

В. А. Астапенко, Е. В. Сажно

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Взаимодействие ультракороткого импульса гауссовой формы с осциллятором Морзе

Статья посвящена численному анализу особенностей возбуждения классического осциллятора Морзе под действием электрических импульсов гауссовой формы. Исследована спектральная и временная зависимости поглощенной энергии осциллятором Морзе. Проведено сравнение со случаем гармонического осциллятора.

Ключевые слова: ультракороткий импульс, импульс гауссовой формы, гармонический осциллятор, осциллятор Морзе.

П. А. Головинский^{1,2}, А. В. Яковец¹, В. А. Астапенко¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Воронежский государственный технический университет

Нелинейное возбуждение квантового резонанса Фано

В работе исследовано нелинейное формирование асимметричного профиля Фано в резонансной двухуровневой системе, взаимодействующей с зоной уровней. Представлено динамическое описание резонанса и рассчитана заселенность зоны состояний в зависимости от времени. Обсуждается возможность управления формой заселенности квазиконтинуума за счет изменения интенсивности внешнего поля.

Ключевые слова: квантовый резонанс Фано, двухуровневая система, квазиконтинуум, зона уровней.

С. И. Копнин, Т. И. Морозова, С. И. Попель

Институт космических исследований РАН
Московский физико-технический институт (государственный университет)

Пылевые звуковые солитоны у поверхности Луны

Приведено описание плазменно-пылевой системы в приповерхностном слое освещенной части Луны, которая включает в себя фотоэлектроны, электроны и ионы солнечного ветра, а также заряженные пылевые частицы. Рассмотрены пылевые звуковые солитоны в приповерхностной лунной плазме. Показано, что при их описании следует учитывать эффект захвата электронов потенциальными стенками, существование которых обусловлено положительным электростатическим потенциалом солитона. Определены области возможных чисел Маха и амплитуд солитонов. Найдены солитонные решения для различных высот над лунной поверхностью. Показано, что солитоны у поверхности Луны могут обладать довольно большими амплитудами, что дает возможность наблюдать их в рамках будущих лунных миссий «Луна-25» и «Луна-27».

Ключевые слова: пылевая плазма, пылевые звуковые волны, захваченные электроны, солитоны, Луна.

*Е. Н. Кукаев^{1,2}, И. А. Попов^{1,2}, А. С. Кононихин^{1,2}, Н. Л. Стародубцева^{1,2},
Дж. Шиеа³, Е. Н. Николаев^{1,2,4}*

¹Институт энергетических проблем химической физики РАН им. В. Л. Тальрозе

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Национальный университет Сунь Ят-сена, Гаосюн, Тайвань

⁴Сколковский институт науки и технологий

Высокоселективный метод детектирования нитросоединений при атмосферном давлении на основе лазерной ионизации

Предложен способ масс-спектрометрического детектирования паров нитросоединений с ионизацией импульсно-периодическим лазерным излучением с импульсами наносекундой длительности в условиях атмосферного давления. Сконструирован комбинированный атмосферный ионный источник с двумя способами ионизации: импульсно-периодическим лазерным излучением с импульсами наносекундой длительности и коронным разрядом. Показано, что в режиме ионизации коронным разрядом при достаточно большом значении тока разряда возможна последующая фрагментация по механизмам, схожим с ионизацией классическим электронным ударом в условиях среднего вакуума. Ионизация лазером с диодной накачкой (частота следования импульсов 300 Гц) по сравнению с лазером с ламповой накачкой (частота следования импульсов 10 Гц) производит большее количество, но меньшее разнообразие ионов в отрицательной моде. Порог обнаружения ТНТ не превышает 10^{-13} г/см³, что позволяет использовать данный подход для создания быстрого портативного устройства, позволяющего с высокой чувствительностью и достоверностью обнаруживать следовые количества взрывчатых веществ в атмосферном воздухе. Продемонстрировано, что использование лазерного излучения с более короткими импульсами и более высокой частотой следования импульсов повышает эффективность ионизации, чувствительность и предел детектирования нитросоединений.

Ключевые слова: масс-спектрометрия; ионизация при атмосферном давлении; ионизация коронным разрядом; ионизация лазерным излучением; детектирование нитросоединений.

С. В. Лобанов, И. А. Федоров, Е. П. Шешин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Термо- и автоэмиссионные свойства наноструктурированных катодов, изготовленных на основе интеркалированного пирографита

В данной работе описывается технология изготовления композитного катода, в котором графит и эмиссионно-активное вещество образуют интеркалированное химическое соединение и последующее исследование таких катодов в режиме термоавтоэлектронной эмиссии в температурном диапазоне 0–800 °С с величинами анодных напряжений в диапазоне 1–10 кВ. В статье были определены оптимальные условия прессования, исследована работа катода в режиме авто- и термоэмиссии, получены высокие показатели плотности токоотбора.

Ключевые слова: вакуумная электроника, нанографитные материалы, автоэлектронная эмиссия, термоэлектронная эмиссия, композиционный катод.

В. В. Мицук^{1,2}, М. В. Мордовской^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт ядерных исследований РАН

Координатный детектор для регистрации заряженных частиц на основе матрицы кремниевых фотоумножителей и сцинтилляционных кристаллов LYSO

Для регистрации энергии и определения множественности заряженных частиц в исследованиях по изучению синглетных квазисвязанных nn -, pp - и np -состояний двухнуклонной системы (E_{nn}^s , E_{pp}^s , E_{np}^s) предлагается использовать матричный детектор на основе кремниевых фотоумножителей и сцинтилляционных кристаллов LYSO. В работе приведены результаты измерения параметров прототипа такого детектора, состоящего из 4-х детектирующих секций (при полном наборе в 16). Определялся стандартный набор параметров: разрешения (временное, амплитудное), относительные эффективности, собственный фон, коэффициенты усиления и т.д. и их зависимости от напряжения и температуры. Определены эффективности применения различных вариантов оптического контакта при установке кристаллов на кремниевый фотоумножитель. Обсуждаются вопросы применения подобного детектора в экспериментах при изучении реакций взаимодействия малонуклонных ядер.

Ключевые слова: ядерная реакция, сцинтилляционный кристалл, амплитудное разрешение, временное разрешение, собственный фон, оптический контакт, двухнуклонные состояния.

Сравнение турбулентных замыканий в одномерной модели водоема

В рамках одномерных моделей озера наиболее распространенными турбулентными замыканиями являются $k - \varepsilon$ модель и замыкание Хендерсон–Селлерс. В силу большого различия в вычислительной сложности и других математических свойствах между этими параметризациями возникает вопрос о точности численного решения уравнений модели водоема. Для анализа точности численного решения и скорости его сходимости при различных вариантах $k - \varepsilon$ замыкания и параметризации Хендерсон–Селлерс, а также оценки правильности воспроизведения основных физических механизмов перемешивания в водоеме в данной работе были проведены численные эксперименты для идеализированных течений и для конкретного озера. Численные эксперименты показали, что модель с замыканием $k - \varepsilon$ может давать гладкое решение только с шагом по времени $\Delta t < 450$ с, а сходимость достигается при $\Delta t < 100$ с, в то же время модель с параметризацией Хендерсон–Селлерс достигает сходимости с шагом по времени $\Delta t = 3600$ с. При этом при использовании обоих замыканий модель качественно воспроизводит распределение температуры с глубиной в сравнении с данными измерений.

Ключевые слова: одномерная модель водоема, турбулентное замыкание, численные эксперименты.

Оценка высот приливных волн при глиссировании крупного спутника по поверхности жидкого притягивающего сферического слоя с твердым ядром

Обсуждается движение крупного спутника вокруг некоторой модельной планеты, представляющей собой толстый сферический слой тяжёлой идеальной жидкости с относительно небольшим твердым внутренним ядром. Вызываемое спутником приливное возмущение распространяется с помощью длинных гравитационных волн. При глиссировании по поверхности слоя энергия и период обращения спутника убывают, а высота прилива и период свободных гравитационных волн, поддерживающих развитие прилива, нарастают. Для поддержания прилива необходимо, чтобы период обращения спутника был не меньше периода свободных длинных гравитационных волн. В работе оценивается величина статического прилива для случая совпадения периодов обращения спутника и свободных гравитационных волн, распространяющихся по поверхности сферического слоя жидкости. При достижении этого условия продолжение глиссирования спутника становится невозможным и происходит быстрое заглубление спутника внутрь сферического слоя.

Ключевые слова: астероид, спутник, сферический слой, идеальная жидкость, глиссирование, длинные гравитационные волны, мантия Земли, прилив, астероидный пояс, биота.

*А. С. Козелков^{1,2}, Д. Ю. Стрелец³, В. Р. Ефремов⁴, Ю. Г. Нечепуренко⁴,
В. В. Курулин¹, Е. С. Тятюшкина¹, А. В. Корнев³*

¹Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

³Московский авиационный институт

⁴Конструкторское бюро приборостроения им. академика А. Г. Шипунова

Исследование свойств схем дискретизации уравнения переноса объемной доли при расчете многофазных течений методом VOF

В работе представлены результаты исследования свойств схем дискретизации уравнения переноса объемной доли при расчете многофазных течений методом VOF (Volume of Fluid) на произвольных неструктурированных сетках. Представлено описание способов сохранения формы поверхности и проанализированы свойства наиболее известных специальных схем дискретизации уравнения переноса объемной доли, а также влияние числа Куранта на перенос фронта. В результате исследования определено предельное значение числа Куранта для различных схем и типов расчетных сеток, необходимое для сохранения формы скаляра после его переноса.

Ключевые слова: уравнение Навье–Стокса, численное моделирование, многофазные течения, свободная поверхность, неструктурированные сетки, перенос фронта, пакет программ ЛОГОС.

И. И. Липатов^{1,2}, И. Н. Устинов^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского

Распространение возмущений в пограничном слое на вращающемся конусе в сверхзвуковом потоке газа

Исследуется влияние вращения конуса в сверхзвуковом потоке газа на скорость распространения возмущений в пограничном слое. Производится расчет пограничного слоя на вращающемся конусе в предположении безградиентного внешнего течения, рассчитывается диаграмма направленностей скорости распространения возмущения в пограничном слое.

Ключевые слова: пограничный слой, распространение возмущений, сверхзвуковое течение, теория слабого взаимодействия, конус.

Л. Л. Теперин^{1,2}, Т. М. Притуло², Ф. Э. Орфинижад¹, Мьё Тхейн¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ФГУП «ЦАГИ» им. проф. Н. Е. Жуковского

Средства снижения индуктивного сопротивления крыла самолета

В данной работе при проектировании самолёта предлагается использовать явления полезной интерференции между его элементами, которые были впервые упомянуты А. Ферри. Получена формула для расчёта индуктивного сопротивления несущей поверхности, представленной кусочно-постоянным распределением вихрей вдоль её размаха. Решена задача об оптимальном распределении циркуляции вдоль размаха крыла, обеспечивающая минимум индуктивного сопротивления при заданной подъёмной силе. Приведён ряд тестовых примеров расчёта. Получена оценка потерь в индуктивном сопротивлении при согласовании несущих и ненесущих элементов компоновки. Решена задача о путях снижения индуктивного сопротивления при установлении концевого крылышка. Получена аналитическая зависимость влияния законцовки на изгибающий момент крыла. На примере самолёта Боинг-787 проведено исследование влияния прогиба крыла на индуктивное сопротивление.

Ключевые слова: дозвуковые режимы полёта, индуктивное сопротивление, вихревая модель крыла, циркуляция, изгибающий момент.

В. В. Холощак

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Динамика вращательного движения спутника с демпфером в центральном гравитационном поле

Для исследования влияния внутренних диссипативных сил на вращательное движение спутника в центральном гравитационном поле используется модель М. А. Лаврентьева (спутник моделируется твердой оболочкой и шарообразным демпфером). Приводятся результаты численного анализа эволюции вращательного движения динамически симметричного и несимметричного спутника, движущегося по кеплеровой круговой орбите, в зависимости от значений коэффициента демпфирования и начальных условий.

Ключевые слова: эволюция вращательного движения, спутник с демпфером, круговая орбита, стационарные вращения.

А. К. Була^{1,2}, Е. А. Умнов¹, А. Е. Умнов¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Университет Лубумбаши, ДР Конго

Оптимизация формы множества Парето в задачах многокритериального программирования

Рассматривается схема использования метода гладких штрафных функций для исследования зависимости решений задач многокритериальной оптимизации от параметров. Приводится описание алгоритмов, основанных на методе гладких штрафных функций, решения задачи оптимизации по параметрам уровня согласованности целевых функций и выбора соответствующей формы множества Парето.

Ключевые слова: задача многокритериального параметрического программирования, множество Парето, метод гладких штрафных функций, задача оптимизации по параметрам.

Н. И. Жукова

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Сильная трансверсальная эквивалентность полных трансверсально аффинных слоений

Изучаются полные трансверсально аффинные слоения. Исследуется сильная трансверсальная эквивалентность таких слоений, являющаяся более тонким понятием, чем трансверсальная эквивалентность слоений в смысле Молино. Определена глобальная группа голономии полного трансверсально аффинного слоения и доказано, что эта группа является его полным инвариантом относительно сильной трансверсальной эквивалентности. Построен представитель произвольного класса сильно трансверсально эквивалентных слоений по его полному инварианту. Этот представитель есть двумерное полное трансверсально аффинное слоение на многообразии, являющемся пространством Эленберга–Маклейна типа $K(\pi, 1)$.

Ключевые слова: расслоение Серра, сильная трансверсальная эквивалентность слоений, трансверсально аффинное слоение, глобальная группа голономии, связность Эресмана для слоения.

Инвариантные относительно сдвигов меры на пространствах последовательностей

Рассматриваются счетно-аддитивные меры на банаховом пространстве l_∞ и линейном топологическом пространстве R^∞ , которые являются инвариантными относительно сдвигов на произвольные векторы из рассматриваемых пространства. В статье приведен пример аналога меры Лебега – неотрицательная счетно-аддитивная мера, определенная на некоторой сигма-алгебре подмножеств вышеупомянутых бесконечномерных пространств последовательностей, которая содержит все стационарные бесконечномерные прямоугольники (длина сторон которых равна 1 с некоторого момента), и являющаяся инвариантной относительно сдвигов на произвольный вектор в данных пространствах. Существенным же отличием полученной меры от стандартной меры Лебега на конечномерном пространстве является отсутствие сигма-конечности. Показано, что построенная мера удовлетворяет условию инвариантности относительно перестановок координат (в том числе и бесконечных) и условию инвариантности относительно отражений (замен знаков некоторых координат на противоположные).

Ключевые слова: пространства последовательностей, теорема Каратеодори о продолжении меры, инвариантные относительно сдвигов меры, инвариантность относительно перестановок, инвариантность относительно отражений.

Е. А. Умнов, А. Е. Умнов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Задача математического программирования для комплекса математических моделей

В работе рассматривается применение метода функций обратных связей для решения задачи математического программирования на комплексе математических моделей. Приводится описание алгоритма, основанного на сглаживающем свойстве функций обратных связей, решения задачи поиска оптимального распределения ресурсов между подсистемами моделируемого объекта.

Ключевые слова: распределенная задача математического программирования, функции обратных связей, задача оптимального распределения ресурсов.

И. А. Акользин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

О справедливых раскрасках простых гиперграфов

Исследуется проблема о справедливых раскрасках гиперграфов, связанная с теоремой Хайнала–Семереди. Получена новая оценка максимальной степени вершины простого однородного гиперграфа, которая обеспечивает наличие справедливой раскраски в два цвета.

Ключевые слова: справедливые раскраски, простые гиперграфы.

Э. Д. Аведьян^{1,2,3}, Ле Тхи Чанг Линь¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти

³Международный центр по информатике и электронике

Процедуры оптимального голосования в многоэкспертных бинарных системах

Рассматриваются два подхода для построения оптимальной многоэкспертной бинарной системы голосования. В первом случае решение достигается при известных значениях условных вероятностей принятия решений отдельными экспертами. Во втором случае оптимизация выполняется при неизвестных значениях условных вероятностей в режиме статистических испытаний. Оптимизация основывается на выборе оптимального числа экспертов, принимающих ту или иную гипотезу. Показано, что решение системы в режиме статистических испытаний асимптотически приближается к точному решению, когда известны значения условных вероятностей экспертов.

Ключевые слова: оптимальная многоэкспертная бинарная система голосования, условные вероятности принятия решений, статистические испытания, программы, Delphi.

А. В. Дворкович, А. П. Зарецкий, К. С. Митягин, Д. Э. Копосов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Алгоритмы обработки тепловизионных изображений для анализа качественных показателей гемодинамики артерий лица

При мониторинге качественных показателей гемодинамики артерий лица с помощью методов медицинской термографии возникает задача автоматизации обработки и анализа тепловизионных изображений. В данной работе приводится сравнительный обзор алгоритмов сегментации информационных областей на тепловизионных снимках человека. Результаты проведенного имитационного моделирования позволяют выделить ряд ключевых алгоритмов, наиболее подходящих для решения задачи анализа и мониторинга показателей кровотока артерий лица.

Ключевые слова: медицинская термография, анализ гемодинамики, обработка тепловизионных изображений, сегментация изображений, выделение ключевых областей.

Способ определения кепстральных маркеров речевых сигналов при психогенных расстройствах

На сегодняшний день для обнаружения психогенных расстройств применяются различные дистанционные экспериментально-статистические методы, наиболее адаптивными из которых являются способы на основе анализа речевых сигналов. Низкая точность обнаружения является одной из основных проблем практической реализации систем дистанционного мониторинга психогенных расстройств. Основная причина низкой точности и больших погрешностей связана с использованием неэффективных и неадаптивных методов обработки нестационарных речевых сигналов. В данной статье предлагается автоматизированный способ определения кепстральных маркеров речевых сигналов при психогенных расстройствах на основе метода улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ). Суть способа заключается в разложении речевого сигнала с помощью улучшенной ПМДЭМАШ на частотные составляющие с последующим формированием набора информативных компонент (концентрации информации о психогенных расстройствах) и определением их кепстральных маркеров. Представлена блок-схема разработанного способа и подробное математическое описание. Проведено исследование с использованием сформированной верифицированной базы сигналов здоровых пациентов и пациентов с психогенными расстройствами мужского и женского пола, в возрасте от 18 до 60 лет. В соответствии с результатами исследования, следует, что психогенные расстройства в большей степени влияют на вокализованные характеристики речевого тракта и достаточно полно отображаются в кепстральных маркерах. Предложенный автоматизированный способ может быть использован в системах дистанционного мониторинга психогенных расстройств и внедрен в клиническую практику врача-психиатра для ускорения процесса лечения.

Ключевые слова: речевой сигнал, психогенные расстройства, кепстральные характеристики, мел-частотные кепстральные коэффициенты (МЧКК), улучшенная полная множественная декомпозиция на эмпирические моды с адаптивным шумом.

Е. А. Юлюгин

Intel Corporation

Реализация технологии прямого исполнения обращений к счетчику TSC в программном симуляторе

Исследование проводилось с целью увеличения производительности сценариев программного моделирования, демонстрирующих частые обращения к счетчику TSC (Time Stamp Counter) при исполнении на процессорах с архитектурой Intel® 64. Для достижения поставленной цели был разработан алгоритм, разрешающий прямое исполнение инструкций чтений счетчика TSC. Предложенный алгоритм был реализован и протестирован в полноплатформенном программном симуляторе Wind River® Simics®.

Ключевые слова: Simics, TSC, VT-x, моделирование, гипервизор, прямое исполнение.