

Отзыв на автореферат диссертации Евгения Владимировича Ветчанина «Качественный анализ характерных особенностей поведения гидродинамических и неголономных систем с периодическими управлениями на основе конечномерных моделей», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01-02-01 – Теоретическая механика.

Диссертация Е.В. Ветчанина посвящена теоретическому изучению поведения твердых тел при периодических возмущениях. Возмущения могут задаваться явными зависимостями от времени сил, приложенных к телу, и их моментов или вызваться взаимодействием тела, движение которого исследуется (основного тела), с другими телами, движущимися относительно основного тела. В последнем случае возмущение носит параметрический характер. Тема диссертации актуальна в научном отношении, а также для приложений, связанных, в частности, с динамикой капсульных мобильных роботов, перемещающихся в сопротивляющихся средах за счет движения внутренних тел, взаимодействующих с корпусом робота и не взаимодействующим со средой; в этом случае корпус робота играет роль основного тела. Значительная часть диссертации посвящена движению тел в жидкости, но авторы ограничиваются приближением, позволяющим не выписывать уравнений гидродинамики и рассматривать моделируемые объекты как механические системы с конечным числом степеней свободы и пользоваться для их исследования математическим аппаратом классической механики и обыкновенных дифференциальных уравнений.

Основной материал диссертации изложен в шести главах. В первой главе изучается плоско-параллельное движение твердого тела эллиптического профиля с ротором внутри. Ось вращения ротора перпендикулярна плоскости движения, а вся система является гироскопом. Движение системы происходит в жидкости, между которой и движущимся телом действует вязкое трение. Предполагается, что собственный кинетический момент ротора и циркуляция скорости жидкости изменяются гармонически с одинаковой частотой и малыми амплитудами. Построена приближенная математическая модель, которая трактует рассматриваемую систему как систему с тремя степенями свободы. В отсутствие вязкого трения и при неизменных собственном кинетическом моменте ротора и циркуляции скорости жидкости исследована топология фазового пространства системы. Изучена эволюция движения тела кругового профиля при наличии вязкого трения и гармоническом изменении собственного кинетического момента ротора и циркуляции скорости жидкости, найдены аттракторы. Установлена возможность появления хаотических аттракторов.

Во второй главе исследовано плоско-параллельное движение в жидкости твердого тела гладкого профиля с подвижной материальной точкой внутри, движущейся относительно тела по заданному закону. Исследована эволюция движений тела в случае постоянной циркуляции скорости жидкости. Показана возможность появления хаотических аттракторов.

В третьей главе исследовано плоско-параллельное движение твердого тела эллиптического профиля в жидкости под действием периодически изменяющихся во времени внешних сил и моментов. Как и в главах 1 и 2, показана возможность появления хаотических аттракторов.

Ученый секретариат  
Физико-математический институт  
С.-Петербургского государственного университета

16 05 22

В главе 4 рассмотрено движение тела с переменным тензором инерции и сбалансированным ротором внутри. Тензор инерции тела изменяется так, что его главные центральные оси инерции относительно неподвижной точки сохраняют ориентацию, при этом два главных момента инерции изменяются гармонически с одинаковой амплитудой и частотой, а один остается неизменным. Ось вращения ротора фиксирована в системе главных осей инерции, а его кинетический момент (гиростатический момент) в этой системе постоянен. Описанная система относится к параметрически возбуждаемым системам. На систему действует внешний момент вязкого трения, линейно зависящий от угловой скорости вращения тела. Исследована устойчивость перманентных вращений в зависимости от инерционных характеристик тела, гиростатического момента ротора и параметров возбуждения. Построены области устойчивости и неустойчивости в плоскости угловая скорость – амплитуда колебаний главных моментов инерции.

В пятой главе исследовано качение по горизонтальной плоскости без скольжения и верчения твердого тела сферической формы с периодически изменяющимся тензором инерции и гиростатическим моментом, создаваемым внутренним ротором. Предполагается, что центр масс системы постоянно находится в геометрическом центре катящегося шара. Численно исследована устойчивость плоскопараллельных движений в случае, когда главные центральные моменты инерции тела и величина гиростатического момента изменяются гармонически с одинаковой частотой.

В шестой главе исследована система, отличающаяся от системы, изученной в главе 5 тем, что центр масс системы находится в фиксированной точке шара, смещенной на заданное расстояние относительно его геометрического центра.

Судя по автореферату, в диссертации на высоком научном уровне решен ряд новых актуальных и важных в научном отношении задач нелинейной механики. Полученные результаты интересны и для приложений, поскольку предлагаемые в работе модели достаточно хорошо описывают динамику ряда технических систем, например, капсульных мобильных роботов.

По тексту автореферата есть замечания.

1. В названии диссертации упоминаются гидродинамические системы. Однако в автореферате проблемы гидродинамики остаются «за кадром». При исследовании движения систем в жидкости из всех гидродинамических характеристик используется только циркуляция скорости жидкости, обтекающей твердое тело, которая предполагается заданной функцией времени (в частности, постоянной). Не вполне ясно, какое место в работе занимает «гидродинамическая составляющая».
2. В автореферате встречаются опечатки и неточные словоупотребления. На стр. 3 в последнем предложении упоминаются «колесные и гусеничные приводы» вместо «колесные и гусеничные движители». В последнем абзаце на стр. 13 написано «с одинакой частотой» вместо «с одинаковой частотой». На стр. 17 в предложении, составляющем второй абзац, написано «гамитоновыми» вместо «гамильтоновыми». На стр. 33 написано, что положение равновесия «может быть стабилизировано с помощью постоянного гиростата». Гиростатом называется механическая система, состоящая из твердой оболочки и внутренних тел, движущихся

относительно оболочки так, что геометрия масс системы (положение центра масс относительно оболочки и тензор инерции в системе координат, связанной с оболочкой) остается при движении неизменной. Постоянным может быть не гиригат, а гиригатиеский момент, т.е., кинетический момент движения внутренних тел относительно внешней оболочки.

Судя по автореферату, объем работы, ее научный уровень, используемая методика исследований, новизна и важность полученных результатов и степень их опубликованности соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК России к докторским диссертациям, а ее автор, Ветчанин Евгений Владимирович, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01-02-01 – Теоретическая механика.

Главный научный сотрудник  
ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН,  
доктор физико-математических наук,  
член-корреспондент РАН

28.04.2022

Болотник Николай Николаевич

119526, г. Москва, пр. Вернадского, д. 101, корп. 1, тел. +7 (495) 434-35-01  
E-mail: bolotnik@ipmnet.ru

Подпись Болотника Н.Н.  
заверяю:

Ученый секретарь  
ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН к.ф.-м.н.



Котов Михаил Алтаевич.