

Учреждение Российской академии наук
Институт автоматизации и процессов управления
Дальневосточного отделения РАН

Всероссийская научная конференция

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ
МЕХАНИКИ И
ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ**

посвященная 75-летию со дня рождения
академика В.П. Мясникова

11 – 17 сентября 2011 г.
Владивосток

Аннотации докладов

Владивосток
2011

УДК 531/539, 517.97, 519.6

Всероссийская научная конференция “Фундаментальные и прикладные вопросы механики и процессов управления”, посвященная 75-летию со дня рождения академика В.П. Мясникова, 11 – 17 сент. 2011 г., Владивосток: аннотации докладов . – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2011. – 112 с.
ISBN 978-5-7442-1528-6

Всероссийская конференция “Фундаментальные и прикладные вопросы механики и процессов управления” стала традиционным научным мероприятием на Дальнем Востоке России. В 2011 г. она посвящена 75-летию со дня рождения академика В.П. Мясникова. Тематика докладов предполагает обсуждение современных проблем механики, процессов управления, перспективных численных методов и высокопроизводительных вычислительных систем. На конференции по традиции выступают ведущие ученые России с обзорными докладами, отражающими современное состояние науки в указанных направлениях. Среди участников представители различных научных центров России: из Владивостока, Хабаровска, Новосибирска, Томска, Москвы, Санкт-Петербурга.

Пленарные и секционные доклады распределены по направлениям: механика деформируемого твердого тела, механика жидкости и газа, механика природных и технологических процессов, процессы управления, вычислительные методы и высокопроизводительные вычисления.

Полные тексты докладов опубликованы на компакт-диске.

Ответственный редактор: А.А. Манцыбора

Организатор конференции Учреждение Российской академии наук
Институт автоматизации и процессов управления
Дальневосточного отделения РАН.

ISBN 978-5-7442-1528-6

© ИАПУ ДВО РАН, 2011

Программный комитет

Левин В.А., академик (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток) — председатель
Фортвов В.Е., академик (ИТЭС ОИВТ РАН, Москва) – председатель
Акуличев В.А., академик (ТОИ ДВО РАН, Владивосток)
Васильев С.Н., академик (ИПУ РАН, Москва)
Ганиев Р.Ф., академик (ИМАШ РАН, Москва)
Горячева И.Г., академик (ИПМех РАН, Москва)
Климов Д.М., академик (ИПМех РАН, Москва)
Куликовский А.Г., академик (МИАН, Москва)
Липанов А.М., академик (ИПМ УрО РАН, Ижевск)
Матвеевко В.П., академик (ИМСС УрО РАН, Пермь)
Морозов Н.Ф., академик (ИПМаш РАН, Санкт-Петербург)
Фомин В.М., академик (ИТПМ СО РАН, Новосибирск)
Аннин Б.Д., чл.-корр. РАН (ИГиЛ СО РАН, Новосибирск)
Буренин А.А., чл.-корр. РАН (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток)
Гольдштейн Р.В., чл.-корр. РАН (ИПМех РАН, Москва)
Индеев Д.А., чл.-корр. РАН (ИПМаш РАН, Санкт-Петербург)
Ломакин Е.В., чл.-корр. РАН (МГУ, Москва)
Щербатюк А.Ф., чл.-корр. РАН (ИПМТ ДВО РАН, Владивосток)
Абрамов О.В., д.т.н. (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток)
Алдошин Г.Т., д.т.н. (БГТУ, Санкт-Петербург)
Алексеев Г.В., д.ф.-м.н. (ИПМ ДВО РАН, Владивосток)
Еремин Е.Л., д.т.н. (ТОГУ, Хабаровск)
Иванченко С.Н., д.т.н. (ТОГУ, Хабаровск)
Грибова В.В., д.т.н. (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток)
Пашенко Ф.Ф., д.т.н. (ИПУ РАН, Москва)

Всероссийская научная конференция проводится при поддержке:

- Отделения энергетики, механики, машиностроения и процессов управления РАН;
- Президиума ДВО РАН (грант №11-III-Г-03-008);
- Российского фонда фундаментальных исследований (грант №11-01-06045-г);
- Законодательного собрания Приморского края;
- Дальневосточного федерального университета.

Организационный комитет

Левин В.А., академик, Владивосток – председатель

Буренин А.А., чл.-корр. РАН, Владивосток – зам. председателя

Мурашкин Е.В., к.ф.-м.н., Владивосток – ученый секретарь

Катуева Я.В., к.т.н., Владивосток

Дудко О.В., к.ф.-м.н., Владивосток

Змеу С.Б., к.т.н., Владивосток

Ревенко Н.П., Владивосток

Иванова Ю.Е., к.ф.-м.н., Владивосток

Луценко Н.А., к.ф.-м.н., Владивосток

Манцыбора А.А., к.ф.-м.н., Владивосток

Полоник М.В., к.ф.-м.н., Владивосток

Аноп М.Ф., Владивосток

Устинова А.С., Владивосток

Содержание

Пленарные доклады

<i>Алексеев Г.В.</i> Задачи управления для моделей акустики, гидродинамики и теплопереноса	17
<i>Аннин Б.Д., Коробейников С.Н., Алехин Б.В., Бабичев А.В.</i> Эффект учета сил Ван-дер-Ваальса в задаче о выпучивании углеродной нанотрубки	17
<i>Афанасьева С.А., Белов Н.Н., Бирюков Ю.А., Бураков В.А, Буркин В.В., Ищенко А.Н., Касимов В.З., Которов С.В., Полошко В.А., Скосырский А.Б., Табаченко А.Н., Фоменко В.В., Югов Н.Т.</i> Комплексные экспериментально–теоретические исследования высокоэнергетических и композиционных материалов, разработанных с применением нанотехнологий для высокоскоростного метания и соударения	18
<i>Брушлинский К.В.</i> Математические и вычислительные задачи плазмостатики	19
<i>Грибова В.В., Клещев А.С.</i> Процессы управления интеллектуальными системами	20
<i>Липатов И.И., Хлебников В.С.</i> Исследование процессов взаимодействия колеблющегося в потоке скачка уплотнения с пограничным слоем на пластине	21
<i>Ломакин Е.В.</i> Феноменологические теории упругости для микродеоднородных сред с зависящими от вида напряженного состояния свойствами	22
<i>Ляпидевский В.Ю., Гаврилов Н.В., Гаврилова К.Н.</i> Трансформация внутренних волн большой амплитуды над склоном	23
<i>Олейников А.И.</i> Модели анизотропной ползучести и их приложения	23
<i>Пащенко Ф.Ф.</i> Системы принятия решений в задачах управления крупномасштабными объектами	24
<i>Розов Н.Х.</i> Феномен буферности в теории горения	24
<i>Романов В.Г.</i> Двумерная обратная задача вязкоупругости	25
<i>Сулакшин С.С.</i> Государственное управление как оптимизационная задача с функцией цели – успешностью страны	26

<i>Фурсенко Р.В., Минаев С.С., Марута К., Кумар С.</i> Динамическое поведение “шариков пламени” в расширяющемся канале	27
<i>Яковлев Н.Н., Лукашев Е.А., Радкевич Е.В.</i> Структуризация зоны неустойчивости и кристаллизация	27

Механика деформируемого твердого тела

<i>Афанасьева С.А., Белов Н.Н., Ищенко А.Н., Табаченко А.Н., Югов Н.Т.</i> Высокоскоростное проникание ударников из композиционных материалов на основе вольфрама в бронеплиты	29
<i>Бажин А.А., Мурашкин Е.В.</i> Ползучесть и релаксация напряжений в окрестности микропоры в металле	30
<i>Братов В.А., Петров Ю.В.</i> Разрушение дорожного полотна автомобильными шипами противоскольжения	30
<i>Буренин А.А., Ковтанюк Л.В., Устинова А.С.</i> Деформирование упруговязкопластического материала между жесткими коаксиальными цилиндрами при наличии эластичной неньютоновской смазки	31
<i>Буханько А.А., Хромов А.И.</i> Пластические критерии разрушения и их связь с инвариантным J-интегралом	31
<i>Волков А.Е., Евард М.Е., Викуленков А.В.</i> Моделирование управления колебаниями в устройстве виброзащиты на основе сплава с памятью формы	32
<i>Галимзянова К.Н., Полоник М.В.</i> Изнашивание локально ослабленных поверхностей неоднородных материалов	33
<i>Горкунов Э.С., Задворкин С.М.</i> Оценка приложенных напряжений в сталях по магнитным параметрам	33
<i>Гузев М.А.</i> Связь нелокальной и неевклидовой моделей сплошной среды	34
<i>Дац Е.П., Мокрин С.Н.</i> Расчет полей остаточных напряжений при тепловом воздействии в условиях сферической симметрии	34
<i>Дмитриев А.А., Шепелов М.А.</i> Исследование спектра одномерной молекулярно-динамической системы	35
<i>Еремеев В.А., Греков М.А., Морозов Н.Ф., Семенов Б.Н.</i> Поверхностные эффекты и инженерные проблемы нанотехнологии	35

<i>Зайцев А.В., Злобин Н.Г., Исаев О.Ю., Рогов Д.С., Смирнов Д.В., Ханов А.М.</i> Моделирование процесса эксплуатации колец из терморасширенного графита в кранах с уплотнением по штоку	36
<i>Зайцев А.В., Кислицын А.В., Кожшаров В.С., Соколкин Ю.В.</i> Общие закономерности случайных полей напряжений и деформаций в волокнистых, дисперсно-упрочненных неоднородных материалах и высокопористых биокompозитах стохастической структуры	37
<i>Зайцев А.В., Кутергин А.В., Соколкин Ю.В., Фукалов А.А.</i> Упругое равновесие составных анизотропных тяжелых тел с центральной и осевой симметрией: точные аналитические решения и их приложения к задачам уточненной оценки начальной прочности монолитных крепей горных выработок	38
<i>Земляк В.Л., Козин В.М.</i> Влияние подледного течения на параметры изгибно-гравитационных волн, возникающих от движения подводного судна под ледяным покровом	39
<i>Каминская Е.С., Буханько А.А.</i> Пластическое течение в окрестности вершины трещины в условиях осесимметричной деформации	39
<i>Камовский Д.А., Мурашкин Е.В.</i> Процесс ползучести вязкоупругопластического материала в окрестности микропоры ..	40
<i>Ковтанюк Л.В., Кулаева Д.В.</i> Возникновение и взаимодействие с упругопластической границей одномерной волны разгрузки упруговязкопластического материала	41
<i>Козин В.М., Верещагин В.Ю.</i> Экспериментально-теоретические исследования влияния снежного покрова на параметры изгибно-гравитационных волн	42
<i>Красненко А.Н., Садовская О.В.</i> Математическое моделирование сдвиговых течений сыпучей среды с застойными зонами	42
<i>Кузьменко А.П., Абакумов П.В.</i> Рамановский микроспектральный анализ магнитоупорядоченных струк	43
<i>Кузьменко А.П., Тимаков Д.И.</i> Наноструктурные исследования деформированной меди	43
<i>Лавров Ю.А., Юферева Л.М.</i> О колебаниях цилиндрического резонатора, нагруженного орebrением в виде набора кольцевых пластин	44

<i>Лаптева А.А., Дудко О.В.</i> Взаимодействие плоских одномерных волн нагрузки в несжимаемой упругой среде	45
<i>Левин В.А.</i> Многократное наложение больших деформаций. Реализация в САЕ FIDESYS.	45
<i>Макарова Н.В., Полоник М.В.</i> О возможности использования модели износа упрочненных поверхностей к оптимизации состава композиционных материалов	46
<i>Мухина Л.М., Лавров Ю.А.</i> Гравитационные колебания жидкости в прямоугольном объеме с упругими стенками	46
<i>Панченко Г.Л.</i> Теплофизические эффекты в условиях интенсивного необратимого деформирования	47
<i>Пестов К.Н.</i> Моделирование временных напряжений и деформаций с учетом фазовых превращений 1 рода при осесимметричном остывании трехслойного цилиндра	47
<i>Полоник М.В., Рогачев Е.Е.</i> К проблеме моделирования процесса истирания неоднородного материала с упрочненными областями заданной геометрии	48
<i>Потянихин Д.А.</i> Высокоскоростное внедрение жесткого клина в упругую среду	49
<i>Прокудин А.Н.</i> Численное исследование напряженно-деформированного состояния динамически нагружаемого ледяного покрова с учетом его неоднородности	49
<i>Рагозина В.Е., Иванова Ю.Е.</i> Эволюционные уравнения как основа прифронтовых асимптотических решений задач об ударном деформировании несжимаемых упругих сред	50
<i>Рагозина В.Е., Иванова Ю.Е.</i> Эволюционное уравнение одномерных процессов разрыва поперечных деформаций и его свойства	50
<i>Радаев Ю.Н., Таранова М.В.</i> Волновые числа термоупругих волн в волноводе с теплообменом на боковой стенке	51
<i>Русанов М.М., Манцыбора А.А.</i> Задача об ударном деформирования упругопластической среды в случае конечных деформаций	51
<i>Рязанцева М.Ю., Антонов Ф.К.</i> Уточненные динамические уравнения упругих трехслойных пластин	52
<i>Севастьянов А.М.</i> Математическое моделирование процесса охлаждения полый алюминиевой отливки с использованием тепловой трубы	53

<i>Севастьянов Г.М.</i> Численное моделирование термоупругого деформирования многослойных пористых керамических форм	53
<i>Сергеева А.М., Ткачева А.В., Одинокое В.И.</i> Деформирование ледяного покрова ледоразрушающим устройством	54
<i>Скляр С.Ю.</i> Моделирование процесса формирования металлоизделия в условиях одновременной кристаллизации и деформации металла	54
<i>Ткаченко О.П.</i> Математическое моделирование процесса деформирования криволинейного трубопровода	54
<i>Чигарев А.В., Борисов А.В.</i> Математическое моделирование процессов износа и разрушения в опорно-двигательном аппарате человека	55

Механика жидкости и газа

<i>Александров В.Ю., Гуськов О.В., Журнов Д.Б., Захаров В.С., Прохоров А.Н.</i> Численное моделирование процессов запуска и устойчивой работы газоздушного контура наземных стендов	56
<i>Александров В.Ю., Гуськов О.В., Прохоров А.Н.</i> К вопросу о теплоподводе в сверхзвуковых камерах сгорания ГП-ВРД	57
<i>Андреев В.К., Собачкина Н.Л.</i> О движении бинарной смеси в цилиндрической трубе	57
<i>Баженов Е.Е., Чехонин К.А., Крат Ю.Г.</i> Моделирование деформирования и разрушения капли в потоке вязкой жидкости	58
<i>Беляков Н.С., Луценко Н.А.</i> К проблеме учета сжимаемости твердой фазы при течении газа через пористые среды	59
<i>Богданов А.Н., Диесперов В.Н., Жук В.И.</i> Самоиндуцированные трансзвуковые пограничные слои: асимптотическая теория и эксперимент	59
<i>Бризицкий Р.В.</i> Устойчивость решений задач управления для стационарных уравнений магнитной гидродинамики	61
<i>Горнаков А.И.</i> Исследование течений расплава в кристаллизаторе МНЛЗ при новом способе разливки	61

<i>Долголева Г.В.</i> Численное решение системы уравнений, описывающей перенос излучения и взаимодействие излучения с веществом	62
<i>Ефимова М.В.</i> Термокапиллярная конвекция двухслойной системы жидкостей со свободной границей	62
<i>Козицкий С.Б.</i> Модель трехмерной бидиффузионной конвекции с ячейками произвольной формы	63
<i>Козлов А.Н.</i> Модель трехмерной бидиффузионной конвекции с ячейками произвольной формы	63
<i>Луценко Н.А.</i> О математической модели гетерогенного горения в пористых средах	64
<i>Мирошниченко Т.П.</i> О распространении волн сжатия при течении газа в пористых средах	65
<i>Пак В.В.</i> Численная модель вязкой компактизации двухтемпературной среды и некоторые геофизические приложения	65
<i>Петров П.С., Боровой Д.И.</i> Простая разностная схема для решения волнового уравнения в вязкоупругой среде	66
<i>Ротерс П.В., Астафьев В.И.</i> О продуктивности двоякопериодических систем добывающих скважин	66
<i>Семенов В.И.</i> Уравнения Навье–Стокса в пространстве. Инварианты и глобальные решения.	67
<i>Серещенко Е.В., Минаев С.С., Фурсенко Р.В., Марута К.</i> Моделирование нестационарных волн горения газовых смесей в малоразмерных системах	68
<i>Степанова И.В.</i> О конвективном вихревом течении вязкой жидкости	68
<i>Терешко Д.А.</i> Численное решение задач управления для модели вязкой теплопроводной жидкости	69
<i>Трофимов М.Ю.</i> Модовое параболическое уравнение для инерционно-внутренних волн}}	69
<i>Хмель Т.А., Федоров А.В.</i> Моделирование столкновительной динамики газовзвесей при ударно-волновых процессах	70
<i>Хомяков А.Н.</i> Универсальный аэрогидродинамический насадок	70
<i>Чашечкин Ю.Д.</i> Математическое и лабораторное моделирование течений неоднородных жидкостей	71
<i>Чеботарев А.Ю.</i> Конечномерная стабилизация равновесных МГД конфигураций	72

Чехонин К.А., Баженов Е.Е. Устойчивый численный алгоритм решения задачи Мосолова-Мясникова при больших числах Бингама	72
--	----

Механика природных и технологических процессов

Абакумов А.И., Израильский Ю.Г. Особенности вертикального распределения фитопланктона в океане в зависимости от условий среды	73
Енавин А.В., Садовский В.М. Математическое моделирование осаждения частиц золота при движении фильтрационного потока через отвал	73
Князева А.Г., Демидов В.Н., Шанин С.А. Взаимовлияние процессов переноса и деформирования в условиях обработки металлов и сплавов потоками частиц	74
Кудашев Е.Б., Маршов В.П., Смольяков А.В., Ткаченко В.М. Автономная лаборатория в форме цилиндрического тела переменного удлинения для исследования турбулентных пульсаций давления в условиях глубокого моря	75
Лобода Е.Л. Экспериментальное исследование глубины фронта горения торфа ИК-методами	76
Лобода Е.Л., Рейно В.В. Частотный анализ изменения температуры в пламени при горении лесных и степных горючих материалов	76
Назарова Л.А. Математические модели контактного взаимодействия структурных элементов блочных сред и их приложение в геомеханике	76
Осипов М.Н., Попов М.А. Некоторые аспекты исследования динамических смещений интерферометрическим методом	78
Потапов И.И., Снигур К.С. Моделирование эволюции поперечной русловой прорези трапецевидной формы в каналах с песчаным дном	79
Потапов И.И., Щекачева М.А. Модель деформирования берегового склона для рек с песчаным дном	79
Рыбкина О.В., Чехонин К.А., Баженов Е.Е. Моделирование трехмерных контактных задач технологической механики	80

<i>Соболева О.В.</i> Численное исследование обратных экстремальных задач для стационарной модели распространения загрязнений	81
<i>Федоров А.В., Хмель Т.А.</i> Моделирование течений в микрососудах и процессов транскапиллярного обмена с учетом пульсовых колебаний	81
<i>Фильков А.И., Гришин А.М., Гладкий Д.А.</i> О математическом моделировании испарения свободной и связанной воды в слое торфа	82
<i>Шулятьев В.Б., Орлич А.М., Маликов А.Г., Зайцев А.В.</i> Гидродинамические проблемы лазерной резки толстых стальных листов	82

Процессы управления

<i>Абакумов А.И., Израильский Ю.Г.</i> Оптимальный сбор урожая в природной структурированной популяции	84
<i>Абрамов О.В.</i> Мониторинг и прогнозирование состояния в задачах управления техногенными рисками	84
<i>Аноп М.Ф., Катужева Я.В.</i> Оценка и оптимизация надежности по постепенным отказам в условиях неопределенности при помощи геометрических критериев	85
<i>Аноп М.Ф., Катужева Я.В., Тыргола М.П.</i> Регион как многоуровневая иерархическая система в задаче управления безопасностью	86
<i>Диго Г.Б., Диго Н.Б., Можаровский И.С., Торгашов А.Ю.</i> Исследование методов идентификации моделей виртуальных анализаторов показателей качества ректификационной колонны	87
<i>Еремин Е.Л., Шеленок Е.А.</i> Компенсация неизвестного гармонического возмущения в задаче управления нелинейно-нестационарным объектом	88
<i>Кислов Д.Е.</i> Обратные задачи в динамических системах с алгебраическими интегралами движения	88
<i>Кривошеев В.П., Епифанцев А.В.</i> Параметрическая оптимизация цифровых систем управления на основе Д-разбиения ..	88
<i>Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф., Келина А.Ю., Кузнецов Ю.В.</i> Определение настроек нечеткого регулятора	89

<i>Лобанов А.В., Никитенко Д.Е.</i> Численное решение задачи построения слабо рассеивающей оболочки для двумерных уравнений анизотропной акустики	89
<i>Назаров Д.А.</i> Сегментированное хранение данных сеточного представления областей работоспособности	90
<i>Пащенко А.Ф.</i> Управление инновациями в рамках региональной политики	90
<i>Рабыш Е.Ю., Григорьев В.В., Быстров С.В.</i> Оценки качества процессов на основе условий качественной экспоненциальной устойчивости	91
<i>Розенбаум А.Н., Супоня А.А.</i> Управление эксплуатацией корабельных человеко-машинных (эргатических) систем	91
<i>Сельвестюк Н.И.</i> Синтез точного управления линейными системами с внешними возмущениями с использованием уравнений Ляпунова	92
<i>Семичевская Н.П., Теличенко Д.А.</i> Робастная система управления нелинейным и нестационарным объектом теплоэнергетики	92
<i>Соловьев И.В., Кудряшов А.П.</i> Метод объединения и оптимизации текстур	93
<i>Старостин И.Е., Халютин С.П.</i> Моделирование физико-химических процессов в никель-кадмиевом аккумуляторе	94
<i>Торгашов А.Ю.</i> Разработка системы управления оптимальным режимом функционирования сети теплообменников	94
<i>Тян В.К.</i> Синтез обратных операторов в теории инвариантных и автономных систем управления	94
<i>Филаретов В.Ф., Дж.Х. Рю, Зуев А.В., Гапонов И.</i> Разработка и исследование компактного и легкого многозвенного антропоморфного механизма, предназначенного для реабилитации двигательных функций кисти человека	95
<i>Филаретов В.Ф., Кацурин А.А.</i> Система телеуправления манипулятором для автоматического захвата объектов	96
<i>Чернышев К.Р.</i> Статистическая линеаризация на основе функции сопряженности	96
<i>Шубладзе А.М., Гуляев С.В., Кузнецов С.И., Пащенко Ф.Ф.</i> Оптимальная адаптивная система автоматического регулирования газодобывающими скважинами	97
<i>Юхимец Д.А.</i> Синтез систем автоматического формирования программных сигналов движения подводных аппаратов	97

**Вычислительные методы и
высокопроизводительные вычисления**

<i>Белова О.Н., Пащенко Ф.Ф.</i> Построение адаптивных сеток для задач сверхзвукового обтекания	98
<i>Величко А.С.</i> Выбор шаговых множителей в проективных алгоритмах для задач оптимизации	99
<i>Вершинин А.В.</i> О численном решении трехмерных динамических задач упругости в анизотропных вязкоупругих средах с использованием пакета FIDESYS	99
<i>Виштенко Э.М., Намм Р.В.</i> Метод множителей лагранжа для решения полукоэрцитивной контактной задачи с заданным трением	100
<i>Воронцова Е.А.</i> Использование одномерного поиска в релаксационных субградиентных методах	100
<i>Дженджер В.И.</i> E-субградиентный метод для решения задач линейного программирования	101
<i>Зоркальцев В.И., Пержабинский С.М.</i> Модель оценки дефицита мощности. алгоритмы внутренних точек	101
<i>Камышников В.А.</i> Метод баланса решения задач булевого программирования большой размерности	102
<i>Кудряшов А.П.</i> Модификация воксельного метода для построения единой триангуляционной поверхности	102
<i>Максимова Н.Н., Намм Р.В.</i> Построение и численная реализация сглаживающего метода двойственности для решения модельной задачи механики с трением	103
<i>Чернышов А.Д.</i> О применении быстрых разложений для решения нелинейных задач механики	103

Венеамин Петрович Мясников
1936-2004

С 1988 года и по 2004 год Венеамин Петрович работал директором Института автоматике и процессов управления ДВО РАН.

Венеамин Петрович Мясников родился 4 декабря 1936 года в семье ученых. Его отец, Петр Венеаминович, окончил механико-математический факультет МГУ им. Ломоносова и до последних своих дней все свои силы и опыт отдавал механико-математическому факультету. Мать, Варвара Акимовна, биолог, также была выпускницей МГУ им. Ломоносова.

После окончания школы Венеамин Петрович поступил на механико-математический факультет МГУ им. Ломоносова, после окончания которого с отличием был рекомендован в аспирантуру, которую закончил, защитив кандидатскую диссертацию в 1962 году. В 1969 году защитил докторскую диссертацию, в 1987 году был избран член-корреспондентом Академии наук, в 1992 году – академиком. Более 25 лет Венеамин Петрович был связан с механико-математическим факультетом МГУ, работая там ассистентом, доцентом, профессором. Долгие годы он был неперенным участником традиционных для мех-мата постоянно действующих семинаров акад. Л.И. Седова, акад. Г.И. Петрова, чл.-корр. В.Г. Левича, затем создал свой семинар, участниками которого, помимо сотрудников МГУ и аспирантов, были сотрудники институтов Академии наук и отраслевых институтов.

Защитив кандидатскую диссертацию под руководством акад. Г.Г. Черного по теории вязко-пластических течений, Венеамин Петрович продолжал работать в области классической математической теории движения жестко-вязко-пластических сред. Развие им прямые вариационные методы в теории жестко-пластических сред оказались особенно эффективные в связи со сложностью формулировок задач в традиционных терминах дифференциальных уравнений и в ряде случаев вариационный подход оказался единственно возможным. Была обнаружена тесная связь теории жестко-пластических сред с функциональным анализом, интегральной геометрией и выпуклым анализом.

За эти работы В.П. Мясников стал лауреатом Государственной премии РСФСР за 1988 год. Сейчас эти работы нашли применение в теории управления – как методы, связанные с теорией неклассического вариационного исчисления.

В области механики твердого деформируемого тела для описания деформаций разномодульных и разно-сопротивляющихся материалов

В.П.Мясниковым предложена новая квазилинейная модификация закона Гука, в которой модули упругости зависят от инвариантов тензора деформации. Предложенный подход с успехом применяется для анализа распространения сейсмических волн в горных породах. Вениамин Петрович разработал принципиально новый подход к теории пластичности на основе методов теории калибровочных полей. Эта работа в 2000 году отмечена Золотой медалью имени С.А.Чаплыгина.

После защиты докторской диссертации по кинетической теории “кипящего” слоя им была создана теория движения газа при фильтрации через слой зернистого материала в химическом реакторе, которая показала пути совершенствования реактора при внесении небольших изменений в его конструкцию. Изучение гидродинамики Релей-Тейлоровской неустойчивости привело к практическому результату: качественному изменению технологии приготовления минеральной ваты и других подобных веществ. При использовании эффекта Томса разработан способ гашения турбулентности и снижения сопротивления движению жидкости тел за счет вдува малоцентрированных водных растворов высокомолекулярных полимеров.

После Чернобыльской катастрофы Вениамин Петрович участвовал и был одним из руководителей проекта по конкретным рекомендациям охлаждения аварийного блока Чернобыльской АЭС.

Им были разработаны строгие математические методы в теории конвективных течений внутри Земли и дано качественное описание поверхности Земли, ее рельефа, построена модель конвекции, вызываемой неоднородностью химического состава вещества мантии Земли, а также модели переходных слоев, возникающих в процессе эволюции Земли. Разработанные модели применимы к планетам Земной группы для качественного анализа эволюции этих планет.

По всем этим направлениям у Вениамина Петровича Мясникова много учеников, последователей и соратников. Научную работу В.П. Мясников успешно сочетал с подготовкой кадров высшей квалификации. Под его руководством защищено 6 докторских и более 30 кандидатских диссертаций.

В.П. Мясниковым опубликовано более 160 научных работ, в том числе 4 монографии, среди которых “Механика жесткопластических сред”, ставшая классической, “Гидродинамические модели планет земной группы”, “Математическое моделирование аварийного блока Чернобыльской АЭС”.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ АКУСТИКИ, ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

Г.В. Алексеев

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

В докладе формулируются задачи управления для моделей акустики, гидродинамики и теплопереноса. Указанные задачи заключаются в нахождении некоторых функциональных параметров (управлений) исходя из определенной дополнительной информации о решении исходной краевой задачи. С использованием методологии, разработанной в предыдущих работах автора, выводится система оптимальности, описывающая необходимые условия экстремума для рассматриваемой задачи управления. Затем на основе построенной системы оптимальности выводится специальное неравенство для разности решений исходной и возмущенной задач управления. С использованием указанного неравенства устанавливаются достаточные условия на исходные данные, обеспечивающие существование и единственность решений конкретных экстремальных задач. В заключение обсуждаются результаты вычислительных экспериментов по решению экстремальных задач для моделей гидродинамики.

ЭФФЕКТ УЧЕТА СИЛ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА В ЗАДАЧЕ О ВЫПУЧИВАНИИ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ

*Б.Д. Аннин,¹ С.Н. Коробейников,¹ Б.В. Алехин,¹
А.В. Бабичев²*

¹Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения РАН,
Новосибирск

²Институт геологии и минералогии Сибирского отделения РАН, Новосибирск

Разработаны процедуры численного решения задач квазистатического/динамического деформирования и выпучивания графеноподобных наноструктур, основанные на дискретизации по времени нелинейных уравнений молекулярной механики. При этом матрицы и векторы

уравнений определяются с использованием потенциала Морзе сил ковалентных связей атомов и фиктивных упругих стержневых элементов для учета изменения угла смежных ковалентных связей, а также потенциалом Леннарда–Джонса для учета сил дальнего действия Ван-дер-Ваальса.

Процедуры реализованы в вычислительном пакете PIONER. Решена задача по выпучиванию углеродной нанотрубки при кручении в условиях квазистатического деформирования. Для определения закритических форм равновесия эта же задача решается в динамической постановке. Показано, что формы равновесных конфигураций нанотрубки в начальном закритическом деформировании соответствуют форме выпучивания, полученной как в точке бифуркации квазистатического решения, так и в точке квази-бифуркации динамического решения. При дальнейшем увеличении угла закручивания сценарии деформирования нанотрубки различаются в зависимости от того, учитываются или не учитываются силы Ван-дер-Ваальса, предохраняющие от сближения противоположные стенки нанотрубки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 09-08-00684, программы фундаментальных исследований РАН на 2011 г. № 2.13.5, и ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" государственный контракт 14.740.11.0355

КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО–ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРАБОТАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО МЕТАНИЯ И СОУДАРЕНИЯ

*С.А. Афанасьева,¹ Н.Н. Белов,¹ Ю.А. Бирюков,¹
В.А. Бураков,¹ В.В. Буркин,¹ А.Н. Ищенко,¹ В.З. Касимов,¹
С.В. Которов,² В.А. Полюшко,¹ А.Б. Скосырский,³
А.Н. Табаченко,³ В.В. Фоменко,² Н.Т. Югов¹*

¹ Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета, Томск

² РНЦ «Прикладная химия», Санкт-Петербург

³ Сибирский физико-технический институт Томского государственного
университета, Томск

Выполнение работы осуществлено в рамках комплексного междисциплинарного научно-методического подхода на основе фундаментальных знаний в материаловедении, механике деформированного твердого

тела, химической физике, теплофизике и газовой динамике многофазных сред, направленного на повышение физико-механических характеристик высокоэнергетических топлив и композиционных материалов с использованием нанотехнологий. Применение этого подхода обеспечивает создание экспериментальных образцов артиллерийских систем с характеристиками, принципиально отличающимися от ныне существующих, необходимыми для перспективных комплексов активной защиты.

Для этой цели получены новые высокоэнергетические топлива с ультрадисперсными металлическими наполнителями. Проведена комплексная оптимизация режимов ускорения твердых тел на баллистическом стенде с использованием ствольной-реактивной схемы метания, позволяющая ускорять снаряды массой 40...50 г до 3000 м/с. Разработана лабораторные образцы новых композиционных материалов, полученных с помощью СВС-синтеза и термосиловых обработок, для ударников проникающего типа. На базе новых реологических математических моделей разработаны теоретические основы исследования процессов высокоскоростного метания и взаимодействия с использованием нанокomпозитных высокоэнергетических и композиционных материалов.

Работа выполнена при поддержке программы АВЦП Минобрнауки РНПВШ № 2.1.1/12470.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПЛАЗМОСТАТИКИ

К.В. Бруиллинский

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва

Доклад содержит обзор математических моделей, методов и расчетов, относящихся к моделированию физических процессов в магнитных ловушках для удержания плазмы. Ловушки представляют интерес в связи с заманчивыми перспективами управляемого термоядерного синтеза; реакции синтеза можно ожидать только в сильно сжатой и нагретой плазме, удержать которую может только магнитное поле. Поэтому объектом многих исследований становятся равновесные конфигурации плазмы и поля. Их геометрия может быть весьма разнообразной, если создающие поле проводники с током погружены в плазменный объем, что характеризует класс ловушек - "галатей предложенных А.И.Морозовым. Математический аппарат плазмостатики, основанный на уравнениях магнитной газодинамики, сводится к краевым задачам

с одним скалярным эллиптическим уравнением Грэда-Шафранова второго порядка с нелинейной правой частью для функции потока магнитного поля. Он содержит нетривиальные вопросы существования, единственности и устойчивости решений, включая спектральный анализ дифференциального оператора линеаризованного уравнения. Эти вопросы - общие для широкого класса задач о моделировании процессов взаимодействия реакции и диффузии, в частности, задач теории горения. В докладе представлены расчеты распределения плазмы, поля и электрического тока в ряде ловушек-"галатей" а также затронуты вопросы формирования равновесных конфигураций в них. Работы по теме доклада поддержаны РФФИ (гранты №№ 09-01-00181 и 09-01-12056 офи-м).

ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

В.В. Грибова, А.С. Клещев

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В докладе представляется новое научное направление в области разработки интеллектуальных систем и результаты, полученные к настоящему времени в рамках этого направления. Обсуждаются предпосылки этого направления, возникшие в области разработки программных средств. Выделяются виды знаний для выработки управляющих воздействий при управлении интеллектуальными системами. Определяется структура системы управления интеллектуальными системами и классификация задач управления ими. Вводятся общие проблемно-независимые механизмы ручного (интерактивного) управления информационными ресурсами различных уровней общности (онтологиями, базами знаний и базами данных), решателями задач и пользовательскими интерфейсами интеллектуальных систем и экспериментальные реализации этих механизмов. Рассматриваются проблемно-независимые и проблемно-ориентированные механизмы автоматического и автоматизированного управления информационными ресурсами, решателями задач и пользовательскими интерфейсами. Задачи управления обобщаются на случай сообщества интеллектуальных систем. Обсуждаются перспективы этого научного направления.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проект 09-И-П2-04) и РФФИ (проект 10-07-00089-а)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ В ПОТОКЕ СКАЧКА УПЛОТНЕНИЯ С ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ НА ПЛАСТИНЕ

И.И. Литатов, В.С. Хлебников

Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского,
Жуковский

Представлены результаты экспериментального исследования взаимодействия колеблющегося скачка уплотнения с пограничным слоем на пластине.

В последнее время исследованиям нестационарных отрывных течений уделяется значительное внимание в силу практической важности и необходимости проверки результатов расчетных исследований. Такого рода эксперимент с вынужденными нестационарными процессами проведен по-видимому впервые.

Исследования проведены в аэродинамической трубе с осесимметричной рабочей частью (диаметром 300 мм) и подогревом потока при числе $M = 3$. Пластина, на которой исследовалось взаимодействие, имела ширину 150 и длину 200 мм и устанавливалась под нулевым углом атаки к набегающему потоку. Вдоль оси ее симметрии на поверхности располагались дренажные отверстия или калориметрические датчики. Скачок уплотнения индуцировался пластиной, установленной под углом α к набегающему потоку. Ширина этой пластины 80, длина 100 мм. Пластина крепилась на вибраторе, при помощи которого она могла колебаться параллельно потоку с заданной частотой и амплитудой. Нижняя ее кромка находилась на расстоянии 60 мм от пластины, около которой исследовалось взаимодействие. Испытания проведены при $\alpha = 24^\circ$ и соответственно следующей частоте и амплитуде колебаний скачка уплотнения: $\nu = 0$ и $a = 0$; $\nu = 5$ Гц и $a = 8,5$ мм; $\nu = 10$ Гц и $a = 9,5$ мм. Представлены результаты измерений распределения давления и теплового потока в зависимости от частоты и амплитуды колебаний.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ МИКРОДЕОДНОРОДНЫХ СРЕД С ЗАВИСЯЩИМИ ОТ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СВОЙСТВАМИ

Е.В. Ломакин

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Многие материалы обнаруживают зависимость деформационных свойств от условий нагружения и деформирования. Чаще всего такую зависимость связывают с различием модулей упругости при растяжении и сжатии, но одноосное растяжение и одноосное сжатие — это всего лишь два из бесконечного множества видов напряженного состояния. Поэтому при построении определяющих соотношений для описания поведения материалов, обладающих такими свойствами, необходимо учитывать все многообразие значений деформационных характеристик при произвольных видах напряженного состояния. Данные эффекты проявляются при исследовании свойств пористых, трещиноватых, неоднородных материалов, таких как конструкционные графиты, упрочненные частицами и волокнистые композитные материалы, в частности, композиты углерод-углерод, бетон, горные породы и другие. Обсуждена физическая природа данного явления.

В качестве параметра, характеризующего вид напряженного состояния, выбрано отношение гидростатической компоненты напряжения к интенсивности напряжений, получившего в научной литературе название параметра трехосности напряженного состояния. Этот параметр характеризует в среднем соотношение между нормальными и касательными напряжениями в среде. Рассмотрены определяющие соотношения для изотропных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния, включающие в себя, как частный случай, соотношения для классического упругого тела. Сформулированы условия единственности решения краевых задач. Получены решения ряда краевых задач, наглядно демонстрирующие эффекты, связанные с инвариантностью механических свойств материалов к условиям нагружения.

Рассмотрен возможный вариант определяющих соотношений теории упругости для анизотропных тел, деформационные характеристики которых зависят от вида напряженного состояния. Данные соотношения в отсутствие анизотропии совпадают с предложенными соотношениями для изотропных тел. Разработана методика определения коэффициентов анизотропии и функции параметра трехосности напряженного состояния. Проанализированы результаты испытаний образцов композита стеклоткань — полиэфирная смола при разных видах нагружения. Обнаружено вполне удовлетворительное соответствие между расчетными значениями коэффициентов деформации и экспериментальными данными.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 11-01-00168.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН БОЛЬШОЙ АМПЛИТУДЫ НАД СКЛОНОМ

В.Ю. Ляпидевский, Н.В. Гаврилов, К.Н. Гаврилова

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения РАН,
Новосибирск

Работа посвящена изучению эволюции внутренних уединенных волн большой амплитуды, распространяющихся по направлению к берегу. Показано, что в лабораторных экспериментах такие течения могут быть промоделированы внутренними симметричными уединенными волнами второй моды. Предложена математическая модель, описывающая распространение уединенных волн повышения и понижения над наклонным дном. Экспериментально исследован переход придонной уединенной внутренней волны через "зону заплеска" вплоть до ее разрушения. Показано, что существование достаточно тонкого придонного слоя плотной жидкости перед уединенной волны предотвращает ее опрокидывание в отличие от распространения внутренней волны по "сухому дну".

МОДЕЛИ АНИЗОТРОПНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

А.И. Олейников

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет,
Комсомольск-на-Амуре

Предложены модели трансверсально-изотропной и ортотропной ползучести, характеристики которой зависят от типа напряженного состояния. Даны соотношения теорий установившейся ползучести, упрочнения и старения и их приложения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки (код проекта 2.1.1/1686 целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)", ДВО РАН (код проекта 09-I-П11-03 по программе 11 Президиума РАН, код проекта 09-II-СУ-03-001 по программе интеграционных проектов с СО РАН и УрО РАН).

СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Ф.Ф. Пащенко

Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

Рассматриваются вопросы развития и построения подсистем принятия решений в задачах управления крупномасштабными техническими и социально-экономическими системами. Описаны основные требования и функциональные возможности систем принятия решений и систем алгоритмической и информационной поддержки принятия решений. Предлагается подход к обоснованию методов управления слабоформализованными, сложными объектами по моделям «тренда». Исследованы вопросы сходимости алгоритмов идентификации и управления. Рассмотрены примеры построения подсистем принятия решений при создании систем управления в энергетике, металлургии, химических производствах, при создании интеллектуальных нефте-газовых месторождений и систем регионального социально-экономического развития.

ФЕНОМЕН БУФЕРНОСТИ В ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ

Н.Х. Розов

МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва

В математической модели динамической системы наблюдается феномен буферности, если подходящим выбором её параметров можно добиться сосуществования в ней любого фиксированного числа однотипных аттракторов (состояний равновесия, циклов, торов и т.д.). Оказывается, что это явление имеет место во многих математических моделях естествознания, описываемых краевыми задачами для дифференциальных уравнений гиперболического или параболического типов.

Устанавливается возможность сосуществования любого фиксированного числа периодических по времени решений у целого ряда сингулярно возмущенных краевых задач, возникающих в теории горения.

В частности, рассматривалась задача о распространении волны горения по поверхности тонкостенного кругового цилиндра вдоль его оси, которая на феноменологическом уровне строгости моделируется известной краевой задачей для уравнения в частных производных (см.: *Зельдович Я.Б., Маломед Б.А.* Изв. вузов. Радиофизика. 1982. Т. 25. № 6).

Для получения полноценной модели процесса необходимо учитывать малую дисперсию волн горения и ввести дополнительную нелинейность. Доказывается, что при определенных условиях происходит неограниченное увеличение числа устойчивых циклов, т. е. имеет место явление бифуркации.

Подробности: *Мищенко Е.Ф., Садовничий В.А., Колесов А.Ю., Розов Н.Х.*, Автоволновые процессы в нелинейных средах с диффузией. М.: Физматлит, 2010.

ДВУМЕРНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ВЯЗКОУПРУГОСТИ

В.Г. Романов

Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения РАН,
Новосибирск

Для интегро-дифференциального уравнения, которое соответствует двумерной проблеме вязкоупругости, изучаются две задачи об определении пространственной части ядра, входящего в интегральный член уравнения. Предполагается, что носитель искомой функции принадлежит некоторой компактной области. Рассматриваемые постановки различаются видом импульсного внешнего источника и задаваемой информацией о решении прямой задачи. В первой из них, источник локализован на некоторой прямой, касающейся границы области в некоторой точке. Эта точка является параметром задачи и пробегает последовательно все множество точек границы области. Задаваемая информация о решении прямой задачи представляет собой след на границе области решения задачи Коши с нулевыми начальными данными. Этот след задается для моментов времени близких к времени прихода волны от источника в соответствующую точку границы. Во второй постановке задачи, источник, инициирующий колебания, сосредоточен на некоторой фиксированной прямой. В качестве информации для решения этой обратной задачи задаются на границе области следы решения прямой задачи Коши и его нормальной производной для некоторого конечного временного интервала. Основным результатом работы заключается в получении липшицевой оценки условной устойчивости решений рассматриваемых постановок обратной задачи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 11-01-00105-а), Минобрнауки РФ (ГК № 14.740.11.0350) и Сибирского отделения РАН (проект, выполняемый с ДВО РАН № 93, 2009).

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА С ФУНКЦИЕЙ ЦЕЛИ – УСПЕШНОСТЬЮ СТРАНЫ

С.С. Сулакшин

Центр проблемного анализа и государственно-управленческого проектирования,
Москва

Объектом государственного управления является страна, как социально-материальная система, гораздо более сложная, чем любой технический объект управления.

Прямое аналоговое моделирование такой системы, как и построение детерминированной модели для прогнозирования развития и проектирования (верификации) государственных управленческих решений весьма затруднено. Ситуация усложняется тем, что в государственном (политическом) управлении участвуют узкокорпоративные интересы, искажающие представление о целях развития системы. Часто управленческие решения принимаются без должных оснований и прогнозов, "по наитию", в "ручном управлении". Возможности точных и естественных наук на практике игнорируются, гуманитарные же науки, привлекаемые для "консультирования" при принятии решений высшего государственного уровня, не обеспечивают должной строгости и формализации задачи на максимизацию успешности страны. Само понятие "успешности", как функции цели, является неопределенным. В результате, управление страной осуществляется малообоснованным образом и вновь ведет Россию к масштабному социально-политическому и экономическому кризису.

В работе предложен универсальный критерий развития (функция цели) в виде "коэффициента жизнеспособности страны" или успешности страны, допускающий формализацию многопараметрической оптимизационной задачи. Вычислен исторический вид и мониторируется актуальное значение коэффициента жизнеспособности России. Произведена его управленческая декомпозиция. Предложен выбор количественных значений основных макроэкономических, финансовых, бюджетных и иных параметров управления страной, формирующий новую модель страны и нацеленный на максимизацию реальной успешности ее развития.

Формализация государственно-управленческой задачи обеспечения успешности страны позволила разработать проект новой конституции страны, нацеленной на ее успешность.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ “ШАРИКОВ ПЛАМЕНИ” В РАСШИРЯЮЩЕМСЯ КАНАЛЕ

*Р.В. Фурсенко,¹ С.С. Минаев,¹ К. Марута,²
С. Кумар³*

¹Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН, Новосибирск

²Институт механики сплошной среды, Университет Тохоку, Сендай, Япония

³Департамент аэрокосмических исследований, Индийский технологический институт, Бомбей, Индия

Процессы горения бедных смесей газов активно исследовались в последние десятилетия в связи с большим количеством практических приложений, таких как, утилизация спутных газов, уменьшение выбросов CO и NO_x , энергетика и др. В данной работе исследовано динамическое поведение пламен бедных смесей газов с низким значением числа Льюиса в расширяющемся канале. Обнаружено, что пламя, представляющее собой непрерывный фронт при малых значениях интенсивности радиационных теплотерь и набор отдельных очагов горения (“шариков пламени”) при больших теплотерях, может быть стабилизировано внутри расширяющегося канала в широком диапазоне скоростей подачи свежей смеси. Показано, что понятие фронта пламени может быть расширено на случай горения набора отдельных “шариков пламени” в расширяющемся канале, это делает возможным описание сложного динамического поведения отдельных очагов горения с помощью одного общего параметра. Среднее положение пламени в канале и скорость подачи свежей смеси являются удобными и легко измеряемыми как численно, так и экспериментально параметрами, характеризующими процесс горения бедных смесей. Также в рамках данного исследования были получены зависимости среднего положения, скорости распространения и структуры пламени, а также величины недогорания смеси в зависимости от расхода горючего, параметра радиационных теплотерь и числа Льюиса.

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОСТИ И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Н.Н. Яковлев, Е.А. Лукашев, Е.В. Радкевич

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Современные подходы к теоретическому описанию начальной стадии процесса кристаллизации дают для скорости нарастания твердой фазы значения, на порядки отличающиеся от экспериментальных.

Предлагается математический объект, воспроизводящий, реконструирующий, основные неустойчивости процесса и стабилизирующие их обратные связи. Создание такой модели потребовало согласования микро и макро масштабов, волнового и диффузионного процессов. Модель базируется на модификации модели Био пористой среды и конвективной модели Кана-Хилларда и описывает направленную кристаллизацию. Дана физическая интерпретация и численный анализ модели. Для сравнительного анализа формирования структуры в зоне неустойчивости используется так называемая система фазового поля, описывающая кристаллизацию бинарных сплавов.

**ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ПРОНИКАНИЕ УДАРНИКОВ
ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ВОЛЬФРАМА В БРОНЕПЛИТЫ**

*С.А. Афанасьева, Н.Н. Белов, А.Н. Ищенко,
А.Н. Табаченко, Н.Т. Югов*

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета, Томск

Результаты предварительных исследований показали, что вольфрамовые сплавы различной плотности и микроструктуры перспективны для ударников проникающего типа при высокоскоростном соударении. Для изготовления образцов ударников с сердечниками из материалов на основе вольфрама были применены порошковые наноразмерные порошки, полученные пневмоциркуляционным методом. Методом спекания получены сплавы с расширенным составом порошков с изменением содержания вольфрама. При взаимодействии ударников с разнесенными алюминиевыми преградами в диапазоне скоростей удара 1700...1800 км/с суммарная глубина проникания растет с ростом плотности сплава. Вместе с тем ударник из ВНЖ-70 плотностью 11,8 г/см³ достигает глубины проникания, соответствующей ударнику из штатного состава ВНЖ-90 плотностью 18,6 г/см³. Исследование влияния пористости на проникающую способность ударников в стальные преграды проводили для системы вольфрам – никель – железо W–Ni+Fe+Co в сравнении со штатным сплавом. Причем, для имитации пор в сплавы W–Ni+Fe+Co дополнительно вводили наполнитель из оксида магния W–Ni+Fe+Co+MgO. При скоростях удара 2300...2700 м/с ударники с пористым сердечником имеют показатель эффективности К (отношение массы вещества, вытесненной из кратера, к кинетической энергии ударника) тем выше, чем выше пористость и заметно больший по сравнению со штатным ударником из сплава ВНЖ - на 12%

Работа выполнена при поддержке программы АВЦП Минобрнауки РНПВШ № 2.1.1/12470 и гранта РФФИ № 11-01-00253.

ПОЛЗУЧЕСТЬ И РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ МИКРОПОРЫ В МЕТАЛЛЕ

А.А. Бажин, Е.В. Мурашкин

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения
РАН, Владивосток

Необходимость повышения точности математического описания процессов происходящих при технологической обработке и эксплуатации металлоизделий вынуждает учитывать упругие свойства материалов на всех стадиях жизненного цикла изделия. Рассмотрение задач в классических моделях малых деформаций невозможно, когда относительное изменение формы рассматриваемого тела велико. Одной из таких характерных задач, где нельзя обойтись без применения модели больших деформаций, является задача о моделировании процессов в окрестности микропоры в металле, происходящих под действием интенсивного давления. В данной работе решается задача о ползучести и пластическом течении в окрестности микропоры в металле под действием интенсивного гидростатического нагружения. Модель больших деформаций для решения задачи строится на основе предположения о том, что обратимая и необратимая компоненты деформаций определяются соответствующими дифференциальными уравнениями переноса.

РАЗРУШЕНИЕ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫМИ ШИПАМИ ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ

В.А. Братов, Ю.В. Петров

Институт Проблем Машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Критерий инкубационного времени применяется в задачах хрупкого разрушения дорожных покрытий под воздействием ударов автомобильных шипов противоскольжения. Оценивается влияние структурных свойств асфальтобетона на критические скорости движения автотранспорта, ведущие к разрушению дорожного полотна. Задача оптимизации решается с использованием аналитических решений и численного моделирования процесса удара шипа о поверхность асфальтобетона.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА МЕЖДУ ЖЕСТКИМИ КОАКСИАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРАМИ ПРИ НАЛИЧИИ ЭЛАСТИЧНОЙ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ СМАЗКИ

А.А. Буренин, Л.В. Ковтанюк, А.С. Устинова

Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В настоящей работе рассматривается вискозиметрическое течение несжимаемого упруговязкопластического материала между двумя жесткими цилиндрами, когда деформирование происходит за счет поворота каждого из них. В окрестности одной из цилиндрических поверхностей находится слой неньютоновской эластичной смазки. При наличии такой смазки в материале могут возникать деформации, в том числе и необратимые, а также накапливаться остаточные напряжения. Решение строится в рамках модели больших упруговязкопластических деформаций. Указаны условия и место зарождения вязкопластического течения, в том числе условия, при которых пластическое течение происходит только в слое смазки, а основной материал деформируется упруго. Найдены закономерности продвижения упругопластических границ. Рассмотрены обратимое деформирование, вязкопластическое течение, случай остановки цилиндра и деформирование при повороте в обратном направлении. Рассчитаны параметры рассматриваемого процесса, как в областях развивающегося вязкопластического течения, так, и в областях упругого деформирования.

ПЛАСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗРУШЕНИЯ И ИХ СВЯЗЬ С ИНВАРИАНТНЫМ J-ИНТЕГРАЛОМ

А.А. Буханько, А.И. Хромов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

Рассматривается подход к описанию процессов зарождения и распространения трещин отрыва в окрестности угловых концентраторов деформаций в упругопластических телах. Материал в окрестности вершины выреза представляется составным: внешняя часть области, окружающая вершину выреза, является упругопластической, и напряженно-деформированное состояние в ней рассчитывается численными методами; внутренняя часть предполагается жесткопластической, деформации в ней являются большими и описываются тензорами конечных деформаций аналитическими методами.

Приводится энергетическое обоснование данного подхода, основанное на анализе потока механической энергии через поверхность, разделяющей указанные области.

Рассматриваются возможные пластические течения, приводящие к повреждению материала и зарождению макротрещины.

Устанавливается связь между инвариантным J-интегралом и удельной диссипацией энергии, приводящей к зарождению макротрещины и в дальнейшем к ее распространению, в окрестности вершины углового выреза.

Приводятся алгоритмы расчета полей деформаций и диссипации энергии в окрестности углового выреза при пластическом течении в его окрестности.

Основные критерии разрушения упругопластических тел связываются с рассеянием работы внутренних сил в частицах материала на пластических деформациях, при этом учитывается изменение конфигурации частиц в процессе пластического течения.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ В УСТРОЙСТВЕ ВИБРОЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ СПЛАВА С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

А.Е. Волков,¹ М.Е. Евард,¹ А.В. Викуленков²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²НПО им. С.А. Лавочкина, Химки

Рассматривается система, состоящая из инертной массы, закрепленной в корпусе посредством двух спиральных элементов, изготовленных из сплава с памятью формы. Предполагается, что корпус испытывает колебания, которые передаются защищаемому объекту через эти элементы. Для описания механического поведения функциональных сплавов использованы определяющие соотношения микроструктурной модели. Показано, что виброизолирующие свойства (резонансная частота, частота отсечки, амплитуды смещений и ускорений) зависят от фазового состава сплава. Управление режимом колебаний осуществляется посредством изменения температуры, приводящего к переходу материала с памятью формы из псевдоупругого аустенитного состояния в псевдопластическое мартенситное состояние или обратно. Выбор рабочей температуры виброзащитного элемента и его предварительного удлинения позволяет управлять его виброзащитными свойствами. Изменяя температуру, можно менять характер колебаний, вызывая переход из резонансного режима в режим изоляции или демпфирования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-01-00671.

ИЗНАШИВАНИЕ ЛОКАЛЬНО ОСЛАБЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.Н. Галимзянова,¹ М.В. Полоник,²

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

²Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В рамках механики контактного взаимодействия предпринята попытка математического моделирования процесса изнашивания неоднородного материала с локально ослабленными областями. В установленном режиме показана зависимость деградации материала как от его трибологических характеристик, так и от геометрии ослабленных зон.

ОЦЕНКА ПРИЛОЖЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛЯХ ПО МАГНИТНЫМ ПАРАМЕТРАМ

Э.С. Горкунов, С.М. Задворкин

Институт машиноведения Уральского отделения РАН, Екатеринбург

Изучали влияние упругопластического деформирования растяжением (сжатием), кручением, а также комбинированного воздействия растяжением (сжатием), кручением и гидростатическим давлением на магнитные характеристики углеродистых и легированных конструкционных сталей. Изучали также композиционные двухслойные материалы и образцы с упрочненной лазером и цементацией поверхностью.

Показано качественное подобие зависимостей магнитных характеристик сталей от степени деформации диаграмме “напряжение-деформация”. Немонотонное поведение магнитных параметров в упругой области обусловлено магнитоупругим эффектом. При напряжениях до $\approx 0,5\sigma_{0,2}$ магнитные характеристики исследованных сталей ведут себя однозначно и могут быть использованы для оценки напряженного состояния изделий из них в процессе эксплуатации. Кроме того, можно подобрать такие частные циклы перемагничивания, когда коэрцитивная сила изменяется монотонно во всем диапазоне деформирования.

Комбинирование растяжения или сжатия с кручением снижает чувствительность магнитных характеристик к приложенным напряжениям. Гидростатическое давление до 600 атм оказывает слабое влияние на магнитные характеристики.

Высота и положение пиков на полевой зависимости дифференциальной магнитной проницаемости двухслойных и поверхностноупрочненных изделий могут служить параметрами при оценке растягивающих напряжений как в материале в целом, так и в составляющих его компонентах.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант 09-08-01091-а).

СВЯЗЬ НЕЛОКАЛЬНОЙ И НЕЕВКЛИДОВОЙ МОДЕЛЕЙ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

М. А. Гузев

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается материал с внутренней структурой и анализируются результаты подходов для описания полей деформаций и напряжений в рамках нелокальной и неевклидовой Римановой моделей. Показано, что в линейном приближении по термодинамическим переменным обе модели приводят к одинаковым результатам. Сопоставление подходов позволяет выполнить правильную редукцию уравнения для определения неевклидовой характеристики модели - скалярной кривизны - и сформулировать условие на выбор феноменологических параметров.

РАСЧЕТ ПОЛЕЙ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ТЕПЛОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В УСЛОВИЯХ СФЕРИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ

Е. П. Дач, С. Н. Мокрин

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Температурные напряжения оказывают значительное влияние на поведение конструкций, подверженных интенсивным тепловым воздействиям. В результате накапливаются остаточные напряжения, которые изменяют свойства материала. В данной работе предложен способ определения остаточных напряжений упругопластического шара, свободного от нагрузок при известном температурном режиме на его границе.

Формирование остаточных деформаций происходит вследствие выхода напряженного состояния на поверхность пластичности в форме

Треска. В задачах с температурными напряжениями и деформациями необходимо определять момент времени, при котором в данной точке среды происходит разгрузка после пластического течения, из-за изменения величины температурного градиента, чтобы избежать уменьшения пластических деформаций при заданном условии пластичности.

Используя такой подход, показано, что при нагревании и последующем охлаждении поверхности шара, в различные моменты времени возникает несколько зон пластических течений и разгрузки. Построены поля напряжений и деформаций в течение всего процесса распространения тепла, а также остаточные напряжения и деформации при возвращении температуры шара к первоначальному значению.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ОДНОМЕРНОЙ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Дмитриев, М.А. Шепелов

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

Рассматривается поведение собственных чисел многокомпонентной модели молекулярной динамики в зависимости от параметра, сводящейся к вычислению корней уравнения, являющимся отношением полиномов Чебышева второго рода. Разработан, реализован и оттестирован алгоритм, вычисляющий значения корней с машинной точностью для последующего численного нахождения компонент напряжения.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЭФФЕКТЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

*В.А. Еремеев,¹ М.А. Греков,² Н.Ф. Морозов,²
Б.Н. Семенов²*

¹Южный центр РАН и Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

В работе исследованы задачи растяжения и изгиба пластин и стержней с учетом влияния поверхностных напряжений и предложен метод экспериментального определения упругих характеристик поверхности и объема материала на основе полученных решений. Для иллюстрации поверхностных эффектов на наномасштабном уровне построено решение задачи Кирша. Предполагается, что на границе кругового выреза

имеют место дополнительные поверхностные напряжения. Используются линейные соотношения объемной и поверхностной теорий упругости. Равновесное состояние поверхности описывается обобщенным законом Лапласа-Юнга. Решение соответствующей плоской задачи ищется в комплексных переменных с использованием потенциалов Гурса-Колосова. Из условия непрерывности смещений вплоть до границы выведено сингулярное интегро-дифференциальное уравнение относительно поверхностного напряжения. Решение уравнения получено в замкнутом виде. Приводятся зависимости концентрации напряжений от радиуса отверстия. Показано, что учет поверхностных напряжений в диапазоне изменения радиуса отверстия от одного до нескольких десятков нанометров приводит к заметному снижению концентрации напряжений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛЕЦ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В КРАНАХ С УПЛОТНЕНИЕМ ПО ШТОКУ

*А.В. Зайцев,¹ Н.Г. Злобин,¹ О.Ю. Исаев,² Д.С. Рогов,¹
Д.В. Смирнов,² А.М. Ханов¹*

¹Пермский государственный технический университет, Пермь

²ООО “Новомет-Силур”, Пермь

Исследовались режимы работы уплотнительных колец (УК) из терморасширенного графита (ТРГ), построена математическая модель, позволившая получить новые аналитические и численные решения краевых задач для отдельных УК и их пакетов. УК является толстостенным, ограниченным по высоте упругим однородным трансверсально-изотропным цилиндром, зафиксированным в сальниковой камере нажимной втулкой, обеспечивающей заданное давление герметизации. На внутренней боковой поверхности УК задавались перемещения в осевом и окружном направлении, моделирующие возвратно-поступательное и вращательное движение штока в условиях “приработки”. Квазистационарный режим работы предполагал отсутствие уноса ТРГ, моделировался заданием на поверхности контакта со штоком закона трения. Проведена оценка начальной прочности УК по совокупности критериев с учетом различных механизмов разрушения при различных температурах и давлениях рабочей среды, различной толщине и количестве УК в сальниковой камере, различных условиях на поверхностях контакта. Полученные данные о местах расположения областей, в которых начинается разрушение ТРГ по различным механизмам, согласуются

с результатами эксплуатации УК. Определены оптимальные давления герметизации, обоснованы рекомендации по внесению изменений в существующие конструкции пактов УК, разработаны основы для создания методик уточненного прочностного анализа.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ-Урал № 11-01-00910).

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В ВОЛОКНИСТЫХ, ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ И ВЫСОКОПОРИСТЫХ БИОКОМПОЗИТАХ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

*А.В. Зайцев, А.В. Кислицын, В.С. Кокшаров,
Ю.В. Соколкин*

Пермский государственный технический университет, Пермь

Стохастический характер структуры неоднородных сред обусловлен случайностью формы, взаимного расположения и ориентации, разбросом характерных размеров частиц армирующего наполнителя или пор. Предложен новый метод аналитического построения условных и безусловных многоточечных моментных функций случайных полей напряжений и деформаций в однонаправленно армированных волокнистых, дисперсно-упрочненных материалах и высокопористых биокomпозитах, который позволяет записать выражения для этих функций в виде рядов с конечным числом членов. Могопроцессорная реализация метода позволила вычислить условные и безусловные моментные функции искомых полей в представительных объемах и определить закономерности взаимодействия в ансамбле волокон стеклопластиков на основе эпоксидной матрицы ЭДТ-10.

В рамках полидисперсных моделей механики композитов для неоднородных материалов с круглыми в поперечном сечении волокнами, сферическими частицами, цилиндрическими туннельными или сферическими порами получены выражения для моментных функций, сформулированы и доказаны теоремы об общих свойствах, о знаке производных (не зависит от объемного наполнения или пористости, направления, в котором ведется построение функций, и количества ближайших частиц армирующего наполнителя или пустот, определяющих координационное число структуры) и о локальной изотропии случайных полей напряжений и деформаций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 11-01-00910).

УПРУГОЕ РАВНОВЕСИЕ СОСТАВНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ТЯЖЕЛЫХ ТЕЛ С ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ОСЕВОЙ СИММЕТРИЕЙ: ТОЧНЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ К ЗАДАЧАМ УТОЧНЕННОЙ ОЦЕНКИ НАЧАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ МОНОЛИТНЫХ КРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*А.В. Зайцев, А.В. Кутергин, Ю.В. Соколкин,
А.А. Фукалов*

Пермский государственный технический университет, Пермь

Эксплуатация сферических и цилиндрических горных выработок в породных массивах невозможна без подкрепления. Крепи, предназначенные для обеспечения безопасности труда, сохранности сырья и оборудования, изготавливаются из железобетона - анизотропного материала, весом которого нельзя пренебречь. Поэтому получение новых аналитических решений задач о равновесии тяжелых составных анизотропных центрально- и осесимметричных упругих тел является актуальным.

Рассмотрев монолитную крепь и окружающий массив осадочных пород, как единую механическую систему и, применив метод, основанный на разложении компонент вектора перемещений по окружной и радиальной координате в тригонометрические и обобщенные степенные ряды, получены новые точные аналитические решения задач о равновесии составных анизотропных тяжелых тел с осевой и центральной симметрией, жестко закрепленных по внешней или внутренней поверхности и находящихся под действием равномерных внутреннего или внешнего давлений. Полученные аналитические решения позволили проанализировать влияние геометрии сооружений и свойств железобетона на характер распределения напряжений и перемещений в поперечных сечениях монолитных крепей сферических и цилиндрических горных выработок и окружающем породном массиве, провести оценку начальной прочности на основе многокритериального подхода, описывающего различные механизмы разрушения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ-Сибирь № 11-05-98048).

ВЛИЯНИЕ ПОДЛЕДНОГО ТЕЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ИЗГИБНО-ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН, ВОЗНИКАЮЩИХ ОТ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО СУДНА ПОД ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ

В.Л. Земляк,¹ В.М. Козин²

¹Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, Комсомольск-на-Амуре

²Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН, Комсомольск-на-Амуре

В работе показано влияние подледного течения на параметры изгибно-гравитационных волн, возникающих во льду от движения подводного судна. Выполненные исследования позволили установить зависимость кривизны волн от угла между направлением движения подводного судна и направлением подледного течения, что может использоваться для повышения эффективности разрушения ледяного покрова подводными судами резонансным методом при необходимости их аварийного всплытия во льдах.

ПЛАСТИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ В ОКРЕСТНОСТИ ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ В УСЛОВИЯХ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Е.С. Каминская,¹ А.А. Буханько²

¹«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре

²Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), Самара

Рассматривается подход к описанию параметров пластического течения в окрестности вершины трещины при осесимметричном деформировании. Приводятся алгоритмы расчета полей деформаций и диссипации энергии в окрестности вершины трещины при пластическом течении в ее окрестности.

Окрестность вершины трещины отрыва в упругопластическом теле рассматривается как составное тело: внешняя часть является упругой, внутренняя - жесткопластической. Такое представление тем более точно соответствует упругопластическому телу, чем меньше размеры пластической области. Предлагаемая схема пластического течения является обобщением случая плоской деформации. Предполагается, что:

1. пластическая область мала;
2. берега трещины в окрестности ее вершины прямолинейны, следовательно, пластическая область состоит из прямоугольных треугольников и вееров, в которых одна, или оба семейства линий скольжения прямолинейны.

Данные предположения позволяют получить интегральные соотношения для напряжений и скоростей перемещений, и определить поля деформаций и удельную мощность диссипации работы внутренних сил в частице, пересекающей пластическую область при продвижении трещины.

ПРОЦЕСС ПОЛЗУЧЕСТИ ВЯЗКОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ОКРЕСТНОСТИ МИКРОПОРЫ

Д.А. Камовский, Е.В. Мурашкин

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Современные расчетные методики процессов обработки металлов давлением (прокатка, штамповка) базируются главным образом на модели идеальной пластичности. Упругими деформациями, как несоизмеримо малыми по сравнению с пластическими, обычно пренебрегают, а процесс деформирования полагают изотермическим. Однако, интенсивное деформирование с неизбежностью приводит к разогреву обрабатываемого материала и интенсивным теплообменным процессам, которые в свою очередь существенно влияют на закономерности деформирования. Учет же упругих свойств обрабатываемых давлением материалов необходим на современном этапе развития подобных технологий, поскольку именно свойство упругости материалов вызывает неконтролируемые изменения в геометрии изделий в процессах разгрузки и оканчивается причиной формирования недопустимого уровня остаточных напряжений. Однако, отказ от принимаемых классических допущений вызывает значительные математические трудности, такие, что до настоящего времени общепринятой модели, включающей в себя одновременный учет наряду с пластическими свойствами обрабатываемых материалов еще и упругие, и теплофизические, не существует. В первую очередь связано это с тем, что хотя бы необратимые деформации нельзя считать малыми. Следовательно, математическая модель должна

быть построена в рамках больших деформаций. Таким образом, проект направлен на построение модели больших упругопластических деформаций с учетом реологических эффектов и на получение численно-аналитических решений в ее рамках краевых задач вязкоупругопластичности, неустановившейся ползучести при больших деформациях, моделирующих технологические приемы изготовления и упрочнения изделий.

В рамках данной работы, используя опыт в моделировании интенсивного формоизменения материалов, разработана замкнутая математическую модель больших упругопластических деформаций с учетом реологических эффектов. В таких модельных условиях предполагается провести постановку краевых задач теории, иллюстрирующих особенности возникновения пластического течения, закономерности продвижения упругопластических границ, формирование остаточных напряжений при полной разгрузке.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЕЙ ОДНОМЕРНОЙ ВОЛНЫ РАЗГРУЗКИ УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Л.В. Ковтанюк, Д.В. Кулаева

Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Приводится решение краевой задачи теории больших упруговязкопластических деформаций о развитии вязкопластического течения в тяжелом слое материала, находящегося на наклонной плоскости и нагруженного по его свободной поверхности, с последующим мгновенным снятием нагружающих усилий. Такое разрывное изменение в краевых условиях вызывает распространение по среде поверхности разрывов напряжений, которую называем волной разгрузки. Рассмотрено отражение волны от упруговязкопластической границы и ее дальнейшее движение при отражении от закрепленной плоскости и свободной поверхности.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ПАРАМЕТРЫ ИЗГИБНО-ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

В.М. Козин,¹ В.Ю. Верещагин²

¹Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

²Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет,
Комсомольск-на-Амуре

В работе показано влияние снежного покрова на параметры изгибно-гравитационных волн, возникающих во льду от движения судна на воздушной подушке. Выполненные исследования позволили посредством полученных графических зависимостей разработать рекомендации для повышения эффективности резонансного метода разрушения ледяного покрова судами на воздушной подушке.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СДВИГОВЫХ ТЕЧЕНИЙ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ С ЗАСТОЙНЫМИ ЗОНАМИ

А.Н. Красненко, ¹О.В. Садовская²

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН

В работе исследуется распределение скоростей и напряжений в слое сыпучей среды при неоднородном сдвиге. Течение сыпучей среды с образованием застойных зон моделируется с помощью реологического метода, дополненного новым элементом – жестким контактом, учитывающим различное сопротивление материала растяжению и сжатию.

В процессе дилатансии образуются две зоны слоя сыпучей среды – застойная зона и зона течения. Предложенная модель одновременно учитывает поведение среды в обеих зонах, что является главным ее преимуществом.

Особый интерес в работе представляет численное решение данной задачи. На основе уравнений движения и уравнений, вытекающих из закона Стокса, численно решается смешанная краевая задача нахождения скоростей с помощью разностной схемы Неймана-Рихтмайера. Для описания деформаций сыпучей среды применяется логарифмический тензор Генки.

Анализируется течение слоя сыпучей среды, вызванное горизонтальным движением тяжелой шероховатой плиты, установленной на верхней границе слоя. Показано, что численные результаты находятся в хорошем соответствии с ранее полученными точными решениями данной задачи. На основе разработанного вычислительного алгоритма выполнены расчеты нестационарного режима течения среды.

РАМАНОВСКИЙ МИКРОСПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАГНИТОУПОРЯДОЧЕННЫХ СТРУК

А.П. Кузьменко, П.В. Абакумов

Юго-Западный государственный университет, Курск

Разработаны методики визуализации доменной структуры, тонкой структуры доменной границы, определения дисперсии коэффициента поглощения, основанные на гиперспектральном топологическом анализе распределений характеристических линий в рамановском рассеянии. Проведены температурные исследования вблизи фазового перехода на примере слабых ферромагнетиков ортоферрита иттрия — YFeO_3 и бората железа — FeBO_3 .

Методики реализованы с помощью лабораторного комплекса OmegaScope (AIST-NT): рамановский микроспектрометр с латеральным и спектральным разрешением 0,4 мкм и 0,8 см⁻¹, соответственно, интегрированного с конфокальным и атомно-силовым микроскопами.

Работа выполнялась в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009 - 2012 годы (ГК П391, П947, П913).

НАНОСТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМИРОВАННОЙ МЕДИ

А.П. Кузьменко, Д.И. Тимаков

Юго-Западный государственный университет, Курск

Представлены результаты исследований наномасштабных изменений, вызываемых концентрированными воздействиями, полученные методами атомно-силовой микроскопии. По данным энергодисперсионного анализа обнаружено изменение на нано уровне относительного содержания Cu, C и O в зависимости величины деформации, обусловленные локальным окислением, вызванным термомеханическими взаимодействиями.

Полученные данные подтверждаются исследованиями методом электросилового микроскопии.

Измеряемые характеристики материалов получаются на наномасштабном уровне, а затем транспонируются на объемные материалы, что позволяет использовать данный метод для прогнозного оценивания развития дислокационных и кинетических механизмов разрушения.

Работа выполнялась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2012 годы (ГК ПЗ91, П947, П913, П547).

О КОЛЕБАНИЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА, НАГРУЖЕННОГО ОРЕБРЕНИЕМ В ВИДЕ НАБОРА КОЛЬЦЕВЫХ ПЛАСТИН

Ю.А. Лавров,¹ Л.М. Юферева²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²Петербургский государственный университет путей сообщения,
Санкт-Петербург

Рассматриваются колебания цилиндрического акустического резонатора, оребренного набором круглых кольцевых пластин. Цилиндрической стенкой служит тонкая упругая оболочка, одной из торцевых кромок жестко прикрепленная к жесткому подвижному днищу. Вибрации этого днища служат источником колебаний в системе. Вторая торцевая кромка соединена с круглой упругой пластиной, которая служит заглушкой резонатора. Внешней поверхностью цилиндрическая оболочка контактирует с произвольным количеством круглых упругих кольцевых пластин. На внешних торцах кольцевых пластин ставятся условия свободного края. На круговых линиях контакта «цилиндрическая оболочка – плоская пластина» ставятся условия сная.

Раздельно рассматриваются три вида движений жесткой торцевой стенки:

- колебания вдоль оси цилиндра, параллельным переносом,
- колебания перпендикулярно оси цилиндра, в своей плоскости,
- качания относительно неподвижного диаметра торцевой стенки.

Построено аналитическое решение задачи. Выведены и численно испытаны приближенные формулы для собственных частот конструкции.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЛОСКИХ ОДНОМЕРНЫХ ВОЛН НАГРУЗКИ В НЕСЖИМАЕМОЙ УПРУГОЙ СРЕДЕ

Лаптева А.А., Дудко О.В.

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Изучаются постановочные аспекты решения краевых задач ударного деформирования несжимаемой нелинейно-упругой среды. Рассматривается автомодельная задача о взаимодействии двух плоских одномерных волн нагрузки с различной сдвиговой поляризацией. Получены ограничения на возникновение в отраженных волновых пакетах различного количества простых волн Римана в зависимости от краевых условий задачи - угла поляризации и интенсивности взаимодействующих ударных фронтов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ и ДВО РАН (проекты № 11-01-00360-а, № 11-01-98514-р_восток_а).

МНОГОКРАТНОЕ НАЛОЖЕНИЕ БОЛЬШИХ ДЕФОРМАЦИЙ. РЕАЛИЗАЦИЯ В САЕ FIDESYS.

В.А. Левин

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Излагаются основные положения теории наложения больших деформаций, позволяющей решать статические и динамические задачи в которых в процессе нагружения изменяются дискретно (скачкообразно) или непрерывно границы, граничные условия, свойства материала части тела. Обсуждаются функциональные возможности универсальных и нишевых прочностных САЕ и их расширение в САЕ FIDESYS. Рассматриваются при конечных деформациях и их перераспределении задачи об удалении части нагруженного тела, твердотельном фазовом переходе, соединении двух нагруженных тел. Задачи решены на основе расчетных ядер САЕ FIDESYS. Приводятся подходы для дальнейшего расширения функциональных возможностей САЕ для контактных задач; задач устойчивости для тел в которых в процессе нагружения возникают и развиваются дефекты.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ ИЗНОСА УПРОЧНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ К ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.В. Макарова, М.В. Полоник

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Данное исследование выполнено с целью обоснования зависимости истираемости неоднородных композиционных материалов от физических свойств элементов структуры. Для этой цели для различных составов был проведен ряд практических экспериментов. Полученные результаты могут быть использованы как основа для моделирования процесса износа и оценки остаточной прочности материалов.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ОБЪЕМЕ С УПРУГИМИ СТЕНКАМИ

Л.М. Мухина, Ю.А. Лавров

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Рассматривается двумерная задача о гравитационных гармонических колебаниях идеальной несжимаемой жидкости, частично заполняющей прямоугольный контейнер. Горизонтальное днище и две вертикальные стенки и являются тонкими упругими пластинами, способными только к изгибным колебаниям. Верхние кромки пластин прикреплены к жесткой опоре. Горизонтальные движения этой опоры являются источником колебаний в системе. На стыке горизонтальной и вертикальных пластин ставятся условия спая. Поверхность жидкости считается свободной. На границе «пластина - жидкость» ставятся условия безотрывности смещений.

Построено аналитическое решение задачи. Выведены и численно испытаны приближенные формулы для собственных частот конструкции.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО НЕОБРАТИМОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Г.Л. Панченко

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Получено точное решение краевой задачи теории больших деформаций о вязкопластическом течении упруговязкопластического материала в зазоре между двумя жесткими коаксиальными цилиндрическими поверхностями при равноускоренном движении внутренней поверхности. При этом происходит нагрев материала за счет трения на внутренней поверхности как в области развивающегося в окрестности внутренней жесткой стенки вязкопластического течения, так и в области обратимого деформирования. На внешней цилиндрической поверхности задано условие жесткой спайки. При решении задачи принимаются следующие условия: температура и скорость движения цилиндрической поверхности и материала в каждый рассматриваемый момент времени считаются постоянными (квазистатическое приближение), предел текучести линейно зависит от температуры. Решена упругая задача и задача о вязкопластическом течении. Найден закон движения границы вязкопластической области, законы распределения температуры в материале. Рассчитаны поля напряжений, деформаций и перемещений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ С УЧЕТОМ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ 1 РОДА ПРИ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ОСТЫВАНИИ ТРЕХСЛОЙНОГО ЦИЛИНДРА

К.Н. Пестов

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

При исследовании некоторых практически важных задач, технологии которых связаны с нагревом металла до высокой температуры, существенным этапом является математическое моделирование температурных напряжений и деформаций. Температурные деформации вследствие их неравномерности вызывают собственные напряжения. Если последние достигают предела текучести, то возникают пластические

деформации, которые являются основной причиной образования остаточных деформаций и напряжений. Отдельную проблему представляет моделирование температурных напряжений с учетом фазового перехода в металле, когда при достижении температуры фазового перехода энергия как функция температуры изменяется скачком и меняются все его механические характеристики. В работе строится математическая модель, описывающая эволюцию напряженно-деформированного состояния двухслойного цилиндрического композита в процессе его формирования с учетом фазового перехода 1 рода. Путем численного эксперимента было установлено, что построенная математическая модель описывает характерные особенности термомеханического поведения двухслойных цилиндрических композитов в широком температурном диапазоне, охватывающем интервалы пластического течения и упругого состояния.

К ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИСТИРАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА С УПРОЧНЕННЫМИ ОБЛАСТЯМИ ЗАДАННОЙ ГЕОМЕТРИИ

М.В. Полоник,¹ Е.Е. Рогачев²

¹Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Рассматривается процесс деградации неоднородного материала с локально упрочненными областями заданной геометрии. Моделирование осуществляется в рамках механики фрикционного взаимодействия. Изношенная поверхность представлена как упругое полупространство, усиленное в областях различных конфигураций, расположенных в узлах квадратной решетки с постоянным шагом. В установившемся режиме истирания, полученное в интегральной форме решение позволяет учесть как геометрические параметры упрочненных областей и их количество в заданном объеме, так и трибологические характеристики материала.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЖЕСТКОГО КЛИНА В УПРУГУЮ СРЕДУ

Д.А. Потянихин

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается установившееся движение тонкого жесткого плоского клина с постоянной скоростью в нелинейно упругой среде. Предполагается, что пластические деформации отсутствуют. Упругие деформации могут распространяться при помощи ударных волн и волн Римана. Полагаем скорость внедрения клина большей скорости распространения возмущений в рассматриваемой упругой среде. Таким образом, задача может быть решена в автомоделной постановке.

Разрывы параметров напряженно-деформированного состояния и движения точек среды на волновых фронтах связаны динамическими и кинематическими условиями совместности. Краевые условия на границе клина могут в зависимости от коэффициента трения соответствовать либо скольжению, либо сцеплению с упругим телом. Задача решается путем сравнения решений при всех математически возможных волновых картинах с последующим выбором единственного решения на основе критериев эволюционности и термодинамической совместности ударных волн.

Работа выполнена при поддержке ДВО РАН (проект 11-III-B-03-021).

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИ НАГРУЖАЕМОГО ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА С УЧЕТОМ ЕГО НЕОДНОРОДНОСТИ

А.Н. Прокудин

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН, Комсомольск-на-Амуре

Исследуется новый способ разрушения ледяного покрова, основанный на энергии взрыва газозвушной смеси. Математическая модель процесса разрушения строится с использованием уравнений теории упругости для малых деформаций и гидродинамики. Неоднородность ледяного покрова по толщине учитывается с помощью известных зависимостей модуля упругости морского льда от содержания солевого раствора и температуры, а пресноводного льда – только от температуры.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ КАК ОСНОВА ПРИФРОНТОВЫХ АСИМПТОТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧ ОБ УДАРНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ НЕСЖИМАЕМЫХ УПРУГИХ СРЕД

В.Е. Рагозина, Ю.Е. Иванова

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

На основе метода сращиваемых асимптотических разложений строится решение ряда одномерных динамических нестационарных задач для несжимаемой нелинейно-упругой среды. Прифронтная область волнового процесса определяется эволюционным уравнением для деформаций сдвига, которое имеет принципиальные отличия от эволюционного уравнений объемного деформирования.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗРЫВА ПОПЕРЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И ЕГО СВОЙСТВА

В.Е. Рагозина, Ю.Е. Иванова

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Решается задача об образовании и последующем движении одномерной сдвиговой ударной волны в нелинейно упругом несжимаемом изотропном полупространстве. Применение метода сращиваемых асимптотических разложений в прифронтной области ударной волны приводит к эволюционному квазилинейному волновому уравнению, отличному от уравнения Хопфа, характерного для объемных ударных волн. Предлагается метод построения решений для эволюционного уравнения сдвиговых волн, позволяющие рассматривать разнообразные функции времени в качестве краевого условия для поля перемещений.

ВОЛНОВЫЕ ЧИСЛА ТЕРМОУПРУГИХ ВОЛН В ВОЛНОВОДЕ С ТЕПЛООБМЕНОМ НА БОКОВОЙ СТЕНКЕ

Ю.Н. Радаев,¹ М.В. Таранова²

¹Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва

²Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

Рассматриваются вопросы, связанные с дальнейшим уточнением схем локализации на комплексной плоскости волновых чисел нормальных гармонических связанных термоупругих волн, распространяющихся в длинном цилиндрическом волноводе круглого поперечного сечения, с высокими азимутальными числами. Через свободную боковую стенку волновода может происходить конвективный теплообмен с окружающей средой. Постановка и решение соответствующей связанной термоупругой задачи осуществляется в рамках связанной обобщенной теории термоупругости третьего типа (GNIII), учитывающей как термодиффузионный, так и волновой механизмы распространения тепла. Предельными случаями GNIII являются классическая теория термоупругости (GNI/CTE) и теория гиперболической термоупругости (GNII), допускающая полную теоретико-полевою формулировку с соответствующим вариационным функционалом термоупругого действия и дифференциальные уравнения поля гиперболического аналитического типа. Разработаны новые вычислительные алгоритмы, решающие две принципиально важные для высоких азимутальных чисел задачи: выделение всех 32-х независимых однозначных ветвей многозначных квадратных радикалов, входящих в частотное уравнение; уточнение расчетных формул, связанных с вычислением волновых чисел, локализованных на некоторых участках вещественной оси.

ЗАДАЧА ОБ УДАРНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В СЛУЧАЕ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

М.М. Русанов, А.А. Манцубора

Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается автомоделная одномерная задача об ударе жёстким телом по упругопластическому полупространству. В отличие от динамических задач деформирования упругопластической среды решаемых ранее другими авторами, в данной работе пластические деформации считаем большими, т.е. в тензоре деформаций Альманси они входят

нелинейно. В ходе решения было получено, что в данной среде возможны пластические простые волны, причём скорость одной из них близка к скорости безвихревой ударной волны, а скорость другой близка к скорости эквиволлюминальной.

При постановке конкретной краевой задачи ударного деформирования полупространства возможны различные случаи: в среде возмущения будут распространяться посредством только упругих ударных волн, за ударными волнами могут существовать простые пластические волны, одна из пластических волн может отсутствовать.

В работе проводились численные расчеты для случая, когда возмущения распространяются посредством двух упругих ударных волн и одной простой пластической волны.

УТОЧНЕННЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ УПРУГИХ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

М.Ю. Рязанцева, Ф.К. Антонов

НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Классическая динамическая теория упругих однородных пластин и оболочек надежно работает в области длинных волн и низких частот. Известно, что для тонкостенных конструкций, выполненных из слоистых композитов с сильно отличающимися механическими характеристиками материалов слоев, классическая теория применима для узкого класса задач.

В работе проводилось исследование динамического поведения трехслойных пластин симметричного строения по толщине на основе уравнений высокочастотных колебаний. Данная уточненная динамическая теория появилась как обобщение подхода, развитого Л.И. Седовым и его школой применительно к однородным пластинам, оболочкам и стержням (работы В.Л. Бердичевского, Ле Хань Чау, В.Г. Сутырина), на случай неоднородных по толщине пластин. Основная идея, положенная в основу вывода уточненных двумерных уравнений из трехмерной динамической теории упругости, состоит в учете взаимодействия низкочастотных (классических) форм колебаний с первыми тремя высокочастотными модами. Двумерные динамические уравнения и граничные условия получены при помощи систематического использования метода асимптотического анализа и усреднения трехмерного функционала действия упругой слоистой пластины с последующей его коротковолновой экстраполяцией.

Построенная таким образом динамическая модель позволяет описать толщинные эффекты, такие как поперечный сдвиг, обжатие поперечного волокна и относительные продольные перемещения срединной и лицевых поверхностей пластины. Уравнения высокочастотных колебаний позволяют определить напряженно-деформированное состояние трехслойных пластин асимптотически точно при длинноволновых и высокочастотных процессах и качественно правильно в области достаточно коротких волн.

Исследованы свойства полученной модели и определена область её применимости. Проведено сравнение решения задачи о распространении гармонических волн в бесконечной трехслойной пластине на основе уточненной двумерной теории с соответствующим решением трёхмерной задачи. Получено и исследовано решение данной трехмерной задачи в длинноволновом приближении.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛОЙ АЛЮМИНИЕВОЙ ОТЛИВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВЫХ ТРУБЫ

А.М. Севастьянов

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

Применение тепловых труб для охлаждения металлов позволяет повысить эффективность охлаждения и создать более благоприятные условия для кристаллизации заготовок по причине более равномерной температуры на поверхности охлаждаемой стенки. Получение более мелких зерен по сечению заготовки, отсутствие областей разнородной структуры приводит к повышению прочности металла.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ

Г.М. Севастьянов

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

Работа посвящена моделированию термоупругого напряженного состояния керамических литейных форм, возникающего в процессе заливки и затвердевания металла. Проводится исследование влияния пористых слоев керамики на величину пиковых напряжений в материале.

Учет скрытой теплоты кристаллизации проводится посредством введения характеристики эффективной теплоемкости металла в двухфазной зоне.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ЛЕДОРАЗРУШАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

А.М. Сергеева, А.В. Ткачева, В.И. Одинокоев

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

С использованием теории малых упругих деформаций и определенного численного метода строится пространственная математическая модель ледоразрушающего устройства. Исследуется напряженно-деформированное состояние ледяного покрова, находящегося под действием динамических нагрузок.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ ОДНОВРЕМЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА

С.Ю. Скляр

Институт Машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

Статья посвящена математическому моделированию сложного технологического процесса получения металлоизделий на литейно-ковочном модуле вертикального типа. В статье приведена система уравнений описывающих данный процесс, а также начальные и граничные условия поставленной задачи. Представлены некоторые результаты численных расчетов для стального и алюминиевого металлоизделия.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОГО ТРУБОПРОВОДА

О.П. Ткаченко

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, Хабаровск

Построенная ранее математическая модель применяется для расчета динамики трубопроводов, проложенных в вязкой среде и имеющих

различный профиль. Изучены смещения трубы при различных скоростях транспортируемой жидкости и толщинах стенки. Численный эксперимент показал, что при деформировании тонкостенной трубы имеет место деформация ее поперечного сечения. Установлено, что предложенная модель не только адекватно описывает известные динамические явления, но и позволяет изучать движения тонкостенных труб, что затруднено при стандартном подходе ввиду деформации.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА И РАЗРУШЕНИЯ В ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Чигарев,¹ А.В. Борисов²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск

²Филиал ГОУВПО «Московский энергетический институт (Технический университет)», Смоленск

В статье рассматривается вариант учета износа и разрушения, позволяющий моделировать контакт пар трения в суставе человека с учетом процессов накопления повреждений и изменения физико-механических свойств в поверхностном слое контактирующих тел.

Триботехнические характеристики определяются состоянием поверхностного слоя сустава человека. Могут присутствовать микроповреждения сустава, являющиеся следствием жизнедеятельности человека и возрастных изменений. В процессе эксплуатации сустава это инициирует рост повреждений, приводя в конечном итоге, к макроскопическим повреждениям.

В качестве модели выбран неоднородный изотропный слой, описываемый законом Гука.

Получена модель площадки контакта. В отличие от имеющихся, в предложенной модели площадка контакта изменяется во времени. Таким образом, исследована долговечность контактирующих поверхностей сустава, свойства которых изменяются во времени в зависимости от случайных факторов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАПУСКА И УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ ГАЗОВОЗДУШНОГО КОНТУРА НАЗЕМНЫХ СТЕНДОВ

*В.Ю. Александров, О.В. Гуськов, Д.Б. Жирнов,
В.С. Захаров, А.Н. Прохоров*

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва

В данной работе приводятся результаты численных исследований процессов запуска и течений в газоздушных контурах наземных стендов при проведении высотных испытаний различных моделей реактивных двигателей. Проведено численное моделирование и определены границы запуска и срыва течения в стенде, предназначенного для испытаний высокоскоростных прямооточных воздушно-реактивных двигателей, интегрированных с летательными аппаратами. Разрежение в рабочей части высотного стенда создается эксгаустерными машинами. Определены величины давлений на выходе из стендового диффузора, при которых возможно проведение испытаний для получения аэродинамических характеристик летательного аппарата и параметров силовой установки. Исследования проводились при различной загрузке стенда, как с подогревом рабочего газа, так и на холодных режимах.

Также были рассмотрены возможности наземных стендов для проведения высотных испытаний модельных ЖРД. Были получены параметры, при которых обеспечивается безотрывное истечение продуктов сгорания из сопла ЖРД. При рассмотрении различных конфигураций сопел модельных двигателей получены границы запуска и срыва течений в газодинамических трубах.

Расчеты выполнялись с помощью интегрирования полной осредненной системы уравнений Навье-Стокса для многокомпонентного реагирующего газа с использованием программы FNAS2D, разработанной в ЦИАМ, и с помощью коммерческого пакета Ansys Fluent.

К ВОПРОСУ О ТЕПЛОПОДВОДЕ В СВЕРХЗВУКОВЫХ КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ГПВРД

В.Ю. Александров, О.В. Гуськов, А.Н. Прохоров

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва

Рассматривается стационарное одномерное сверхзвуковое течение совершенного невязкого газа, сопровождающееся изменением температуры торможения, в простой постановке задачи о потерях полного давления при подводе тепла к сверхзвуковому потоку в канале. В работе представлен анализ различных вариантов сверхзвуковых камер сгорания (КС): КС с постоянной площадью проточного тракта; изобарической КС; изомаховой КС; изотермической КС; комбинированной изомаховой КС.

Показано, что минимальные потери полного давления соответствуют камере сгорания с постоянной площадью проточного тракта, но в силу того, что величина теплоподвода для такой КС ограничена, для увеличения теплоподвода целесообразно использовать комбинированную изомаховую КС или комбинированную изотермическую КС. Из полученных результатов следует, что начальный участок КС с горением в сверхзвуковом потоке должен быть постоянного сечения, а длина его при заданном теплоподводе будет определяться с одной стороны из условий запырания (число Маха $M = 1$), с другой стороны из условий ограничения по статической температуре (учета потерь на неравновесность). В зависимости от первого или второго условия дальнейшее расширение КС после участка постоянного сечения должно быть реализовано в изомаховой или изотермической КС.

О ДВИЖЕНИИ БИНАРНОЙ СМЕСИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

В.К. Андреев,¹ Н.Л. Собачкина²

¹Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН, Красноярск

²Сибирский федеральный университет, Красноярск

В работе рассматриваются инвариантные решения уравнений Обербека-Буссинеска. Эти решения являются обобщениями решений Р.В. Бириха. Их удобно интерпретировать как движение бинарной смеси в горизонтальной цилиндрической трубе. Находятся стационарные

решения задачи о ползущем движении смеси в случае теплоизолированной стенки и при заданной температуре стенки, а также рассматриваются нестационарные ползущие движения. Доказано, что нестационарное решение сходится к стационарному при больших временах в норме пространства L_2 , а также в пространстве непрерывных функций. Для полученных решений массовый расход смеси через поперечное сечение трубы является нулевым. Это равенство, аналогичное условию замкнутости потока, показывает, что решения хорошо аппроксимируют стационарное течение вдали от торцов длинного горизонтального цилиндра. Таким образом, обобщение решений Р.В. Бириха будет приближенно описывать движение смеси в центральной части цилиндра. В верхней половине трубы смесь движется в отрицательном направлении оси z , а в нижней – в положительном. Область рассматриваемого течения разбивается плоскостями симметрии $x = 0$, $y = 0$ на четыре части, каждая из которых заполнена вложенными друг в друга цилиндрическими поверхностями тока. Траектории жидких частиц имеют спиральный характер. Приводится численный расчет профилей скорости, распределения температуры и концентрации для различных значений суммы параметров термодиффузии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КАПЛИ В ПОТОКЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Е.Е. Баженов, К.А. Чехонин, Ю.Г. Крат

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Рассматривается эволюция формы вязкой капли в потоке вязкой несжимаемой жидкости. Течение жидкости происходит в трехмерной области под действием движения верхней и нижней пластин. Капля и окружающая её жидкость имеют различную плотность и вязкость. Учитываются капиллярные силы на неизвестной границе их раздела. Для определения положения границы раздела используется VOF-метод. Численное решение производится методом конечных элементов с использованием изопараметрических элементов в виде тетраэдров.

К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА СЖИМАЕМОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПРИ ТЕЧЕНИИ ГАЗА ЧЕРЕЗ ПОРИСТЫЕ СРЕДЫ

Н.С. Беляков,¹ *Н.А. Луценко*²

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

²Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Как известно, фильтрационные процессы в пористых средах при высоких давлениях сопровождаются деформациями и изменениями пористости твердого скелета. При этом изменение пористости приводит к существенным изменениям коэффициента проницаемости среды, что в свою очередь существенно влияет на изменение всех характеристик процесса фильтрации. Настоящая работа посвящена исследованию проблемы учета сжимаемости твердой фазы. Рассматриваются одномерные установившиеся движения газа при заданном перепаде давления, которые описываются как линейным законом Дарси, так и нелинейным законом Форхгеймера. Полученные решения для задач фильтрации, в которых учитывается сжимаемость твердого скелета, сравниваются с решениями аналогичных задач, но с постоянной пористостью. Анализируются зависимости относительных изменений искомых величин от различных параметров задачи и делаются выводы о том, когда эффектом сжимаемости твердой фазы можно пренебречь.

САМОИНДУЦИРОВАННЫЕ ТРАНСЗВУКОВЫЕ ПОГРАНИЧНЫЕ СЛОИ: АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

А.Н. Богданов,¹ *В.Н. Диесперов*,² *В.И. Жук*³

¹Институт механики МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²МФТИ, Долгопрудный

³Вычислительный центр имени А.А. Дородницына РАН, Москва

К настоящему времени работами развита теория самоиндуцированных пограничных слоев при трансзвуковом режиме обтекания. Трансзвуковой режим течения газа имеет значительные отличия по сравнению и с дозвуковым, и со сверхзвуковым режимами: наличие особенностей сверхзвукового течения (в первую очередь — ударных волн, угла Маха и др.) сочетается с возможностью влияния слабых возмущений вверх по потоку, как в дозвуковых течениях.

Основные результаты достижения при аналитическом исследовании самоиндуцированных трансзвуковых пограничных слоев получены на трехпалубной модели, распространенной на трансзвуковой режим О.С. Рыжовым. Исследование устойчивости обнаружило рост слабых возмущений (не слишком коротких длин волн) трансзвукового пограничного слоя при линейном профиле скорости невозмущенного течения вне зависимости от того, превышает скорость такого течения скорость звука или нет (для чисто сверхзвукового режима растущих возмущений не обнаружено, на дозвуковом режиме есть одно растущее возмущение, но в случае линейного профиля дозвуковой пограничный слой (течение Куэтта) устойчив). В отличие от дозвукового случая акустическое воздействие на трансзвуковой пограничный слой порождает волны Толлмина-Шлихтинга и при гладких граничных условиях (нет выступов, изломов, уступов и т.п. на ограничивающих течение поверхностях), в дозвуковом режиме для генерации возмущений наличие таких особенностей необходимо, в этом отношении трансзвуковое течение выступает как локально неоднородное течение.

Дисперсионное соотношение для трансзвукового режима взаимодействия переходит в дисперсионное соотношение для сверхзвукового режима или дозвукового режима при соответствующем изменении параметров, что открывает возможность для сравнения этих режимов хорошо исследованных экспериментально.

Трехпалубная модель по-прежнему остается весьма эффективным инструментом для исследования задач теории пограничного слоя, в частности в трансзвуковом диапазоне скоростей. Вместе с тем, к настоящему времени поняты недостатки этой модели для трансзвукового диапазона и предложена ее модификация. Модификация модели заключается в сохранении в уравнении Линя-Рейсснера-Цяня при его выводе из полных уравнений для потенциала (т.о. возникающего в уравнении естественным образом) сингулярного члена трансзвукового разложения со второй производной по времени. Модифицированная модель дает дополнительное возмущение, выпадающее из рассмотрения при использовании классической модели, и позволяет определить его поведение.

Представляет интерес выяснение поведения возмущений трансзвукового пограничного слоя в случае другого, отличного от линейного, вида профиля скорости. Выбор квадратичного вида позволяет провести аналитическое исследование в достаточно законченном виде. Конечно, и эти результаты сильно ограничены, но они позволяют получить новый взгляд на развитие возмущений в пограничном слое и избежать абсолютизации полученных для линейного случая результатов. Укажем, в

частности, что определяющий поведение возмущений в линейном случае присущий производной функции Эйри колебательный характер изменения относительно действительной оси при отрицательных значениях аргумента является, все же, исключительным и не реализуется в других условиях. Так, в случае квадратичного профиля скорости поведение возмущений определяется функцией Уиттекера, имеющей качественно другие свойства, нежели функция Эйри. Это свидетельствует о качественной перестройке поля возмущений при отклонении профиля невозмущенной скорости от линейного вида.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ МАГНИТНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Р.В. Бризицкий

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

В докладе формулируются задачи управления для стационарных уравнений магнитной гидродинамики, рассматриваемых при граничных условиях Дирихле для скорости и смешанных краевых условиях для электромагнитного поля. Выводятся необходимые условия экстремума и оценки локальной устойчивости решений конкретных экстремальных задач относительно определенных возмущений как функционала качества, так и одной из заданных функций, имеющей смысл вектора скорости на границе.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ РАСПЛАВА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МНЛЗ ПРИ НОВОМ СПОСОБЕ РАЗЛИВКИ

А.И. Горнаков

Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения РАН,
Комсомольск-на-Амуре

В данной работе строится пространственная математическая модель, описывающая гидродинамические потоки жидкого металла в кристаллизаторе. Исследуется новая конструкция разливочного стакана,

при котором стакан содержит трубчатую верхнюю часть, закрепляемую на разливочной емкости, и нижнюю часть, закрепляемую непосредственно на кристаллизаторе машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) или на неподвижной опоре. Расплав может истекать в горизонтальной плоскости во всех направлениях через щель образованную частями разливочного стакана. Реализация такой конструкции позволит осуществлять замену быстроизнашиваемой части разливочного стакана (нижней) без замены верхней части. Для решения уравнений гидродинамики использовался апробированный численный метод, согласно которому расчетная область разбивается на ортогональные элементы конечных размеров. Процесс принят стационарным. Приведены результаты расчетов для поля скоростей жидкого металла.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ПЕРЕНОС ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ

Г.В. Долголева

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва

В докладе исследуются на устойчивость различные разностные схемы (явные, неявные) для решения системы уравнений, описывающей перенос излучения и взаимодействие излучения с веществом в приближении спектральной квазидиффузии. В случае неявных итерационных схем привлекается их исследование на сходимость итераций. Приводится сравнение результатов, полученных по этим схемам, с аналитическими решениями и известными решениями. Делаются выводы о слабых и сильных сторонах рассматриваемых разностных схем.

ТЕРМОКАПИЛЛЯРНАЯ КОНВЕКЦИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТЕЙ СО СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ

М.В. Ефимова

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН,
Красноярск

В работе рассматривается система двух несмешивающихся несжимаемых теплопроводных смесей с общей поверхностью раздела, одной твердой стенкой и свободной границей. Термокапиллярный эффект на

поверхностях раздела выражается линейной зависимостью поверхностного натяжения от температуры. Для исследования устойчивости состояния равновесия системы получена зависимость числа Марангони от волнового числа. Показано влияние некоторых физических параметров на устойчивость состояния равновесия исследуемой системы.

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта СО РАН №116 и гранта РФФИ 11-01-00283.

МОДЕЛЬ ТРЕХМЕРНОЙ БИДИФФУЗИОННОЙ КОНВЕКЦИИ С ЯЧЕЙКАМИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

С.Б. Козицкий

Тихоокеанский океанологический институт Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается трехмерная бидиффузионная конвекция в бесконечном по горизонтали слое несжимаемой жидкости в окрестности точек бифуркации Хопфа. Методом многомасштабных разложений получено семейство амплитудных уравнений, описывающее вариации амплитуды конвективных ячеек, форма которых задается как суперпозиция конечного числа конвективных валиков с различными волновыми векторами. Показано, что в трехмерном случае взаимодействие конвекции и поля горизонтальной завихренности играет существенную роль в динамике системы.

МОДЕЛЬ ТРЕХМЕРНОЙ БИДИФФУЗИОННОЙ КОНВЕКЦИИ С ЯЧЕЙКАМИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

А.Н. Козлов

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва

Проведено исследование разномасштабных процессов в канале плазменного ускорителя. Совместное моделирование приэлектродных процессов и динамики ядра потока плазмы выполнено на основе двухжидкостной МГД-модели. Выявлена область параметров и сформулирован критерий, отвечающие ламинарным течениям плазмы в отсутствие приэлектродных неустойчивостей, предшествующих явлению кризиса тока. Результаты расчетов сопоставлены с экспериментальными данными, определяющими наличие критических режимов. Проведено исследование влияния способов подачи вещества на входе в канал и дополнительного продольного магнитного поля на развитие приэлектродных процессов. Определены интегральные характеристики ускорителя, включая расход массы и интегральный параметр обмена.

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГЕТЕРОГЕННОГО ГОРЕНИЯ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Н.А. Луценко

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Для исследования нестационарных процессов при гетерогенном горении пористых сред предложена модель и разработан оригинальный численный метод, основанный на комбинации явных и неявных конечно-разностных схем. Твердое пористое вещество предполагается состоящим из горючего и инертного компонента, при этом твердое горючее вещество в результате реакции с газообразным окислителем превращается в газ. Модель строится в предположении взаимодействующих взаимопроникающих континуумов с использованием классических подходов теории фильтрационного горения. Для описания динамики газа используется уравнение сохранения импульса для пористых сред, которое является более корректным, чем классическое уравнение Дарси. В модели учитывается разница температур фаз, изменение объема и массы фаз при взаимодействии, наличие диффузии окислителя, зависимость вязкости газа от температуры. Процессы горения описываются одностадийной химической реакцией первого порядка. Отличительной особенностью модели является то, что расход газа, проходящего через пористый объект, предполагается неизвестным, а в качестве граничных условий задаются давление газа и условия теплообмена на входе и на выходе из пористого объекта, а также температура газа на входе в объект. Решен ряд одномерных нестационарных задач и выявлены закономерности процесса как при вынужденной конвекции, так и при естественной фильтрации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ (грант № МК-2198.2011.1), РФФИ (грант № 10-01-90004-Бел-а), ДВО РАН (проекты № 09-И-ОЭМПУ-04, № 09-И-П2-05, № 11-И-В-01И-011).

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН СЖАТИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ ГАЗА В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Т.П. Мирошниченко

Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается одномерная задача истечения газа из подземного резервуара. Предполагается, что в некоторый момент времени покоящийся газ приобретает давление, значительно превосходящее свое первоначальное значение. Газ начинает двигаться вверх и выходит в открытое пространство с заданным давлением. Математическая модель строится в предположении двух взаимодействующих взаимопроникающих континуумов. Отличительной особенностью модели является то, что начальная скорость газа неизвестна. Изменение давления газа в резервуаре вычисляется исходя из закона изменения массы газа в резервуаре.

В работе исследуется распространение волны сжатия при различной проницаемости твёрдой фазы. Расчет системы дифференциальных уравнений производится численно на основе метода конечных разностей. Трудность вычислений обусловлена большими перепадами давлений и возможными большими значениями проницаемости. Следует заметить, что большинство стандартных схем не подходят для расчета исследуемого процесса.

Изучена возможность возникновения и устойчивости ударной волны для различных начальных условий. На основе полученных результатов проанализировано протекание процесса фильтрации. Предложенная в работе схема может быть расширена на многомерный случай.

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ВЯЗКОЙ КОМПАКЦИИ ДВУХТЕМПЕРАТУРНОЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

В.В. Пак

Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева
Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Разработана численная модель миграции флюида в недрах Земли на основе уравнений вязкой компакции с учетом различных температур флюида и скелета и тепломассопереноса между ними. Результаты

моделирования движения флюидов в восходящем потоке показывают существенное влияние межфазного массообмена на передачу тепла, переносимого флюидом, скелету и его напряженное состояние. В геофизических приложениях, полученные результаты подтверждают важную роль флюидов в создании тепловых аномалий и распределение напряжений в недрах Земли.

ПРОСТАЯ РАЗНОСТНАЯ СХЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ В ВЯЗКОУПРУГОЙ СРЕДЕ

П.С. Петров, Д.И. Боровой

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Простейшей математической моделью вязкоупругих волн может служить обобщенное интегро-дифференциальное волновое уравнение. В работе обсуждается вывод этого уравнения, а также предлагается простая схема его численного решения методом конечных разностей, обобщающая стандартную явную схему типа "крест" для обычного волнового уравнения. Обсуждаются возможные приложения полученной схемы к задачам акустики мелкого моря.

О ПРОДУКТИВНОСТИ ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

П.В. Ротерс,¹ В.И. Астафьев²

¹Самарский государственный университет, Самара

²Самарский государственный аэрокосмический университет, Самара

Работа посвящена исследованию продуктивности двоякопериодических систем добывающих скважин. Используя модель работы скважины с постоянной скоростью притока, было получено аналитическое представление для коэффициента продуктивности скважины и проведен анализ его значений в зависимости от формы контура питания. Также было получено аналитическое представление для форм-фактора Дитца, которое хорошо согласуется с результатами численных вычислений при помощи метода мнимых источников.

УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ–СТОКСА В ПРОСТРАНСТВЕ. ИНВАРИАНТЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ.

В.И. Семенов

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

В работе свойства решений уравнений Навье–Стокса (глобальность, гладкость, ограниченность) изучаются с помощью инвариантных относительно скалинг-процедуры числовых характеристик и инвариантного класса векторных полей. В пользу выделения таких инвариантов отметим тот факт, что скалинг-процедура в пространствах четной размерности интерпретируется как конформное отображение на группе Гейзенберга. Данный подход дает возможность:

1. указать достаточные и необходимые условия существования глобальных решений,
2. показать, что турбулентные явления возможны лишь при очень низких значениях кинетической энергии в определенный момент времени,
3. указать границы значений для кинетической энергии, которые обеспечивают существование глобального, локального решений,
4. определить универсальный временной промежуток наступления blow up,
5. привести аргументы в пользу того, что уравнения Навье–Стокса действительно дают детерминистическое описание динамики жидкости.

Часть результатов данной работы является новой, а другая часть, касающаяся свойств решений, дополняет и улучшает хорошо известные классические результаты Ж. Лере и О.А. Ладыженской.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН ГОРЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В МАЛОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ

*Е.В. Серещенко,¹ С.С. Минаев,¹ Р.В. Фурсенко,¹
Марута К.²*

¹Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения РАН, Новосибирск

²Институт механики сплошной среды, Университет Тохоку, Сендай, Япония

Интерес исследователей к изучению горения нестационарных волн горения газовых смесей в микросистемах обусловлен появившейся в последнее время тенденцией к созданию малоразмерных горелочных устройств. В настоящее время знания о динамическом поведении фронтов химических реакций в микроканалах недостаточны, чтобы удовлетворить требованиям, возникающим в микротехнологиях. В данной работе в рамках тепло-диффузионной модели исследовано динамическое поведение пламени в микроканале с заданным распределением температуры в стенках. Рассмотрены случаи, когда горение происходило в прямоугольном канале и в зазоре между двумя дисками с радиальной подачей топлива. В обоих случаях характерный поперечный размер канала был меньше критического диаметра, определенного для температуры окружающей среды. Обнаружена возможность одновременного образования двух фронтов химической реакции. Показана возможность образования осциллирующих и вращающихся пространственных структур пламени, описанных ранее в экспериментальных работах по микророгению. Дано объяснение механизма формирования вращающихся структур пламени в виде лопаток турбины при горении газа в радиальном канале, и выполнено математическое моделирование этого и других режимов горения. Результаты моделирования позволили объяснить недогорание смеси, наблюдавшееся в экспериментах.

О КОНВЕКТИВНОМ ВИХРЕВОМ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

И.В. Степанова

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН,
Красноярск

В рамках класса точных решений уравнений гидродинамики, где осевая компонента скорости, давление и температура зависят от продольной координаты, исследован вращательно-симметричный режим

течения вязкой жидкости в вертикальном цилиндре под действием силы плавучести. На оси цилиндра заданы условия прилипания для радиальной и азимутальной компонент скорости, на боковой поверхности цилиндра условия прилипания считаются выполненными для всех компонент скорости. Температура является ограниченной функцией как на оси, так и на боковой поверхности цилиндра. В работе найдено и исследовано решение поставленной задачи в зависимости от свойств жидкости, геометрии области и других параметров.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта СО РАН №65 и гранта РФФИ № 11-01-00283.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИ ВЯЗКОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОЙ ЖИДКОСТИ

Д.А. Терешко

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

В докладе рассматривается нестационарная модель вязкой теплопроводной жидкости в приближении Обербека-Буссинеска. Для данной модели формулируются задачи условной минимизации функционалов качества, зависящих как от слабых решений исходной начально-краевой задачи, так и от граничных функций, играющих роль управлений. Выводится система оптимальности, описывающая необходимые условия экстремума первого порядка. Разрабатывается численный алгоритм решения задачи граничного управления, основанный на итерационном процессе решения прямых и обратных по времени начально-краевых задач, входящих в нелинейную систему оптимальности. При проведении вычислительных экспериментов исследуется эффективность воздействия температурных и скоростных управлений на течения жидкости, а также влияние числа Рейнольдса, параметра регуляризации и других величин на точность решения экстремальной задачи.

МОДОВОЕ ПАРАБОЛИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ИНЕРЦИОННО-ВНУТРЕННИХ ВОЛН}}

М.Ю. Трофимов

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения РАН

Методом многомасштабных разложений выведено параболическое уравнение для инерционно-внутренних волн.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОЛКНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ГАЗОВЗВЕСЕЙ ПРИ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССАХ

Т.А. Хмель, А.В. Федоров

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения РАН, Новосибирск

Для описания динамики смесей высокой (насыпной) плотности необходимо учитывать силы плавучести и столкновения частиц. Молекулярно-кинетические подходы зарекомендовали себя в описании столкновительной динамики гранулированных материалов и процессов на виброподложках. Как правило, они ограничены изотермическим рассмотрением и не учитывают взаимодействие с несущим газом. Применение столкновительных моделей к ударно-волновым и детонационным процессам требует их развития и согласования с моделями газовой динамики.

В работе представлена согласованная столкновительная модель для системы газ - несжимаемые частицы, основанная на подходах МСС с описанием динамики межчастичных столкновений. Уравнения выражают законы сохранения для компонентов и законы взаимодействия фаз между собой. Проведен качественный анализ системы ОДУ, описывающих течение смеси в классе бегущих волн, получены выражения для основных характеристик. На основе анализа представлений для хаотического давления и столкновительной энергии найдена зависимость равновесной скорости звука от параметров смеси и гидродинамических характеристик для условий экспериментов Гельфанда. Получено удовлетворительное соответствие экспериментальным данным. Недивергентность системы уравнений затрудняет применение консервативных схем расчета нестационарных течений. Выделен класс сред, для которых система приводится к дивергентному виду. Получены точные решения для соотношений на сильных разрывах, представлена классификация типов ударных волн.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ НАСАДОК

А.Н. Хомяков

НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Экспериментально исследуется универсальный аэрогидродинамический насадок, в котором реализуется струйное течение с образованием

кавитационной полости с отрицательным числом кавитации. В результате наблюдается автоколебательный режим истечения из насадка газовой и жидкой струй, их взаимное перемешивание и разбиение на мелкие пузырьки и капли.

В работе исследуется эффективность использования универсального аэрогидродинамического насадка в качестве распылителя газовой струи в аэра-торах, применяемых в аэротенках систем очистки сточных вод и в рыбных питомниках рыбоводческих хозяйств, а также в качестве форсунок в топках ТЭЦ и двигателях внутреннего сгорания. Исследована зависимость основных параметров течения от угла конусности кольцевого сопла жидкой струи.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Ю.Д. Чашечкин

Институт проблем механики им А.Ю. Ишлинского РАН, Москва

Обсуждаются условия наблюдаемости физических величин, обеспечивающие прямое сопоставление данных математического и лабораторного моделирования. В качестве основы моделирования взята фундаментальная система уравнений механики неоднородных жидкостей, которая анализируется методами теории непрерывных групп и сингулярных возмущений с учетом условия совместимости. Детально рассматриваются задачи генерации компактными источниками периодических внутренних волн и сопутствующих компонент течений в непрерывно стратифицированной жидкости в линейном и слабонелинейном приближениях. Выделены макро- и семейство микроструктурных компонент, прослежена их связь с геометрией и энергетикой течений. Все компоненты течения формируются и распадаются одновременно, несмотря на различия собственных масштабов.

Расчеты опережающего возмущения, краевых сингулярностей, внутренних волн, следа, компонент сил и моментов, действующих на равномерно движущуюся полосу, сопоставлены с измерениями и теньвыми наблюдениями течений. Прослежено формирования вихрей в результате взаимодействия поперечных полосчатых структур, образующих кластеры с обострением градиентов. В следах визуализированы внутриследовые и висящие прослойки, на которых концентрируется растворимая краска и частицы суспензии при электролитической визуализации.

Обсуждаются проблемы переноса полученных результатов на природные условия и течения в технических устройствах и технологических установках.

КОНЕЧНОМЕРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ РАВНОВЕСНЫХ МГД КОНФИГУРАЦИЙ

А.Ю. Чеботарев

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

Рассматривается задача стабилизации для уравнений магнитной гидродинамики (МГД) вязкой несжимаемой жидкости. Показано, что равновесную конфигурацию магнитного поля можно экспоненциально стабилизировать за счет управления сторонними токами. При построении стабилизирующего управления учитываются спектральные свойства оператора, моделирующего диссипативные и вязкие члены в модели МГД. Основным результатом состоит в построении стабилизирующего оператора такого, что равновесная конфигурация является устойчивой особой точкой динамической системы, порождаемой эволюционными уравнениями МГД в соответствующем фазовом пространстве, и при этом оператор стабилизации имеет конечномерный образ, лежащий в шаре заданного радиуса.

УСТОЙЧИВЫЙ ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МОСОЛОВА-МЯСНИКОВА ПРИ БОЛЬШИХ ЧИСЛАХ БИНГАМА

К.А. Чехонин, Е.Е. Баженов

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Рассматривается течение нелинейно-вязкопластической жидкости в области сужения двух цилиндров. Численное решение задачи производится с использованием метода конечных элементов, div-устойчивой аппроксимации искомых функций и обобщенного вариационного принципа. Предложен алгоритм решения задачи, устойчивый в широком диапазоне значений реологических параметров. Показано влияние реологических параметров нелинейности модели и числа Бингама на распад "квазитвердого ядра" и эволюцию области перестройки течения.

МЕХАНИКА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ОКЕАНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

А.И. Абакумов, Ю.Г. Израильский

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Моделируется распределение фитопланктона в вертикальном столбе воды под влиянием освещенности (ФАР), распределения температуры и минеральных питательных веществ. Модель сводится к системе уравнений в частных производных параболического типа с функциональной нелинейностью. Изменение концентраций минеральных веществ и фитопланктона происходит под влиянием диффузии. Фитопланктон рассматривается как многовидовое сообщество с конкурентными отношениями между особями. По освещенности и температуре моделируется годовой цикл сезонных изменений. Модель может быть использована для оценки содержания фитопланктона под единицей площади поверхности на основе спутниковых данных о поверхностных концентрациях хлорофилла и минеральных веществ. Привлечение данных, полученных другими дистанционными или контактными методами, позволяет улучшить точность результата.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗОЛОТА ПРИ ДВИЖЕНИИ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ОТВАЛ

А.В. Енавин,¹ В.М. Садовский²

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН, Красноярск

Процесс осаждения частиц золота при движении потока жидкости через отвал моделируется, как задача фильтрации с неизвестной границей, которая допускает формулировку в виде вариационного неравенства. К решению задачи применяются вычислительные алгоритмы метода релаксации с проекцией и метода итераций по подобластям.

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА И ДЕФОРМИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПОТОКАМИ ЧАСТИЦ

А.Г. Князева,¹ В.Н. Демидов,² С.А. Шанин³

¹Томский политехнический университет, Томск

²Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН, Томск

³Томский государственный университет, Томск

Из всего разнообразия явлений, сопровождающих процесс поверхностной обработки металлов и сплавов потоками частиц, наибольший интерес представляют те, которые непосредственно связаны с изменением состава и структуры. Среди них - радиационно-стимулированная диффузия, связанная с генерацией и эволюцией дефектов структуры; аномальный перенос под действием внешних факторов (полей разной физической природы). Многие из наблюдаемых эффектов могут быть описаны средствами неравновесной термодинамики и современных разделов механики сплошной среды.

Несмотря на большой класс моделей механики сплошной среды, относящихся изучению взаимовлияния физических и механических полей, диффузии в металлах и сплавах придается лишь второстепенное значение. Тем не менее, с ней связаны не только отдельные эффекты неупругого деформирования и изменения скоростей физико-химических превращений.

Основываясь на термодинамике необратимых процессов и простых аналогиях, можно построить связанные модели деформируемых сред с диффузией и химическими реакциями, обладающие разными реологическими свойствами.

В настоящей работе для описания процессов перемешивания элементов в поверхностных слоях в условиях обработки потоками частиц, не приводящих к плавлению материалов, предложены два типа моделей. Первые при условии малости деформаций, ускорений и скоростей сводятся к системе трех связанных уравнений диффузионного типа. Вторые - для тех же условий, но для характерных времен, сравнимых со временами релаксации к состоянию термодинамического равновесия, - включают систему уравнений переменного типа, сводящуюся к нелинейным дифференциальным уравнениям второго порядка, как по пространственным координатам, так и по времени.

Приводятся примеры решения частных задач поверхностной обработки электронным лучом и процесса роста покрытия в электродуговых и плазменных технологиях.

АВТОНОМНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В ФОРМЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТЕЛА ПЕРЕМЕННОГО УДЛИНЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОГО МОРЯ

*Е.Б. Кудашев,¹ В.П. Маршов,² А.В. Смольяков,²
В.М. Ткаченко²*

¹Институт космических исследований РАН / Механико-математический факультет МГУ, Москва

²ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова, Санкт-Петербург

Автономная лаборатория представляет собой удлиненное тело вращения диаметром 0,65 м., длина которого может изменяться от 8 до 12 м. Автономная лаборатория в погруженном состоянии имеет избыточную архимедову плавучесть и по этой причине способна самостоятельно всплывать из глубоководных частей морской акватории, куда она предварительно доставляется с помощью специальных заглубляющих приспособлений. Наши многолетние экспериментальные исследования статистических характеристик турбулентных пульсаций давления, проводимые в Черном море, показывают, что применение всплывающих устройств дает возможность проводить сложный акустико-гидродинамический эксперимент в турбулентном пограничном слое при высоких числах Рейнольдса (до значений 10^8) в автономных условиях, без вмешательства оператора, практически не искаженный посторонними помехами. Рабочий участок всплытия с постоянной скоростью всплытия составляет более 80 м. Максимальная скорость всплытия устройства изменялась от 9,5 до 20,5 м/с. Времени установившегося движения с заданной глубины достаточно для надежного анализа турбулентных давлений в диапазоне частот 2 Гц – 2 КГц. Посторонние шумы, мешающие исследованию турбулентных пульсаций давления, отсутствуют, поскольку движение установки создается не механизмами, а потенциальным полем гидростатического давления. Шумы моря при умеренном (1 – 2 м) волнении много ниже измеряемых турбулентных пульсаций давления; имеет место низкая степень начальной турбулентности натекающего потока, соответствующая естественной турбулентности глубокого моря.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБИНЫ ФРОНТА ГОРЕНИЯ ТОРФА ИК-МЕТОДАМИ

Е.Л. Лобода

Томский государственный университет, Томск

Приведены результаты экспериментов по измерению глубины фронта горения торфа с использованием тепловизора JADE J530SB в диапазоне длин волн 2,5–2,7 мкм. Определено, что глубина фронта горения торфа, характерного для южных отрогов васюганских болот составляет 8–10 мм. Приводятся значения коэффициента излучения фронта горения торфа в диапазоне 2,5–2,7 мкм.

ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЛАМЕНИ ПРИ ГОРЕНИИ ЛЕСНЫХ И СТЕПНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Е.Л. Лобода,¹ В.В. Рейно²

¹Томский государственный университет, Томск

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева, Томск

Рассмотрены результаты экспериментов по измерению температурных полей в среднем инфракрасном диапазоне длин волн пламени очагов горения лесных и степных горючих материалов. Проведен анализ частотных спектров изменения температуры. Обнаружены характерные частоты в диапазоне 2–7 Гц. Сделано сравнение натуральных и лабораторных измерений.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БЛОЧНЫХ СРЕД И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ В ГЕОМЕХАНИКЕ

Л.А. Назарова

Институт горного дела Сибирского Отделения РАН, Новосибирск

При разработке математических моделей природных объектов различного масштабного уровня следует учитывать, что большинство динамических явлений приурочены к структурным границам. Подход к

описанию процессов деформирования и механические свойства последних существенно зависят от масштабного фактора, поэтому верификацию модели целесообразно проводить с помощью решения обратных квазистатических задач с использованием комплекса сейсмологических, геодезических и геомеханических данных, несущих прямую и косвенную информацию о полях напряжений и деформаций.

Создана методика интерпретации данных стандартных испытаний образцов горных пород на трехосное сжатие, позволяющая “восстановить” уравнения состояния, описывающие деформирование нарушения сплошности, и количественно оценить прочностные характеристики вновь образующихся разломов: угол внутреннего трения и сцепление.

С использованием разработанных 3D алгоритмов метода конечных элементов в сферической и декартовой системах координат для моделей блочных сред с поверхностями сильного разрыва смещений, реализованы сценарии развития геодинамических событий в геологических объектах различного масштабного уровня.

Установлено существование геодинамической связи сильных сейсмических событий в земной коре. На примере объемной вязкоупругой модели Центральной Азии с учетом возможного раскрытия и проскальзывания границ нарушений сплошности среды показано, что подвижка берегов разлома при землетрясении в Северном Тибете (2001 г.) в течение двух лет генерировала относительный сдвиг берегов разлома в районе Курайской впадины того же направления, что и произошедшее 27.09.2003 г. Алтайское землетрясение. Полученные же летом 2003 г. GPS данные о смещениях земной поверхности в районе эпицентра последнего, показали резкое повышение уровня горизонтальных деформаций перед землетрясением. Трактую очаг готовящегося сейсмического события как аномальную зону на поверхности разлома, порождающую в среде поле дополнительных напряжений, предложена методика оценки фокальных параметров будущего землетрясения на основе решения обратной задачи по смещениям свободной поверхности.

Теоретически обоснован и экспериментально апробирован в лабораторных условиях (масштабный коэффициент 0.001) метод повышения флюидоотдачи продуктивных пластов, основанный на использовании запасенной потенциальной энергии породного массива. Численными экспериментами установлено, что при сбросовом геодинамическом режиме, определенном сочетании свойств разломов и величин напряжений в естественном поле, в блочном массиве некоторые участки разломов находятся в метастабильном состоянии. Тогда, при искусственно вызванной подвижке вдоль этих участков, происходит локальное нарушение равновесия, в среде возникают остаточные деформации, которые

могут стать причиной повышения давления в продуктивном пласте и, следовательно, увеличения дебита эксплуатационных скважин.

Создан новый метод синтеза уравнений состояния межблочных нарушений, учитывающий фрактальную размерность поверхности f и прочностные характеристики вмещающей среды. На основе разработанного механизма взаимодействия полупространств со случайными границами установлены функциональные зависимости жесткости нарушений от величины f и предела прочности среды на сжатие.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проекты № 05-10-00736 и № 05-09-00975) и Интеграционного проекта СО РАН № 44.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СМЕЩЕНИЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

М.Н. Осипов, М.А. Попов

Самарский государственный университет, Самара

В работе рассматриваются теоретические и экспериментальные исследования образования и поведения выходного сигнала в оптоэлектронном лазерном интерферометре на основе интерферометра Майкельсона при измерении динамических смещений с целью разработки алгоритмов автоматизации процесса обработки выходного сигнала.

Показано, что для того чтобы система измерений имела максимальную чувствительность и не зависела от направления смещения, необходимо чтобы “точечный” измерительный фотодиод, при регистрации изменений в интерференционной картине, в начальный момент располагался точно посередине между максимумом и минимумом в регистрируемом распределении интенсивности интерференционной картины.

При динамических перемещениях исследуемой поверхности постоянного направления - не знакопеременных - для определения величины перемещений достаточно определить количество интерференционных порядков зафиксированных фотодиодом.

При амплитудах колебаний исследуемой поверхности меньших $\lambda/8$ (λ - длина волны лазера в интерферометре) выходной сигнал фотодетектора повторяет форму колебания поверхности, а при амплитудах больших $\lambda/8$ наблюдаются характерные искажения, и выходной сигнал с фотодиода не соответствует по форме колебаниям исследуемой поверхности.

Для общего случая измерения динамических смещений (с моментами остановки) предложено использовать второй “точечный” фотодетектор, располагаемый со сдвигом фазы относительно первого фотодетектора на величину $\pm\pi/2$. Предложен алгоритм расшифровки выходного сигнала.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ПОПЕРЕЧНОЙ РУСЛОВОЙ ПРОРЕЗИ ТРАПЕЦИЕВИДНОЙ ФОРМЫ В КАНАЛАХ С ПЕСЧАНЫМ ДНОМ

И.И. Потапов, К.С. Снугур

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, Хабаровск

Для песчаного дна канала формулируется одномерная задача деформирования поперечной русловой прорези трапециевидной формы. В задаче исследуется изменение геометрии прорези при движении над ней гидродинамического потока в течение заданного периода времени. Параметры гидродинамического потока определяются из решения гидродинамической задачи, сформулированных в рамках уравнений мелкой воды. Для определения донных деформаций использована русловая модель, построенная на основе семейства русловых моделей, разработанных Петровым П.Г. и Потаповым И. И. для ряда исследований, посвященных изучению движения донных наносов, не содержащих в себе феноменологических параметров.

Проведено сравнение полученных численных решений с экспериментальными данными и расчетами других авторов (P.J.M. Kerssens and L.C. van Rijn).

МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВОГО СКЛОНА ДЛЯ РЕК С ПЕСЧАНЫМ ДНОМ

И.И. Потапов, М.А. Щекачева

Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, Хабаровск

Моделированию деформации береговых склонов рек и каналов посвящено достаточно много работ, поскольку данные процессы связаны с процессами меандрирования речных берегов. Для того чтобы исследовать количественно процессы меандрирования, необходимо иметь модели деформации береговых склонов рек и каналов.

С развитием численных методов расчета береговой эрозии, во внимание начинают приниматься различные явления (размыв дна, боковой размыв берега, обрушение берега).

Цель данного исследования – с помощью упрощенного механического подхода получить одномерный закон береговых деформаций песчаного канала.

Математическая модель, определяющая деформацию берегового склона песчаных рек, будет включать в себя уравнения мелкой воды для описания гидродинамических параметров задачи (скоростей, глубин, придонных напряжений) и уравнением русловых деформаций для определения деформаций донной и береговой части реки. Оригинальной частью модели является аналитическое уравнение русловых деформаций, предложенное Петровым А.Г., Петровым П.Г. и Потаповым И.И.

Прямое решение задачи сталкивается с значительными трудностями обусловленные скачковыми изменениями на несколько порядков коэффициентов диффузии в областях лавинного движения наносов. В связи с чем, для решения задачи используем метод расщепления расчетной области.

Таким образом найдем уравнение движения точки a – точки начала лавинного обрушения в случае, когда возвышение берега над свободной поверхностью невелико.

Полученная формула хорошо согласуется с эмпирической формулой Викуловой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

О.В. Рыбкина, К.А. Чехонин, Е.Е. Баженов

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Рассматривается трехмерная задача отвердевания жидкотекучего полимерного материала в оболочечной прессформе с центральным профильным телом. Отверждаемый композиционный материал представляет собой слабосжимаемую термо-полимеризационно-простую вязкоупругую среду с зависимостью коэффициента Пуассона от структурных изменений в нем. Учитывается контактное условие с трением на границе между отверждаемым материалом и центральным профильным телом. Численное решение задачи производится методом конечных элементов в формулировке Галеркина. Показано влияние режимов отвердевания, контактных условий с центральным профильным телом и реологических свойств отверждаемого материала на остаточные технологические напряжения.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СТАЦИОНАРНОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

О.В. Соболева

Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток

Проведено численное исследование коэффициентных обратных экстремальных задач для стационарного уравнения конвекции-диффузии-реакции, описывающего распространение загрязняющего вещества в ограниченной области. Установлены зависимости точности восстановления неизвестных коэффициентов, входящих в основное уравнение конвекции-диффузии-реакции или в граничные условия, от выбора значения параметра, входящего в регуляризующую добавку минимизируемого функционала качества, размера и расположения области изменений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ В МИКРОСОСУДАХ И ПРОЦЕССОВ ТРАНСКАПИЛЛЯРНОГО ОБМЕНА С УЧЕТОМ ПУЛЬСОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

А.В. Федоров, Т.А. Хмель

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения РАН, Новосибирск

В процессах транскапиллярного обмена основным механизмом доставки кислорода является фильтрация плазмы через стенки капилляров. Фильтрационное течение обусловлено перепадом давлений (с учетом онкотического) внутри и вне капилляра, который выше нуля на артериальном конце и ниже на венозном (схема Старлинга). Перепад и градиент давления в капилляре в схеме Старлинга считаются постоянными. Однако данные экспериментов свидетельствуют о наличии колебаний давления, скорости кровотока в капилляре и перемещений стенок, связанных с сердечными сокращениями.

В работе моделируются связанные с пульсовыми колебаниями нестационарные течения крови в капиллярах при изменении их диаметра, а

также процессы нестационарной фильтрации и движения плазмы в интерстиции. Для внутренних течений получены решения в классе периодических функций. Внешние течения моделируются численно в рамках уравнений механики сплошных сред. Межкапиллярное пространство считается неподвижной изотропной пористой средой. Учитывается демпфирование колебаний стенками капилляра.

Показано существенное отличие процессов от схемы Старлинга. Внутренние течения характеризуются почти синхронными колебаниями давления и скорости кровотока и со сдвигом по фазе колебаниями просвета капилляров. В нестационарном транскапиллярном обмене фильтрация и ре-абсорбция чередуются на всем протяжении капилляра, что способствует его интенсификации. Результаты согласуются с экспериментами и позволяют лучше понять принципы гемодинамических процессов.

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ИСПАРЕНИЯ СВОБОДНОЙ И СВЯЗАННОЙ ВОДЫ В СЛОЕ ТОРФА

А.И. Фильков, А.М. Гришин, Д.А. Гладкий

Томский государственный университет, Томск

В работе предложена однотемпературная математическая модель сушки слоя торфа. Торф считался многофазной средой, состоящей из сухого органического вещества, свободной и связанной воды, газовой фазы. Численное решение математической модели осуществлялось итерационно-интерполяционным методом. В результате работы были получены зависимости объемной доли воды, газовой фазы и температуры слоя торфа от времени. Проведено исследование влияния содержания начальных объемных долей на скорость сушки слоя торфа.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ТОЛСТЫХ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ

*В.Б Шулятьев, А.М. Оришч, А.Г. Маликов,
А.В. Зайцев*

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения РАН, Новосибирск

При лазерной резке толстых металлических листов существенную роль в формировании канала реза играют процессы удаления расплава. Полная физическая модель лазерной резки к настоящему времени

не создана, это сдерживает разработку количественных методов прогнозирования результатов резки и оптимизации процесса. В настоящей работе на основе детального экспериментального исследования лазерно-кислородной резки углеродистой стали выявлены закономерности и найдены соотношения подобия, описывающие получение реза с минимальной шероховатостью поверхности при толщине листов до 25 мм. Исследован баланс энергии при условии резки с наилучшим качеством. Определена предельная для лазерно-кислородной резки толщина листа, при превышении которой целесообразно использовать кислородную резку. Экспериментально реализована резка стали в сверхзвуковой струе кислорода с поддержкой лазерным излучением при толщине листа до 50 мм и с высоким качеством поверхности.

ОПТИМАЛЬНЫЙ СБОР УРОЖАЯ В ПРИРОДНОЙ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ПОПУЛЯЦИИ

А.И. Абакумов, Ю.Г. Израильский

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Построена распределенная модель природной популяции, находящейся под воздействием сбора урожая (промысел, охота и т.п.). При моделировании особи популяции распределены по некоторым признакам: возраст, размер, другие морфологические или физиологические различия. Модель основана на системе уравнений в частных производных параболического типа с нелинейностью в функциональной части. Решается задача оптимизации режима сбора урожая по критерию максимизации дохода от урожая за рассматриваемый период времени. Выведена система оптимальности, определяющая достаточные условия оптимальности управления при ряде предположений о свойствах задачи. Возможности построенной системы оптимальности иллюстрируются решением задач оптимизации рыбного промысла с учетом различия особей по линейным размерам. Выясняются размеры рыб, наиболее привлекаемые для промысла с точки зрения оптимизации дохода. Демонстрируются закономерности изменения тактики промысла при изменениях условий среды, оказывающих наибольшее влияние на рождаемость и величину пополнения промыслового стада рыб.

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ

О.В. Абрамов

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматриваются вопросы обеспечения и поддержания надежной и безаварийной эксплуатации сложных технических систем. Предлагаются некоторые подходы для решения проблемы снижения техногенного риска уникальных систем ответственного назначения, базирующиеся на мониторинге их технического состояния и индивидуальном прогнозировании остаточного ресурса.

ОЦЕНКА И ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ ПО ПОСТЕПЕННЫМ ОТКАЗАМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

М.Ф. Аноп, Я.В. Катюева

Институт автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается задача оптимального параметрического синтеза технических устройств и систем в условиях параметрических возмущений. Поскольку законы временного и производственного дрейфа параметров на практике часто бывают неизвестны, для оценки и оптимизации надежности по постепенным отказам приходится использовать детерминированные критерии максиминного типа. Предлагается ряд вычислительных процедур, основанных на исследовании области работоспособности - области в пространстве внутренних параметров, в которой выполняются требования качества функционирования, предъявляемые к исследуемой системе.

Предлагается предварительная процедура параметрического синтеза, основанная на методе статистических испытаний, для аппроксимации области работоспособности описанным брусом. Данная процедура позволяет оценить возможность получения решения при заданных ограничениях на внутренние параметры и условиях работоспособности и получить сведения об ее ориентации в пространстве параметров, а также набор "особых точек" области для дальнейшего анализа и проведения процедуры поисковой оптимизации.

В качестве целевой функции предлагается измеренное определенным способом расстояние от точки до границы области работоспособности. Производится линейное преобразование области поиска – взаимнооднозначное отображение описанного бруса и области работоспособности в единичный n -мерный куб. На основе набора точек, полученных на первом шаге, обсуждаются методы направленного поиска оптимального решения внутри области работоспособности.

РЕГИОН КАК МНОГОУРОВНЕВАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

М.Ф. Анон, Я.В. Катыева, М.П. Тыргола

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается задача оценки безопасности для системы поддержки принятия управляющих решений антикризисного центра.

Для создания эффективной системы обеспечения безопасности жизни населения и функционирования различных народнохозяйственных систем с учетом внешних и внутренних воздействий необходимо формальное описание объекта безопасности, что позволит выявить количественные показатели и признаки, по которым можно судить о его состоянии.

Целью работы является создание классификатора системы учета объектов защиты для дальнейшего анализа, который позволит составить представление о соответствующей предметной области и выявить наиболее уязвимые объекты.

Объект безопасности представляет собой комплекс социальных, технических, технологических, природных, экологических, экономических, организационных и других объектов – большую сложную иерархическую систему объектов, расположенных на территории Приморского края.

В докладе приводится обобщенная схема объекта защиты для управления безопасностью региона и методология классификации и ранжирования его составляющих.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН 09-III-A-03-068 “Разработка методов и моделей управления безопасностью больших сложных систем” и гранта РФФИ 11-08-98503-р_восток_a “Методы мониторинга и поддержки управленческих решений в системе обеспечения безопасности технических и природных объектов Приморского края”.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

*Г.Б. Дуго, Н.Б. Дуго, И.С. Можаровский,
А.Ю. Торгашов*

Институт автоматизи и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В режиме реального времени существует проблема оценки качества выходных продуктов ректификационных колонн (РК). Один из подходов к ее решению использует виртуальные анализаторы для определения непосредственно не измеряемого, но необходимого показателя качества продукта по измеряемым параметрам технологического процесса (ТП), непрерывно контролируемым современными системами управления. Их принцип действия основан на непрерывном определении показателя качества по математической модели, описывающей его взаимосвязь с текущими значениями измеряемых характеристик режима ТП. Лабораторный контроль качества на предприятии может выдавать своевременную непрерывную информацию о качестве продукции не более двух раз в смену, а автоматические анализаторы с прямым замером в потоке не получили должного развития из-за своей сложности в эксплуатации и высокой стоимости.

Излагается подход к построению виртуальных анализаторов качества продуктов промышленной РК на основе регрессионных моделей и алгоритма чередующихся условных математических ожиданий (АСЕ). Показывается, что полученные результаты не противоречат существующим методикам выбора регрессионных методов моделирования в области хемометрики и что алгоритм АСЕ следует применять, когда традиционные регрессионные методы дают плохую точность модели и не применять его, если результаты моделирования на порядок хуже традиционных регрессионных методов. Поэтому при создании виртуального анализатора для промышленных РК целесообразно для проверки описанных условий использовать многометодные технологии вместо использования контроля разработчика.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-ДВО РАН 11-08-98500-р_восток_а "Математическое моделирование предельных режимов функционирования массообменных технологических процессов для задач управления".

КОМПЕНСАЦИЯ НЕИЗВЕСТНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНО-НЕСТАЦИОНАРНЫМ ОБЪЕКТОМ

Е.Л. Еремин, Е.А. Шеленок

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Рассматривается решение задачи управления динамическим объектом, функционирующим в условиях параметрической нелинейно-нестационарной априорной неопределенности и действия внешних помех. Для компенсации влияния смещенных гармонических возмущений и обеспечения устойчивого положения равновесия объекта управления предлагается комбинированный робастный алгоритм, обладающий преимуществами по сравнению с одним из существующих аналогов.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С АЛГЕБРАИЧЕСКИМИ ИНТЕГРАЛАМИ ДВИЖЕНИЯ

Д.Е. Кислов

Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассмотрены модельные представления обратных задач движения, построенные на базе метода стабилизации решений дифференциальных уравнений около опорных значений первых интегралов. Приведены результаты вычислительных экспериментов, подтверждающие целесообразность использования техники стабилизации при решении обратных задач для увеличения областей сходимости и повышения точности оцениваемых параметров.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ Д-РАЗБИЕНИЯ

В.П. Кривошеев, А.В. Епифанцев

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток

В работе выведены формулы для построения линии Д-разбиения на основе расширенной АФХ разомкнутой цифровой системы. Выполнен параметрический синтез одноконтурной цифровой автоматической системы управления (АСУ) с помощью линии Д-разбиения. Произведено сравнение переходных процессов в цифровой и аналоговой одноконтурных АСУ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТРОЕК НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

*Ю.И. Кудинов,¹ Ф.Ф. Пащенко,² А.Ю. Келина,¹
Ю.В. Кузнецов¹*

¹Липецкий Государственный технический университет, Липецк

²Институт проблем управления РАН, Москва

Рассматриваются вопросы настройки нечеткого и классического пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регуляторов. Качество переходных процессов двух систем регулирования (с линейным и нечетким ПИД регуляторами) сравнивается на примере регулирования температуры в водяной ванне. Имитационное моделирование проведено в среде MATLAB и Simulink.

Работа выполнена при поддержке Программы № 24 Президиума РАН.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ СЛАБО РАССЕИВАЮЩЕЙ ОБОЛОЧКИ ДЛЯ ДВУМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ АНИЗОТРОПНОЙ АКУСТИКИ

А.В. Лобанов,¹ Д.Е. Никитенко²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

За последние несколько лет был опубликован ряд работ, посвященных описанию так называемых нерассеивающих оболочек, т.е. пространственных структур, которые делают любой расположенный внутри указанной структуры объект свободным от акустического рассеяния. В настоящей работе возможность существования нерассеивающих конструкций для двумерных уравнений анизотропной акустики исследуется в рамках теории обратных задач. Для численного решения соответствующей обратной задачи применяется подход, основанный на ее сведении к соответствующей задаче управления. Он заключается во введении функционала качества, отвечающего рассматриваемой обратной задаче, и сведении исходной обратной задачи к задаче минимизации указанного функционала качества. На основе указанного подхода развивается эффективный численный алгоритм решения исходной задачи. Обсуждаются результаты вычислительных экспериментов.

СЕГМЕНТИРОВАННОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ СЕТОЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Д.А. Назаров

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается один из способов представления областей работоспособности для решения задачи параметрического синтеза при проектировании сложных технических систем с учетом требований надежности. В основе такого подхода лежит идея представления многомерной области дискретным множеством элементарных гиперпараллелепипедов по результатам многомерного зондирования области поиска в узлах регулярной сетки. Областью поиска является некоторая область в пространстве параметров элементов сложной системы, например, область допусков. Алгоритм зондирования в узлах многомерной сетки представляет собой полный перебор с моделированием сложной системы в каждом из этих узлов, что требует колоссальных вычислительных затрат. Современный уровень развития вычислительной техники и технологий параллельных и распределенных вычислений позволяет применять такие методы исследований, для реализации которых необходимо решить ряд задач, связанных с представлением, хранением и обработкой данных. Одной из основных проблем представления областей работоспособности является хранение больших объемов данных. В докладе рассматриваются алгоритмические методы хранения данных, их сегментации и доступа к ним в файлах на запоминающих устройствах большой емкости (магнитные или оптические накопители).

Работа выполнена при поддержке грантов ДВО РАН (11-III-B-03-038, 09-I-OЭММПУ-01, 09-I-П2-03).

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ В РАМКАХ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

А.Ф. Пащенко

Институт проблем управления РАН, Москва

Постановка и решение задачи эффективного управления научно-техническим прогрессом необычайно сложна. Для успешного решения

сложных проблем управления исследованиями и разработками требуется комплексный подход, основанный на согласованном использовании экономико-математических моделей и строгого, логически обоснованного анализа изучаемых систем и процессов.

В работе проведен анализ инновационной активности регионов России. Рассматриваются подходы к планированию и управлению развитием научно-промышленного комплекса на примере Москвы и Московской области. Разработаны сценарные прогнозы инновационно-технологического развития региона.

ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ УСЛОВИЙ КАЧЕСТВЕННОЙ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Е.Ю. Рабьши, В.В. Григорьев, С.В. Быстров

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

Разрабатываемая идеология позволяет с единых позиций рассматривать экспоненциальную и качественную экспоненциальную устойчивость для систем и объектов с непрерывным и дискретным временем, а также получать локальные достаточные условия ее обеспечения, что при использовании метода локальной оптимизации и найденных оценок динамических показателей качества, а именно времени переходного процесса и перерегулирования, позволяет создать эффективные численные процедуры конструирования оптимальных регуляторов.

УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ КОРАБЕЛЬНЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ (ЭРГАТИЧЕСКИХ) СИСТЕМ

А.Н. Розенбаум, А.А. Супоня

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматриваются задачи управления эксплуатацией корабельных эргатических систем в условиях неопределенности и ограниченности исходных данных. Предлагается их классификация и подходы к решению на основе минимаксного прогнозирования дрейфа параметров указанных систем.

СИНТЕЗ ТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ С ВНЕШНИМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ ЛЯПУНОВА

Н.И. Сельвесюк

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Москва

В докладе приведен обобщенный аналитический метод синтеза множества регуляторов в обратной связи, обеспечивающих заданную точность управления регулируемыми параметрами в линейной многосвязной системе управления при действии различных внешних возмущений. Рассматривается три типа возмущений: стохастические с заданной интенсивностью; произвольные убывающие во времени возмущения (ограниченные в L_2 норме); произвольные возмущения ограниченной интенсивности (ограниченные в L_∞ норме). В качестве множеств достижимости системы при действии возмущений используются минимальные инвариантные эллипсоиды, которые описываются с помощью соответствующих уравнений Ляпунова. Требования к точности управления формулируются для каждого элемента регулируемого выхода системы, и формализуются через элементы матриц, являющихся решением уравнений Ляпунова, описывающих инвариантные эллипсоиды. Для получения множества регуляторов используются результаты аналитического решения матричных уравнений на основе канонизации матриц и параметризации уравнения Ляпунова. Условия разрешимости задачи синтеза, т.е. определение достижимой матрицы инвариантного эллипсоида, представляются в виде линейных матричных неравенств для удобства их численного решения.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МД-1248.2011.8.

РОБАСТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМ И НЕСТАЦИОНАРНЫМ ОБЪЕКТОМ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Н.П. Семичевская, Д.А. Теличенко

Амурский государственный университет, Благовещенск

В работе решается актуальная задача построения относительно простых и эффективных непрерывных законов управления нелинейными и

нестационарными объектами теплоэнергетики не обладающих запаздыванием. Используется подход, основанный на проектировании робастных алгоритмов управления, которые могут обеспечить работоспособность системы при быстром изменении воздействий на нее, а также при существенной нелинейности и нестационарности параметров самого объекта.

Синтез законов управления проводится на основе критерия гиперустойчивости в рамках методики построения модифицированного интегрального неравенства В.М. Попова. Полученный в итоге алгоритм управления обладает относительной простотой, содержит только доступные измерению параметры объекта.

Исследование полученных решений проводится на примере системы регулирования разряжения в топке котла при условии использования частотно-управляемого электропривода дымососов. Различные сеансы имитационного моделирования подтверждают хорошее качество работы, и позволяют сделать вывод о преимуществе предлагаемых законов управления перед аналогами для объектов рассматриваемого класса.

МЕТОД ОБЪЕДИНЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕКСТУР

И.В. Соловьев, А.П. Кудряшов

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Одной из важных практических задач компьютерной графики является трёхмерная реконструкция объектов городской обстановки и их последующее текстурирование. Полученные трёхмерные модели могут быть использованы для визуальной ориентации в городе, для градостроительства при эскизном проектировании новых архитектурных объектов в существующей застройке и т.д.

Существуют различные методы текстурирования городских объектов и сцен. К сегодняшнему дню известны как автоматические, так и ручные методы нанесения текстур. Недостатком первых может послужить не всегда идеальный результат, который в итоге будет нуждаться в дополнительной обработке. Достоинством ручного метода является полный контроль над получаемым результатом, однако, такой способ нанесения текстур требует значительных временных затрат.

Для ускорения процесса ручного текстурирования предлагается использовать метод объединения и оптимизации текстур, описанный в данной статье.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВОМ АККУМУЛЯТОРЕ

И.Е. Старостин, С.П. Халютин

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Москва

Одной из основных проблем, возникающих при эксплуатации никель-кадмиевых аккумуляторных батарей, является “тепловой разгон”, возникновение которого может привести к возгоранию и даже взрыву батареи на борту летательного аппарата. В докладе предлагается потенциально-потокковая математическая модель никель-кадмиевого аккумулятора, которая позволит выявить основные причины возникновения “теплого разгона” и предложить способы его предотвращения до возникновения аварийной ситуации.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫМ РЕЖИМОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

А.Ю. Торгашов

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения
РАН, Владивосток

Рассматривается способ построения структуры системы управления оптимальным режимом функционирования сети теплообменников на основе исследования модели динамики процесса теплообмена в сети теплообменников на базе ячеечной модели каждого технологического аппарата. Для сети теплообменников промышленной установки приводятся численные исследования полученной модели для решения задачи максимизации температуры потока на выходе.

СИНТЕЗ ОБРАТНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ТЕОРИИ ИНВАРИАНТНЫХ И АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В.К. Тянь

Самарский государственный технический университет, Самара

В работе представлен общифункциональный подход к решению про-

блем синтеза автономных и инвариантных многомерных систем управления, обусловленных, в первую очередь, сложностью синтеза физически реализуемого многомерного динамического компенсатора. Предложенный подход синтеза основан на структурном представлении обратных операторов в банаховом пространстве в виде периодических устойчивых структур, описываемых фундаментальной последовательностью операторов. При этом сформулировано условие сходимости фундаментальной последовательности к обратному оператору. Метод структурного представления обратных операторов является методологической основой решения сложных задач синтеза систем управления многосвязными объектами (по установившейся терминологии к сложным задачам относятся задачи с понятной постановкой, но не имеющих на текущий момент решений).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПАКТНОГО И ЛЕГКОГО МНОГОЗВЕННОГО АНТРОПОМОРФНОГО МЕХАНИЗМА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КИСТИ ЧЕЛОВЕКА

В.Ф. Филаретов,¹ Дж.Х. Рю,² А.В. Зуев,¹ И. Гапонов²

¹Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

²КУТО, г. Чхонан, Южная Корея

В настоящее время во всем мире является актуальной проблема разработки компактных и легких протезов, а также медицинских манипуляционных и многозвенных антропоморфных устройств, позволяющих осуществлять реабилитацию моторных функций различных поврежденных конечностей человека. Для решения данной задачи уже разработано несколько медицинских экзоскелетов, отличающихся различной конструкцией и типами исполнительных элементов. Эти механизмы обладают различными функциональными возможностями, но большинство из них имеет существенные недостатки, вызванные большими габаритами и весом. Последний недостаток часто является принципиально недопустимым при создании протезов, а также манипуляционных и других многозвенных антропоморфных устройств.

Таким образом, целью данной работы является решение важной прикладной задачи, связанной с разработкой конструкции, принципов действия и кинематических схем новых компактных и легких многозвенных антропоморфных медицинских механизмов, предназначенных для реабилитации двигательных функций кисти человека.

Проведенные исследования показали, что указанная проблема может быть решена с использованием механизмов передачи движений, построенных на основе скручивания нерастяжимых материалов. В данных механизмах вращательные движения силовых приводов преобразуются в малые линейные продольные перемещения закручиваемых материалов. Протезы, построенные с использованием данных механизмов, могут быть очень компактными при полном отсутствии люфтов и иметь большие передаточные отношения в процессе передачи усилий, моментов и перемещений.

СИСТЕМА ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАХВАТА ОБЪЕКТОВ

В.Ф. Филаретов, А.А. Кацурин

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В работе рассматривается система телеуправления многостепенным манипулятором. Эта система позволяет по известному положению и ориентации объектов осуществлять их захват манипулятором в автоматическом режиме. Предложен и исследован алгоритм работы вычислительной системы, формирующей задающие воздействия на приводы всех степеней подвижности манипулятора. Результаты выполненного моделирования полностью подтвердили работоспособность и эффективность системы телеуправления манипулятором.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ СОПРЯЖЕННОСТИ

К.Р. Чернышев

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

В работе представлен подход к статистической линеаризации входо-выходного отображения нелинейных дискретно-временных стохастических систем с белым шумным гауссовским входным процессом. Данный подход основан на применении функции сопряженности (аналога коэффициента сопряженности для случайных процессов). В его рамках критерий статистической линеаризации представляет собой условие совпадения математических ожиданий выходных процессов системы и модели и условие совпадения функции сопряженности выходного и входного процессов системы и функции сопряженности выходного и входного процессов модели. Получены явные выражения для коэффициентов весовой функции линеаризованной входо-выходной модели.

ОПТИМАЛЬНАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СКВАЖИНАМИ

*А.М. Шубладзе, С.В. Гуляев, С.И. Кузнецов,
Ф.Ф. Пащенко*

Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

Рассматриваются вопросы управления газодобывающими скважинами. Исследованы имитационные модели и вопросы оптимального регулирования процессами добычи газа. Для управления скважинами предложен оптимальный адаптивный ПИД регулятор.

Работа выполнена при поддержке Программы № 24 Президиума РАН.

СИНТЕЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИГНАЛОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Д.А. Юхимец

Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В работе предлагается подход к повышению скорости и точности движения необитаемых подводных аппаратов по пространственным траекториям. Подход заключается в использовании систем автоматической коррекции параметров программных сигналов движения этих подводных аппаратов в зависимости от величины их отклонения от заданной траектории. Указанную коррекцию предлагается выполнять двумя взаимодополняющими способами: настройка желаемой скорости движения и коррекция положения программной точки. Преимущество предложенного подхода заключается в том, что он позволяет увеличить (как показывают результаты моделирования до 2.5 раз) скорость движения ПА по заданной пространственной траектории, сохраняя заданную точность этого движения не зависимо от вида траектории движения, используемой системы управления и изменения параметров ПА.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНЫХ СЕТОК ДЛЯ ЗАДАЧ СВЕРХЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ

О.Н. Белова, Ф.Ф. Пащенко

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

В адаптивных сетках распределение точек расчетной сетки диктуется физикой задачи. Точки сетки передвигаются по мере получения решения, сосредотачиваясь в областях больших градиентов решения. При этом необходимо хранить и эффективно обрабатывать информацию о распределении точек, а передвижение точек должно сохранять их гладкое распределение. Процедура должна также предусматривать возможность перераспределения точек в зависимости от оценки ошибки дискретизации для получения решения с заданной точностью.

Для систем уравнений, включающих в себя несколько физических переменных, существуют разные подходы к построению адаптивных разностных сеток, основанных на введении весовой функции. Одним способом является подход, позволяющий определять весовую функцию по наиболее быстро меняющейся или доминирующей переменной. Другой способ основан на применении в качестве весовой функции средней вариации нескольких неизвестных. Третий способ заключается в использовании совершенно разных разностных сеток для разных физических переменных. В этом подходе при решении каждого уравнения используется интерполяция полученных ранее значений искомых функций при переходе от одной сетки к другой.

В настоящей работе вопрос построения адаптивных разностных сеток исследуется на примере решения задачи о сверхзвуковом обтекании вязким, сжимаемым, теплопроводным газом плоского угла при умеренно-высоких числах Рейнольдса. Используется система полных уравнений Навье-Стокса для продольной, поперечной компонент скорости и температуры, дополненная уравнением неразрывности для плотности.

Опробовано несколько подходов для построения адаптивной разностной сетки. В качестве весовой функции использован градиент продольной составляющей скорости отдельно в области пограничного слоя

и в области невязкого течения. Получены некоторые результаты расчетов с использованием различных сеток для каждого из уравнений.

Заметим, что использование метода установления при решении системы уравнений не приводит к необходимости интерполяции значений функций при аппроксимации временной производной, т.к. сетка развивается вместе с решением и влияние движения точек сетки учитывается через скорость движения сетки.

ВЫБОР ШАГОВЫХ МНОЖИТЕЛЕЙ В ПРОЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМАХ ДЛЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

А.С. Величко

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Рассматривается итерационный алгоритм на основе операции проектирования на многогранное множество, применяемый для решения экстремальных задач с линейными ограничениями типа неравенств. Предложен способ совместного выбора начального приближения и шаговых множителей с целью ускорения сходимости алгоритма в частном случае задачи линейного программирования. На трудоемком тестовом примере проведен сравнительный анализ скорости сходимости алгоритма при различном выборе последовательностей шаговых множителей.

О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ УПРУГОСТИ В АНИЗОТРОПНЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ СРЕДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА FIDESYS

А.В. Вершинин

Механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

В работе рассмотрена постановка трехмерных динамических задач линейной теории упругости для вязкоупругих тел (обобщенная стандартная модель твердого тела) с трансверсальной анизотропией. Рассматривается применение метода спектральных элементов (МСЭ) для эффективного численного решения поставленных задач в гетерогенных средах с резко изменяющимися свойствами материала. Представлены основные преимущества и особенности МСЭ (высокий порядок дискретизации по пространству, явная схема интегрирования по времени) в

сравнении с классическим подходом, основанном на методе конечных элементов (МКЭ). Приведены результаты решения плоских и пространственных динамических задач упругости для анизотропных сред и сред с вязкоупругим поглощением [5]. Отдельно рассмотрен случай нестационарной контактной задачи взаимодействия жидкости с твердым телом. Исследуется зависимость структуры и состава возникающих волновых фронтов от относительного направления вектора трансверсальной анизотропии. Обсуждаются вопросы проверки численной сходимости метода для диспергирующих волн рэлеевского типа. Отдельно рассмотрен вопрос о постановке неотражающих граничных условий на внешней границе области. В заключении доклада рассматриваются технические особенности реализации метода на графических процессорах. Делаются выводы об эффективности массивного распараллеливания на гибридных системах.

МЕТОД МНОЖИТЕЛЕЙ ЛАГРАНЖА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПОЛУКОЭРЦИТИВНОЙ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ С ЗАДАНЫМ ТРЕНИЕМ

Э.М. Вихтенко, Р.В. Намм

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Для двумерной контактной задачи с заданным трением рассматриваются новые схемы двойственности с модифицированными функционалами Лагранжа. Исходная задача в вариационной постановке формулируется как задача условной минимизации полукоэрцитивного недифференцируемого функционала. В работе построены и обоснованы алгоритмы нахождения седловых точек модифицированных функционалов Лагранжа, в которых одновременно со сглаживанием функционала снимаются и односторонние ограничения на искомое решение.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОМЕРНОГО ПОИСКА В РЕЛАКСАЦИОННЫХ СУБГРАДИЕНТНЫХ МЕТОДАХ

Е.А. Воронцова

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

В работе рассмотрен вариант улучшения релаксационных субградиентных методов на примере метода сопряженных субградиентов. Метод сопряженных субградиентов предназначен для нахождения минимума выпуклой, не обязательно дифференцируемой функции многих

переменных. Алгоритм метода представляет собой построение последовательности точек, сходящейся к решению задачи. На каждом шаге требуется только вычисление значения целевой функции и одного субградиента целевой функции. На каждой итерации данного метода требуется приближенно решать задачу одномерной минимизации негладкой функции, что существенно влияет на общую трудоемкость итерации. Предлагается для решения данной задачи одномерной минимизации использовать быстрый алгоритм линейного поиска, который имеет квадратичную скорость сходимости. Приведены результаты вычислительных экспериментов. Проведено сравнение по эффективности реализаций стандартного метода сопряженных субградиентов и его улучшенного варианта.

Е-СУБГРАДИЕНТНЫЙ МЕТОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В.И. Джэнджера

Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Объектом исследования является алгоритм поиска оптимума с использованием условных Е-субградиентов. В начале статьи описывается и сходимость данного метода для любой задачи выпуклого программирования. Затем определяются параметры, необходимые для использования метода в частном случае - задачи линейного программирования.

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ДЕФИЦИТА МОЩНОСТИ. АЛГОРИТМЫ ВНУТРЕННИХ ТОЧЕК

В.И. Зоркальцев, С.М. Пержабинский

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН, Иркутск

Рассматривается модель оценки дефицита мощности электроэнергетических систем. В модели учитывается нелинейный характер потерь мощности в линиях электропередачи. Обсуждаются математические свойства и особенности модели. Указан способ сведения ее к задаче выпуклого программирования. Для реализации модели представлены алгоритмы внутренних точек, в которых используются квадратичные аппроксимации ограничений. Экспериментальные исследования алгоритмов показали их вычислительную эффективность.

МЕТОД БАЛАНСА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БУЛЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

В.А. Камышников

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

Метод баланса осуществляет неявный перебор решений задачи булевого программирования и напоминает чем-то известный аддитивный алгоритм Балаша. Как показал массовый вычислительный эксперимент он, этот метод практически всегда дает решение, а часто и условно точное (оптимальное) решение задачи линейного целочисленного программирования с булевыми переменными за приемлемое время.

Размерность, решаемой задачи определяется только емкостью жесткого диска. Удалось решать задачи (Fortran-программа) на компьютере с емкостью жесткого диска 6 GB до размерности 10000 переменных за время измеряемое минутами.

И это не предел.

МОДИФИКАЦИЯ ВОКСЕЛЬНОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.П. Кудряшов

Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В этой статье описывается модификация воксельного метода для построения единой триангуляционной поверхности. Одним из основных подходов к созданию трехмерных компьютерных моделей реальных объектов и сцен является использование дальностных данных, получаемых с помощью лазерных дальномеров или методами компьютерного зрения. Нетривиальной задачей является задача объединения полученных триангуляционных сеток. Ее решение подразумевает построение единой связной оболочки без дублирования участков поверхности, видимых с нескольких видов. Важным требованием к решению задачи является высокая скорость обработки данных. Отличительной особенностью предлагаемой модификации является оптимизация вычислений за счет эффективной структурной организации данных, которая позволяет увеличить скорость вычисления в несколько раз, по сравнению с оригинальным алгоритмом.

ПОСТРОЕНИЕ И ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СГЛАЖИВАЮЩЕГО МЕТОДА ДВОЙСТВЕННОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ С ТРЕНИЕМ

Н.Н. Максимова,¹ Р.В. Намм²

¹Амурский государственный университет, Благовещенск

²Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В работе исследуется устойчивый сглаживающий алгоритм решения модельной задачи механики с заданным трением, основанный на замене исходной вариационной задачи задачей поиска седловой точки модифицированного функционала Лагранжа. В вариационной постановке модельная задача с трением представляет собой задачу безусловной минимизации недифференцируемого функционала, а построение указанной схемы позволяет сглаживать вспомогательные функционалы на первом шаге итерационного процесса. Реализация алгоритма осуществляется при аппроксимации по методу конечных элементов. При дискретизации на первом шаге алгоритма Удзавы поиска седловой точки получается задача минимизации конечномерного квадратичного функционала. Для ее разрешения можно применить оптимизационные методы первого порядка - метод покоординатного спуска, квазиньютоновские методы и другие.

О ПРИМЕНЕНИИ БЫСТРЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

А.Д. Чернышов

Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж

Многомерные краевые задачи механики сплошных сред приводят к системам уравнений в частных производных второго порядка с некоторыми граничными и начальными условиями для заданной области. При их решении чаще используют конечно-разностные методы, свойства которых достаточно хорошо изучены. Подобные методы характеризуются невысокой точностью и большими временными затратами на ЭВМ. Известные аналитические методы Бубнова-Галеркина, Ритца, интегральных преобразований, малых возмущений, разделения переменных и т.д.,

ограничены в возможностях применения и также имеют невысокую точность. Проблема усложняется, если геометрия области неклассическая или задача нелинейная.

Среди известных методов можно выделить классические методы разложений в ряды Фурье, но их применимость ограничена возможностями почленного дифференцирования и медленной сходимостью.

В сообщении предлагается новый метод быстрых разложений, который применим к широкому классу интегро-дифференциальных систем. Суть метода покажем с помощью простейших геометрически одномерных рассмотрений.

Авторский указатель

- Абакумов А.И., 73, 84
Абакумов П.В., 43
Абрамов О.В., 84
Александров В.Ю., 56, 57
Алексеев Г.В., 17
Алехин Б.В., 17
Андреев В.К., 57
Аннин Б.Д., 17
Аноп М.Ф., 85, 86
Антонов Ф.К., 52
Астафьев В.И., 66
Афанасьева С.А., 18, 29
- Бабичев А.В., 17
Баженов Е.Е., 58, 72, 80
Бажин А.А., 30
Белов Н.Н., 18, 29
Белова О.Н., 98
Беляков Н.С., 59
Бирюков Ю.А., 18
Богданов А.Н., 59
Борисов А.В., 55
Боровой Д.И., 66
Братов В.А., 30
Бризицкий Р.В., 61
Брушлинский К.В., 19
Бураков В.А., 18
Буренин А.А., 31
Буркин В.В., 18
Буханько А.А., 31, 39
Быстров С.В., 91
- Величко А.С., 99
Верещагин В.Ю., 42
Вершинин А.В., 99
Викуленков А.В., 32
Вихтенко Э.М., 100
Волков А.Е., 32
Воронцова Е.А., 100
- Гаврилов Н.В., 23
Гаврилова К.Н., 23
Галимзянова К.Н., 33
Гапонов И., 95
Гладкий Д.А., 82
Горкунов Э.С., 33
Горнаков А.И., 61
Греков М.А., 35
Грибова В.В., 20
Григорьев В.В., 91
Гришин А.М., 82
Гузов М.А., 34
Гуляев С.В., 97
Гуськов О.В., 56, 57
- Дац Е.П., 34
Демидов В.Н., 74
Дж.Х. Рю, 95
Дженджера В.И., 101
Диго Г.Б., 87
Диго Н.Б., 87
Диесперов В.Н., 59
Дмитриев А.А., 35
Долголева Г.В., 62
Дудко О.В., 45
- Евард М.Е., 32
Енавин А.В., 73
Епифанцев А.В., 88
Еремеев В.А., 35
Еремин Е.Л., 88
Ефимова М.В., 62
- Жирнов Д.Б., 56
Жук В.И., 59
- Задворкин С.М., 33
Зайцев А.В., 36–38, 82
Захаров В.С., 56

- Земляк В.Л., 39
 Злобин Н.Г., 36
 Зоркальцев В.И., 101
 Зуев А.В., 95
 Иванова Ю.Е., 50
 Израильский Ю.Г., 73, 84
 Исаев О.Ю., 36
 Ищенко А.Н., 18, 29
 Каминская Е.С., 39
 Камовский Д.А., 40
 Камышников В.А., 102
 Касимов В.З., 18
 Катуева Я.В., 85, 86
 Кацурин А.А., 96
 Келина А.Ю., 89
 Кислицын А.В., 37
 Кислов Д.Е., 88
 Клещев А.С., 20
 Князева А.Г., 74
 Ковтанюк Л.В., 31, 41
 Козин В.М., 39, 42
 Козицкий С.Б., 63
 Козлов А.Н., 63
 Кокшаров В.С., 37
 Коробейников С.Н., 17
 Которов С.В., 18
 Красненко А.Н., 42
 Крат Ю.Г., 58
 Кривошеев В.П., 88
 Кудашев Е.Б., 75
 Кудинов Ю.И., 89
 Кудряшов А.П., 93, 102
 Кузнецов С.И., 97
 Кузнецов Ю.В., 89
 Кузьменко А.П., 43
 Кулаева Д.В., 41
 Кумар С., 27
 Кутергин А.В., 38
 Лавров Ю.А., 44, 46
 Лаптева А.А., 45
 Левин В.А., 45
 Липатов И.И., 21
 Лобанов А.В., 89
 Лобода Е.Л., 76
 Ломакин Е.В., 22
 Лукашев Е.А., 27
 Луценко Н.А., 59, 64
 Ляпидевский В.Ю., 23
 Макарова Н.В., 46
 Максимова Н.Н., 103
 Маликов А.Г., 82
 Манцыбора А.А., 51
 Марута К., 27, 68
 Маршов В.П., 75
 Минаев С.С., 27, 68
 Мирошниченко Т.П., 65
 Можаровский И.С., 87
 Мокрин С.Н., 34
 Морозов Н.Ф., 35
 Мурашкин Е.В., 30, 40
 Мухина Л.М., 46
 Назаров Д.А., 90
 Назарова Л.А., 76
 Намм Р.В., 100, 103
 Никитенко Д.Е., 89
 Одинокоев В.И., 54
 Олейников А.И., 23
 Оришич А.М., 82
 Осипов М.Н., 78
 Пак В.В., 65
 Панченко Г.Л., 47
 Пащенко А.Ф., 90
 Пащенко Ф.Ф., 24, 89, 97, 98
 Пержабинский С.М., 101
 Пестов К.Н., 47
 Петров П.С., 66
 Петров Ю.В., 30

- Полоник М.В., 33, 46, 48
 Полюшко В.А., 18
 Попов М.А., 78
 Потапов И.И., 79
 Потянихин Д.А., 49
 Прокудин А.Н., 49
 Прохоров А.Н., 56, 57

 Рабыш Е.Ю., 91
 Рагозина В.Е., 50
 Радаев Ю.Н., 51
 Радкевич Е.В., 27
 Рейно В.В., 76
 Рогачев Е.Е., 48
 Рогов Д.С., 36
 Розенбаум А.Н., 91
 Розов Н.Х., 24
 Романов В.Г., 25
 Ротерс П.В., 66
 Русанов М.М., 51
 Рыбкина О.В., 80
 Рязанцева М.Ю., 52

 Садовская О.В., 42
 Садовский В.М., 73
 Севастьянов А.М., 53
 Севастьянов Г.М., 53
 Сельвесюк Н.И., 92
 Семенов Б.Н., 35
 Семенов В.И., 67
 Семичевская Н.П., 92
 Сергеева А.М., 54
 Серещенко Е.В., 68
 Скляр С.Ю., 54
 Скосырский А.Б., 18
 Смирнов Д.В., 36
 Смольяков А.В., 75
 Снигур К.С., 79
 Собачкина Н.Л., 57
 Соболева О.В., 81
 Соколкин Ю.В., 37, 38
 Соловьев И.В., 93

 Старостин И.Е., 94
 Степанова И.В., 68
 Сулакшин С.С., 26
 Супоня А.А., 91

 Табаченко А.Н., 18, 29
 Таранова М.В., 51
 Теличенко Д.А., 92
 Терешко Д.А., 69
 Тимаков Д.И., 43
 Ткачева А.В., 54
 Ткаченко В.М., 75
 Ткаченко О.П., 54
 Торгашов А.Ю., 87, 94
 Трофимов М.Ю., 69
 Тыргола М.П., 86
 Тян В.К., 94

 Устинова А.С., 31

 Федоров А.В., 70, 81
 Филаретов В.Ф., 95, 96
 Фильков А.И., 82
 Фоменко В.В., 18
 Фукалов А.А., 38
 Фурсенко Р.В., 27, 68

 Халютин С.П., 94
 Ханов А.М., 36
 Хлебников В.С., 21
 Хмель Т.А., 70, 81
 Хомяков А.Н., 70
 Хромов А.И., 31

 Чашечкин Ю.Д., 71
 Чеботарев А.Ю., 72
 Чернышев К.Р., 96
 Чернышов А.Д., 103
 Чехонин К.А., 58, 72, 80
 Чигарев А.В., 55

 Шанин С.А., 74

Шеленок Е.А., 88
Шепелов М.А., 35
Шубладзе А.М., 97
Шулятьев В.Б., 82

Щекачева М.А., 79

Югов Н.Т., 18, 29
Юферева Л.М., 44
Юхимец Д.А., 97

Яковлев Н.Н., 27

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ И
ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ**

11 – 17 сентября 2011 г., Владивосток

Аннотации докладов

Утверждено к печати Ученым советом
Института автоматики и процессов управления ДВО РАН

Компьютерная верстка: М.Ф. Аноп
Дизайн: А.С. Эльзессер (ИМК ДВГУ)
Дизайн эмблемы к.ф.-м.н. О.В. Дудко

Подписано в печать 03.08.2011

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 4,88. Тираж 200 экз. Заказ №101

Отпечатано в типографии ООО «Л-Принт»
690041, г. Владивосток, ул. Некрасовская, 88а, тел.: (423) 244-66-62