

УДК 533.69.047

Н. Д. Агеев^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н. Е. Жуковского

Численное исследование совместного влияния стреловидности передней кромки крыла и радиуса закругления носика профиля на аэродинамические характеристики крыла при сверхзвуковых скоростях

С помощью программного комплекса ANSYS CFX (лицензия 607044, МФТИ), основанного на решении уравнений Рейнольдса, исследуется совместное влияние радиуса закругления носика профиля и стреловидности передней кромки крыла на аэродинамические характеристики крыла при сверхзвуковых скоростях. Описано семейство профилей равной относительной толщины с различным радиусом закругления носка. Представлена расчетная методика в рамках модели сжимаемого турбулентного течения. Проведен анализ результатов решения двумерной и трехмерной задач. Выполнена оценка точности полученных данных.

Ключевые слова: вычислительная аэродинамика, радиус закругления носика профиля, стреловидность, сверхзвуковая скорость.

УДК 531.36

*Н. И. Амелкин*¹, *А. В. Сумароков*²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королева

Резонансные вращения спутника с двухстепенным силовым гироскопом на круговой орбите

Проведено численное исследование переходных процессов в системе пассивной ориентации спутника, несущего двухстепенной силовой гироскоп с демпфером в оси рамки. Установлено, что для начальных условий, достаточно удаленных от асимптотически устойчивых положений равновесия спутника, переходный процесс содержит длительный резонансный режим 2:1.

Ключевые слова: спутник, силовой гироскоп, устойчивость, асимптотическая устойчивость, резонанс.

УДК 629.7.05

*Н. Е. Зубов¹, Е. А. Микрин^{1,2}, С. С. Негодяев^{2,3}, В. Н. Рябченко^{2,4},
А. В. Богачев^{1,2}, Е. А. Воробьева¹*

¹Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королева

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Центральный научно-исследовательский институт химии и механики им. Д. И. Менделеева

⁴ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»

Синтез трехканальной системы разгрузки кинетического момента инерционных исполнительных органов космического аппарата для круговых орбит

Рассматривается задача гравитационной разгрузки кинетического момента инерционных исполнительных органов космического аппарата во всех трех каналах управления для круговых орбит с использованием метода точного размещения полюсов. Синтезированы в аналитическом виде законы управления гравитационной разгрузки, однозначно определяемые параметрами объекта и задаваемыми корнями характеристического уравнения.

Ключевые слова: инерционные исполнительные органы, разгрузка кинетического момента, обратная связь по состоянию, замкнутая система, метод точного размещения полюсов, ортогональный делитель нуля.

УДК 531

Г. В. Калачев, А. Б. Нуралиева, А. В. Чернов

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Малые колебания троса космического лифта

Рассматриваются малые колебания троса космического лифта относительно устойчивого вертикального положения равновесия. Трос гибкий, нерастяжимый, переменной линейной плотности. Нижний конец закреплен на Земле в районе экватора, а верхний уходит за геостационар. Система держится в равновесии гравитационными и центробежными силами. Для линеаризованной по отношению к поперечным отклонениям системы решается задача Штурма–Лиувилля и найдены собственные частоты и собственные формы линейных колебаний. Приведены асимптотические (для высоких мод) формулы и описан алгоритм их численного нахождения. Найденные формы использовались для вычисления движений в численной модели нелинейных колебаний троса. Периодичность полученных движений показывает соответствие численного и аналитического подходов. Проанализировано распределение натяжения вдоль троса при малых колебаниях.

Ключевые слова: тросовые системы, космический лифт, малые колебания, задача Штурма–Лиувилля.

УДК 621.391

А. А. Фомичев¹, П. В. Ларионов¹, Е. А. Полужеев¹, Т. Н. Вахитов²,
А. Б. Колчев², К. Ю. Счастливец², В. Б. Успенский²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ЗАО «Лазекс»

Лазерная интегрированная инерциально-спутниковая навигационная система с расширенной доступностью спутниковых измерений

Описаны результаты разработки и исследования лазерной интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системы с расширенной доступностью спутниковых измерений. Приводится общая характеристика системы, описание информационных режимов ее работы, архитектура программно-алгоритмического обеспечения. Обсуждаются проблемы фильтрации и коррекции при неравномерном поступлении измерений различного состава, предложены структурно-алгоритмические решения этих проблем. Приводятся результаты мобильных испытаний, летной апробации программно-математического обеспечения системы, результаты полунатурных и летных испытаний.

Ключевые слова: лазерный гироскоп, интегрированная инерциально-спутниковая система, доступность спутниковой информации, субинтегрированный режим.

УДК 517.444

А. Д. Агальцов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Теоремы характеризации и обращения для обобщённого преобразования Радона

Рассматриваются вопросы, связанные с обобщённым преобразованием Радона мер по гиперповерхностям уровня CES -функций. Найдена теорема характеризации для обобщённого преобразования Радона неотрицательных мер с носителями в положительном ортанте \mathbb{R}_+^n . Получена явная формула обращения для этого преобразования в случае абсолютно непрерывных мер.

Ключевые слова: обобщённое преобразование Радона, теорема характеризации, формула обращения, эффект замещения производственных факторов на микроуровне.

УДК 519.857.3

*М. Ю. Андреев¹, Н. П. Пильник², И. Г. Поспелов¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²НИУ ВШЭ

Модель межвременного равновесия экономики Республики Казахстан

В статье представлена модель общего экономического равновесия Республики Казахстан. Модель содержит описание восьми макроагентов. Для четырех агентов (домохозяйство, производитель, банк, собственник) сформулированы оптимизационные задачи, поведение остальных агентов задается сценарием. Модель калибруется на квартальных данных с 2005 по 2010 годы и воспроизводит траектории переменных, характеризующих состояние реального и финансового секторов экономики.

Ключевые слова: общее экономическое равновесие, математическое моделирование, рациональные ожидания, банковская система, экономический кризис.

УДК 330:336

М. А. Бурнусузян

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Исследование связей между макроэкономическими показателями и обменного курса национальной валюты Республики Армения

В настоящей работе исследуется вопрос о влиянии ряда макроэкономических показателей на обменный курс национальной валюты Республики Армения (РА). Теоретической и методологической основой исследования служили труды зарубежных, российских и армянских авторов по вопросам статистики, макроэкономики, экономического развития и компьютерной обработке экономических данных. Получены количественные характеристики влияния макроэкономических показателей на валютный курс национальной валюты РА. В работе показано, что на формирование курса национальной валюты РА значительное влияние оказывают трансферты.

Ключевые слова: обменный курс, национальная валюта, трансферты, валовый внутренний продукт, импорт, экспорт, прямые иностранные инвестиции, денежная масса, валютные интервенции, инфляция.

УДК 51.77

Е. Г. Молчанов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

О модификациях ромбических тайлингов, возникающих в обратной задаче о распределении ресурсов

В статье изучаются комбинаторные свойства разрезов плоскости, связанные с проблемой моментов, возникающих при оценке заменяемости отечественных и импортных факторов на микроуровне.

Ключевые слова: проволочные диаграммы, ромбические тайлинги, флипы, обобщенная модель Хаутеккера–Йохансена.

УДК 004.75

А. В. Васильев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Шаблон проектирования корпоративных Java-приложений, построенных на основе адаптивных моделей данных, обеспечивающий их масштабируемость

В некоторых областях, таких как телекоммуникация, медицина, образование, происходят достаточно частые изменения структур данных и требований к системам. Поэтому для уменьшения издержек на разработку таких систем компании применяют подходы, построенные на адаптивных моделях данных, — начальные затраты на разработку большие, однако в дальнейшем изменения обходятся достаточно дешево. На практике код, работающий с адаптивными моделями, оказывается невозможно покрыть автоматическими тестами, а система оказывается практически не масштабируемой, так как работает напрямую с реляционными структурами. В работе предложен подход к проектированию таких систем, обеспечивающий возможность тестирования и позволяющий заменить уровни хранения данных без каких-либо сложностей по мере роста количества информации.

Ключевые слова: Java, адаптивная модель данных, масштабируемые системы, автоматическое тестирование, шаблон проектирования корпоративных систем.

УДК 656.021

*К. К. Глухарев^{1,2}, А. М. Валуге^{1,2}, И. Н. Калинин^{1,2}, Н. М. Улюков^{1,2}*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН

О моделировании автомобильных потоков на магистральной сети

Рассматривается проблема построения комплексной теории автомобильных потоков на дорожной сети мегаполиса. Строится модель дискретного потока с безопасной дистанцией на однородном отрезке полосы, исследуются её свойства — динамика очередей и стационарные режимы. Исследуются свойства потока на замкнутых контурах. Перекрестки декомпозируются на атомарные элементы (однородные отрезки и особые точки), к ним применяется модель дискретного потока — ставятся совместные граничные и начальные условия, задаются параметры модели. Вводится понятие магистральной сети, исследуются типы топологий магистральной сети, свойства маршрутизации для некоторых типов топологий. Описывается вычислительная модель — имитатор транспортной сети, приводятся результаты численного моделирования некоторых дорожных ситуаций и некоторые качественные результаты.

Ключевые слова: транспортные потоки, микроскопическая модель транспортного потока, динамика очередей, магистральная сеть, топология сети, маршрутизация на транспортной сети, имитационное моделирование, численный эксперимент.

УДК 517.977.1

*К. О. Железнов¹, М. В. Хлебников²*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН

Применение метода инвариантных эллипсоидов для решения линейной задачи слежения

В работе рассматривается линейная задача слежения, состоящая в построении линейной обратной связи такой, чтобы выход системы был «как можно ближе» к сигналу, подаваемому на вход линейной системы управления. Предлагается подход к решению задачи, основанный на методе инвариантных эллипсоидов. Его эффективность продемонстрирована на примере двухмассовой системы.

Ключевые слова: линейная система управления, задача слежения, линейные матричные неравенства, инвариантные эллипсоиды, ограничивающие эллипсоиды.

УДК 519.226

Е. В. Бурнаев, П. В. Приходько

PreMoLab, Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт проблем передачи информации РАН
Datadvance

Методология построения суррогатных моделей для аппроксимации пространственно неоднородных функций

В работе предлагается общая методология для построения суррогатных моделей. Применение предложенной методологии проиллюстрировано на примере построения суррогатных моделей ограничений в задаче оптимизации веса обшивки корпуса самолета. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предложенного подхода.

Ключевые слова: суррогатное моделирование, регрессия, аппроксимация, оптимизация, смесь экспертов.

УДК 519.63

Ю. И. Скалько, М. А. Мендель

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Применение аппарата обобщенных функций для построения приближенных решений задачи переноса излучения

В работе изложено применение аппарата обобщенных функций для построения приближенных решений для задачи переноса излучения. Известен ряд подходов, где для построения приближенного решения задачи Коши или краевой задачи для уравнений математической физики используется понятие обобщенного решения. В изложенном ниже подходе исходная задача заменяется эквивалентной задачей для обобщенных функций. И затем ищется приближение к решению в классе кусочно-полиномиальных обобщенных функций.

Ключевые слова: приближенное решение задачи переноса излучения, обобщенные функции.

УДК 551.2

*И. А. Гарагаи¹, А. В. Дубовская^{1,2}*¹Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Использование геомеханической модели Каспийского региона для оценки нефтегазоносности

Выполнено численное моделирование напряженно-деформированного состояния земной коры Каспийского региона на основании созданной трехмерной модели, содержащей основные геомеханические границы. В расчете учтены основные факторы, под действием которых складывается напряженно-деформированное состояние земной коры: некомпенсированный вес горного рельефа, горизонтальные и вертикальные тектонические движения, вариации плотности, неравномерный нагрев. В результате численного моделирования получены новые данные о распределении температур, деформаций и напряжений. Установлено, что градиенты температур, объемные деформации осадочной толщи и энергонасыщенность земной коры коррелируют с известными в регионе скоплениями углеводородов.

Ключевые слова: геомеханическая модель, напряженно-деформированное состояние, зоны разуплотнения, энергонасыщенность, численное моделирование.

УДК 532.546

Н. А. Маркитантова, А. П. Черняев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Фильтрация при степенном законе в случае несимметричного расположения скважины

Рассматривается плоская стационарная фильтрация к горизонтальной скважине при степенном законе. Скважина расположена несимметрично относительно кровли и подошвы пласта.

Ключевые слова: стационарная фильтрация, плоская задача, степенной закон фильтрации, несжимаемая жидкость, несимметричное расположение скважины.

УДК 532.546

*Н. И. Рыжиков^{1,2}, Д. Н. Михайлов², В. В. Шако²*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Московский научно-исследовательский центр «Шлюмберже»

Метод расчета профилей распределения пористости и объемных долей материалов в пористой среде с помощью анализа данных рентгеновской микротомографии

В статье предложен новый метод расчета профилей распределения пористости и объемных долей материалов в пористой среде, основанный на анализе формы гистограмм отдельных сечений трехмерного изображения рентгеновской компьютерной микротомографии. В отличие от широко используемого метода установления порога, доля различных веществ в образце вычисляется без задания какого-либо априорного отсечения. Представлены расчеты профилей пористости и концентрации слагающих минералов для двух различных искусственных пористых образцов. Полученные результаты хорошо согласуются с макроскопическими параметрами исследуемых образцов и расчетами, выполненными с помощью коммерческого программного пакета STAn. На примере исследования образца после закачки слабоконцентрированного глинистого раствора, показано, что разработанный метод применим для анализа распределения веществ малой концентрации.

Ключевые слова: рентгеновская компьютерная томография, метод установки порога, сегментация, кольматация образца, гистограмма изображения.

УДК 530.145.1

М. Р. Арифуллин, В. Л. Бердинский

Оренбургский государственный университет

Запутанность спиновых состояний четырехфермионной системы

Построены многоспиновые матрицы плотности системы неразличимых фермионов, описываемых антисимметричной полной волновой функцией $\Psi(r_i, s_i)$. Показано, что после редукции по пространственным переменным многоспиновые матрицы плотности не зависят от вида пространственных одночастичных волновых функций и в этом смысле являются «универсальными». Для любого четного числа фермионов, находящихся в основном состоянии, матрицы плотности могут быть единообразно представлены в виде суммы неортогональных проекторов. Подробно исследована четырехфермионная система и показано, что она является запутанной, содержит запутанную трехфермионную подсистему, однако двухфермионные подсистемы не запутаны. Запутанность спиновых подсистем является однозначным следствием неразличимости фермионов и принципа Паули.

Ключевые слова: квантовая запутанность, матрица плотности, принцип Паули, квантовые корреляции.

УДК 535.338.1

*Б. И. Васильев¹, Д. П. Коренев², В. М. Кунин², В. В. Усков²*¹Физический институт им. П. Н. Лебедева²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Лазерный спектроскоп в диапазоне 9–11 мкм на основе СО₂-лазера и особенности его спектра генерации

Приводится описание простого лазерного спектроскопа в диапазоне 9–11 мкм на основе промышленного непрерывного СО₂-лазера ЛГ-23, у которого полупрозрачное зеркало заменено на дифракционную решетку из АМЦ сплава. Подключение к компьютеру позволило увеличить разрешающую способность прибора. Использование металлической решетки приводит к аномальному плохо контролируемому уменьшению мощности генерации лазера в 10Р ветви (аномалия Вуда), что необходимо учитывать при использовании СО₂-лазера для спектроскопических исследований.

Ключевые слова: СО₂-лазер, перестройка частоты лазера, колебательно-вращательные переходы, дифракционная решетка, селективный резонатор, аномалия Вуда на дифракционной решетке.

УДК 537.563.22

В. В. Горин

Киевский национальный университет им. Т.Г. Шевченко

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Решение уравнений нелокальной кинетики при диффузном рассеянии ионизирующих электронов

Получены общие формулы решения кинетического уравнения для ионизирующих электронов в тлеющем разряде произвольной конфигурации в приближении *эргодичности* движения электронов вдоль энергетической гиперповерхности. Оказалось, что в этом приближении источник ионизации является функцией одной скалярной переменной – электрического потенциала, функция распределения электронов также является функцией одной скалярной переменной – полной механической энергии электрона.

Ключевые слова: функция распределения электронов, эргодичность, тлеющий разряд, полый катод, нелокальная ионизация, нелокальная кинетика.