

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

**ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ**  
Российской академии наук



125040, Москва, Ленинградский пр-т, д.7, стр.1  
тел. (495)946-18-06, 946-18-02; факс: (495)946-18-03  
e-mail: iam@iam.ras.ru

" 14 " ноября 2014 г.  
Исх. № 11509/140

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИПРИМ РАН  
д.т.н., проф. Яновский Ю.Г.

14 ноября 2014 г.



**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Русских Сергея Владимировича "Динамика движения деформируемого твердого тела на упругих опорах по криволинейной поверхности", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела"

Задачи динамики твердых и деформируемых тел, связанные с их движением (скольжением или качением) по криволинейным поверхностям и направляющим, возникают во многих областях техники и жизнедеятельности человека. К этим задачам относятся: движение транспортных средств, перевозящих деформируемые (упругие, жидкие, сыпучие) материалы и людей по неровным дорогам и упругим длиннопролетным и подвесным мостам; пуск реактивных снарядов и беспилотных самолетов по направляющей балке;

трамплинный взлет самолета с палубы авианосца; взлет и посадка самолета на тонком упругом льду; пространственное движение тележек с пассажирами по криволинейным направляющим, расположенных на эстакадах («катальные горы»); движение спортивных снарядов (бобслей, санки) в криволинейных желобах; движение мотоцикла внутри сферической оболочки в цирковом аттракционе и пр.

Направляющая поверхность (или линия) и движущееся по ней тело могут считаться упругими или одно из них или оба – абсолютно жесткими; в определенных случаях какая-либо часть движущегося тела может совершать заданные относительные движения (отклонения) с целью управления траекторией движения. Контактное взаимодействие между телом и поверхностью может осуществляться в нескольких точках через посредство скользящих ползунов, колес или роликов с амортизацией с нелинейными упруговязкими двухсторонними, односторонними или устранимыми нестационарными связями.

Некоторые прикладные задачи из отмеченных выше в настоящее время решены в той или иной постановке, например, для поверхностей с малыми неровностями, при малых углах поворота тела и малых упругих деформациях в линейной постановке. Однако имеется много нерешенных задач, требующих решений в уточненной нелинейной постановке – в частности при движении тел по сильно искривленным поверхностям (направляющим кривым) с большими углами поворота.

Тема диссертации Русских С.В., посвященной разработке математических моделей и методов решения таких задач, является актуальной.

**В первой главе** диссертации сформулирована и решена в линейной постановке задача о нестационарных колебаниях установленной под углом на упругой шарнирной опоре предварительно искривленной упругой направляющей балки, по которой скользит на двух опорах под действием переменной силы тяги абсолютно жесткий реактивный снаряд. Выполнены многочисленные расчеты с анализом точности результатов и оценками влияния

различных параметров. Большое внимание уделено этапу движения после схода с балки передней опоры снаряда, когда происходит его «сваливание» по углу тангажа, которое сильно влияет на точность стрельбы.

**Во второй главе** в математически строгой постановке решена плоская нелинейная задача кинематики и динамики твердого тела, движущегося с большими углами поворота на двух колесах по заданной сильно искривленной направляющей с учетом силы тяжести и упругости колес и подвески с нелинейными характеристиками.

**В третьей главе** разработана математическая модель и получены уравнения кинематики и динамики пространственного движения двухосной тележки с расположенным на ней геометрически нелинейно деформируемым телом, катящейся на роликах с физически нелинейными контактными податливостями по двухрельсовому пространственно криволинейному полотну.

Все полученные с необходимыми обоснованиями нелинейные обыкновенные дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами для рассмотренных в диссертации задач в обобщенной и уточненной постановке для больших перемещений и углов поворота тела являются новыми и имеют научную ценность.

Достоверность полученных результатов обоснована строгостью математических формулировок задач, а также подтверждается законом сохранения энергии и сравнением с точным решением частной задачи.

Практическая значимость разработанных математических моделей и методов состоит в том, что они пригодны для решения новых реальных задач динамики деформируемых твердых тел, движущихся на упругих опорах по криволинейным поверхностям.

По диссертации имеется **замечание**:

Было бы желательно использовать общий алгоритм решения пространственной задачи, разработанной в 3-ей главе, для решения в качестве частного случая плоской задачи с целью сравнения по точности и трудоемкости

расчетов с алгоритмом точного решения плоской задачи, разработанной во 2-й главе.

В целом, диссертация Русских С.В. выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

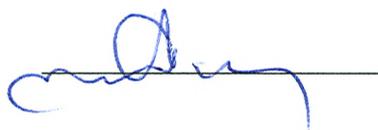
Основные результаты диссертации опубликованы в 9-ти работах, 3 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК.

Результаты диссертации и опубликованных по ее теме работ Русских С.В. могут быть использованы в практической и научной работе в следующих организациях: ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», Группа компаний «МИР», ФГБУН «ИПРИМ РАН», ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана» и др.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Русских С.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела".

Ведущий научный сотрудник ИПРИМ РАН,  
д.ф.-м.н., проф.

 (Данилин А.Н.)

Настоящий отзыв рассмотрен и утвержден Учёным советом ИПРИМ РАН:  
протокол №08/14 от 12 ноября 2014 г.

Ученый секретарь ИПРИМ РАН, к.ф.-м.н.

  (Карнет Ю.Н.)