

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
Российская академия наук
Камчатский государственный технический университет*

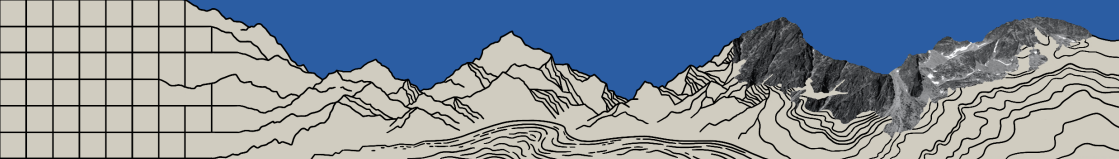


***Всероссийская конференция
«Теоретическая и прикладная математика,
включая аттестацию кадров
высшей квалификации»***

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Петропавловск-Камчатский, Россия
15-20 сентября 2025





Организаторы

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

Российская академия наук

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Камчатский государственный технический университет

Программный комитет

Четверушкин Борис Николаевич – председатель, академик РАН, (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва)

Лазарева Галина Геннадьевна – заместитель председателя, член-корреспондент РАН, (РУДН, г. Москва)

Аптекарев Александр Иванович, академик РАН, (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва)

Безродных Сергей Игоревич, академик РАН, (ГАИШ, ВЦ РАН, ОМН РАН, г. Москва)

Гузев Михаил Александрович, академик РАН, (ИПМ ДВО РАН, г. Владивосток)

Лукоянов Николай Юрьевич, академик РАН, (ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург)

Петров Юрий Викторович, академик РАН, (СПбГУ ИПМаш РАН, г. Москва)

Тайманов Искандер Асанович, академик РАН, (ИМ СО РАН, г. Новосибирск)

Тыртышников Евгений Евгеньевич, академик РАН, (ИВМ РАН, г. Москва)

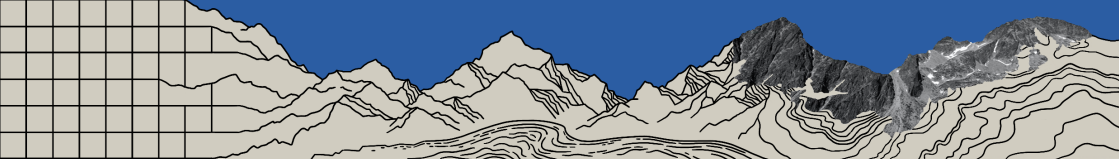
Шайдуров Владимир Викторович, , академик РАН, (ИВМ СО РАН, г. Красноярск)

Шананин Александр Алексеевич, академик РАН, (МФТИ, г. Москва)

Василевский Юрий Викторович, член-корреспондент РАН, (ИВМ РАН, г. Москва)

Гасников Александр Владимирович, член-корреспондент РАН, (Университет Иннополис, г. Иннополис)





Иванов Дмитрий Владимирович, член-корреспондент РАН, (ПГТУ, г. Москва)

Петров Игорь Борисович, член-корреспондент РАН, (МФТИ, г. Долгопрудный)

Савенков Евгений Борисович, член-корреспондент РАН, (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва)

Садовский Владимир Михайлович, член-корреспондент РАН, (ИПМ ДВО РАН, г. Красноярск)

Сухинов Александр Иванович, член-корреспондент РАН, (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону)

Тишкин Владимир Федорович, член-корреспондент РАН, (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва)

Хачай Михаил Юрьевич, член-корреспондент РАН, (ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург)

Якуш Сергей Евгеньевич, член-корреспондент РАН, (ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва)

Якобовский Михаил Владимирович, член-корреспондент РАН, (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва)

Организационный комитет

Лазарева Галина Геннадьевна – председатель, член-корреспондент РАН, (РУДН, г. Москва)

Безродных Сергей Игоревич – заместитель председателя, академик РАН, (ГАИШ, ВЦ РАН, ОМН РАН, г. Москва)

Антонова Дарья Дмитриевна, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Байраш Рубен Александрович, (РУДН, г. Москва)

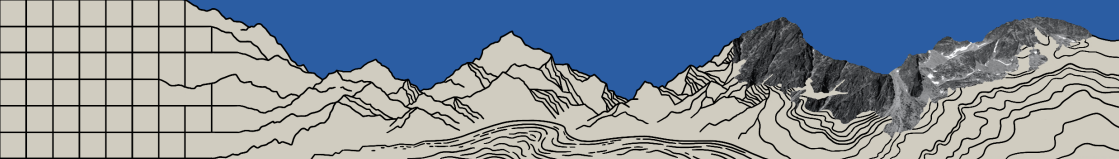
Благоданова Майя Владимировна, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Ефименко Вероника Николаевна, советник ректора по стратегическому развитию, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Задорожный Андрей Иванович, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Коваленко Максим Владимирович, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-





Камчатский)

Козубская Татьяна Константиновна, зав. сектора, (ИПМ РАН, г. Москва)

Корнилина Марина Андреевна, снс, (ИПМ РАН, г. Москва)

Марченко Алексей Александрович, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Неверова Дарья Андреевна, к.ф.-м.н., (РУДН, г. Москва)

Оксогоева Ирина Павловна, (РУДН, г. Москва)

Окрестина Нина Федоровна, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Примаков Марина Викторовна, начальник планового отдела, (ИПМ РАН, г. Москва)

Проценко Игорь Григорьевич, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Салтанова Наталья Сергеевна, проректор по учебной работе, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Сидельникова Анастасия Алексеевна, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Тасевич Алла Львовна, к.ф.-м.н., (РУДН, г. Москва)

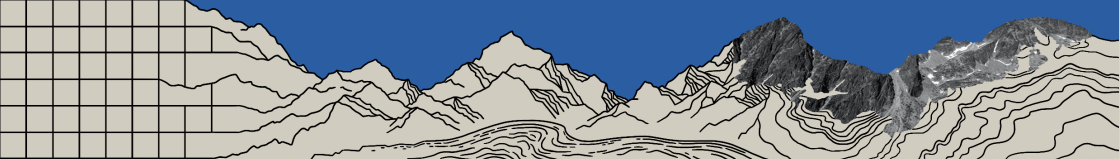
Тен Татьяна Витальевна, проректор по молодежной политике, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Тришин Артем Вячеславович, проректор по цифровому развитию, (КамчатГТУ, г. Петропавловск-Камчатский)

Место проведения: отель Лагуна, г. Петропавловск-Камчатский.

Сайт конференции: <https://kamchatgtu.ru/tamhq2025/>





Обобщенные решения течения Хели-Шоу и случайные нормальные матрицы

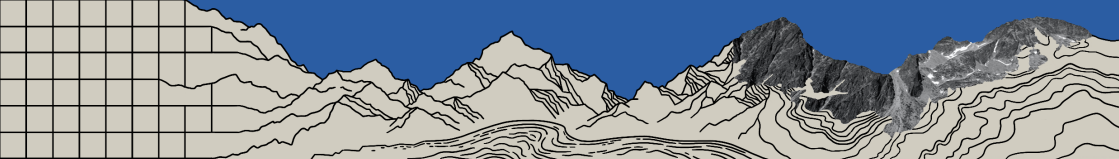
А.И. Аптекарев

ИППМ им. М. В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия
laptekaa@keldysh.ru



Классические (19-век) 2-мерные проблемы гидродинамики со свободными границами (течение Хели-Шоу, рост Лапласа) плохо определены в режимах появления сингулярности в виде каспа. Этот тип сингулярностей является результатом эволюции линий потери непрерывности решений. Важную роль в контроле этих 1-мерных линий-разрывов играют функционалы, определяющие слабые решения этих задач. Мы расскажем о некоторых новых подходах к этим задачам, которые позволяют определять их обобщенные решения. Как стало понятно позднее (21-век), такие течения хорошо моделируются эволюцией областей, в которых концентрируются комплексные собственные значения случайных нормальных матриц, функции распределения которых зависят от времен специальным образом. Ансамбли случайных нормальных матриц имеют ряд интересных приложений (двумерный рост Лапласа, диффузия ограниченных агрегаций). Мы обсудим связь распределения собственных значений этих матриц с асимптотикой многочленов, ортогональных по площади и совместно ортогональных многочленов (СОМ-ов). Для некоторой специальной меры распределения этих случайных матриц соответствующие СОМ-ы удовлетворяют рекуррентным соотношениям, коэффициенты которых являются решениями дискретного уравнения Пенлеве I. Наш результат состоит в нахождении асимптотики этих решений, что позволяет найти главный член асимптотики СОМ-ов, и дать новые, более простые доказательства результатов о распределении собственных значений случайных нормальных матриц.





Аналитико-численный метод решения спектральных задач в областях сложной формы

С.И. Безродных

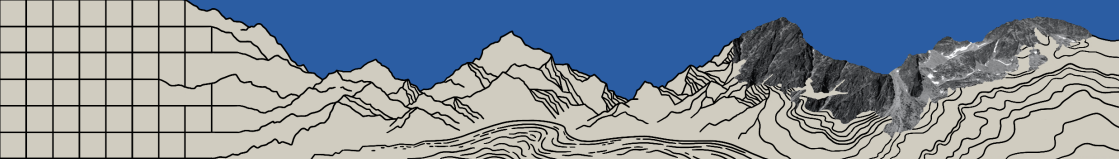
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, г. Москва, Россия

sbezrodnykh@mail.ru



Доклад посвящен аналитико-численному методу решения двумерных эллиптических спектральных задач в областях g сложной формы. Метод основан на представлении искомых собственных функций $\{U_{mn}(x, \lambda)\}$ оператора L в виде предела при $M \rightarrow \infty$ линейных комбинаций аппроксимативных функций $\omega_{k+m-1}(x, \lambda)$, $k = 1, \dots, M$, с коэффициентами $a_{mk}(M, \lambda)$. Функции $\{\omega_k(x, \lambda)\}$ тождественно удовлетворяют в области g уравнению $L\omega_k(x, \lambda) + \lambda\omega_k(x, \lambda) = 0$ параметром λ и, возможно, краевому условию на части ее границы. Коэффициенты $a_{mk}(M, \lambda)$ находятся проекционным методом, при этом для искомых приближенных собственных чисел $\lambda_{mn}(M)$ возникает система трансцендентных уравнений $\det A_m(\lambda) = 0$; здесь $A_m(\lambda)$ – матрица, получаемая из проекционной матрицы $A(\lambda)$ исключением первых $m - 1$ строк и $m - 1$ столбцов; величина $\lambda_{mn}(M)$ – корень с номером n указанного уравнения. В качестве примеров приведены решения двух спектральных задач. Первой из них является плоская спектральная задача для оператора Лапласа в области, граница которой содержит входящий угол раствора $\pi\beta$, $\beta \in (1, 2)$, а на границе предписывается однородное условие Дирихле – Неймана. Для этой задачи аппроксимативные функции $\{\omega_k(x, \lambda)\}$ выписываются через функции Бесселя дробного индекса. Второй из рассмотренных задач является спектральная задача для оператора Бельтрами – Лапласа на сфере в области, ограниченной круговым треугольником. Такая задача возникает при вычислении показателей сингулярности решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в трехмерной области со входящим трехгранным углом. Аппроксимативные функции $\{\omega_k(x, \lambda)\}$ для такой задачи выписаны в терминах функций Лежандра на разрезе. Работа выполнена при поддержке проекта № 075-15-2024-544 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.





Методы мультифизического моделирования и приложения в геофизике и медицине

Ю.В. Василевский, К.М. Терехов, И.В. Капырин, К.А. Новиков,
А.А. Данилов, А.А. Легкий, Ф.А. Семин, В.Ю. Саламатова,
П.А. Каравайкин

ИВМ РАН, МФТИ, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

yuri.vassilevski@gmail.com



Модели, одновременно описывающие взаимодействующие процессы разной физической природы, называются мультифизическими.

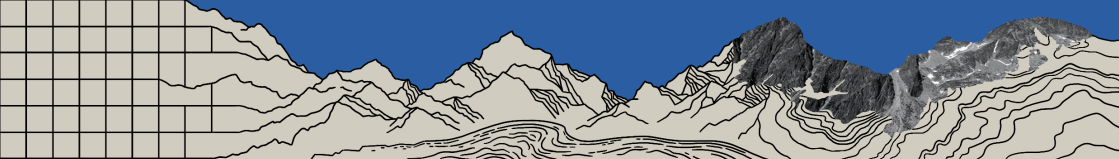
Такие модели востребованы как в научных исследованиях, так и в промышленных приложениях.

В докладе будет представлена программная платформа INMOST (ведущий разработчик К.М. Терехов) для суперкомпьютерного мультифизического моделирования и ряд вычислительных технологий, реализованных на ее основе. Среди них:

- аттестованный программный комплекс трехмерного гидрогеологического моделирования GeRa для решения задач геофильтрации и геомиграции загрязнений в подземных водах,
- цифровая модель ядра на основе моделей многофазного течения в пористой среде с каналами,
- платформа для кардиомоделирования CarNum на основе электромеханической модели работы сердца,
- модель роста тромба у воспаленного участка эндокарда,
- элементы технологии подбора створок реконструированного аортального клапана на основе персонализированной модели его диастолического состояния.

Работа поддерживалась грантами РНФ 21-71-30023, 21-71-20024, 22-71-10007, МЦМУ «Московский центр фундаментальной и прикладной математики», НЦМУ «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение».





Проблема изоморфизма графов: алгебро-логические подходы

А.В. Васильев

Новосибирский Государственный Университет, Институт математики им.
С.Л. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

vasand@math.nsc.ru



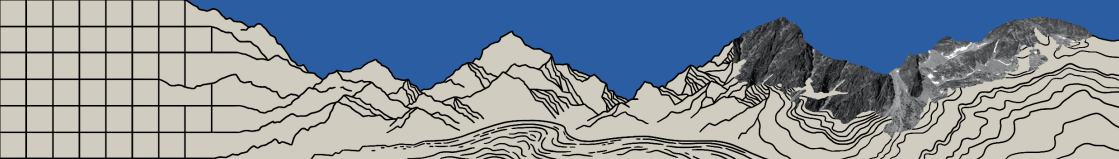
Проблема изоморфизма графов, хорошо известная задача на стыке математики и компьютерных наук, состоит в нахождении наиболее эффективного алгоритма проверки изоморфизма двух данных конечных графов. Несмотря на значительные усилия многих математиков в последние 50 лет, время работы лучших из предложенных алгоритмов остается по существу экспоненциальным. Прорывом в этой области стал результат Л. Бабаи, предлагающий квазиполиномиальный алгоритм проверки изоморфизма графов [1]. Основные составляющие этого алгоритма: теория конечных групп, многомерные когерентные конфигурации и алгоритмы Бабаи – Лакса и Вейсфейлера – Лемана. Мы расскажем, как математическая логика позволяет показать ограниченность чисто комбинаторного подхода к проблеме изоморфизма, обсудим связь этой проблемы с проблемой нахождения замыканий групп подстановок, а также новые результаты в данной области [2–4].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-11-00127, <https://rscf.ru/project/24-11-00127/>.

Список литературы

- [1] L. Babai, *Groups, Graphs, Algorithms: The Graph Isomorphism Problem*, Proc. ICM 2018, Rio de Janeiro, Vol. 3, 3303–3320.
- [2] I. Ponomarenko, A. V. Vasil'ev, *Two-closures of supersolvable permutation groups in polynomial time*, Comput. Complexity **29**, 5 (2020).
- [3] I. Ponomarenko, A. V. Vasil'ev, *On computing the closures of solvable permutation groups*, Internat. J. Algebra Comput. **34**:3, 137–143 (2024).
- [4] I. Ponomarenko, S. V. Skresanov, and A. V. Vasil'ev, *Closures of permutation groups with restricted nonabelian composition factors*, accepted to Bull. Math. Sci., 2025, see also arXiv:2406.03780 [math.GR].





Построение каскадных моделей магнитогидродинамической турбулентности с помощью систем символьных вычислений

Г.М. Водинчар

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн
ДВО РАН, лаборатория моделирования физических процессов, г.
Петропавловск-Камчатский, Россия

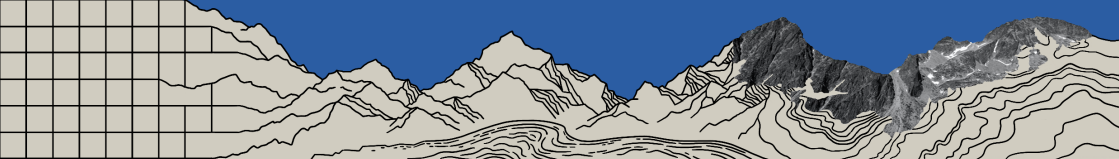
Камчатский государственный технический университет, г.
Петропавловск-Камчатский, Россия

gvodinchar@yandex.ru



Каскадные модели турбулентности (shell models) позволяют описывать общие свойства турбулентных потоков, связанные с перераспределением энергии между вихрями разных пространственных масштабов. В таких моделях пространство масштабов разбивается на оболочки, и динамика каждого поля турбулентной системы в каждой оболочке характеризуется одной переменной. Сами переменные связываются эволюционными уравнениями, качественно подобными уравнениям магнитогидродинамики в волновом пространстве. Это квадратичные уравнения с постоянными коэффициентами, которые должны обладать рядом квадратичных инвариантов. Иногда требуется ещё сохранение фазового объема и существование определенных стационарных решений. Расчет коэффициентов модели, обеспечивающих необходимый набор требований, приводит к громоздким формульным преобразованиям. В докладе обсуждается оригинальная методика расчета коэффициентов, основанная на применении систем символьных вычислений, которая позволяет легко получать новые классы каскадных моделей. Программно происходит: формирование системы уравнений на коэффициенты нелинейных членов, которые обеспечивают выполнение необходимых условий; решение этой системы в общем виде; формирование точных формульных выражений для коэффициентов. Гарантируется при этом точное выполнение заданных условий.





Современные алгоритмы решения седловых задач

А.В. Гасников

АНО "Университет Иннополис" , г. Иннополис, Россия

al.gasnikov@innopolis.ru

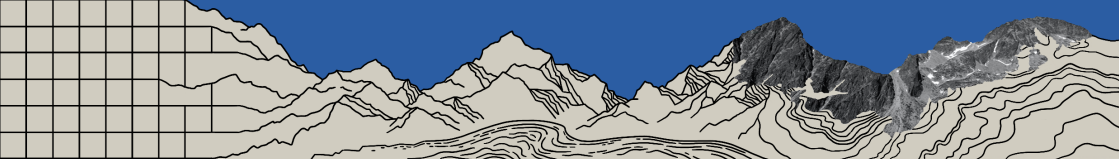


В докладе будет дан обзор по решению выпукло-вогнутых седловых задач с композитной структурой

$$\min_x \max_y f(x) + R(x, y) - g(y).$$

Такие задачи возникают во многих современных приложениях, в том числе связанных с состязательными атаками на различные модели обучения в ИИ. Обсуждаются state-of-the-art алгоритмы и нижние оценки. В частности, для случая, когда $R(x, y) = \langle Ax, y \rangle$ будут описаны оптимальные результаты. В общем случае, про оптимальность результатов можно будет говорить только с некоторыми оговорками. Помимо методов первого порядка (градиентного типа), также будут обсуждаться и методы второго порядка (Ньютоновского типа).





Модель фона неба в широком спектральном диапазоне в околоземном космическом пространстве

А.И. Гладышев

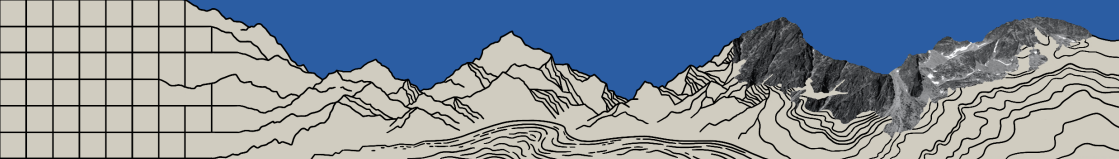
Российский новый университет, г. Москва, Россия

tolyagladyshev@yandex.ru



В докладе представлена модель фона неба в околоземном космическом пространстве которая использует астрономические спектральные полосы. Представленная модель позволяет адаптировать известные каталоги к полосе чувствительности кремневых фотоприёмников (как по координатным измерениям (фотоцентр двойной звезды, состоящей из звезд с различными спектрами, смещается в зависимости от спектрального диапазона фотоприёмника], так и по некоординатным измерениям (получены более точные потоки излучения)) пространственное распределение яркости фона неба, наблюдаемого из космоса, в каждом диапазоне и так же пространственное распределение звезд в зависимости от расстояния до Галактической плоскости, определить среднюю яркость фона неба в каждом из рассматриваемых спектральных каналов. Модель использует результаты анализа фоновой звездной обстановки при внеатмосферных наблюдениях космических объектов в спектральных диапазонах $0,17 - 0,3$, $0,4 - 0,7$, $3 - 5$ мкм и в спектральной полосе V Джонсона, данные известных звездных каталогов.





Повышения эффективности отбора в кадровый резерв Правительства Камчатского края

А.И. Задорожный

Камчатский государственных технический университет,
г.Петропавловск-Камчатский, Россия

demagog@inbox.ru



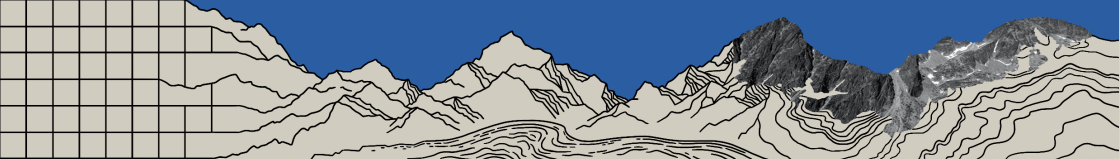
Кадровый вопрос, не первый год является болезненным для руководства различного уровня в Камчатском крае. Недостаток квалифицированных кадров наблюдается как на среднем, так и на высшем муниципальном уровне. С целью купирования проблемы кадрового голода на местах стараются «выращивать» своих специалистов, а также приглашают специалистов с материковой части страны. Однако, при «выращивании» специалистов на местах их обучение производится в заочной форме либо онлайн, что негативно сказывается на качественном уровне таких специалистов. В тоже время специалисты,

привлеченные с материковой части страны, не всегда отвечают требованиям, предъявляемым к замещаемым должностям, а также их не устраивают, сложности жизни в отдаленных поселениях.

В тоже время, Правительством Камчатского края для обеспечения возможности карьерного роста лучших специалистов с целью занятия ими наиболее жизненно важных должностей используется балльная оценка выполнения полномочий. Балльная оценка является вполне удовлетворительной и позволяет получить средневзвешенные данные по любому специалисту, однако для настоящего управленца, то есть специалиста готового брать на себя ответственность и реализовывать проекты, направленные на улучшение качества жизни населения, проживающего на территории муниципального образования, этот способ оценивания не отражает фактического объема выполняемых работ.

Оценку работы управленца необходимо осуществлять на основе анализа фактического объема выполняемой им работы. Наиболее ярким направлением для оценивания, на мой взгляд, является развитие и поддержание в работоспособном состоянии систем водоснабжения, теплоснабжения и водоотведения поселений, методами кластерного анализа. Использование кластерного анализа по параметру фактического исполнения плана ремонта ветхих сетей водоснабжения, теплоснабжения и водоотведения, позволяет произвести группировку муниципальных образований в кластеры и субкластеры, как по одному году, так и в многолетнем разрезе, с выделением наиболее лучших муниципалитетов, с целью облегчения принятия решения о включении в кадровый резерв специалистов, обеспечивающих проведение этих работ.





Численный бимформинг — новый метод анализа данных суперкомпьютерного вычислительного эксперимента в прикладной аэроакустике

Т.К. Козубская, Г.М. Плаксин, П.В. Родионов, И.Л. Софронов

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

Московский физико-технический институт, г. Москва, Россия

tkozubskaya@keldysh.ru, glebyp@gmail.com, pavel.rodionov@keldysh.ru, sofronov.il@mipt.ru

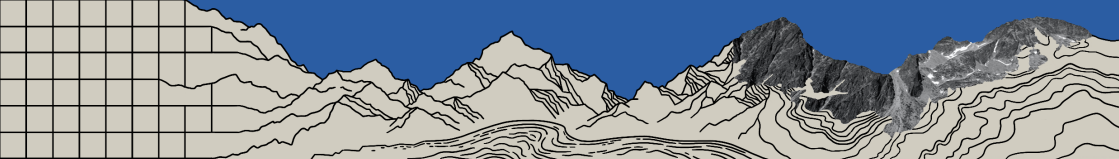


Получаемые в ходе суперкомпьютерного расчета огромные объемы пространственно-временных данных зачастую оказываются бесполезными для решения задач проектирования. Так или иначе, при проведении вычислительного эксперимента остро стоит вопрос о конвертировании численных данных в информацию, с которой может работать конструктор авиационной техники. В прикладной аэроакустике первостепенную важность представляет собой информация о расположении на корпусе летательного аппарата акустических источников и их амплитудно-частотных характеристиках. Дело в том, что шум, производимый самолетом или вертолетом, рассматривается как акустическое загрязнение окружающей среды. В связи с этим Международная организация ИКАО ежегодно ужесточает нормы допустимого шума для всех гражданских летательных машин.

Для локализации акустических источников в экспериментальной аэроакустике используется метод бимформинга. Это технически сложный метод, подразумевающий запись на решетку микрофонов специальной конфигурации шума от пролетающего самолета или шума, создаваемого моделью самолета при его обтекании воздушным потоком в аэродинамической трубе. В дальнейшем записанные экспериментальные данные обрабатываются и получаются амплитудно-частотные карты источника, визуализирующие пространственное распределение интенсивности акустического излучения на нижней поверхности летательного аппарата для разных частот.

Суперкомпьютерный вычислительный эксперимент предоставляет дополнительные возможности, а именно использование произвольно большого количества виртуальных микрофонов при их произвольном расположении и сопровождении самолета в полете. Это позволяет существенно расширить математическую постановку обратной задачи, описывающей поиск источника как правой части в уравнении Гельмгольца. Также в

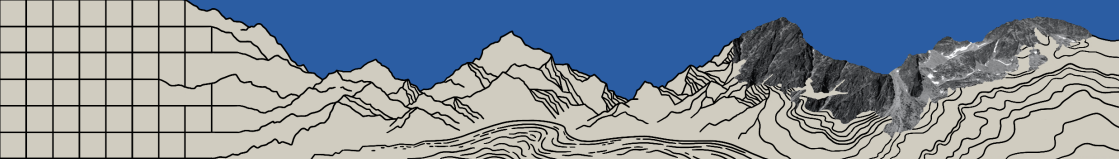




нашем подходе численного бимформинга мы предлагаем рассматривать более общий случай источника, отказавшись от представления его в виде набора некоррелированных излучателей, принятого в бимформинге экспериментальном.

В докладе кратко описываются постановки задач численного бимформинга, обсуждаются вопросы корректности соответствующих формулировок для случаев источников монопольного и дипольного типов и приводятся результаты тестирования разработанного метода. В качестве задач, имеющих выраженную промышленную направленность, рассматриваются задачи о локализации акустического источника на прямом модельном крыле с выпущенной механизацией, а также источников на корпусе прототипа модели сверхзвукового пассажирского самолета.





Анализ диссертационной активности на основе деятельности диссертационного совета ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

М.А. Корнилина

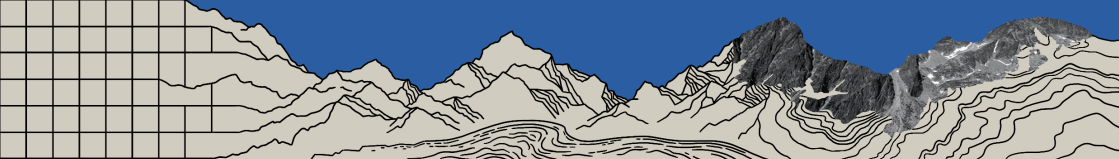
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия

mary@imamod.ru



Собраны и обработаны статистические данные о защитах кандидатских и докторских диссертаций в диссертационном совете 24.1.237.01 (ранее – Д 002.024.03) при ИПМ им. М.В. Келдыша РАН за 2010-2024 гг. Всего за этот период состоялось более 100 защит, причем около 1/4 из них – докторские, а 3/4 – кандидатские. В исследовании использовались следующие возрастные характеристики соискателей: рождения, дата окончания вуза и аспирантуры (при наличии), дата защиты и производные от них – возраст в год защиты, период между окончанием аспирантуры и защитой. Проводился сравнительный анализ возрастных характеристик для различных групп соискателей (кандидатов и докторов, до и после 30 лет, женщин и мужчин). Выполнено сравнение количества соискателей, защитившихся по трем специальностям, представленным в совете, сравнение количества и возраста соискателей из числа сотрудников ИПМ и из других организаций (внешних соискателей). Проводилось сравнение с имеющимися данными о защитах диссертаций в целом по России. Выявлен ряд трендов и проведена оценка уровня их достоверности. Результаты анализа отражены на графиках и диаграммах. Все собранные данные в обезличенном виде представлены в виде таблиц, опубликованы и доступны для использования другими исследователями.





Научные исследования в отделении Московского центра
фундаментальной и прикладной математики в ИПМ им. М.В.
Келдыша РАН

А.А. Кулешов

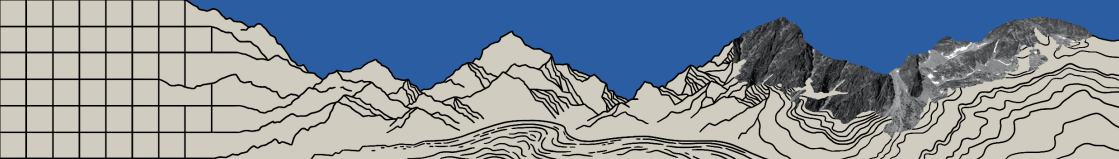
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва,
Россия

andrew_kuleshov@mail.ru



В докладе представлен обзор работ по Программе научных исследований Отделения Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. Программа реализуется в ходе выполнения отдельных научно-исследовательских проектов по 4-м направлениям: теоретическая математика, вычислительная математика, математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления. По направлению теоретическая математика исследуются: разностные операторы на графах, спектральный анализ и приложения к дискретной математике; конечномерные и бесконечномерные аттракторы, инерциальные многообразия, их стохастические возмущения и связанные с ними спектральные и интегральные неравенства; временные и пространственные асимптотики решений уравнений математической физики. По направлению вычислительная математика проводятся исследования по разработке бикомпактных схем для решения уравнений математической физики, а также исследования по разработке численных методов газо- и гидродинамики на основе регуляризованных уравнений и их реализация в рамках открытых программных сред. По направлению математическое моделирование проводятся исследования динамики и управление движением перспективных космических систем, разработка новых математических моделей и вычислительных алгоритмов для анализа процессов в сложноустроенных материалах и естественных средах, а также разработка математических моделей и численные исследования процессов в плазменных двигателях. По направлению высокопроизводительные вычисления проводятся исследования по моделированию задач высокотемпературной газовой динамики на высокопроизводительных вычислительных системах, а также исследования по моделированию функциональной структуры головного мозга человека с использованием данных многоканальных магнитных и электрических измерений.





Введение учета магнитного поля в математическую модель для определения термотокков при нагреве поверхности вольфрама электронным пучком

Г.Г. Лазарева

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

lazareva-gg@rudn.ru

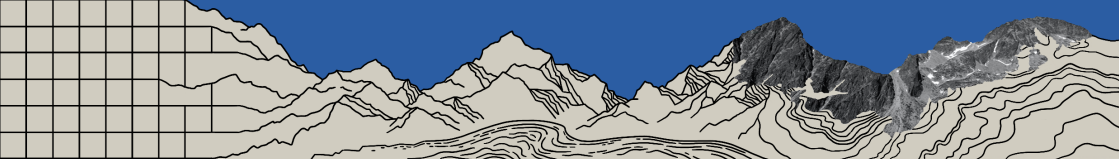


В докладе представлена модель распределения тока в образце вольфрама и испаряемом веществе с учетом магнитного поля при нагреве поверхности электронным пучком. Предложенная математическая модель является инструментом неразрушающих систем диагностики под-поверхностных повреждений различных изделий путем анализа реакции на быстрый нагрев. Модель основана на решении уравнений электродинамики и двухфазной задачи Стефана для расчета температуры в области образца в цилиндрической системе координат. Параметры модели взяты из экспериментов на стенде Beam of Electrons for materials Test Applications (BETA), созданного в ИЯФ СО РАН.

В 2024 году получен результат, свидетельствующий о том, что в рассматриваемой модели максимальная амплитуда термотокков на нагреваемой поверхности находится вне области вращаемого расплава. Чтобы ограничить область растекания токов в математическую модель был добавлен учёт влияния магнитного поля на кинетику электронов. В результате коэффициенты проводимости и термоэдс принимают вид тензора. Введен новый безразмерный параметр - отношение времени между столкновениями к периоду обращения по ларморовской орбите. Коэффициенты получены из обобщённого закона Ома для плазмы. Использование коэффициентов в новой форме позволило качественно верно описать распределение токов в расплаве. Плотность ионизированного газа над образцом быстро падает по радиусу, в следствии чего ток для области вне радиуса в плазме подавляется. Математическая модель дополнена учетом Джоулева нагрева и эффекта Пельтье на поверхности образца, которые определяются из расчета токов. Результаты моделирования требуются для анализа данных, получаемых на экспериментальном стенде.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-11-00154).





Численное моделирование волоконного лазера с помощью уравнения Гинзбурга-Ландау

С.Б. Медведев

Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Новосибирск, Россия

medvedev@ictnc.ru



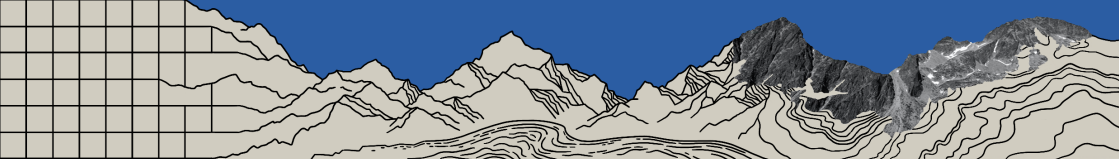
Общие характеристики оптического сигнала, как результата генерации в резонаторе, могут быть описаны при помощи динамической модели, основанной на комплексном кубическом уравнении Гинзбурга-Ландау, учитывающем насыщенное усиление и диссипативные члены, отвечающие за распределенное действие различных внутрирезонаторных устройств. В работе предложены две новые эффективные модификации метода расщепления по физическим процессам для численного решения уравнений данного типа. Первый алгоритм основан на применении нового способа разделения физических процессов, воздействующих на оптический сигнал при распространении в волокне, что позволило выразить действие как нелинейного, так и дисперсионного пространственных шагов явными аналитическими выражениями. Второй предложенный метод позволил значительно повысить точность вычислений за счет учета эволюции энергии в коэффициентах уравнения. Численные эксперименты показали, что новые схемы позволяют получить второй порядок аппроксимации по эволюционной переменной, в отличие от классической схемы, которая обеспечивает только первый порядок аппроксимации.

В работе проведено численное исследование установившегося режима для усредненной модели волоконного лазера и модели с точечным учетом действия ответвителя.

Проведены численные эксперименты по сравнению эволюции спектра энергии по динамическому уравнению и кинетическому уравнению.

Исследование выполнено за счет Российского научного фонда (грант №25-61-00010, <https://rscf.ru/project/25-61-00010/>)





Математическое моделирование горения порошковых смесей

С.А. Рашковский

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишпинского РАН, г. Москва,
Россия

rash@ipmnet.ru



Порошковые горючие смеси находят широкое применение в качестве энергетических материалов в различных областях. Они представляют собой гетерогенные системы, состоящие из частиц различной природы, которые способны гореть с выделением большого количества тепла. Для моделирования процессов, происходящих при горении таких смесей, используются различные модели.

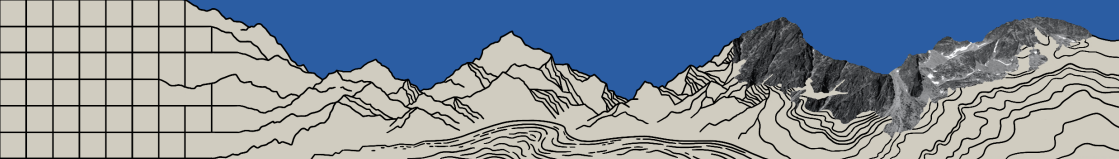
В настоящем докладе рассматриваются порошковые системы различной сложности и математические модели, используемые для описания процессов горения таких систем. Основой математических моделей горения гетерогенных систем является уравнение теплопроводности с источниками тепловыделения (частицами), которые могут быть регулярно или случайным образом распределены в пространстве. При воспламенении частицы выделяют тепло, которое распространяется по системе за счет контактов между частицами или за счет теплопроводности инертной среды (матрицы), заполняющей пространство между частицами.

В докладе рассмотрены модели горения порошковых смесей различного уровня. В простейшем случае считается, что источники тепловыделения являются точечными и при воспламенении их сгорание происходит мгновенно. В более сложном случае рассматриваются частицы конечных размеров, в которых протекает химическая реакция с конечной скоростью. Рассматриваются одномерные, двумерные и трехмерные модели порошкообразных систем с регулярным или случайным распределением частиц в пространстве.

Для регулярных (периодических) систем (одномерных, двумерных и трехмерных) найдены точные стационарные решения, и определена зависимость стационарной скорости горения от параметров, характеризующих систему. Проведен анализ устойчивости стационарного горения в одномерном и двумерном случаях, найдены условия устойчивости стационарного горения.

Для одномерной периодической системы получено общее нестационарное решение. Анализ этого решения показал, что при повышении температуры воспламенения очагов (частиц) происходит последовательная потеря устойчивости существующего режима горения в форме бифуркаций удвоения периода: стационарный режим сменяется периодическим с одним периодом изменения скорости горения, который затем сменяется периодическим режимом с двумя периодами изменения скорости горения и т.д. По результатам расчетов построена бифуркационная диаграмма.





Для порошковых систем со случайной структурой получить аналитические решения не представляется возможным, поэтому они исследуются численно. Проведены расчеты горения одномерной дискретной системы, в которой расстояние между соседними очагами (частицами) имеет гамма-распределение. Показано, что при малых температурах воспламенения очага горение происходит с практически постоянной скоростью, которая, в два и более раз меньше скорости горения такой же системы с регулярным (периодическим) распределением очагов. При повышении температуры воспламенения очагов горение становится все более и более нерегулярным, когда режимы горения с почти постоянной скоростью сменяются периодами остановки горения. Если же температура воспламенения очагов превышает некоторое критическое значение, горение в такой системе становится невозможным.

Значительно сложнее решается задача распространения горения в трехмерной дисперсной системе с частицами конечных размеров. Прежде чем рассматривать процесс горения такой системы необходимо провести моделирование ее структуры, т.е. разместить частицы в объеме системы с заданной объемной плотностью. В докладе рассматривается математическая модель, позволяющая размещать частицы в заданном объеме с любой объемной плотностью, вплоть до значений, близких к плотной упаковке. Данный алгоритм не имеет ограничений, и может использоваться при любом распределении частиц по размерам. Приводятся примеры численного моделирования структуры гетерогенных систем.

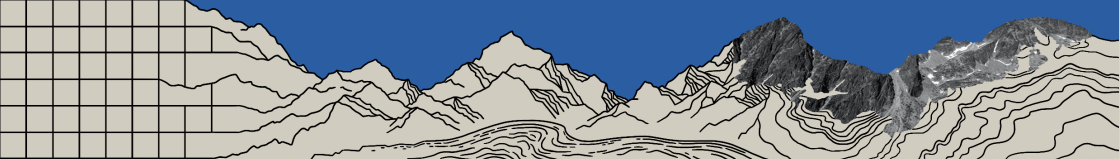
После моделирования структуры системы проводится численный расчет процесса горения порошковой смеси. В докладе приводятся результаты моделирования волн горения в разных системах, которые сравниваются с экспериментальными данными по горению порошкообразных систем.

При горении таких систем часто наблюдается режим так называемого спинового горения, когда кажется, что волна горения бежит по поверхности цилиндрического образца по спирали. В докладе приведены результаты моделирования спинового горения, показаны различные режимы этого процесса и дано объяснение наблюдаемой картины горения.

При горении некоторых порошкообразных смесевых составов наблюдается вылет частиц с поверхности горения и укрупнение частиц, покидающих поверхность горения – агломерация. Для тугоплавких частиц (например, бора), температура плавления которых выше температуры поверхности горения, происходит спекание частиц без плавления. В результате поверхность горения покидают конгломераты, представляющие собой кораллоподобные образования, состоящие из слипшихся частиц. Для легкоплавких частиц (например, алюминия), которые плавятся на поверхности горения, происходит плавление, слияние и укрупнение частиц. В результате с поверхности горения вылетают капли (агломераты), размеры которых могут в десятки и сотни раз превышать размеры исходных частиц в смеси. В докладе рассматриваются математические модели агломерации частиц (как тугоплавких, так и легкоплавких) при горении смесевых композиций. Приводятся результаты численного моделирования агломерации. Результаты моделирования сравниваются с экспериментальными данными.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00703, <https://rscf.ru/project/24-19-00703/>





«Цифровой керн»: модели диффузной границы и математическое моделирование микротечений многофазных сред в пористых средах

Е.Б. Савенков, В.А. Балашов и Е.В. Зипунова

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия

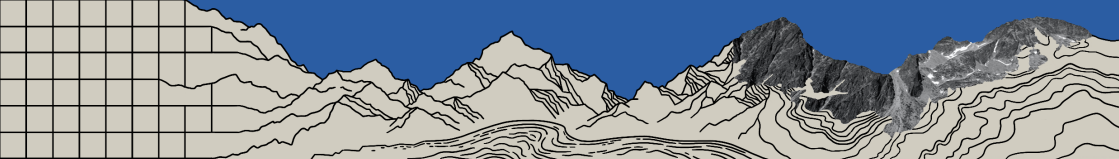
e.savenkov@gmail.com, vladislav.balashov@imamod.ru, e.zipunova@keldysh.ru



В докладе рассмотрен ряд вопросов реализации прикладной технологии «Цифровой керн», суть которой – прямое численное моделирование микротечений многофазной жидкости в поровом пространстве горных пород – коллекторов нефти и газа. Основу технологии составляют так называемые модели с диффузной границей. Они являются термодинамически согласованными и позволяют описывать течения многофазной жидкости с прямым разрешением динамики границ раздела фаз и контактных углов однородным по пространству способом. Модели диффузной границы относятся к классу так называемых

слабо-нелокальных или градиентных моделей термодинамики и позволяют описывать широкий класс процессов, связанный с эволюцией межфазных границ. Особенностью этих моделей является то, что термодинамические потенциалы зависят не только от параметров состояния модели, но и их градиентов. Используемые в работе уравнения основы на теории градиента плотности и являются вариантом уравнений типа Навье-Стокса-Кана-Хилларда. Разработанные вычислительные алгоритмы допускают эффективное распараллеливание и позволяют анализировать задачи представительной сеточной размерности, – в том числе течения в воксельных моделях реальных пористых сред, полученных методами компьютерной микротомографии. В докладе будут рассмотрены теоретические и прикладные аспекты технологии, особенности вычислительных алгоритмов и открытые теоретические и прикладные проблемы, требующие своего решения. Помимо гидродинамических, будут рассмотрены другие приложения моделей рассматриваемого класса, в частности, моделирования развития канала электрического пробоя микронеоднородных средах.





Математическое моделирование сверхбыстрых сдвиговых разрывов в земной коре на глубинах сейсмической активности

В.М. Садовский, М.А. Гузев и О.В. Садовская

Институт прикладной математики ДВО РАН, Владивосток, Россия

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия

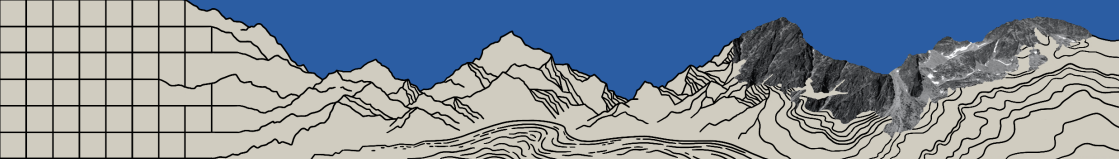
sadov@icm.krasn.ru, guzev@iam.dvo.ru, o_sadov@icm.krasn.ru



Наряду с медленно растущими трещинами в земной коре, которые приводят к формированию новых геологических разломов, в твёрдых горных породах на глубинах порядка десятка километров наблюдаются сдвиговые разрывы, растущие с аномально высокими скоростями, сравнимыми и даже превышающими скорости упругих волн. Такие разрывы были зарегистрированы в натурных наблюдениях и являются предметом исследований в лабораторных экспериментах. В недавних публикациях по результатам обработки данных сильнейших землетрясе-

ний были зарегистрированы сейсмические события, распространяющиеся со скоростями, которые могут превышать в полтора раза скорость поперечных волн. Физический механизм, обеспечивающий сверхбыстрое движение трещин в земной коре, до конца не изучен. Для объяснения этого явления была выдвинута оригинальная гипотеза, согласно которой в вершине разрыва образуется веерная структура из домино-пластин. Пластины поворачиваются под действием гидростатического давления при возникновении касательных напряжений в окружающем горном массиве, обусловленных тектоническими процессами, что приводит к относительному сдвигу берегов трещин. Вращение пластин и соответствующее энерговыделение начинается при пороговом значении касательного напряжения, когда движущая сила веера достигает силы трения. В предлагаемом докладе к описанию движения сдвигового разрыва применяется модель краевой дислокации, бегущей как волна с постоянной скоростью. Рассматриваются три режима движения: в дозвуковом режиме скорость вершины дислокации ниже скорости поперечных упругих волн c_s , в трансзвуковом режиме движение происходит в интервале между скоростями поперечных и продольных волн, в сверхсейсмическом режиме скорость дислокации превышает скорость продольных волн. Построены соответствующие этим режимам точные решения. Энерговыделение при продвижении вершины дислокации рассчитывается с помощью инвариантного интеграла Черепанова–Райса, учитывающего силы инерции Даламбера. Исследован специальный режим движения со скоростью $V = \sqrt{2}c_s$ с максимальным энерговыделением, при котором движущаяся дислокация не возбуждает поперечной ударной волны в окрестности вершины.





Применение современных прикладных математических программ приложения Windy для прогноза гидрометеорологических условий при изучении дисциплины "Гидрометеорологическое обеспечение судоходства"

М.А. Симахина, А.И. Задорожный

Камчатский государственных технический университет, г.
Петропавловск-Камчатский, Россия

demagog@inbox.ru

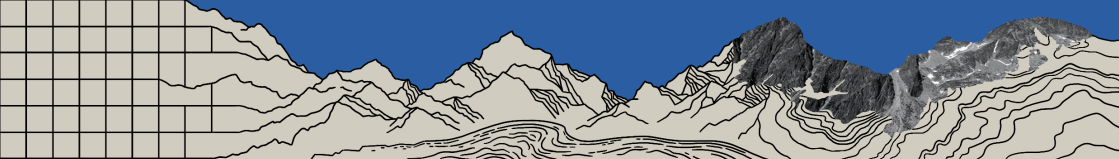


Согласно требованиям международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74) при изучении дисциплины «Гидрометеорологическое обеспечение судоходства» одним из условий подготовки штурмана является умение «читать» и понимать синоптические карты, а также прогнозировать изменение погодных условий на ближайшее время (12-24 часов) с учётом местных особенностей. Для унификации системы передачи навигационной и метеорологической информации, с целью обеспечения безопасности мореплавания, разработана мировая служба навигационных предупреждений NAVAREA, обеспечивающая координацию передач навигационных предупреждений по радио всеми морскими странами. Однако информация от NAVAREA находится в закрытом доступе, что не позволяет в полной мере использовать необходимые гидрометеорологические данные курсантами для выполнения курсовых и лабораторных работ.

Поэтому, в учебный процесс по дисциплине «Гидрометеорологическое обеспечение судоходства» нами была внедрена, находящаяся в открытом доступе, информационная платформа Windy, использующая самые современные ведущие мировые прикладные математические модели прогнозирования погоды, фактические данные гидрометеорологических показателей, и визуализирующая их. Её работа базируется на использовании таких глобальных математических моделей, как ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) и GFS (Global Forecast System), а также локальных AROME и ICON – для Европы и NAM (North American Mesoscale Model) – для США. Сама платформа доступна к работе на персональном компьютере и на смартфоне в виде приложения.

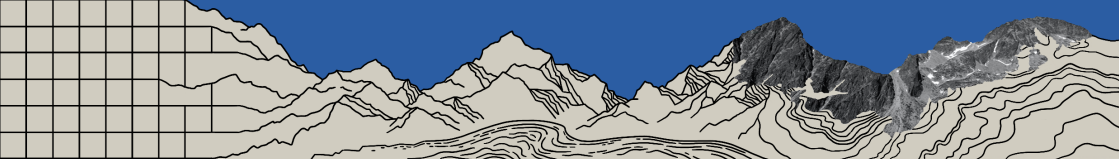
На сайте Windy.com в режиме онлайн предоставляются актуальные данные по самым разнообразным климатическим показателям в любой точке мира на интерактивной карте. Для изучения гидрометеорологических явлений доступна широкая выборка, которая включает как базовые метеорологические показатели, так и другую необходимую для курсовых





и лабораторных работ информацию (прогноз приливов, туман, течения и т.д.). Таким образом, использование в учебе приложения Windy поможет будущим судоводителям достигнуть более внимательного, адекватного прочтения и анализа гидрометеорологической информации, расчёта необходимых параметров атмосферы для тщательного и правильного планирования маршрута перехода судна, а также сопоставления гидрометеорологических условий с опасностями при выполнении курсовых и лабораторных работ по дисциплине «Гидрометеорологическое обеспечение судовождения».





Неклассические краевые задачи для дифференциального оператора четного порядка

А.Л. Скубачевский и Р.А. Байраш

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

alskubachevskii@yandex.ru, bayrash_ra@pfur.ru

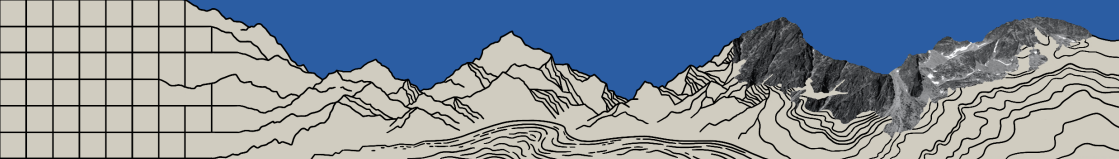


Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение порядка $2m$ на интервале $(0, 1)$ со спектральным параметром и «чисто интегральными условиями», т.е. условиями, содержащими лишь интегралы Лебега от неизвестной функции и ее производных с некоторыми весами. Впервые такие задачи рассматривались А. Зоммерфельдом в 1908г. в связи с проблемой турбулентности. Основная трудность в исследовании этих задач заключается в том, что область определения соответствующего дифференциального оператора не является плотной в $L_2(0, 1)$. При некоторых условиях на весовые

функции, стоящие в интегральных условиях, получена априорная оценка решений в соболевских нормах, зависящих от спектрального параметра. Следствием этого результата является дискретность спектра дифференциального оператора и его секториальная структура. Показано, что при нарушении упомянутых условий на весовые функции спектр занимает всю комплексную плоскость.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №24-11-00073, <https://rscf.ru/project/24-11-00073/>.





Об особенностях постановки краевых задач для эллиптических дифференциально–разностных уравнений, связанных с вариационными задачами

О.В. Солонуха

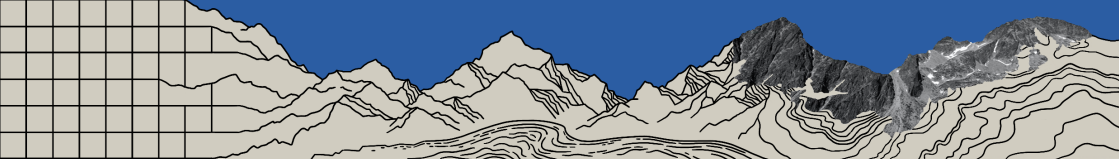
Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление"
РАН, Российский университет дружбы народов им. П.Лумумбы, Москва,
Россия

solonukha@yandex.ru



Актуальность исследования эллиптических дифференциально–разностных уравнений объясняется их многочисленными приложениями. Во–первых, они связаны с вариационными задачами, возникающими в теории многослойных пластин и оболочек, в теории управления системами с последействием и т.д. Во–вторых, в ряде случаев к эллиптическим дифференциально–разностным уравнениям приводят эллиптические задачи с нелокальными краевыми условиями, возникающие в теории плазмы (задача Бицадзе–Самарского), в теории диффузионных процессов и др. Линейные эллиптические дифференциально–разностные уравнения рассматриваются уже почти полвека. Причем рассматриваемые линейные дифференциально–разностные уравнения могут иметь один и тот же вид как для вариационных задач, так и для нелокальных задач. При рассмотрении нелинейных задач дифференциально–разностный оператор для вариационных задач должен содержать как разностный оператор, так и оператор, сопряженный к разностному. Поэтому нелинейные дифференциально–разностные уравнения для вариационных задач и для нелокальных задач имеют различный вид.





Гибридный подход: Обобщённый многомасштабный метод конечных элементов (GMsFEM) и нейронные операторы (НО)

С.П. Степанов

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
Якутск, Россия

sepe2a@inbox.ru



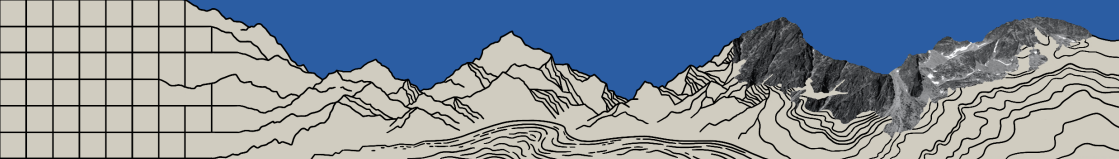
Решение параболических уравнений с высококонтрастными и многомасштабными коэффициентами представляет серьёзную вычислительную задачу, поскольку мелкомасштабные неоднородности существенно влияют на динамику решений. Обобщённый многомасштабный метод конечных элементов (GMsFEM) предлагает эффективную стратегию снижения размерности за счёт построения локализованных спектральных базисных функций на грубых сетках, что позволяет точно аппроксимировать динамику при существенно сниженных затратах. Однако генерация этих базисных функций требует значительных вычислительных ресурсов и повторяется при изменении параметров задачи.

С другой стороны, нейронные операторы (НО) позволяют приближать отображения между бесконечномерными функциональными пространствами и обещают высокую эффективность при решении уравнений в частных производных. Тем не менее, в задачах с высокой контрастностью стандартные НО сталкиваются с трудностями в захвате мелкомасштабных особенностей, что снижает их точность и устойчивость.

В предлагаемом подходе мы объединяем сильные стороны GMsFEM и НО для решения параболических УЧП: обучаем нейронный оператор аппроксимировать подпространство решений, заданное GMsFEM-базисами, тем самым устраняя необходимость в явном вычислении этих базисов для каждой новой задачи. Дополнительно вводится физически обусловленная функция потерь, согласованная с динамикой параболического уравнения и структурой GMsFEM, что позволяет повысить точность, устойчивость и интерпретируемость модели. Полученный гибридный метод обеспечивает эффективное и масштабируемое решение параболических задач с выраженной многомасштабной структурой.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-71-30013).





Объединенные математические модели транспорта мультифракционных наносов и взвесей в прибрежных системах: исследование и применение

А.И. Сухинов и В.В. Сидорякина

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

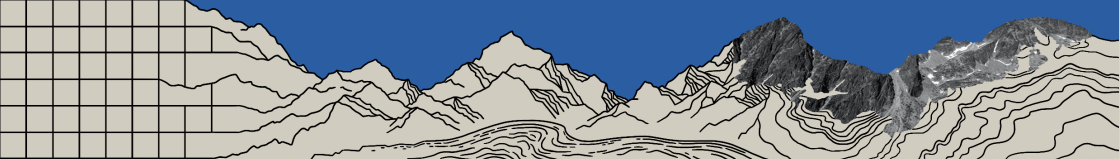
sukhinov@gmail.com, cvv9@mail.ru



В докладе рассмотрены непрерывные и дискретные математические модели транспорта наносов и взвесей, состоящих из нескольких фракций, в прибрежных и морских системах. Данные модели базируются на 2D нелинейном уравнении параболического типа, содержащем в качестве неизвестной функции глубину водоема с невозмущенной свободной поверхностью (функцию рельефа дна), описывающем транспорт многофракционного донных отложений, объединенном с системой 3D уравнений диффузии-конвекции-осаждения многофракционного взвешенного вещества. Между отдельными фракциями взвешенного вещества возможны взаимные переходы: распад крупных частиц на мелкие и обратный переход - их слипание с образованием более крупных частиц. На временной сетке выполнены линеаризация начально-краевой задачи транспорта наносов и преобразование правых частей уравнения диффузии-конвекции-осаждения начально-краевой задачи транспорта взвеси «с запаздыванием». Исследованы сходимости (близости) решений полученных начально-краевых задач к решениям исходных постановок в зависимости от шага по времени τ со скоростью $O(\tau)$ соответственно в норме банахова пространства L_1 для задач транспорта наносов, а для задач транспорта взвесей – в норме гильбертова пространства L_2 . Построены консервативные монотонные разностные схемы. Полученные результаты исследования могут быть использованы для прогнозирования последствий воздействий на экосистемы мелководных и прибрежных систем проведения дноуглубительных работ и организации свалок донных отложений; загрязнения взвешенным веществом, с учетом его фракционного состава; переформирования рельефа дна; изменение береговой линии вследствие процессов абразии и эрозии и др.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00295-П, <https://rscf.ru/project/22-11-00295/>





Использованием базисных функций, зависящих от времени в разрывном методе Галеркина

В.Ф. Тишкин

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

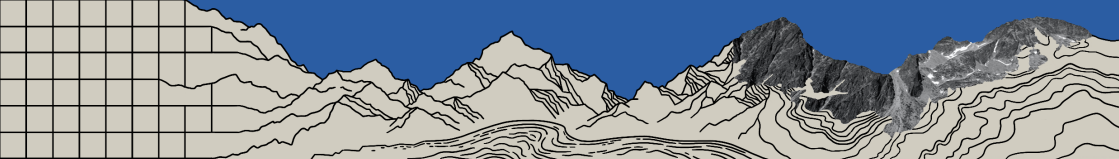
v.f.tishkin@mail.ru



Разрывный метод Галеркина является широко распространенным методом для расчета гидродинамических течений. Однако при наличии сильных ударных волн его применение требует введения процедуры лимитирования, которая снижает точность и плохо согласуется с базовой концепцией метода. Одним из решений данной проблемы была бы методика, сохраняющая идеологию схем сквозного счета и сохраняющая точность методики в областях гладкости решения. В настоящей работе, данная концепция реализуется путем использования в РМГ базисных функций, зависящих от времени. Использование таких функций в областях, содержащих сильные ударные волны, позволяет плавно перейти к расчету по монотонной схеме первого порядка.

Разработанная модификация разрывного метода Галеркина, с использованием базисных функций, зависящих от времени позволяет естественным образом устойчиво рассчитывать сильные разрывы. Серия выполненных расчетов позволяет говорить о возможности применения предложенной схемы для решения задач с наличием областей высоких градиентов решения. При решении задач на подробной сетке новой модификацией РМГ осцилляции в численном решении отсутствуют, в то время как при решении классическим разрывным методом Галеркина наблюдается наличие осцилляций. При этом за счет специального выбора базисных функций можно добиться выполнения энтропийного неравенства.





Тензорные разложения в математике и приложениях

Е.Е. Тыртышников

Институт вычислительной математики имени Г. И. Марчука РАН, г.
Москва, Россия

eugene.tyrtysnikov@gmail.com

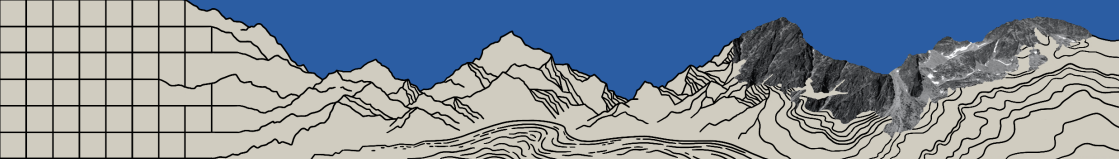


За последние 30 лет в вычислительной линейной алгебре сформировалось новое направление, в котором ключевую роль играют матрицы малого ранга. Они используются как для представления данных, в том числе многомерных массивов (тензоров), так и для построения эффективных вычислительных алгоритмов. Мы обсудим различные методы представления и аппроксимации тензоров и связанные с ними математические вопросы, в том числе и открытые, и перспективы новых методов (тензорный поезд и др.), в которых все действия сводятся

к матричным операциям.

Новые области применений связаны с задачами оптимизации, в частности для задач докинга при разработке лекарственных препаратов и для идентификации параметров в моделях математической иммунологии. Получены также новые эффективные методы для специальных классов нестационарных задач, в частности для так называемого основного кинетического уравнения, и новые подходы к численному решению уравнений типа Смолуховского.



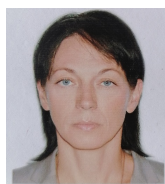


Математическое моделирование процессов тепломассопереноса при добыче и транспортировке двухфазных геотермальных флюидов

А.А. Чермошентцева

Камчатский государственных технический университет, г.
Петропавловск-Камчатский, Россия

allachermoshentseva@mail.ru

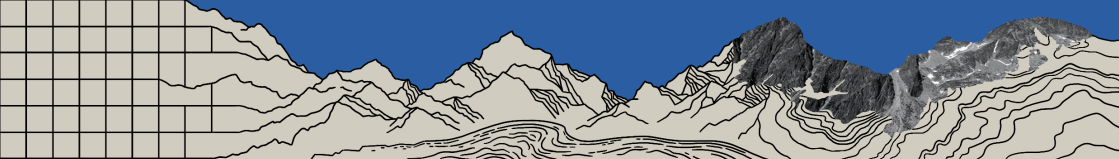


Перспективы решения мировой энергетической проблемы за счет привлечения геотермальных ресурсов связаны с созданием таких мощных объектов как геотермальные электростанции. Разработка, обустройство промысла и эксплуатация месторождений высокотемпературных теплоэнергетических вод выявили проблемы, связанные с двухфазными течениями в добычных скважинах и системах наземной транспортировки извлеченных флюидов, представляющих собой смесь воды и водяного пара.

Основу описания газожидкостных течений составляют законы классической гидромеханики, но уравнения для них более сложны и многочисленны, чем в случае однофазных течений. Наличие двух фаз требует введения не только параметров, характеризующих каждую фазу отдельно, но и параметров, характеризующих смесь в целом.

Разработанные автором математические модели течения в скважине и наземном трубопроводе, созданные на их основе компьютерные программы позволили решить множество задач, возникавших в практической и исследовательской деятельности при разработке и эксплуатации Мутновского и Паужетского месторождений парогидротерм.





Проблемы преподавания математики в современном техническом вузе

А.А. Чермошенцева

Камчатский государственных технический университет, г.
Петропавловск-Камчатский, Россия

allachermoshentseva@mail.ru

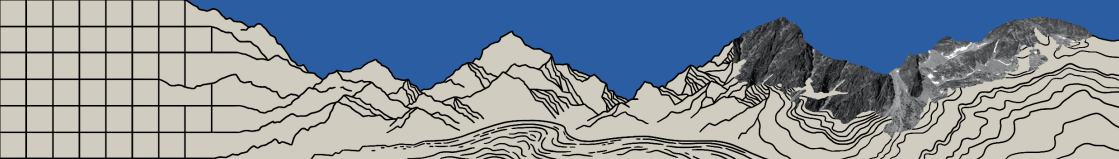


Математика занимает особое место в науке, являясь основой полноценного технического образования, обеспечивая его фундаментальный характер. Однако на сегодняшний день обострились проблемы преподавания математики в вузе связанные с низкой учебной мотивацией школьников и студентов, увеличением разрыва между уровнем знаний выпускников школ и требованиями вузов, общественной недооценкой значимости математического образования, нехваткой квалифицированных кадров.

Уменьшение количества часов аудиторных занятий и увеличение самостоятельной работы студентов. Отсутствие навыков самостоятельной работы у вчерашних школьников, большая загруженность преподавателей не позволяет в полном объеме проводить контроль самостоятельной работы студента.

Решение этих вопросов критически важно для повышения качества математической подготовки студентов.





Об одной кинетической модели для описания турбулентных течений

Б.Н. Четверушкин

ФИЦ "Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН г.
Москва, Россия

office@keldysh.ru



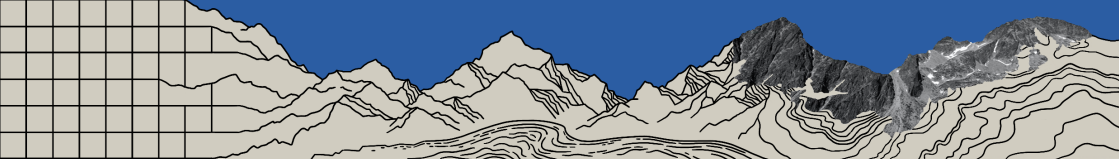
Для получения дополнительных уравнений, описывающих пульсационные моменты, предложена кинетическая модель. В качестве ее основы используется кинетическое уравнение для одночастичной функции распределения, которое ранее было предложено для вывода замкнутая система уравнений, которая включает в себя как уравнение для осредненных газодинамических параметров, так и для осредненных перекрестных пульсационных моментов.

Демонстрируются результаты расчета задач о турбулентном плоском слое смешения, турбулентном течении в плоском канале и истечении горячей плоской струи в окружающую холодную среду.

Список литературы

- [1] Chetverushkin B.N.. *Kinetic Schemes and Quasi-Gas Dynamic System of Equations*, 2008. Barcelona. CIMNE. 328 p.
- [2] Четверушкин Б.Н., Луцкий А.Е., Шильников Е.В. . *Описание турбулентных течений с помощью кинетической модели.*, Доклады РАН. 2024. Т. 516. С. 51–58.
- [3] Четверушкин Б.Н., Луцкий А.Е., Шильников Е.В. . *Использование кинетической модели для нахождения пульсационных моментов турбулентного течения* , Математическое моделирование. 2025. № 2.





Гипотеза Рамсея о социальной стратификации как принцип отбора по Фишеру. Мажоризация по Лоренцу и передачи Пигу-Дальтона в модели Рамсея-Бьюли

А.А. Шананин

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
РАН, г. Москва, Россия

Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия

alexshan@yandex.ru

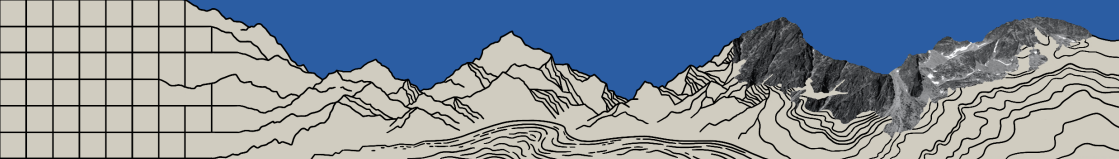


Гипотеза Рамсея о социальной стратификации утверждает, что в популяции домашних хозяйств богатство концентрируется у наиболее бережливых агентов, которые дисконтируют потребительские расходы с наименьшим коэффициентом дисконтирования. Гипотезу Рамсея можно рассматривать как утверждение о справедливости принципа естественного отбора по Фишеру в популяции домашних хозяйств. В докладе на основе гипотезы Дж. Дьюзенберри коэффициенты дисконтирования формируются в зависимости от распределения капитала между агентами. Поведение домашних хозяйств описываются

моделями рационального репрезентативного потребителя рамсеевского типа. Для соответствующих задач оптимального управления построены решения в форме синтеза, которые использованы при моделировании динамики популяции домашних хозяйств. Доказаны теоремы для популяции домашних хозяйств, обосновывающие справедливость гипотезы Рамсея. Исследовано влияние потребительского кредита на социальную стратификацию домашних хозяйств. Установлена связь индекса неравенства Джини с функцией Ляпунова в модели динамики популяции домашних хозяйств. Предложена модель эволюции кривой Лоренца, описывающей распределение доходов между агентами. Доказано, что в модели Рамсея-Бьюли эволюция распределения доходов согласована с мажоризацией по Лоренцу. Построена система передач Пигу-Дальтона (налогов и субсидий), которая порождает выбранное социальным государством стационарное распределение доходов.

Работа выполнена совместно с Г.С. Парастаевым и поддержана грантом РНФ №24-11-00329





Суперкомпьютерное моделирование: задачи, алгоритмы, ресурсы

М.В. Якобовский

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

lira@imamod.ru



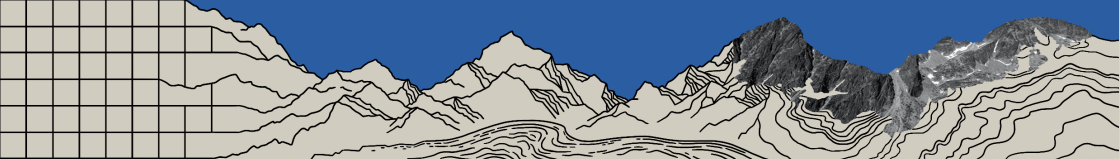
Представлен обзор ряда работ в области суперкомпьютерных технологий. Рассматриваются алгоритмы, разработанные для суперкомпьютерных систем, в том числе, подход на основе гиперболизации уравнений, проблема балансировки нагрузки процессоров, обеспечения отказоустойчивости и другие. Обсуждаются вопросы уровня доступных суперкомпьютерных мощностей.

Вычислительные алгоритмы и прикладное математическое обеспечение, адаптируемое на архитектуру систем с экстремальным параллелизмом, является ключом, позволяющим эффективно использовать высокопроизводительные компьютеры. Проблема, обусловленная необходимостью создания алгоритмов, позволяющих эффективно согласованно использовать большое число процессоров, носит принципиальный характер и может быть решена только средствами фундаментальной науки.

Одним из примеров развиваемых в этой связи направлений исследований является использование квазигазодинамической системы и вытекающего из ее структуры приема гиперболизации для решения задач, описываемых уравнениями математической физики, аппроксимируемых на подробных пространственных сетках, что позволяет существенно сократить время выполнения моделирования.

Подход, связанный с гиперболизацией, позволяет решать не только проблемы численного моделирования, но и оказать поддержку в решении технической, но принципиальной для сверхвысокопроизводительной вычислительной техники, задачи обеспечения отказоустойчивости. Проблема связана с тем, что при одновременном использовании сверхбольшого количества вычислительных узлов неизбежен частый выход из строя некоторых из них. Причины отказа вычислительного узла могут быть как технического характера, так и программного. Мультифизичность и многомасштабность решаемых задач приводит к объединению большого числа программных модулей, подготовленных разными коллективами авторов, что приводит к внесению дополнительных сложно локализуемых ошибок. Обсуждается подход, обеспечивающий эффективное проведение длительных расчётов на вычислительных системах, узлы которых подвержены систематическим отказам.





Вычислительные модели многофазных течений с быстрыми фазовыми переходами

С.Е. Якуш

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

yakush@ipmnet.ru



Быстрые фазовые переходы со значительным увеличением удельного объема могут приводить к так называемым «физическим взрывам», не связанным с выделением энергии химических реакций (горение, детонация). При физических взрывах внутренняя энергия веществ преобразуется в механическую энергию ударных волн. Этот тип взрыва обладает разнообразными особенностями, что делает его интересной научной проблемой в области многофазных течений, газовой динамики, теплофизики.

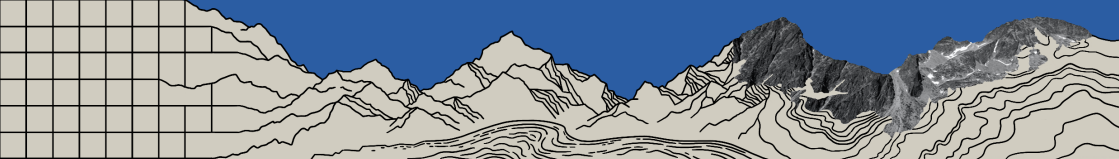
В докладе рассматриваются два типа физических взрывов: 1) взрывы при расширении паров вскипающей жидкости, возникающие при разрушении резервуаров высокого давления, заполненного сжиженным газом, и 2) паровые взрывы, возникающие при взаимодействии высокотемпературного расплава с легко вскипающей жидкостью (водой). Для каждого типа взрыва проиллюстрированы пути преобразования энергии и выделены физические механизмы, ограничивающие скорость энерговыделения. Представлены математические модели многофазных течений с подвижными межфазными границами и фазовыми переходами при решении нестационарных задач с теплообменом и испарением, рассмотрена их численная реализация.

Приведены примеры расчетов ударных волн при взрывах резервуаров высокого давления, установлена зависимость характеристик взрывных волн от свойств вещества и степени заполнения сосуда. Показана сложная нестационарная структура разлетающегося облака перегретой жидкости, приводящая к формированию многопиковых ударных волн, наблюдающихся экспериментально.

Установлены механизмы фрагментации капель высокотемпературных расплавов в воде при коллапсе паровой пленки, отделяющей расплав от воды. Полученные результаты численных расчетов проанализированы с точки зрения гидродинамических и теплофизических аспектов возникающих многофазных взаимодействий.

Исследования проведены в рамках государственного задания ИПМех РАН по теме 124012500440-9.





Вычислительные технологии видео-анализа трафика для разработки методов верификации микро- и макро-моделей транспортных потоков на автодорожных сетях

М.В. Яшина

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Россия

mv.yashina@madi.ru

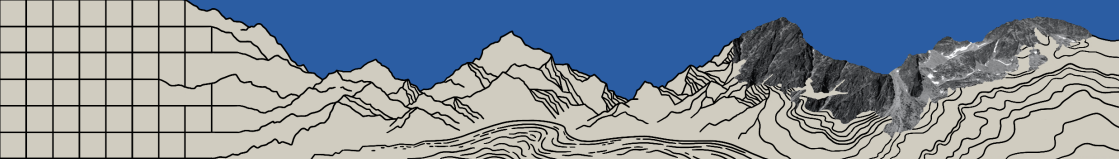


В докладе представлены алгоритмы и архитектуры систем распознавания образов в области видео-анализа автотранспортных потоков. Проблемы математического моделирования поведения потоков автомобилей в условиях улично-дорожных сетей со сложной геометрией весьма актуальны в настоящее время при проектировании интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и внедрения беспилотного транспорта. Теория транспортных потоков развивается в двух направлениях: в сторону совершенствования макроскопических моделей, которые представ-

ляют потоки в виде квази-сплошной среды, а также моделей на микро-уровне, учитывающих взаимодействие между соседними автомобилями в потоке. Следует отметить, что если в начале 21 века активно развивались макро-модели из-за развития веб-технологий, обеспечивающих доступ к данным на сетях в больших масштабах, то в настоящее время технологии управления движением транспортом нуждаются в устойчивых и робастных моделях локального взаимодействия автомобилей на многополосных скоростных автомагистралях, оснащенных сенсорами ИТС систем с элементами прикладного искусственного интеллекта.

Представлены новые алгоритмы и стохастические модели классов случайных процессов TASEP и TASZRP и полученные базовые параметры для калибровки моделей и сравнения с классическими моделями близкого действия типа Follow-the-Leader. Структурирована методика извлечения статистических данных пост-обработки видео-информации с помощью собственного ПО с применением прямых алгоритмов виртуальных детекторов и сверточных нейронных сетей, обученных на собственных дата-сетах и на данных из открытых источников.

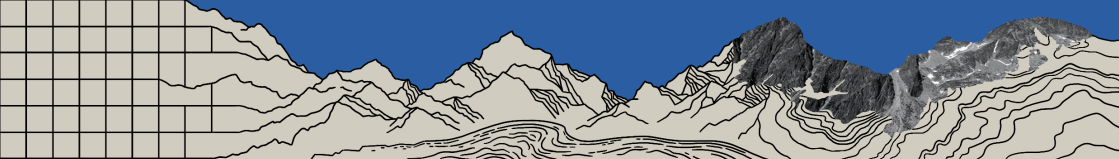




Содержание

А.И. Аптекарев	
Обобщенные решения течения Хели-Шоу и случайные нормальные матрицы	5
С.И. Безродных	
Аналитико-численный метод решения спектральных задач в областях сложной формы	6
Ю.В. Василевский, К.М. Терехов, И.В. Капырин, К.А. Новиков, А.А. Данилов, А.А. Легкий, Ф.А. Семин, В.Ю. Саламатова, П.А. Каравайкин	
Методы мультифизического моделирования и приложения в геофизике и медицине	7
А.В. Васильев	
Проблема изоморфизма графов: алгебро-логические подходы	8
Г.М. Водинчар	
Построение каскадных моделей магнитогидродинамической турбулентности с помощью систем символьных вычислений	9
А.В. Гасников	
Современные алгоритмы решения седловых задач	10
А.И. Гладышев	
Модель фона неба в широком спектральном диапазоне в околоземном космическом пространстве	11
А.И. Задорожный	
Повышения эффективности отбора в кадровый резерв Правительства Камчатского края	12
Т.К. Козубская, Г.М. Плаксин, П.В. Родионов, И.Л. Софронов	
Численный бимформинг — новый метод анализа данных суперкомпьютерного вычислительного эксперимента в прикладной аэроакустике	13
М.А. Корнилина	
Анализ диссертационной активности на основе деятельности диссертационного совета ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	15
А.А. Кулешов	
Научные исследования в отделении Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	16
Г.Г. Лазарева	
Введение учета магнитного поля в математическую модель для определения термоточек при нагреве поверхности вольфрама электронным пучком .	17
С.Б. Медведев	
Численное моделирование волоконного лазера с помощью уравнения Гинзбурга-Ландау	18
С.А. Рашковский	
Математическое моделирование горения порошковых смесей	19
Е.Б. Савенков, В.А. Балашов, Е.В. Зипунова	
«Цифровой керн»: модели диффузной границы и математическое моделирование микротечений многофазных сред в пористых средах	21





В.М. Садовский, М.А. Гузев, О.В. Садовская	
Математическое моделирование сверхбыстрых сдвиговых разрывов в земной коре на глубинах сейсмической активности	22
М.А. Симахина, А.И. Задорожный	
Применение современных прикладных математических программ приложения Windy для прогноза гидрометеорологических условий при изучении дисциплины "Гидрометеорологическое обеспечение судоходства" ...	23
А.Л. Скубачевский, Р.А. Байраш	
Неклассические краевые задачи для дифференциального оператора четного порядка	25
О.В. Солонуха	
Об особенностях постановки краевых задач для эллиптических дифференциально-разностных уравнений, связанных с вариационными задачами	26
С.П. Степанов	
Гибридный подход: Обобщённый многомасштабный метод конечных элементов (GMSFEM) и нейронные операторы (НО)	27
А.И. Сухинов, В.В. Сидорякина	
Объединенные математические модели транспорта мультифракционных наносов и взвесей в прибрежных системах: исследование и применение	28
В.Ф. Тишкин	
Использованием базисных функций, зависящих от времени в разрывном методе Галеркина	29
Е.Е. Тыртышников	
Тензорные разложения в математике и приложениях	30
А.А. Чермошнцева	
Математическое моделирование процессов тепломассопереноса при добыче и транспортировке двухфазных геотермальных флюидов	31
А.А. Чермошнцева	
Проблемы преподавания математики в современном техническом вузе	32
Б.Н. Четверушкин	
Об одной кинетической модели для описания турбулентных течений .	33
А.А. Шананин	
Гипотеза Рамсея о социальной стратификации как принцип отбора по Фишеру. Мажоризация по Лоренцу и передачи Пигу-Дальтона в модели Рамсея-Бьюли	34
М.В. Якововский	
Суперкомпьютерное моделирование: задачи, алгоритмы, ресурсы	35
С.Е. Якуш	
Вычислительные модели многофазных течений с быстрыми фазовыми переходами	36
М.В. Яшина	
Вычислительные технологии видео-анализа трафика для разработки методов верификации микро- и макро-моделей транспортных потоков на автодорожных сетях	37

