

УДК 519.22

К. А. Беклемышева, И. Б. Петров, А. В. Фаворская

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Численное моделирование процессов в твердых деформируемых средах при наличии динамических контактов с помощью сеточно-характеристического метода

Рассматривается ряд задач динамического деформирования при наличии подвижных контактирующих поверхностей. Адаптирован сеточно-характеристический метод, использующий нерегулярные треугольные двухмерные сетки и гибридную схему 1-2 порядка аппроксимации. Предлагается алгоритм расчета сил трения скольжения и покоя. Получено численное решение задач качения колеса и генерации сдвиговых волн.

Ключевые слова: механика деформируемого твердого тела, сеточно-характеристический метод, нерегулярные сетки, триангуляция Делоне, динамический контакт, обнаружение столкновения, сила трения, сейсморазведка, метод падающего груза.

УДК 519.651

М. Г. Беляев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
ООО «ДАТАДВАНС»

Аппроксимация данных, порожденных декартовым произведением

В работе предложен метод построения аппроксимации для выборок, имеющих структуру декартова произведения произвольного числа многомерных факторов. В подходе используется модель линейного разложения по словарю (некоторому набору) функций, сформированному с помощью тензорного произведения словарей функций меньшей размерности. Для контроля гладкости аппроксимации вводится штраф на изменчивость полученной модели, а коэффициенты разложения по сформированному словарю ищутся оптимальным образом в смысле среднеквадратичной выборочной ошибки. Параметры регуляризации, задающие уровень гладкости модели в каждом из факторов, вычисляются с помощью ошибки скользящего контроля. Специальная структура данных позволяет производить все вычисления со сформированным словарем эффективно. Основанный на предложенном подходе алгоритм успешно используется при решении актуальных прикладных задач.

Ключевые слова: аппроксимация многомерной функции по выборке, тензорное произведение, словари функций.

УДК 519.226

Е. В. Бурнаев, П. Д. Ерофеев, П. В. Приходько

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича
ООО «ДАТАДВАНС»

Выделение главных направлений в задаче аппроксимации на основе гауссовских процессов

Для решения множества прикладных задач необходимо уметь восстанавливать неизвестную зависимость по выборке ее значений. Одним из наиболее эффективных методов восстановления зависимостей является метод построения аппроксимации на основе гауссовских процессов. Зачастую ковариационную функцию гауссовского процесса моделируют с помощью гауссовской ковариационной функции на основе взвешенного евклидова расстояния. Однако такое априорное предположение о ковариационной структуре источника данных означает, что направления наиболее значимого изменения аппроксимируемой функции и направления координатных осей в пространстве данных совпадают, что редко выполняется на практике. В работе предложен эффективный способ моделирования ковариационной структуры данных для более общего случая. Разработан эффективный алгоритм настройки параметров ковариационной функции. Показано, что разработанный алгоритм также позволяет решать задачу эффективного снижения размерности. Предложен статистический тест, позволяющий оценить сниженную размерность данных. Все основные утверждения подкреплены экспериментальными результатами на тестовых задачах. Общая эффективность разработанного подхода продемонстрирована на примере решения реальной задачи из области самолетостроения.

Ключевые слова: эффективное снижение размерности, гауссовские процессы, расстояние Махалонобиса.

УДК 06.35.51

Ю. Н. Волков, Ю. С. Поляков

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Моделирование влияния инвестиционных проектов на динамику экономического развития страны с помощью многосекторных моделей

Рассматривается оптимизационная многосекторная динамическая модель развития национальной экономики в вариантах с выделенным инвестиционным проектом и без него. Идентификация параметров модели проводится на статистических показателях экономического развития Российской Федерации. Модель используется для поиска оптимальных сфер и объемов вложений внутренних инвестиций в национальную экономику. Исследуется эффективное распределение инвестиций по секторам экономики в вариантах с выделенными проектами и без них.

Ключевые слова: многосекторная модель экономики, межотраслевой баланс, валовой внутренний продукт, инвестиционный проект.

УДК 519.17

*М. И. Исаев^{1,2}, К. В. Исаева²*¹Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau, France²Московский физико-технический институт (государственный университет)

О классе графов, обладающих сильными перемешивающими свойствами

Рассматриваются три свойства перемешиваемости графа: большая алгебраическая связность, большая константа Чигера (изопериметрическое число) и большой спектральный зазор между 1 и вторым по величине собственным значением матрицы переходных вероятностей случайного блуждания по графу. В работе доказывается эквивалентность данных свойств (в некотором смысле). Получены оценки вероятности, что случайный граф обладает указанными свойствами перемешиваемости. Кроме того, приведены асимптотические формулы для числа эйлеровых ориентаций и числа эйлеровых циклов в неориентированном простом графе.

Ключевые слова: алгебраическая связность, изопериметрическое число, матрица Лапласа, эйлеровы циклы и ориентации.

УДК 519.23, 519.226

*Е. А. Крымова^{1,2,3}, Е. О. Черноусова¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт проблем передачи информации им. Харкевича РАН³ООО «ДАТАДВАНС»

Оракульное неравенство для метода экспоненциального взвешивания упорядоченных оценок

Рассматривается задача восстановления неизвестного вектора по зашумленным наблюдениям при помощи упорядоченных линейных оценок. Основной целью является вывод оракульного неравенства, позволяющего контролировать риск оценки, полученной агрегацией упорядоченных оценок при использовании метода экспоненциального взвешивания. Предлагается новый метод получения оракульных неравенств, основанный на вероятностных свойствах несмещенной оценки риска. Показано, что экспоненциальное взвешивание позволяет улучшить оракульное неравенство Кнайпа [?].

Ключевые слова: экспоненциальное взвешивание, агрегация оценок, несмещенная оценка риска, упорядоченные оценки, оракульные неравенства.

УДК 51.77

Е. Г. Молчанов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

О комбинаторных свойствах класса многогранных конусов, возникающих в обратной задаче о распределении ресурсов

При решении обратной задачи о распределении ресурсов возникает проблема моментов, разрешимость которой сводится к вопросу принадлежности вектора конусу специального вида – конической оболочке спектральных вершин областей, получаемых при разрезании \mathbb{R}_+^2 прямыми. Рассматриваются комбинаторные свойства классов таких конусов, обсуждаются связи с проволочными диаграммами (вайрингами), дискретно-выпуклыми множествами, унимодулярностью.

Ключевые слова: проволочные диаграммы, ромбические тайлинги, классы конусов, дискретно-выпуклые множества, унимодулярные системы, обобщенная модель Хаутеккера–Иохансена.

УДК 519.863

*М. О. Солнцева¹, Б. Г. Кухаренко^{1,2}*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт машиноведения РАН

Применение методов кластеризации узлов на графах с разреженными матрицами смежности в задачах логистики

Рассматривается решение задачи оптимального расположения логистических центров в сети поставок на графе транспортной сети с помощью различных алгоритмов кластеризации. Разбиение узлов транспортной сети на кластеры выполняется после предварительного анализа данных, представляемых сильно разреженной матрицей смежности графа этой сети. В качестве альтернативного подхода к кластеризации узлов на графе рассматриваются процедуры построения и усечения минимального дерева Штейнера.

Ключевые слова: анализ данных, анализ графов, разреженные матрицы смежности, алгоритмы кластеризации, деревья Штейнера, транспортные сети, логистика.

УДК 004.93'1

Г. Б. Южаков

ФГУП ЦНИИХМ

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Алгоритм быстрого построения дескрипторов изображения, основанных на технике гистограмм ориентированных градиентов

Рассматривается задача составления дескрипторов прямоугольных фрагментов изображения в задаче поиска объектов на изображениях. При этом предлагается использовать технику, основанную на гистограммах ориентированных градиентов. В работе описываются методы оптимизации скорости расчетов, такие как техника построения интегральных изображений, прореживание, метод имитации скольжения и техника вспомогательных дескрипторов. В заключение приводится алгоритм реализации основных типов основанного на гистограммах ориентированных градиентов описания изображений. Вычислительный эксперимент показал эффективность описанных в работе методов.

Ключевые слова: гистограмма ориентированных градиентов, интегральное изображение, интегральные бины, скользящее окно, имитация скольжения, прореживание, вспомогательные дескрипторы.

УДК 004.9

В. Н. Бондарик, А. Е. Кучерявый

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

Прогнозирование развития Интернета Вещей на горизонте планирования до 2030 года

Раскрывается суть концепции Интернета Вещей, приводится определение вещей. Анализируются тенденции изменения клиентской базы сетей связи общего пользования (ССОП). На основе ассоциативного метода и логистического закона проводится анализ развития существующих технологий и формируется прогноз развития Интернета Вещей на горизонте планирования до 2030 года. Рассматриваются изменения в бизнес модели для операторов связи при внедрении концепции Интернета Вещей.

Ключевые слова: самоорганизующиеся сети, Интернет Вещей, клиентская база, прогноз развития.

УДК 517.9

Э. М. Габидулин, Н. И. Пилипчук, О. В. Трушина

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Защита информации в телекоммуникационных сетях

Представлен аналитический обзор работ, посвященных вопросам передачи и защиты информации в телекоммуникационных сетях. Сеть связи может быть подвержена вмешательству в её работу злоумышленников. Некоторые из них могут наблюдать и анализировать трафик, другие могут включать свои сообщения, чтобы затруднить правильный прием. В цитируемых здесь работах предлагаются различные методы устранения влияния злоумышленников. Среди них центральное место занимает шифрование. Особый интерес имеет передача, когда передающая и (или) приемная сторона желают остаться неизвестными для злоумышленника. В этом виде передачи информации имеется довольно много интересных методов обеспечения анонимности. В обзор включены главным образом работы за последние пять лет.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть, сетевое кодирование, защита информации, злоумышленник, криптосистема, анонимность.

УДК 681.3

А. А. Григорьев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Алгоритмы маршрутизации в оппортунистических сетях

Для одной модели сети с оппортунистическим поведением узлов предложены алгоритмы маршрутизации, обобщающие известные алгоритмы Дейкстры и Беллмана–Форда. Сформулированы условия на метрики путей, выполнение которых гарантирует оптимальность решений задачи маршрутизации.

Ключевые слова: беспроводная сеть, оппортунистическая сеть, маршрутизация.

УДК 621.396.6

А. С. Кузменков¹, А. Е. Поляков², Л. В. Стрыгин²

¹Национальный исследовательский университет «МЭИ»

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Обзорный анализ современных архитектур синтезаторов частот с ФАПЧ

В настоящее время издано большое число научных трудов, профильных монографий, учебных пособий по частотному синтезу. Известны глубокие работы крупных специалистов и ученых [1–5]. Однако обзор трудов показывает, что анализ и сравнение сравнительно новых архитектур синтезаторов частот (СЧ) на основе ФАПЧ на сегодняшний день оставляет большой простор для исследователя. Следует заметить, что разработка и проектирование СЧ является актуальной темой, поскольку практические задачи с применением современных генераторов СВЧ-диапазона требуют постоянного улучшения технических характеристик, расширения функциональных возможностей, снижения габаритов, энергопотребления и конечной стоимости.

В статье приводится краткий вводный материал по СЧ, основные технические ограничения традиционных реализаций синтезаторов, а также анализ и сравнение современных архитектур СЧ, приведенных в открытой отечественной и зарубежной печати.

Ключевые слова: синтезатор частот, архитектура, фазовый шум, время перестройки по частоте.

УДК 548.53

Л. Н. Алябьева

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Спектры поглощения и кругового дихроизма кристалла $\text{LaBGeO}_5:\text{Nd}^{3+}$

Спектры поглощения и кругового дихроизма кристалла $\text{LaBGeO}_5:\text{Nd}^{3+}$ исследованы в области 200 – 950 нм при 8 К. В спектрах наблюдались электронные переходы неодима, замещающего ионы La^{3+} в кислородном девятивершиннике с симметрией C_1 . Все переходы активны как в спектре поглощения, так и в спектре кругового дихроизма. Для хорошо разделенных полос рассчитаны величины силы диполя D_{om} , силы вращения R_{om} и фактора анизотропии g .

Ключевые слова: круговой дихроизм, стилвеллит, неодим, низкие температуры, поглощение.

УДК 538.935

И. А. Варфоломеев, В. Н. Горелкин, В. Р. Соловьев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Моделирование переноса носителей в алмазе методом Монте-Карло

Методом Монте-Карло выполнено численное моделирование эволюции пространственно-энергетического распределения дырок в кристалле алмаза с примесью бора во внешнем электрическом поле при температуре 10 К. В чистом алмазе преобладает поток носителей по полю. В случае наличия примеси бора, на которой идет эффективная рекомбинация низкоэнергетичных дырок, интегральные потоки дырок в направлении и против направления поля выравниваются, и наблюдается дифференциальная отрицательная подвижность носителей, что подтверждает выводы предыдущих работ о возможности эффекта отрицательной подвижности для определенных энергетических групп носителей в алмазе. Кроме того, при неизотропном двунаправленном начальном распределении скоростей дырок наблюдается их интегральная отрицательная подвижность.

Ключевые слова: алмаз, дырка, Монте-Карло, абсолютная отрицательная подвижность, функция распределения.

УДК 53.044

*А. М. Перепухов¹, О. В. Кишенков¹, С. В. Гуденко^{1,2}, А. В. Максимычев¹,
Л. И. Меньшиков^{1,2}, Д. А. Александров¹, Е. В. Коростылёв¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²НИЦ «Курчатовский институт»

Исследование порового пространства силикатов и протонной релаксации флюида магнитно-резонансными методами

Методом ЯМР исследована релаксация протонной намагниченности воды и углеводородов в модельной среде из стеклянных шариков и натуральном кварцевом песке. Спектр времен релаксации флюидов является однокомпонентным в модельной среде и многокомпонентным в кварцевом песке. Измеренные для модельной среды коэффициенты поверхностной релаксации использованы для определения размеров пор в кварцевом песке. Методом ЭПР установлена химическая природа активных центров, ответственных за парамагнитный механизм поверхностной релаксации протонной намагниченности.

Ключевые слова: ЯМР-релаксация, силикатные породы, поверхностные парамагнитные центры.

УДК 532.526.011.06

*А. В. Ваганов¹, Ю. Г. Ермолаев², А. Д. Косинов², Н. В. Семенов², В. И. Шалаев³*¹Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского²Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН³Московский физико-технический институт (государственный университет)

Экспериментальное исследование структуры течения и перехода в пограничном слое треугольного крыла с затупленными передними кромками при числах Маха 2, 2,5 и 4

Приведены результаты экспериментального исследования средних и пульсационных характеристик течения при обтекании плоского затупленного треугольного крыла, полученные при числах Маха 2, 2,5 и 4 и под углами атаки 0° , 5° и 10° . Использовалась модель с углом скольжения $\chi = 55^\circ$ и радиусом притупления передних кромок 2 мм. Измерения выполнялись с помощью термоанемометра постоянного сопротивления и трубкой полного давления. Определены размеры и характеристики неоднородности течения по размаху треугольного плоского крыла и области ламинарно-турбулентного перехода в центре симметрии модели. Наиболее существенные дефекты течения зафиксированы в центре модели и на некотором расстоянии от центра. При нулевом угле атаки и $M = 4$ обнаружены интенсивные пульсации массового расхода в области боковой кромки, которые локализованы по поперечной координате и распространяются на значительное расстояние вниз по потоку. По-видимому, они вызваны взаимодействием головной ударной волны с ламинарным пограничным слоем на линии растекания. Измерения трубкой полного напора показали существенное увеличение трения на стенке в этой области.

Ключевые слова: сверхзвуковые скорости, экспериментальные исследования, аэродинамическая труба, затупленное треугольное крыло, ламинарно-турбулентный переход, термоанемометрия.

УДК 629.735.33.018

*А. В. Лысенков^{1,2}, С. В. Павлик¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²ФГУП «Центральный Аэрогидродинамический Институт»

Разработка методологии расчёта аэродинамических характеристик воздушных винтов

Данная работа заключается в разработке методологии аэродинамического расчёта воздушных винтов, основанной на использовании коммерческого программного продукта ANSYS. Проведена проверка точности этого универсального программного продукта применительно к задаче численного моделирования обтекания воздушного винта. Для анализа факторов, влияющих на точность, проведены расчёты на различных расчётных сетках при различных уровнях турбулентности набегающего потока. Исследовано вязкое обтекание (подход RANS) модели воздушного винта с учетом особенностей геометрии в широком диапазоне скоростей и оборотов винта. В результате получено, что точность разработанной методологии достаточна для проведения работ на этапе предварительного проектирования. Рассмотрен пример практического применения разработанной методологии.

Ключевые слова: воздушный винт, вычислительные методы, сравнение с экспериментом.

УДК 05.510

Н. Б. Степанова

Московский физико-технический институт (государственный университет)

**Свойства холодного промежуточного слоя
в Юго-Восточной Балтике по экспедиционным
данным 2004–2008 гг. и возможность его вентиляции
водами шельфа в весенний период**

На основе экспедиционных данных за пятилетний период (2004–2008 гг.) выявляются характеристики холодного промежуточного слоя (ХПС) в Юго-Восточной Балтике (Гданьском бассейне) в летнее время, когда он наиболее отчётливо выделяется в общей вертикальной термохалинной структуре вод. Впервые приводятся обобщённые данные анализа температуры, солёности и плотности вод ХПС в рассматриваемом районе моря; оценивается возможность проникновения прибрежных вод, формирующихся в марте над шельфом и подводными склонами Самбийского полуострова, в область холодного промежуточного слоя Гданьского бассейна. Сопоставительный анализ температуры, солёности и плотности вод в прибрежной зоне и характеристик вод ХПС летом в глубокой части моря позволяют предполагать (а) возникновение каскадинга более плотных вод шельфа в промежуточные слои при ранневесеннем прогреве и (б) транспорт «вверх по эстуарию» в промежуточных слоях Балтийского моря в весенне-летний период.

Ключевые слова: гидрофизика, термохалинная структура, холодный промежуточный слой, Балтийское море.