

« 20 » апреля 2015 г

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына
Российской академии наук

о диссертационной работе И.Ю. Полехина на тему
«О механических системах с неавтономными возмущениями»
(представленной на соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук по специальности
01.02.01 – «Теоретическая механика»)

Методы качественного исследования решений обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих динамику механических систем, представляют большой теоретический и прикладной интерес. В настоящей диссертационной работе применяются и развиваются топологические методы исследования дифференциальных уравнений. Безусловно, тема диссертации является актуальной.

Диссертация объемом 127 стр. состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы (88 наименований). Во введении описаны область и методы исследования, основные результаты, выносимые на защиту, дан обзор работ по теме диссертационного исследования, описано содержание работы и приведены сведения об её апробации.

В первой главе с помощью метода Важевского строго доказываются существование в механических системах движений, в которых не происходит уменьшения числа степеней свободы за счёт наложения на систему дополнительной связи в течение рассматриваемого промежутка времени («движения без падений»). Существование таких движений в некоторых системах очевидно, например, стационарные качения тяжелого диска на горизонтальной плоскости. Однако, в диссертационной работе рассматриваются более сложные механические системы с неавтономным внешним воздействием (возмущением) и с заранее не очевидной возможностью такого поведения. В частности, для задачи Куранта-Роббинса о перевёрнутом математическом маятнике при помощи рассуждений метода Важевского доказано, что по какому бы закону ни перемещалась платформа, на которой закреплена точка подвеса маятника, существует такое начальное положение маятника с нулевой начальной угловой скоростью, что маятник не упадёт на платформу в течение всего времени движения. Заданный закон движения платформы должен удовлетворять только условию непрерывности. Аналогичный результат доказан для перевёрнутого сферического математического маятника, для составной системы частица-диск, катящийся без скольжения по подвижной плоскости, которая совершает заданное плоскопараллельное движение, и для простейшей модели двухколёсного велосипеда, к колёсам которого приложены силы вязкого трения со стороны подвижной плоскости.

Во второй главе изучается наличие периодических движений «без падений» механических систем при наличии периодического неавтономного возмущения. Для доказательства существования используются методы топологической теории неподвижных точек. В задаче Куранта-Роббинса доказано существование T-периодического движения, если закон движения платформы вдоль горизонтальной прямой определяется произвольной гладкой T-периодической функцией времени. Аналогичный результат получен для перевёрнутого сферического математического маятника, закреплённого на горизонтальной плоскости, которая совершает заданные произвольно периодические колебания. При этом на массивную частицу маятника действует сила вязкого трения.

В третьей главе с помощью аналитических оценок найдены достаточные условия, которые гарантируют близость значений постоянных первых интегралов, подсчитанных на возмущённых и невозмущённых решениях систем обыкновенных дифференциальных уравнений при наличии малых неавтономных возмущений. Доказан ряд модификаций этих условий, в том числе и для гамильтоновых систем. Приведены три содержательных примера движения однородного шара без проскальзывания по вращающейся горизонтальной плоскости, в которых указанные условия конструктивно применяются. В первом примере опорная плоскость вращается с постоянной угловой скоростью, а к центру шара приложена переменная по времени горизонтально направленная возмущающая сила. Во втором примере малое неавтономное возмущение наложено на постоянную скорость вращения опорной плоскости. А в третьем возмущения вносит переменный по величине кинетический момент закреплённого в центре шара ротора. Во всех трёх примерах доказано, что при выполнении некоторых ограничений малости на возмущения координаты центра масс шара в возмущённом движении будут мало отличаться от соответствующих координат шара в невозмущённом движении, если начальные условия в обоих движениях совпадают.

Замечания по диссертации непринципиальны и касаются её оформления: отсутствие пояснений некоторых обозначений, внесение в текст необходимых теоретических сведений из литературы, которые лучше было бы поместить в Дополнении, опечатки и т.п. Вместе с тем, диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование актуальных проблем теории возмущений в механике и содержит новые интересные результаты. По теме диссертации опубликованы 5 научных статей (из них 3 в журналах ВАКовского списка), которые полно отражают основное содержание диссертации. Полученные результаты докладывались на научных конференциях и семинарах. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научных исследованиях, проводимых в МГУ им. М.В. Ломоносова, Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН, Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН и других высших учебных и научно-исследовательских учреждениях.

Считаем, что диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор *Полехин Иван Юрьевич* заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Отзыв обсужден и одобрен на семинаре сектора теории устойчивости и механики управляемых систем отдела механики ВЦ РАН 16 апреля 2015 г.

Зав. отд. механики
докт. физ.-мат. наук С.Я. Степанов
(с.т. (499)135-43-09, e-mail: stepsj@ccas.ru)

Ст. научн. сотр.
канд. физ.-мат. наук А.С. Сумбатов
(с.т. (499)135-35-90, e-mail: sumbatow@ccas.ru)

20 апреля 2015 г.