочевидна, следует сослаться на работу [62], где этот факт установлен.
7. На странице 81 ссылку [68] нужно заменить на [73].
8. В тексте диссертации найдено небольшое количество опечаток, перечень которых передан соискателю.

Заключение

Сделанные замечания не меняют общей положительной оценки работы. Текст автореферата соответствует тексту диссертации.

Считаю, что диссертация Артемовой Елизаветы Марковны «Исследование динамики точечных особенностей и их влияния на движение твердого тела в идеальной жидкости» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям пп. 9–11 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года (в редакции Постановлений Правительства РФ № от 21.04.2016 № 335, от 01.10.2018 № 1168), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Артемова Елизавета Марковна заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин».

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры вычислительной

математики и математической физики

Института математики, механики и

компьютерных наук им. И. И. Воровича

ФГАОУ ВО «Южный

федеральный университет»

Островская Ирина Владимировна

20.11.2024

Контактная информация:

344006, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42, ФГАОУ ВО

«Южный федеральный университет»

E-mail: ivostrovskaya@sfnedu.ru

Телефон: 8-(909)-418-59-24



Островская И.В.
Член Совета
Южного федерального университета
Мирошнич