

## Отзыв научного консультанта

о диссертации Ветчанина Евгения Владимировича

«Качественный анализ характерных особенностей поведения гидродинамических и неголономных систем с периодическими управлениями на основе конечномерных моделей»

на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

по специальности «01.02.01 – теоретическая механика».

Диссертационная работа Ветчанина Евгения Владимировича посвящена исследованию конечномерных динамических систем с периодическими управлениями, которые возникают при описании плоскопараллельного движения твердых тел в жидкости, движения тел с неподвижной точкой и качения сферических тел по плоскости.

Исследование динамики таких систем имеет важное значение при построении математических моделей движения мобильных роботов, их анализе и экспериментальной проверке, поэтому актуальность рассмотренных в диссертационной работе задач не вызывает сомнений.

Системы с периодическими управлениями имеют ряд специфических особенностей. В таких системах может возникать с одной стороны потеря устойчивости движения, с другой стороны появляется возможность стабилизировать неустойчивые движения. Кроме того, в подобных системах могут возникать сложные хаотические движения, причем как характерные для консервативных систем (стохастические слои), так и для диссипативных систем (странные аттракторы).

Диссертация состоит из шести глав, каждая из которых посвящена анализу отдельной конечномерной системы.

В первой главе рассмотрена задача о плоскопараллельном движении в жидкости гладкого профиля с внутренним ротором при наличии периодически изменяющейся циркуляции. Исследована возможность в среднем прямолинейного продвижения профиля в зависимости от параметров системы. Показано, что в системе могут возникать как регулярные, так и хаотические аттракторы. Одним из механизмов возникновения хаотических аттракторов является сценарий Фейгенбаума.

Во второй главе рассмотрена задача о плоскопараллельном движении в жидкости гладкого профиля с подвижной внутренней массой при наличии постоянной циркуляции. Построены уравнения движения, и указаны их первые интегралы. Численно исследован вопрос о возможности неограниченного самопродвижения. Показано, что при наличии вязкого трения в системе могут возникать как регулярные, так и хаотические аттракторы.

В третьей главе рассмотрена задача о плоскопараллельном движении гладкого твердого тела в жидкости под действием периодических внешних силы и момента сил. Проведено

полное аналитическое исследование движения кругового профиля. В системе обнаружен интересный эффект – асимптотическая устойчивость по части переменных, которая может иметь место в гамильтоновых системах. Исследован вопрос неинтегрируемости уравнений движения. Показано, что в системе могут возникать странные аттракторы.

В четвертой главе рассмотрена задача об устойчивости перманентных вращений и периодических движений твердого тела с неподвижной точкой, периодически изменяющимися моментами инерции и постоянным гиростатическим моментом. Показано, что устойчивые вращения могут становиться неустойчивыми при периодическом изменении моментов инерции, вследствие параметрического резонанса. Рассмотрено влияние линейного по угловым скоростям трения и постоянного внешнего момента сил на устойчивость перманентных вращений. Построены диаграммы устойчивости перманентных вращений.

В пятой главе рассмотрена задача о качении уравновешенного сферического тела с периодически изменяющимися моментами инерции и гиростатическим моментом по плоскости без проскальзывания и верчения. Выполнена численная оценка устойчивости плоскопараллельных движений системы. Продемонстрирована неконсервативность динамики, указаны механизмы возникновения хаотических аттракторов.

В шестой главе рассмотрена задача о качении неуравновешенного сферического тела по плоскости без проскальзывания и верчения под действием периодически изменяющихся моментов инерции и гиростатического момента. Выполнен анализ устойчивости верхнего положения равновесия, периодического решения, возникающего в окрестности верхнего положения равновесия под действием периодического гиростатического момента. Показано, что нижнее положение равновесия может становиться неустойчивым под действием периодических изменений моментов инерции.

В процессе совместной работы Ветчанин Е.В. проявил себя как квалифицированный специалист, способный самостоятельно решать сложные научные задачи в различных областях теоретической механики с применением аналитических и численных методов, и в частности параллельных вычислительных технологий.

Результаты диссертационной работы Ветчанина Е.В. полно и своевременно опубликованы в периодических научных изданиях, включая работы в высокорейтинговых зарубежных журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus, докладывались на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Считаю, что диссертация удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а Ветчанин Е.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности «01.02.01 – теоретическая механика».

Научный консультант,  
доктор физ.-мат. наук,  
главный научный сотрудник научно-учебной  
лаборатории «Мобильные системы» ФГБОУ ВО  
«Ижевский государственный технический  
университет им. М.Т. Калашникова»

17.12.2021



Иван Сергеевич Мамаев

426069, РФ, Ижевск, ул. Студенческая, дом 7,  
Ижевский государственный технический  
университет им. М.Т. Калашникова  
тел. 8(3412) 776055, e-mail: [mamaev@rcd.ru](mailto:mamaev@rcd.ru)

Подпись Мамаева И.С. заверяю.

и.о. ректора, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный  
технический университет им. М.Т. Калашникова»



А.В. Губерт