

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ

Рефераты

Алцыбеев В.В., Овсянников Д.А. **Управление пучками траекторий в гибридных системах с учетом плотности распределения**

В статье рассмотрена задача управления пучком траекторий гибридной системы. Получена вариация функционала качества. Приведен пример численной оптимизации параметров ускорителя с трубками дрейфа.

Андреева Т.А., Бедрина М.Е. **Моделирование механизма взаимодействия молекул в жидкокристаллической фазе**

Методом функционала электронной плотности исследованы модели различных молекулярных ассоциатов в жидкокристаллической фазе вещества. Вариационным методом найдены наиболее вероятные пространственные структуры димеров и тримеров молекулы СВ5 с минимальными значениями полной энергии.

Белова О.А. **Полеты в окрестность коллинеарной точки либрации L_1**

В рамках математической модели в центральном гравитационном поле (притягивает только Земля) переход в точку, соответствующую точке либрации, возможен с помощью двух импульсов и число импульсов уменьшить нельзя (поскольку орбиты не пересекаются). Если же рассматривать модель ограниченной задачи трех тел, то точка либрации L_1 становится стационарной (в фазовом пространстве во вращающейся системе координат) и неустойчивой, т.е. существует многообразие, по которому материальная точка асимптотически приближается к L_1 . Целью исследования является построение траектории одноимпульсного полета космического аппарата (КА) с орбиты Земли в окрестность коллинеарной точки либрации L_1 . Для этого численным методом интегрируются уравнения движения КА как в околоземном пространстве, так и в окрестности коллинеарной точки либрации.

Богданов А.А., Головкина А.Г., Кудинович И.В. **Оптимизация характеристик электроядерных установок**

В работе рассмотрены перспективы и проблемы создания электроядерной энергетической установки, в которой исключена возможность возникновения неуправляемой цепной реакции деления. Представлены результаты вычислений по выходу нейтронов из мишеней, бомбардируемых пучком протонов с энергией до 1 ГэВ, на базе программы Geant4. Приведены оптимальные геометрические параметры мишеней из различных материалов. Так же показано влияние расположения нейтронопроизводящей мишени в активной зоне и энергии полученных нейтронов на мощность электроядерной установки.

Васильев А.А., Бедрина М.Е. **Зависимость результатов расчетов по мето-**

ду DFT от способа представления волновой функции

Были получены расчеты фуллерена C₆₀ в различных представлениях базисных функций методом V3LYP. Показана зависимость результатов расчетов в зависимости от способа представления волновой функции. Представлены выводы относительно дальнейшего использования базисных функций.

Викулина Ю.И., Греков М.А., Костырко С.А. Напряженно-деформированное состояние упругого тела со слабо искривленной поверхностью при учете поверхностного напряжения

Методом возмущений построено решение плоской задачи теории упругости для полупространства со слабо искривленной границей. Предполагается существование дополнительного поверхностного напряжения, характерного для нанометровых тел. Применение комплексных потенциалов Гурса-Колосова и представлений Мухелишвили приводит решение краевой задачи в каждом приближении к решению одного и того же гиперсингулярного интегрального уравнения, правая часть которого зависит от всех предыдущих приближений. В случае периодической формы поверхности решение уравнения получено в виде ряда Фурье. В первом приближении исследовано влияние поверхностного напряжения на напряженное состояние поверхности тела.

Гаёва Е.С., Кривовичев Г.В. Сравнение разностных схем решения задач для системы решеточных кинетических уравнений

Рассматриваются четыре разностные схемы решения начально-краевых задач для системы решеточных кинетических уравнений. Сравнение схем производится при решении двух тестовых задач вычислительной гидродинамики. По результатам численных расчетов показано, что предложенная в статье модифицированная схема типа Лакса, по сравнению с другими разностными схемами, имеет наибольшее значение числа Куранта. Кроме того, эта схема имеет наименьшую величину среднеквадратичного отклонения от известных решений тестовых задач.

Громов А.О. Штеккелевские изотермические модели галактик

В данной работе предлагается новое семейство ротационно-симметрических моделей распределения масс в моделях звездных систем. Потенциал такого семейства относится к типу потенциала Штекеля. Для такого потенциала существует третий квадратичный по скоростям интеграл, объясняющий наблюдаемую трехосность распределения скоростей. В данной работе рассматривается квазиизотермический потенциал, и для него строится самогравитирующая модель по схеме, предложенной Г.Г. Кузминым. Кроме того, представлены графики распределения плотности в экваториальной плоскости и на оси симметрии.

Елаев Е.В. О расчете допусков и их статистической проверке

В статье рассмотрена задача нахождения допусков в ускорителе заряженных

частиц с трубками дрейфа.

Климаков А.А., Виноградова Е.М. **Моделирование диодной системы с тонким полевым острием**

В данной работе рассматривается задача расчета электростатической электронной пушки на основе полевого острия. Построена математическая модель диодной системы с тонким полевым острием. Все геометрические размеры, потенциалы анода и катода являются параметрами задачи. Ищется распределение потенциала в диодной системе с осевой симметрией в ограниченной области.

Кривошеев А.Г., Касикова П.В. **Решение нелинейных динамических уравнений методом многочленных преобразований**

Рассматривается одномерная нелинейная механическая система. Используются представления нелинейных членов дифференциальных уравнений в форме степенных полиномов. Система решается методом многочленных преобразований. Получены аналитические матрицы линейного преобразования в нерезонансном и резонансном случаях.

Куруч О.С., Виноградова Е.М. **Моделирование полевого катода в виде сферы на конусе**

В работе рассматривается моделирование диодной электронно-оптической системы с диэлектриками, состоящей из полевого катода (сфера на конусе) и анода (часть сферы). Задача состоит в решении уравнения Лапласа и нахождении функции распределения электростатического потенциала во всей области эмиссионной системы. Для нахождения неизвестных коэффициентов в разложении потенциала по собственным функциям использовался метод парных рядов по функциям Лежандра. В результате решение исходной граничной задачи сведено к решению уравнения Фредгольма второго рода.

Ларионов С.Г., Виноградова Е.М. **Математическое моделирование электростатической линзы с диафрагмой конечной толщины**

Представлена математическая модель электростатической линзы с диафрагмой конечной толщины. Найдено распределение потенциала во всей области электронно-оптической системы. Представлены графики распределения электростатического потенциала одиночной электростатической линзы.

Макарова М.А., Виноградова Е.М. **Расчет диодной эмиссионной системы с учетом объемного заряда**

Работа посвящена вопросу влияния объемного заряда на полевую электронную эмиссию. Поставлена задача найти распределение электростатического потенциала в диодной цилиндрической эмиссионной системе с учетом объемного заряда. Решается уравнение Пуассона с заданными граничными условиями. В правой части уравнения неизвестная функция, описывающая плотность распре-

деления объемного заряда, аппроксимирована кусочно–постоянной функцией. В результате получена функция распределения потенциала с учетом объемного заряда, представлены и проанализированы результаты расчетов.

Мальков В.М., Степанова В.А. **Большие деформации плоскости с межфазной трещиной, нагруженной давлением**

Рассмотрена нелинейная задача плоской деформации двухкомпонентной плоскости с межфазной трещиной, нагруженной нормальным давлением. Механические свойства материалов обеих полуплоскостей описываются моделью гармонического материала Джона. Особенностью задачи является зависимость граничных условий от деформации берегов. В результате исследований было выявлено, что существует некоторое критическое давление, пропорциональное модулю сдвига, превышение которого ведет к физически недостоверным результатам. Также было обнаружено, что условные напряжения в базисе декартовых координат стремятся к бесконечности при движении вдоль линии раздела к концу трещины не только извне трещины, но и изнутри.

Мясников Р.И. **Численные методы длительной эволюции пучков частиц**

В данной работе рассматриваются проблемы численного моделирования длительной эволюции в циклических ускорителях. В современных задачах используются методы интегрирования (обычные и симплектические) для большого числа шагов интегрирования (более 10⁶). Как известно, обычные методы не приводят к корректным решениям при большом количестве шагов. В данной статье производится сравнение симплектических методов с традиционными.

Приходько А.А., Нестеров А.В., Нестеров С.В. **О систематизации устойчивых решений уравнения Матье**

В работе представлены результаты исследования однородного уравнения Матье. В ходе вычислительного эксперимента установлена зависимость спектральных характеристик модулированных решений названного уравнения от соотношения его коэффициентов. Указанные зависимости представлены в виде графиков, которые могут служить для приближенной оценки решений уравнения Матье без его интегрирования. Предложена простейшая схема классификации решений.

Райк А.В. **Аппроксимация потенциалов межмолекулярного взаимодействия**

Вычисленные методом квантовой механики потенциалы межмолекулярного взаимодействия молекулы воды с поверхностью (100) кристаллов MgO и ZnO аппроксимировались аналитической функцией Букингема. Аппроксимация производилась с помощью нелинейного метода наименьших квадратов в программных пакетах Gnuplot и Origin. Проведено сравнение результатов, полученных с применением численных методов и аналитической аппроксимации.

***Седова О.С.* Плоская задача теории упругости для полуплоскости, полосы и полупространства**

В работе исследуется проблема нахождения аналитического решения плоской задачи теории упругости для полуплоскости, полосы и полупространства. Рассмотрены задачи о действии на границе полуплоскости нормальной и касательной силы и сосредоточенного момента. Для этих случаев выведены формулы компонент напряжений. Для полосы рассмотрены задачи о действии на кромках двух сосредоточенных нормальных сил, равномерно распределённой нагрузки и сосредоточенных моментов. Для полупространства рассмотрена задача о приложении на его границе нормальной силы.

***Семёнов С.А., Кривовичев Г.В.* Численное исследование подходов к реализации граничных условий в методе решеточных уравнений Больцмана**

В статье исследуются различные подходы к реализации условия прилипания в методе решеточных уравнений Больцмана. На примере задачи о течении в каверне производится сравнение численных решений, получаемых при различных подходах к реализации условия прилипания. Численные расчеты производились на сетках с различным разбиением при разных числах Рейнольдса. Показано, что условие Купанека является оптимальным по ряду критериев.

***Сущицин К.С.* Решение задачи Энона — Хейлеса симплектическими методами**

В данной работе проводится сравнение симплектических и несимплектических численных методов на примере задачи Хенона-Хейлеса. Разработанное для этой цели прикладное программное обеспечение позволяет осуществлять исследования динамических систем, описываемых ОДУ.

***Сыров Е.В.* Разработка численно-аналитической модели процесса сухой магнитной сепарации для создания динамической системы управления процессом**

Широкое использование и разнообразные свойства обогащаемых материалов определяют актуальность разработки системы автоматического регулирования процессом сухой магнитной сепарации с интегрированной физико-теоретической моделью. В статье рассмотрены вопросы, связанные с разработкой таких моделей: использование численно-аналитических и численных методов, применение пакетов моделирования, интеграция моделей в системы автоматического управления. Разработана математическая модель картины магнитного поля в вертикальном сечении сепаратора.

***Телевный Д.С., Виноградова Е.М.* Расчет триодной системы с полевым острием**

В данной работе рассматривается моделирование триодной электронно-оптической

системы с полевым острием. Задача состоит в нахождении функции распределения потенциала в области системы, заполненной двумя различными диэлектриками, при заданных значениях потенциала на электродах. На оси системы имеется острие, моделируемое заряженной нитью. Для решения использовался метод перекрытия областей. Функция плотности была представлена в виде линейной функцией. В результате получены функции распределения потенциала в системе и представлены результаты численного расчета.

Тимкина В.Е. **Об одной задаче стабилизации орбитального движения космического аппарата в окрестности L_1**

Рассматривается орбитальное движение космического аппарата (КА) в окрестности коллинеарной точки либрации L_1 . Для описания движения КА используется математическая модель круговой ограниченной задачи трёх тел, модифицированная с помощью метода Хилла. В статье представлено численное исследование управляемой траектории движения, которое показывает устойчивость по Ляпунову при специальном выборе управляющего воздействия в пространствах положений и импульсов.

Трофимов В.В., Никифоров К.А., Антонова Л.И. **Исследование матриц полевых эмиссионных катодов**

Исследуются матрицы полевых эмиссионных лезвийных катодов из нитрида ниобия в диодной конфигурации. Измерены вольтамперные эмиссионные характеристики в вакуумном высоковольтном и атмосферном низковольтном режимах работы. Представлена математическая модель, описывающая усиление электростатического поля на краях кремниевой подложки.

Уланов Е.А., Утешев А.Ю. **Три притягивающих центра: стационарные точки двух потенциалов**

Масса m_j расположена в точке \mathcal{P}_j плоскости. Требуется найти стационарные точки потенциала $f(\mathcal{P}) = \sum_{j=1}^3 m_j |\mathcal{P}\mathcal{P}_j|^s$, лежащие внутри треугольника $\mathcal{P}_1\mathcal{P}_2\mathcal{P}_3$. Мы сравниваем решение этой задачи для случая $s = +1$ (обобщенная задача Ферма – Торричелли) с решением для случая $s = -1$ (задача Эйлера о неподвижных притягивающих центрах), а также рассматриваем обобщение полученных результатов для случая четырех точек в пространстве.

Хисамиев А.Р. **Вычисление вытянутых сфероидальных функций**

В работе рассмотрено уравнение Шрёдингера для частицы в системе координат вытянутого эллипсоида вращения. Разделение переменных приводит к уравнениям, решением которых являются т.н. вытянутые сфероидальные функции. Исследованы алгоритмы вычисления собственных значений задачи, построения разложений решения по системам ортогональных функций и численное интегрирование уравнения явным методом Рунге-Кутты 8-го порядка. Проведён сравнительный анализ вычислительных возможностей алгоритмов. По

результатам работы выработаны рекомендации по вычислению угловой и радиальной сфероидальных функций.

Широколов А.Ю., Овсянников А.Д. **Математическая модель оптимизации параметров ускорителя на бегущей волне**

В работе предложена математическая модель оптимизации параметров ускорителя на бегущей волне. Приводятся результаты численной оптимизации.

Якушев Е.А. **Основы механики дискретного твердого тела**

Механика дискретного тела использует расчетные модели, отражающие все основные особенности реальной структуры различных видов конструкционных материалов. Напряженно-деформированное состояние объектов исследования, находящихся под температурным или силовым воздействием, рассматривается с позиции взаимодействия структурных частиц. Установлены неизвестные ранее закономерности, проявление которых ранее исключалось при использовании традиционной модели сплошной среды. Практическая реализация теоретически обоснованных инноваций в металлургической промышленности показала их высокую эффективность.