

**ЗАСЕДАНИЯ СЕМИНАРА
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МГУ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕТРИИ И МЕХАНИКИ»
ИМ. ПРОФ. В. В. ТРОФИМОВА
ПОД РУКОВОДСТВОМ С. А. АГАФОНОВА,
Д. В. ГЕОРГИЕВСКОГО И М. В. ШАМОЛИНА**

© 2016 г. Д. В. ГЕОРГИЕВСКИЙ, М. В. ШАМОЛИН

ЗАСЕДАНИЕ 306 (14 февраля 2014 г.)

М. В. Шамолин.

Динамика систем на расслоениях к многомерной сфере.

Во многих задачах многомерной динамики возникают механические системы, пространствами положений которых являются сферы конечной размерности. Соответственно, фазовыми пространствами таких систем становятся касательные расслоения к сферам. Так, например, физический маятник на цилиндрическом шарнире в плоскопараллельном силовом поле может быть рассмотрен на своем фазовом цилиндре, а изучение пространственного (трехмерного) маятника на сферическом шарнире приводит к динамической системе на касательном расслоении к двумерной сфере. Рассматриваемые ранее автором задачи из динамики n -мерного твердого тела в неконсервативном силовом поле порождали системы на касательном расслоении к $(n - 1)$ -мерной сфере. В работе будет тщательно разобран индуктивный переход от систем на касательных расслоениях к маломерным сферам до систем на касательных расслоениях к сферам произвольной размерности.

ЗАСЕДАНИЕ 307 (7 марта 2014 г.)

М. А. Алеников (МПГУ).

Геометрия полиномиальных диаграмм.

Хорошо известны диаграммы Ньютона для полиномов двух переменных, но, по сути, геометрическая часть данного объекта не сильно богата. Поэтому вводятся так называемые полиномиальные диаграммы для полиномов специального вида, чья геометрическая составляющая оказывается более насыщенной и интересной. Рассматриваются многочлены от одной переменной с коэффициентами, представляющими собой возрастающую геометрическую прогрессию натуральных чисел, кроме единицы. Каждому моному сопоставляется целочисленная точка на плоскости с абсциссой, равной коэффициенту, стоящим перед мономом, и ординатой, равной степени данного монома. Таким образом, полиномиальной диаграммой является плоский многоугольник с вершинами в точках описанных выше. Изучаются предельные свойства площадей таких диаграмм при различных коэффициентах. Получена общая формула площади полиномиальной диаграммы. Найдена связь между k -й разностью площади полиномиальной диаграммы со степенью полинома, по которому строится диаграмма. А именно, доказано, что это разность будет постоянна и не зависит от коэффициентов полинома.

ЗАСЕДАНИЕ 308 (28 марта 2014 г.)

В. И. Горбачев.

Интегральные формулы в связанной задаче термоупругости неоднородного тела. Применение в механике композитов.

Рассматривается связанная нестационарная задача термоупругости для неоднородного тела, описываемая системой из четырёх дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных с переменными по координатам коэффициентами. Наряду с этой исходной задачей рассматривается такая же задача для однородного тела той же формы (сопутствующая задача). Получены интегральные формулы, позволяющие выразить перемещения и температуру в исходной задаче через перемещения и температуру в сопутствующей задаче. Интегральные формулы используются для представления решения исходной задачи в виде рядов по всевозможным производным от решения сопутствующей задачи. Записана система рекуррентных задач для коэффициентов этих рядов. Найдены выражения для коэффициентов сопутствующей задачи (эффективные коэффициенты) и приведены постановки специальных краевых задач, из решения которых находятся конкретные выражения для эффективных коэффициентов термоупругости. Доказана теорема о том, что эффективные коэффициенты удовлетворяют физико-механическим ограничениям, накладываемым на термоупругие константы реальных тел. Рассмотрен случай неоднородного по толщине слоя, и для него получены явные аналитические выражения всех эффективных коэффициентов термоупругости. Подробно рассмотрен случай периодической зависимости коэффициентов термоупругости от координат.

ЗАСЕДАНИЕ 309 (4 апреля 2014 г.)

М. У. Никабадзе.

Некоторые аналитические решения в теориях тонких тел.

Найдены обратные тензоры-операторы к тензору-оператору уравнений движения в перемещениях для изотропного однородного материала и оператору напряжения, позволяющие расщеплять уравнения и граничные условия. Построен обратный матричный дифференциальный тензор-оператор к матричному дифференциальному тензору-оператору уравнений движения микрополярной теории упругости в перемещениях и вращениях как для изотропных однородных материалов с центром симметрии, так и для материалов, не обладающих центром симметрии. Получены уравнения по отдельности векторов перемещений и вращений. Как частный случай рассмотрена редуцированная среда. Выявлены случаи, при которых легко обратить оператор напряжения и моментного напряжения.

Из расщепленных уравнений классической (микрополярной) теории упругости получены соответствующие расщепленные уравнения статической (квазистатической) задачи теории призматических тел постоянной толщины в перемещениях (перемещениях и вращениях). Из последних систем уравнений в свою очередь выведены уравнения в моментах неизвестных векторных функций относительно любых систем ортогональных полиномов. Получены системы уравнений различных приближений (с нулевого по восьмого порядка) в моментах относительно систем полиномов Лежандра и Чебышева второго рода. На основании построенного обратного оператора к оператору какой-нибудь из этих систем она расщепляется, и для каждого момента неизвестной векторной функции получается уравнение эллиптического типа высокого порядка (порядок системы зависит от порядка приближения), характеристические корни которого легко находятся. Используя метод Веква, можно получить их аналитическое решение.

Для микрополярной теории призматических тонких тел с двумя малыми размерами, имеющих поперечное сечение в виде прямоугольника, получены расщепленные уравнения в моментах векторов перемещений и вращений относительно произвольной системы полиномов (Лежандра, Чебышева). Аналогичные уравнения получены и для редуцированной среды, содержащие уравнение классической среды.

Получены расщепленные системы уравнений восьмого приближения микрополярной теории многослойных призматических тел постоянной толщины в моментах векторов перемещений и

вращений. Для этой системы, используя метод Векуа, можно выписать аналитическое решение. Аналитическое решение, конечно, можно выписать и для уравнений редуцированной среды.

ЗАСЕДАНИЕ 310 (11 апреля 2014 г.)

В. А. Березкин.

Некоторые задачи анизотропной теории упругости кусочно-неоднородных тел.

ЗАСЕДАНИЕ 311 (18 апреля 2014 г.)

Д. В. Георгиевский.

Спектральные задачи устойчивости нестационарного сдвига вязкого слоя.

Рассматриваются задачи линеаризованной теории гидродинамической устойчивости в случае, когда невозмущённое плоскопараллельное течение вязкой несжимаемой жидкости в слое существенно нестационарно. Анализируется обобщённое для такого случая уравнение Орра–Зоммерфельда с различными комбинациями четырёх граничных условий, заданных на прямолинейных границах слоя. С помощью методики интегральных соотношений, включающей, в частности, анализ проблемы минимизации квадратичных функционалов, выводятся верхние оценки роста либо затухания кинематических возмущений по интегральной мере. Особое внимание уделяется продольному колебательному режиму слоя, разгону либо торможению по степенному закону, а также процессу, аналогичному диффузии вихревого слоя.

Проводится анализ сводимости трёхмерной картины возмущений, наложенных на плоскопараллельный нестационарный сдвиг, к двумерной в плоскости этого сдвига. Устанавливаются обобщения теоремы Сквайра.

ЗАСЕДАНИЕ 312. СТУДЕНЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ (23 мая 2014 г.).

1. *И. А. Подтышников.*

Асимптотический анализ в некоторых обобщениях задачи Прандтля.

2. *А. С. Семёнов.*

Оценки устойчивости двухслойного плоскопараллельного сдвигового течения вязкой несжимаемой среды.

3. *М. А. Симбирякова.*

О нелинейных определяющих соотношениях Победри в теории вязкоупругости.

ЗАСЕДАНИЕ 313, посвященное 215-летию со дня рождения А. С. ПУШКИНА (6 июня 2014 г.).

С. А. Агафонов, Д. В. Георгиевский, М. В. Шамолин

История и «математическая формула» онегинской строфы.

Онегинской строфой называется 14-стопная строфа А. С. Пушкина, написанная четырёхстопным ямбом и использованная в романе «Евгений Онегин». Это самая ёмкая форма строфы в русской поэзии, которую можно сравнить только с шекспировским сонетом.

На использование такой строфы А. С. Пушкина натолкнуло, скорее всего, стихотворение Г. Р. Державина «На новый 1797 год», состоящее из трёх циклов. В каждом цикле первая строфа состоит из 10 стихов, следующие за ней три строфы содержат в себе по 14 стихов. Державинская 14-стопная строфа состоит из четырех частей: четверостишие с перекрёстными рифмами, двустипшие со смежными рифмами, четверостишие с перекрёстными рифмами и заключительное четверостишие с охватными рифмами. Державинская строфа не удержалась в русской поэзии; главный её недостаток заключается в том, что двустипшие со смежными (женскими) рифмами находится после первого четверостишия, между тем форма двустипшия как нельзя лучше подходит для строфической концовки. Это понял А. С. Пушкин, придавший этому заключительному двустипшию энергичное звучание (мужские рифмы).

Схема рифмовки в онегинской строфе такова: $AbAb CCdd Effe gg$ (прописные буквы — женские рифмы, строчные — мужские). В державинской же строфе схема рифмовки следующая: $AbAb CC dEdE fGGf$.

ЗАСЕДАНИЕ 314 (12 сентября 2014 г.)

В. С. Юшутин.

Статическая устойчивость схлопывающегося канала при протекании через него нелинейно-вязкой степенной жидкости.

Исследуется предрастянутый упругий осесимметричный канал, прикрепленный с обоих концов к дополнительным недеформируемым участкам. Предполагается, что внутри протекает несжимаемая нелинейно-вязкая степенная жидкость. Граничными условиями являются заданные давления на свободных торцах недеформируемых участков, а также внешнее давление, действующее на упругий участок системы. Известно, что такая механическая система может терять устойчивость при некоторых условиях. Для описания явления в работе предлагается квазиодномерная система уравнений и рассматривается её статическая устойчивость. Целью исследования является изучение влияния нелинейности жидкости на условия устойчивости системы.

Статический подход заключается в выделении некоторого основного процесса и поиске условий, при которых возможно существование близких к нему решений. Известно, что стационарный подход даёт лишь необходимые условия неустойчивости в случае неконсервативных задач, однако результаты работы могут быть использованы в динамическом подходе для сравнения.

Линеаризация системы вокруг точного Пуазейлевского решения приводит к краевой задаче третьего порядка с четырьмя граничными условиями, однако также присутствует в уравнении ровно один неизвестный параметр — расход в возмущенном состоянии. Условия разрешимости такой краевой задачи представляют собой семейство поверхностей в пространстве безразмерных параметров, которое подлежит численной визуализации.

В работе представлены условия статической устойчивости в пространстве безразмерных параметров системы, включающих степенной параметр нелинейности жидкости.

ЗАСЕДАНИЕ 315 (19 сентября 2014 г.)

М. В. Шамолин.

Многомерный маятник в неконсервативном поле.

Неконсервативное силовое поле в динамике многомерного твердого тела построено согласно результатам из динамики реальных твердых тел, находящихся в поле силы воздействия среды. При этом становится возможным обобщение уравнений движения многомерного тела в аналогично построенном поле сил и получение полного списка, вообще говоря, трансцендентных первых интегралов, выражающихся через конечную комбинацию элементарных функций. Полученные результаты важны в смысле присутствия в системе неконсервативного силового поля, а ранее использовалось, в основном, поле сил потенциальное.

Ранее была показана интегрируемость уравнений плоскопараллельного движения закрепленного маятника в потоке набегающей среды, когда у системы динамических уравнений был найден в явном виде первый интеграл, являющийся трансцендентной (в смысле комплексного анализа) функцией квазискоростей. При этом все взаимодействие среды с телом сосредоточено на той части поверхности, которая имеет форму (одномерной) пластины. Позднее задача была обобщена на пространственный случай (сферический маятник), при этом был найден в явном виде полный набор трансцендентных первых интегралов. Здесь уже все взаимодействие среды с телом сосредоточено на той части его поверхности, которая имеет форму плоского (двумерного) диска. Также в дальнейшем исследовались уравнения движения четырехмерных твердых тел различных типов динамической симметрии, где силовое поле сосредоточено на той части поверхности тела, которая имеет форму двумерного (трехмерного) диска, при этом силовое воздействие сосредоточено на двумерной плоскости (одномерной прямой), перпендикулярной данному диску.

Данная работа открывает новый цикл работ по интегрированию закрепленного многомерного твердого тела в неконсервативном поле, поскольку ранее, как уже указывалось, рассматривались лишь такие движения тела, когда поле внешних сил было потенциальным.

ЗАСЕДАНИЕ 316 (26 сентября 2014 г.)

А. Н. Емельянов.

Эффективные характеристики в моментной теории упругости.

ЗАСЕДАНИЕ 317 (3 октября 2014 г.)

М. П. Заплетин.

Оптимизация траекторий перелётов космических аппаратов с большим числом промежуточных условий.

ЗАСЕДАНИЕ 318 (10 октября 2014 г.)

В. И. Горбачев.

Распространение тепла в неоднородных средах. О скорости распространения тепла.

Получена интегральная формула, которая позволяет представить решение связанной начально краевой задачи термоупругости для неоднородного по длине стержня с переменным поперечным сечением (исходная задача) через решение такой же краевой задачи для однородного тела (сопутствующая задача). Из интегральной формулы найдено эквивалентное представление решения исходной задачи в виде рядов по всевозможным производным от решения сопутствующей задачи. Коэффициенты рядов являются функциями координат, вид которых существенно зависит от функциональной зависимости термоупругих характеристик от координат. Для нахождения этих коэффициентов выведена рекуррентная последовательность задач. Дано определение того, что есть эффективные характеристики термоупругости неоднородного по длине стержня. Сформулированы вспомогательные задачи, из решения которых находятся все эффективные характеристики, и выписан их явный вид. Показано, что кроме ожидаемых эффективных констант появляются ещё три независимые константы, которые отражают влияние скорости изменения температуры на напряжения в стержне, продольный поток тепла и на распределение энтропии по длине стержня. Особенностью новых констант является то, что они обращаются в нуль в случае однородного материала. Результаты осреднения уравнений термоупругости для неоднородного стержня позволили обоснованно построить новую теорию теплопроводности. Новая теория отличается от классической тем, что в закон Дюгамеля–Неймана, в закон теплопроводности Фурье и в выражение для энтропии добавлены члены, пропорциональные скорости изменения температуры во времени. Показано, что в новой теории теплопроводности скорость распространения гармонических тепловых возмущений зависит от частоты колебаний и имеет конечное значение при частоте, стремящейся к бесконечности. Разработана методика экспериментальной проверки новой теории.

ЗАСЕДАНИЕ 319 (17 октября 2014 г.)

Д. В. Георгиевский.

Эволюция трёхмерной картины возмущений, наложенных на вращательно-осевое течение в цилиндрическом зазоре.

Исследуется устойчивость относительно трёхмерных возмущений комбинированного вращательно-осевого сдвигового течения ньютоновской вязкой жидкости в цилиндрическом зазоре. Формулируется соответствующая линеаризованная задача устойчивости с условиями прилипания. На базе метода интегральных соотношений, позволяющего получать достаточные оценки устойчивости и нижние оценки критических чисел Рейнольдса, выводится общая верхняя оценка действительной части спектрального параметра, отвечающей за устойчивость. Эта оценка уточняется для случаев трёхмерных осесимметричных и двумерных неосесимметричных возмущений.

ЗАСЕДАНИЕ 320: СОВМЕСТНОЕ ЗАСЕДАНИЕ С СЕМИНАРОМ МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ» (24 октября 2014 г.).

В. Етек Абали (Технический Университет Берлина)

Термодинамическое моделирование нелинейных реологических материалов и новый энергетический подход к определению соответствующих параметров материалов.

Термодинамические системы можно описать полевыми уравнениями, которые регулируются уравнениями баланса, и соответствующими материальными уравнениями. Для расплавов полимеров или клеев при тепловом воздействии нелинейные материальные уравнения необходимы. В докладе подробно описано получение нелинейных материальных соотношений, совместных с термодинамическими принципами в обычной и расширенной необратимой термодинамике. Этот инженерный подход приводит к непосредственному методу получения материальных уравнений. Необходимые материальные константы в этих материальных уравнениях можно получить, используя энергетический метод. Автору удалось измерить материальные параметры эпоксидных клеев в стандартном коническом реометре. Данные, полученные с реометра, были обработаны при помощи программы, написанной на языке Python и реализующей предложенный обратный метод. Вычисления в случае единственного решения заняли менее одной минуты машинного времени.

Результаты исследований были опубликованы в [1], программные коды — в [2] (под ОС GNU, см. [3]). Страница автора на сайте Технического университета Берлина — см. [4].

[1] <http://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/frontdoor/index/index/docId/4892>.

[2] <http://www.lkm.tu-berlin.de/ComputationalReality>.

[3] <http://www.gnu.org/licenses/>.

[4] <http://www.lkm.tu-berlin.de/bea>.

ЗАСЕДАНИЕ 321 (31 октября 2014 г.)

В. И. Ванько (МГТУ им. Н. Э. Баумана).

Юрий Николаевич Работнов и проблема продольного изгиба.

Доклад посвящён 100-летию со дня рождения Ю. Н. Работнова.

Излагаются некоторые сведения из истории решения задачи о продольном изгибе упругопластического стержня: становление концепций касательного (Энгессер) и приведенного (Ясинский, Энгессер) модулей для конструкций из материалов с линейным упрочнением; обобщение Карманом этих понятий для материалов с любой диаграммой и построение (впервые) диаграмм «критическое эйлерово напряжение — гибкость стержня». Карманом же было замечено: в основном, опытные точки ложатся на данную диаграмму, что противоречит концепции Ясинского—Энгессера о разгрузке в поперечных сечениях. Этот «парадокс» был разъяснен Шэнли (статически определяемая стержневая модель) и Работновым (стержень сплошного сечения).

В докладе отмечается выдающаяся роль Ю. Н. Работнова в развитии теории продольного изгиба и выпучивания конструкций в условиях ползучести. Автором показано, что процесс продольного изгиба развивается с разгрузкой (или без) в точках поперечных сечений в зависимости от величины начального прогиба стержня, а также от скорости нагружения (*Ванько В. И. Очерки об устойчивости элементов конструкций.* — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 224 с.).

ЗАСЕДАНИЕ 322 (21 ноября 2014 г.)

Э. Б. Завойчинская.

Механика микро- и макроразрушения металлов, безопасность и долговечность конструкций при простом периодическом нагружении (по материалам докторской диссертации).

В проблеме оценки безопасности эксплуатации конструкций существуют задачи оценки вероятности разрушения (конструкционного риска) конструкций и определения долговечности конструкций с учетом социальных (вероятность поражения человека), промышленных (вероятность

поражения других объектов) и экологических (вероятность уничтожения флоры и фауны) рисков при их разрушении.

На стадии проектирования при оценке вероятности разрушения протяженных конструкций (стоящих из большого количества типовых элементов) возникают проблемы оценки вероятности разрушения конструктивных элементов и суммирования этих вероятностей по всем конструктивным элементам. На стадии эксплуатации необходимо оценивать остаточную долговечность конструкций после проведения нормативных диагностик технического состояния их конструктивных элементов.

На основе предлагаемой теории поэтапного накопления усталостных повреждений в конструктивных элементах и алгоритма суммирования их разрушений как независимых случайных событий определяется вероятность разрушения конструкции и долговечность конструкции в предположении, что конструкционный риск не превышает заданного приемлемого значения.

Проанализированы результаты обширного экспериментально-теоретического материала по усталостному разрушению представительного класса металлов и сплавов, накопленные в физике твердого тела и металловедении. На их основе формулируется система гипотез о развитии дефектов в металлах на микро-, мезо- и макроуровнях и строится теория хрупкого усталостного разрушения как поэтапного процесса образования, развития и слияния дефектов типа хрупких микро- и макротрещин.

В общем случае, длина условной трещины является оператором на процессе нагружения; для рассмотренных процессов нагружения и материалов предлагаются конкретные виды зависимостей этой длины от параметров процесса нагружения и времени, где в качестве переменной выбирается наибольшее значение главных напряжений, а базовые функции учитывают отношения главных напряжений на основе экспериментально обоснованных критериев усталостной прочности и свойств материала. Выписываются выражения для функций распределения повреждений.

Построенная теория позволяет при известном физическом состоянии металла определять остаточную долговечность до окончательного разрушения для произвольных простых циклических процессов нагружения. Проведен анализ экспериментальных данных представительного ряда металлов и сплавов для различных простых процессов и подтверждена схема расчета по соотношениям теории.

На основе теории поэтапного накопления повреждений в конструктивных элементах и критериев безопасной эксплуатации протяженных конструкций подготовлен ряд заключений о сроках безопасной эксплуатации и остаточной долговечности участков магистральных продуктопроводов и нормативные документы для проектных организаций ОАО «Газпром».

ЗАСЕДАНИЕ 323 (5 декабря 2014 г.)

М. У. Никабадзе.

Метод ортогональных полиномов в механике микрополярных и классических упругих тонких тел (по материалам докторской диссертации).

Предложены различные параметризации для областей тонких тел. Создан новый тензорный аппарат для этих параметризаций. Сформулированы фундаментальные теоремы для областей тонких тел.

Получены дополнительные рекуррентные соотношения для полиномов Лежандра и Чебышева. Построена теория моментов относительно систем полиномов Лежандра и Чебышева. Выведены системы уравнений движения и притока тепла и определяющие соотношения, а также граничные и начальные условия в моментах для теории тонких тел.

На основании развитого метода ортогональных полиномов построены новые варианты теорий тонких тел (однослойных и многослойных).

Выведены вариационные принципы Лагранжа и Кастильяно, а также обобщенные вариационные принципы типа Рейсснера для теории тонких тел в моментах относительно систем полиномов Лежандра и Чебышева. Дана постановка связанной, а также несвязанной динамической задачи в моментах для тонких тел.

Из трехмерных уравнений микрополярной теории получены уравнения микрополярных и расширенных микрополярных теорий оболочек, оболочек класса TS и призматических оболочек в контравариантных компонентах тензоров напряжений и моментных напряжений. Выведены граничные условия. Даны сравнения уравнений некоторых теорий. Сформулированы кинематические гипотезы для теории тонких тел.

Построен обратный матричный дифференциальный тензор-оператор к матричному дифференциальному тензору-оператору уравнений движения микрополярной теории упругости в перемещениях и вращениях для изотропных однородных материалов. Получены уравнения по отдельности векторов перемещений и вращений. Как частные случаи рассмотрены редуцированная и классическая среды. Выявлены случаи, при которых легко обратить оператор напряжения и моментного напряжения.

Из расщепленных уравнений классической (микрополярной) теории упругости получены соответствующие расщепленные уравнения квазистатической задачи теории призматических тел постоянной толщины в перемещениях (перемещениях и вращениях), из которых в свою очередь выведены уравнения в моментах неизвестных векторных функций относительно любых систем ортогональных полиномов. Получены системы уравнений различных приближений (с нулевого по восьмого порядка) в моментах относительно систем полиномов Лежандра и Чебышева второго рода, которые расщеплены и для каждого момента неизвестной векторной функции получено уравнение эллиптического типа высокого порядка. Используя метод Векуа для решения таких систем, можно получить их аналитическое решение.

Решены задачи различных приближений о тонком теле с двумя малыми размерами и прямоугольной тонкой плоской области (полосы) с заземленными краями при различных нагрузках, а также о двуслойной двумерной области с заземленными краями.

ЗАСЕДАНИЕ 324 (12 декабря 2014 г.)

В. И. Горбачев.

Продольные колебания неоднородного стержня с переменным поперечным сечением.

ЗАСЕДАНИЕ 325 (26 декабря 2014 г.)

М. В. Шамолин.

К задаче о движении тела конической формы в сопротивляющейся среде.

При изучении задачи движения твердого тела в среде возникают два аспекта. Первый заключается в построении как можно более точной модели взаимодействия тела со средой. Второй аспект заключается в том, чтобы на базе построенной модели каким-либо образом изучить полученные уравнения движения. Таким образом, возникает необходимость с одной стороны принять удовлетворительную модель воздействия среды, а с другой стороны суметь проинтегрировать численно или аналитически полученные динамические системы.

В задаче о движении твердого тела конусообразной формы в сопротивляющейся среде получено два новых типа семейств фазовых портретов в пространстве квазискоростей. Каждый типичный портрет полученного семейства абсолютно груб. Данные семейства состоят из бесконечного числа топологически неэквивалентных фазовых портретов. При этом переход от одного типичного фазового портрета к другому происходит через перестройку бесконечной степени вырожденности.

Получены достаточные условия устойчивости ключевого режима движения — прямолинейного поступательного торможения твердого тела в сопротивляющейся среде. Указаны достаточные условия рождения устойчивых (неустойчивых) автоколебаний около ключевого режима для тел, передней частью поверхности которого является круговой конус.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заседания семинара механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова под руководством проф. Д. В. Георгиевского, д.ф.-м.н. М. В. Шамолина, проф. С. А. Агафонова. Заседания 1–145// Совр. мат. Фундам. напр. — 2007. — 23. — С. 16–45.
2. *Георгиевский Д. В., Шамолин М. В.* Заседания семинара «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова, проводящегося на механико-математическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова под руководством С. А. Агафонова, Д. В. Георгиевского и М. В. Шамолина. Заседания 146–178// Совр. мат. прилож. — 2009. — 62. — С. 3–13.
3. *Георгиевский Д. В., Шамолин М. В.* Заседания семинара «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова, проводящегося на механико-математическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова под руководством С. А. Агафонова, Д. В. Георгиевского и М. В. Шамолина. Заседания 146–178// Совр. мат. прилож. — 2009. — 65. — С. 3–12.
4. *Георгиевский Д. В., Шамолин М. В.* Заседания семинара механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова под руководством проф. Д. В. Георгиевского, д.ф.-м.н. М. В. Шамолина, проф. С. А. Агафонова// Совр. мат. прилож. — 2012. — 76. — С.3–10.
5. *Георгиевский Д. В., Шамолин М. В.* Заседания семинара механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова под руководством проф. Д. В. Георгиевского, д.ф.-м.н. М. В. Шамолина, проф. С. А. Агафонова// Совр. мат. прилож. — 2013. — 88. — С.3–19.
6. *Георгиевский Д. В., Шамолин М. В.* Заседания семинара механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова «Актуальные проблемы геометрии и механики» им. проф. В. В. Трофимова под руководством проф. Д. В. Георгиевского, д.ф.-м.н. М. В. Шамолина, проф. С. А. Агафонова// Совр. мат. прилож. — 2015. — 98. — С.3–8.

Д. В. Георгиевский

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: georgiev@mech.math.msu.su

М. В. Шамолин

Институт механики МГУ им. М. В. Ломоносова

E-mail: shamolin@imec.msu.ru