

### ПРОТОКОЛ № 3

Заседания диссертационного совета Д 212.125.14 от 16 февраля 2022 г.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета – д.ф.-м.н. Красильников П.С.,  
ученый секретарь совета – д.ф.-м.н. Гидаспов В.Ю.,  
члены совета: члены совета: д.ф.-м.н. Холостова О.В., д.ф.-м.н.  
Бардин Б.С., д.ф.-м.н. Бишаев А.М., д.ф.-м.н. Колесник С.А., д.ф.-м.н.  
Косенко И.И., д.т.н. Котельников В.А., д.ф.-м.н. Котельников М.В.,  
д.ф.-м.н. Ревизников Д.Л., д.ф.-м.н. Рябов П.Е., д.ф.-м.н. Формалев  
В.Ф., д.т.н. Ципенко А.В., д.т.н. Черепанов В.В.  
Всего присутствовало 14 чел.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человек.

**Повестка дня:** о приеме к защите диссертационной работы Ветчанина Евгения Владимировича на тему «Качественный анализ характерных особенностей поведения гидродинамических и неголономных систем с периодическими управлениями на основе конечномерных моделей», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика» (физико-математические науки).

**Слушали:** профессора Красильникова П.С. по диссертационной Ветчанина Евгения Владимировича на тему «Качественный анализ характерных особенностей поведения гидродинамических и неголономных систем с периодическими управлениями на основе конечномерных моделей», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика» (физико-математические науки).

Экспертная комиссия полагает:

Диссертационная работа Ветчанина Евгения Владимировича на тему «Качественный анализ характерных особенностей поведения гидродинамических и неголономных систем с периодическими управлениями на основе конечномерных моделей» является законченной научной работой, посвященной изучению динамических эффектов, возникающих при описании с помощью конечномерных моделей движения гидродинамических и неголономных систем под действием периодических управлений. Эти результаты имеют

большое значение для дальнейшего теоретической базы, лежащей в основе проектирования робототехнических систем.

- Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ.
- Результаты диссертации являются оригинальными и научно обоснованными. Теоретическая значимость работы заключается в достаточно подробном исследовании широкого круга конечномерных динамических систем с периодическими управлениями.
- Прикладное значение результатов исследования заключается в возможности их использования при проектировании сфероботов и плавающих мобильных устройств.

Результаты диссертации полностью отражены в 12 научных работах, которые опубликованы в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК при Министерстве образования и науки РФ или индексируются в международных системах цитирования Web of Science и Scopus.

- Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

Автором получены следующие результаты:

1. Исследовано плоскопараллельное движение эллиптического профиля за счет колебаний внутреннего ротора в среде с периодически изменяющейся циркуляцией и линейным по скоростям вязким трением. Показано, что в отсутствие вязкого трения и при постоянной циркуляции фазовые траектории системы и траектория движения тела являются компактными. Показано, что при наличии вязкого трения и периодически изменяющейся циркуляции возможно в среднем прямолинейное движение профиля за счет колебаний внутреннего ротора. Указаны условия, при выполнении которых данное движение реализуется для кругового профиля. Выполнен численный анализ возможности неограниченного перемещения эллиптического профиля. Показано, что в системе могут возникать странные аттракторы по сценарию

Фейгенбаума.

2. Исследовано плоскопараллельное движение эллиптического профиля в сопротивляющейся среде за счет колебаний внутренней массы. Показано, что при наличии постоянной циркуляции и в отсутствие трения поступательная и угловая скорость профиля являются ограниченными функциями времени, а движение будет совершаться в ограниченной области. Проведен качественный анализ динамики при наличии вязкого трения линейного по скоростям. Показано, что в системе могут возникать странные аттракторы.
3. Исследовано плоскопараллельное движение эллиптического профиля в жидкости за счет внешнего периодического воздействия. Изучено движение кругового профиля в отсутствие вязкого трения. Показано, что в этом случае в системе могут возникать резонансы, приводящие к неограниченному росту поступательной скорости. Обнаружено, что в случае внешнего момента с ненулевым средним значением в системе возникает асимптотическая устойчивость по части переменных. Выполнен анализ динамики эллиптического профиля в идеальной жидкости в случае, когда внешнее возмущение действует вдоль одной из главных осей тела. Показано, что при наличии вязкого трения в системе могут возникать аттракторы, как регулярные, так и хаотические.
4. Исследована устойчивость вращения твердого тела с неподвижной точкой и периодически изменяющимися моментами инерции. Показано, что анализ устойчивости перманентных вращений сводится к анализу устойчивости нулевого решения уравнения Хилла. Обнаружено, что перманентные вращения и периодические решения могут терять устойчивость вследствие параметрического резонанса. Границы областей неустойчивости на плоскости параметров построены аналитически с помощью метода гармонического баланса. Показано, что неустойчивые перманентные вращения могут быть стабилизированы при подходящем выборе амплитуды изменения моментов инерции. При наличии



вязкого трения и постоянного внешнего момента, действующего вдоль одной из главных осей инерции, сохраняется только одно перманентное вращение. В данном случае форма областей неустойчивости существенно зависит от величин коэффициентов трения.

5. Исследована устойчивость плоскопараллельных движений уравновешенного сферического тела с периодически изменяющимися моментами инерции и гиростатическим моментом. Показано, что в общем случае плоскопараллельные движения являются квазипериодическими, а их устойчивость может быть оценена численно. Показано, что в общем случае система является неконсервативной. Неконсервативность проявляется в виде существования инвариантных множеств в фазовом пространстве: предельных циклов, притягивающих торов, странных аттракторов. Показано, что странные аттракторы могут возникать через каскад бифуркаций удвоения периода или после конечного числа бифуркаций удвоения тора.
6. Исследована устойчивость положений равновесия сферического тела со смещенным центром масс, периодически изменяющимися моментами инерции и гиростатическим моментом. Показано, что с помощью периодических изменений гиростатического момента можно стабилизировать сферическое тело в окрестности верхнего положения равновесия. В этом случае будет совершаться движение близкое к прецессионному. Кроме того, показано, что нижнее положение равновесия может становиться неустойчивым в случае периодически изменяющихся моментов инерции. Указаны условия, при выполнении которых система допускает инвариантное подмногообразие, движение на котором является плоскопараллельным. Под действием периодических управлений движение на данном подмногообразии может становиться хаотическим вследствие расщепления сепаратрис.

Перечисленные результаты являются новыми.

Диссертация соответствует профилю специальности 01.02.01

«Теоретическая механика» и может быть принята к защите на заседании диссертационного совета Д 212.125.14.

**Выступили:** д.ф.-м.н. проф. Холостова О.В., д.ф.-м.н. проф. Косенко И.И.

**Постановили:** 1. Утвердить в качестве официальных оппонентов по докторской диссертации Ветчанина Евгения Владимировича следующих специалистов:

- Влахову Анастасию Владимировну, доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры прикладной механики и управления ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,
- Цыганова Андрея Владимировича, доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры вычислительной физики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
- Соколовского Михаила Абрамовича, доктора физико-математических наук, доцента, главного научного сотрудника ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук»,

2. Утвердить в качестве ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 426067, г. Ижевск, ул. им. Татьяны Барамзиной, 34.

3. Назначить дату защиты « 20 » мая 2022 г.

4. Разрешить печать автореферата диссертации на правах рукописи.

5. Утвердить список адресов рассылки автореферата диссертации.

**Результаты** За: 14,

**голосования:** Против: нет,

Воздержались: нет.

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



П.С. Красильников

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



В.Ю. Гидаспов

Т.А. Анисимова 5

