
Институт вычислительных
технологий СО РАН

Кафедра математического
моделирования НГУ

Кафедра вычислительных
технологий НГТУ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ СЕМИНАР

ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (Численные методы механики сплошной среды)

Основан в 1964 году академиком Н. Н. Яненко

Руководители: академик Ю. И. Шокин, д-р физ.-мат. наук профессор В. М. Ковеня

Аннотации докладов за 2016 г.

Методы и алгоритмы численного решения трехмерных задач “гидродинамика — упругость”

А.Е. Лютов, С.Г. Черный, А.Е. Крюков, Д.В. Чирков

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(16.02.2016)

В современных задачах проектирования рабочих колес гидротурбин важно получение решений не только энергетически эффективных, но и отвечающих стандартам прочности и долговечности. Основное влияние на долговечность оказывают взаимодействия нестационарного потока жидкости и конструкции. Задача моделирования взаимодействия жидкости и конструкции, также известная как Fluid-Structure Interaction Problem (FSI), очень сложна, поскольку состоит из таких непростых подзадач, как: моделирование нестационарной гидродинамики во всей проточной части гидротурбины и возникающих в ней ответных реакций в смещениях и напряжениях, оценка собственных частот рабочего колеса, поскольку совпадение собственных частот с частотой вынужденных колебаний приводит к резонансу и их необходимо отстраивать.

Как следует из результатов решения задачи FSI, для определения долговечности гидротурбины необходимо использовать модели усталостного разрушения, включающие как модели возникновения усталостных трещин, так и модели их распространения. Таким образом, для проектирования эффективной и надежной гидротурбины, способной работать долгие годы, конструкторам требуется решать сложную комплексную задачу в сжатые сроки. На данный момент в мире нет методик, позволяющих рассматривать каждый аспект поставленной задачи за приемлемое время. Поэтому при проектировании конструкторам приходится закладывать запас по прочности, полагаясь на интуицию. Помимо удорожания производства это зачастую приводит к преждевременному разрушению гидротурбин.

В настоящей работе предложены подходы решения данной фундаментальной проблемы, представлены результаты исследований по ускорению решения задач нестационарной гидродинамики и напряженно-деформированного состояния, позволяющие моделировать FSI в течение нескольких часов. Модель FSI и простейшие модели возникновения усталостных трещин связаны воедино, что позволяет в сжатые сроки оценить уровень напряжений, возникающих в рабочем колесе, и срок его службы.

Электродинамика естественного электромагнитного поля и некоторых лабораторных экспериментов

В.В. АКСЕНОВ

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск (01.03.2016)*

В докладе обсуждаются несколько экспериментально зафиксированных эффектов в электромагнитном поле (ЭМП) Земли. Попытка объяснить эти эффекты привела к обобщению стандартных уравнений Максвелла. Выясняются пределы применимости стандартных уравнений электродинамики, предлагается их аналог, на основе которого объясняются эффекты в ЭМП Земли, квантовый эффект Ааронова — Бома, эффект неуправляемой неустойчивости плазмы в “бублике” токамака, эффекты в электромагнитном поле токов смещения и др.

Объяснение вышеперечисленных эффектов восходит к строгим определениям силовых и несиловых электромагнитных полей, изучению их свойств и проявлений в названных эффектах. В квантовом эффекте Ааронова — Бома проявляется несиловое магнитное поле, существующее за пределами бесконечного соленоида, силовое поле которого сосредоточено внутри соленоида. Несиловое магнитное поле действует на частицы, отклоняя их траектории. Эффекты в ЭМП Земли также связаны с существованием несилового ЭМП в атмосфере Земли. В “бублике” токамака несиловое тороидальное магнитное поле входит в самогенерацию с небольшим силовым полоидальным полем центрального проводника, отчего резко изменяется топология силовых линий внутри токамака, частицы плазмы хаотизируются и устремляются к стенкам токамака и он “сгорает”. В конденсаторах переменный ток смещения создает и магнитное, и электрическое поле. Но эти поля несиловые, поэтому не оказывают влияния на окружающую среду.

Быстрый иерархический алгоритм кластеризации мультиспектральных спутниковых изображений и его использование для мониторинга паводковой ситуации

С.А. РЫЛОВ, И.А. ПЕСТУНОВ, О.А. ДУБРОВСКАЯ

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(15.03.2016)*

Предложен вычислительно эффективный иерархический алгоритм кластеризации НЕСА, разработанный в рамках сеточного и ансамблевого подходов, для сегментации мультиспектральных изображений. Данный алгоритм является непараметрическим и позволяет выделять кластеры сложной формы, разного размера и плотности. Эlemen-

тами иерархии выступают “компоненты связности”, которые соответствуют локальным сгусткам плотности распределения данных в пространстве признаков. Для построения иерархической структуры вводится специальное расстояние между компонентами связности, основанное на оценке плотности распределения. Такой подход позволяет избежать присущих иерархическим методам проблем, связанных с наличием пересекающихся кластеров. Для увеличения устойчивости получаемых результатов и снижения влияния шума применяется ансамблевый подход, комбинирующий результаты работы иерархического сеточного алгоритма, полученные при различных масштабах сетки.

Предложен метод автоматического выделения водных объектов, основанный на применении алгоритма кластеризации НЕСА и построенного дерева решений, использующего средние значения спектральных характеристик выделенных кластеров. В отличие от известных методов разработанный подход позволяет выделять водные объекты на спутниковых изображениях не только среднего и низкого пространственного разрешения, но и высокого (2–10 м). Время обработки изображений размером 107 пикселей составляет несколько секунд.

Результаты сегментации спутниковых изображений служат основой для построения тематических карт паводковой обстановки, содержащих информацию о границах выхода воды на пойму и границах переувлажненных почв. Разработанная технология применяется в режиме опытной эксплуатации в СЦ ФГБУ “НИЦ “Планета” при создании карт паводковой обстановки по спутниковым данным “Канопус-В”, “Ресурс-П” и “Метеор-М” для потребителей Росгидромета и региональных служб МЧС.

Использование методов математического моделирования для решения актуальных задач нелинейной оптики

А.Е. Беднякова, М.П. Федорук, С.К. Турицын

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(22.03.2016)

В докладе представлены две работы, посвященные изучению волоконно-оптических лазерных систем с помощью методов математического моделирования. В первой работе исследован новый нелинейный эффект — обратное четырехволновое смешение в волоконном световоде, — который проявляется как сжатие спектра сигнала в области нормальной дисперсии с последующим его устойчивым распространением без изменения своей формы.

С помощью математического моделирования разработана теория данного нелинейного эффекта, качественно объясняющая перераспределение энергии с краев спектра в его центр с последующим сжатием. Явление обратного четырехволнового смешения и устойчивого распространения спектра со случайной временной формой может найти применение в волоконно-оптических линиях связи и мощных волоконных лазерах с нелинейной внутрирезонаторной динамикой.

Вторая работа является продолжением цикла работ по исследованию нового типа солитонов — рамановских диссипативных солитонов. Представлены последние результаты, демонстрирующие каскадную генерацию рамановских диссипативных солитонов в волоконных лазерах, и описаны области применения данных лазеров.

Разработка методологии и алгоритмической базы для задач моделирования в области биофизики живых систем с использованием высокопроизводительных параллельных вычислений (по материалам кандидатской диссертации)

С.С. Хайрулин

*Институт систем информатики СО РАН, Новосибирск
(29.03.2016)*

Рассматривается задача разработки методологии, алгоритмической базы и программного инструментария для исследований, связанных с моделированием в области биофизики и биомеханики, в частности создания интегрированной модели нематоды *C. elegans*. Обсуждается ряд алгоритмов моделирования механики сплошных сред, таких как несжимаемая жидкость (PCISPH — Predictive-Corrective Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics), эластичное тело (MSM — Mass Spring Model), мышцы, а также алгоритмов обработки взаимодействия нематоды с неподвижными и твердыми объектами и обработки взаимодействия объектов с различными физическими свойствами. Исследуется вопрос параллельной реализации перечисленных алгоритмов для повышения производительности на основе платформы OpenCL (платформы для разработки приложений, связанных с параллельными вычислениями). В результате данной работы создана библиотека *Sibernetica*, способная стать гибким и полезным инструментом при разработке симуляций, связанных с моделированием биомеханики беспозвоночных.

Математическое моделирование солитонных оптических линий связи на основе новых форматов и технологий передачи данных (по материалам кандидатской диссертации)

О.В. Юшко

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(05.04.2016)*

Исследование возможности применения оптических солитонов в рамках существующих оптоволоконных технологий является актуальной задачей в области нелинейной волоконной оптики. При передаче данных возможно использование фундаментального солитона — импульса, сохраняющего свою форму при распространении и образованного за счет взаимной компенсации дисперсионных и нелинейных эффектов. В волоконных лазерах наблюдается генерация квазисолитонного импульса, демонстрирующего периодическую динамику внутри резонатора.

Представлены результаты математического моделирования солитонной когерентной передачи оптического сигнала в задачах, относящихся к телекоммуникационным технологиям. Показано, что солитонное распространение в сочетании с современными технологиями спектрального уплотнения каналов и обработки сигнала способно увеличить производительность и обеспечить эффективную безошибочную передачу информации на трансокеанические расстояния.

Приведены результаты численного решения задачи поиска локализованного по времени и пространству оптического солитона в многоядерных волноводах радиальной структуры. Для этого разработан итерационный численный алгоритм решения стационарных систем уравнений, описывающих динамику оптических импульсов в многоядерных волокнах.

Деформирование углепластиков с учетом их разносопротивляемости растяжению и сжатию

А.В. ЮРЧЕНКО, С.К. ГОЛУШКО, Е.В. АМЕЛИНА, С.В. ИДИМЕШЕВ, Ю.В. НЕМИРОВСКИЙ, Б.В. СЕМИСАЛОВ, Н.О. ЯКОВЛЕВ

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск,
Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН,
Новосибирск,*

*Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, Новосибирск,
ФГУП "ВИАМ" ГНЦ РФ, Москва*

(12.04.2016)

Выполнено комплексное исследование деформирования углепластиков с учетом эффекта разносопротивляемости растяжению и сжатию. Проведены механические испытания образцов углепластиков ВКУ-25 и ВКУ-28 и разработаны новые математические модели их деформирования. Результаты численного моделирования хорошо согласуются с экспериментальными данными и демонстрируют важность учета эффекта разносопротивляемости. Новые математические модели найдут применение при проектировании конструкций из современных видов углепластика в интересах российской авиационной и ракетно-космической промышленности.

Крупнейшие природные катастрофы в голоцене и их влияние на вариации климата и экосистемы Земли

В.К. ГУСЯКОВ

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск (19.04.2016)*

Рассмотрены геологические, геофизические и климатические свидетельства возникновения крупных природных катастроф в позднем плейстоцене и голоцене, оказавших масштабное влияние на экосистемы Земли и развитие человеческого общества. Охватившая практически все Северное полушарие Земли климатическая катастрофа около 12 900 лет тому назад, выразилась в климатических аномалиях, повсеместно фиксируемых по годовым кольцам деревьев, наличию аномальных слоев в торфяниках, озерных осадках и колонках бурения гренландских и антарктических ледников в 4370, 3195, 2354, 1628, 1159, 207, 44 гг. до н. э., а также в 536–540, 1292–1295 и в 1348 гг. н. э. Следы этой катастрофы сохранились в виде геологических свидетельств (микрочастицы в торфяниках, аномальные слои в озерных осадках, погребенные почвы и дюны, подводные и наземные кратеры), биологических свидетельств (глобальные аномалии дендрохронологических рядов, исчезновение либо появление в ареале новых видов животных и растений), археологических и исторических фактов, указывающих на внезапные миграции народов и запустение привычных ареалов обитания. О резких изменениях природной среды говорят также многочисленные хроники, предания и мифы многих народов мира.

Большинство представленных материалов получены в результате полевых, аналитических и исследовательских работ, выполненных членами созданной в 2004 г.

Международной рабочей группы по импактным событиям в голоцене (HIWG — Holocene Impact Working Group), членом-учредителем которой является автор доклада. В ходе исследований установлено, что крупные коллизионные столкновения Земли с малыми космическими телами (кометами и астероидами) происходили в недавнее геологическое время (верхний плейстоцен — голоцен) значительно чаще, чем это моделируется астрофизиками, и что их последствия глубоко затрагивали природные экосистемы Земли, определяли глобальные вариации климата и влияли на развитие человеческого общества.

Явление хаоса в математической модели альтернативного сплайсинга

В.В. КОГАЙ, С.И. ФАДЕЕВ, Т.М. ХЛЕБОДАРОВА, В.А. ЛИХОШВАЙ
*Институт математики СО РАН, Институт цитологии и генетики СО РАН,
Новосибирск (26.04.2016)*

Изучена хаотическая динамика в моделях альтернативного сплайсинга (сплайсинг-процесс вырезания определенных нуклеотидных последовательностей из молекул РНК и их соединения в определенную последовательность). Найден пример, в котором показана возможность перехода к хаотической динамике по всем известным основным сценариям. К ним относятся переходы к хаосу: по сценарию Фейгенбаума (через последовательность бифуркаций удвоения периода), по сценарию Рюэлля—Такена (через квазипериодические режимы), по сценариям Помо—Манневиля (через перемежаемость I, II и III типа). Описаны параметрические особенности каждого типа перехода к хаосу. Найденная модель является единственным известным нам примером, демонстрирующим все классические сценарии перехода к хаотической динамике. Впервые прогнозируется, что переход к хаосу по II типу перемежаемости может быть реализован в биологической системе.

Моделирование размыва связного грунта и распространения поверхностных волн (по материалам кандидатской диссертации)

И.А. ЗИМИН
*Кемеровский государственный университет
(10.05.2016)*

В данной работе для моделирования процессов размыва связного грунта и распространения поверхностных волн используется нестационарная неоднородная система уравнений Навье—Стокса с переменными вязкостью и плотностью. Значение плотности определяется при помощи уравнения конвекции-диффузии. Для решения полученной системы уравнений используется алгоритм, состоящий из схемы расщепления по физическим факторам для системы уравнений Навье—Стокса и метода предиктор-корректор для уравнения переноса. Система решается на разнесенной сетке методом сеток. Представлены результаты двух- и трехмерных расчетов.

Численные алгоритмы для расчета поверхностных волн в рамках нелинейно-дисперсионных моделей (по материалам кандидатской диссертации)

О.И. Гусев

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(17.05.2016)*

Для решения задач о распространении длинных поверхностных волн в рамках моделей, учитывающих частотную дисперсию, нелинейность, подвижность дна, “сферичность” и вращение Земли, предлагаются численные алгоритмы, основанные на выделении в системах нелинейно-дисперсионных уравнений эллиптической подзадачи для дисперсионной составляющей проинтегрированного по глубине давления. При таком подходе поочередно решаются эллиптическая подзадача и уравнения мелкой воды с модифицированной правой частью, что позволяет использовать накопленный опыт численного исследования подобных задач.

На модельных и близких к реальности задачах о распространении поверхностных волн и образовании их подводными оползнями исследуются границы применимости полных и слабо нелинейных дисперсионных моделей, доказывається важность учета эффектов дисперсии, “сферичности” и вращения Земли.

Модифицированный метод коллокаций и наименьших невязок и его приложение в механике многослойных анизотропных элементов конструкций (по материалам кандидатской диссертации)

С.В. Идимешев

*Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН,
Новосибирск (24.05.2016)*

Разработан модифицированный метод коллокаций и наименьших невязок, основанный на применении полиномов высоких степеней и выборе точек коллокаций с использованием корней многочленов Чебышева. Используются специальные представления приближенного решения в виде прямых произведений многочленов Чебышева, обеспечивающие медленный рост ошибок округления. Предложенный подход обеспечивает быструю (экспоненциальную) сходимость и высокую точность на широком классе краевых задач в одно-, двух- и трехмерных канонических областях.

Разработанный численный метод применен при расчете и анализе напряженно-деформированного состояния многослойных анизотропных балок и прямоугольных пластин, в том числе лежащих на упругом основании. Построена нелинейная математическая модель трехточечного изгиба композитных балок, разносопротивляющихся растяжению и сжатию, проведено сравнение результатов механических испытаний и численного моделирования изгиба балок из углепластика ВКУ-28 и полимерной матрицы ВСЭ-1212, получено хорошее согласие численных расчетов с экспериментом, показана необходимость учета нелинейных свойств материалов при расчете и проектировании композитных конструкций.

Быстрое численное моделирование соляного тектогенеза 3D ползущим течением однородно-вязкой ньютоновской жидкости (по материалам кандидатской диссертации)

Т.В. АБРАМОВ

Новосибирский государственный университет

(31.05.2016, 20.09.2016)

Под соляным тектогенезом (диапиризмом) понимается всплывание относительно легкой каменной соли сквозь более плотные осадки. Процесс является частным случаем неустойчивости Рэлея—Тейлора и корректно моделируется течением высоковязкой ньютоновской жидкости. В настоящей работе реализован эффективный параллельный алгоритм моделирования неустойчивости Рэлея—Тейлора в высоковязкой ньютоновской жидкости применительно к соляной тектонике, использующий известное аналитическое выражение функции Грина соответствующей краевой задачи. Разработанная программа может использовать мощности произвольного количества графических процессоров (GPU) гибридного кластера с помощью технологий CUDA и MPI. Благодаря удобству распараллеливания вычислительного алгоритма, основанного на аналитическом решении без использования разностных схем, удалось добиться практически полной (порядка 95 %) загрузки вычислительной мощности GPU. Распределение работы на множество GPU по протоколу MPI также эффективно для достаточно большого числа вычислительных узлов.

Математическое моделирование плазмохимических технологий микроэлектроники (по материалам докторской диссертации)

А.Г. ГОРОБЧУК

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(06.09.2016)

Рассмотрены задачи о течениях многокомпонентных газовых смесей с физико-химическими превращениями применительно к математическому моделированию плазмохимических технологий микроэлектроники. Представлены физико-математические модели для описания технологических процессов плазмохимического травления, соответствующие современным направлениям в моделировании производства микроэлектронных схем. Такие модели позволяют исследовать тонкие физические эффекты плазменного травления, включающие тепловое излучение многоатомных молекул, эффекты разреженности, термодиффузии, многокомпонентную кинетику газофазных и гетерогенных реакций.

Приводятся эффективные численные алгоритмы, реализующие предложенные модели с применением современных суперкомпьютерных технологий. На их основе выполнено численное моделирование плазмохимической технологии травления кремния в тетрафторметане для бинарной модели кинетики, раскрывающее основные механизмы появления характерной неравномерности травления в распространенных реакторах индивидуального травления. Предложен обоснованный в расчетах способ минимизации неоднородности травления образцов кольцевыми протекторами с низкой реакционной способностью.

Для реактора радиальной схемы проведено сравнение распространенных моделей химической кинетики травления кремния в тетрафторметане. Исследовано влияние

структуры высокочастотного разряда в технологическом процессе плазмохимического травления кремния в CF_4/O_2 . Представлены результаты исследований по оптимизации скорости травления кремния в широко распространенных низкотемпературных плазмах CF_4/O_2 и CF_4/H_2 с использованием многокомпонентных моделей плазмохимической кинетики, воспроизводящие в расчетах экспериментально наблюдаемые кинетические эффекты и количественно подтверждающие сценарии процесса, в частности эффект гистерезиса в CF_4/O_2 и процесс полимеризации в CF_4/H_2 .

Сильная согласованность в задачах восстановления зависимостей при интервальной неопределенности данных

С.П. ШАРЫЙ

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(27.09.2016)

Для задачи восстановления зависимостей по данным с интервальной неопределенностью вводится понятие сильной согласованности данных и параметров. Показано, что получающаяся усиленная формулировка задачи сводится к исследованию непустоты и дальнейшему оцениванию так называемого допускового множества решений для интервальной системы уравнений, построенной по обрабатываемым данным. Предложена вычислительная технология решения задачи восстановления линейной зависимости по интервальным данным с учетом требования сильной согласованности.

Характеризация нативных эритроцитов человека на основе численного решения обратной задачи светорассеяния (по материалам кандидатской диссертации)

К.В. ГИЛЕВ

Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск
(04.10.2016)

Приведено решение задачи характеристики нативных эритроцитов человека по данным, измеренным на сканирующем проточном цитометре. Рассмотрено моделирование формы эритроцита на основе минимизации энергии деформации поверхности, включая разработку аппроксимационной формулы. Разработан итерационный метод построения оптимальной интерполяционной базы данных для решения обратной задачи светорассеяния. Метод характеристики эритроцитов позволяет одновременно определять характеристики одиночных эритроцитов (диаметр, толщину, объем, площадь) с субмикронной точностью и скоростью порядка 100 частиц в секунду и содержание гемоглобина в клетках.

Разностные схемы на косых шаблонах

В.И. ПААСОНЕН

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(11.10.2016)

Предложен новый подход к построению разностных схем для эволюционных уравнений, в определенном смысле представляющий собой прямое обобщение традиционного подхода, а именно пространственные сетки на разных временных слоях не предполага-

ются совпадающими. В результате получены схемы, которые можно назвать схемами на косых шаблонах в отличие от традиционных схем, записываемых на прямых шаблонах с идентичными сетками на временных слоях.

Рассмотрены схемы различных порядков точности для нескольких типов уравнений (переноса, теплопроводности, Шрёдингера, акустики, волнового) с одной пространственной переменной. Предлагается важное, на взгляд автора, приложение схем на косых шаблонах для адаптивных разностных методов, связанное с возможностью полного исключения из цепочки вычислений интерполяции с одной сетки на другую путем прямого расчета решения на верхнем временном слое с использованием схем на косых шаблонах. Это особенно важно для схем высоких порядков точности в задачах с неоднородным характером решения, имеющего узкие зоны быстрого изменения, когда полиномиальная интерполяция по известным причинам становится весьма рискованной операцией.

Технология решения задач физики плазмы на суперЭВМ (по материалам докторской диссертации)

А.В. СНЫТНИКОВ

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск (18.10.2016)*

Представлена суперкомпьютерная технология, созданная для решения актуальных задач физики плазмы, таких как моделирование плазменно-пучкового взаимодействия, взаимодействия лазерного импульса с плазмой, солнечные вспышки второго и третьего типа и др., в рамках кинетического подхода. Основными элементами технологии являются эйлерово-лагранжева декомпозиция расчетной области, реализация наиболее трудоемких расчетных процедур на ускорителях вычислений, параметризованная форма реализации метода частиц в ячейках и методика межархитектурного переноса программ.

Эйлерово-лагранжева декомпозиция расчетной области представляет собой сочетание эйлеровой декомпозиции, когда пространство моделирования разделяется на части между процессорами, и лагранжевой, когда модельные частицы распределяются между процессорами вне зависимости от положения в расчетной области. Вначале происходит разделение пространства моделирования на подобласти вместе с частицами, а затем частицы каждой подобласти разделяются между процессорами. Таким образом достигается эффективность распараллеливания (в слабом смысле) 92% для 500 графических ускорителей Nvidia Tesla на суперкомпьютере "Ломоносов" НИВЦ МГУ.

Алгоритм, реализующий метод частиц в ячейках и выполняющий расчет электромагнитного поля по методу FDTD, а также расчет движения частиц с использованием схемы Бориса, был перенесен на графические ускорители. При этом достигнуто ускорение на стадии расчета движения модельных частиц в 40 раз для графического ускорителя Nvidia Kepler по сравнению с четырехъядерным процессором Intel Xeon.

Создана параметризованная реализация метода частиц в ячейках для суперЭВМ гибридной архитектуры, чем достигнута возможность замены различных вычислительных процедур метода частиц, адаптации кода к особенностям архитектуры суперЭВМ, изменения размерности задачи, а также учета ее физических особенностей.

Методика межархитектурного переноса программ обеспечивает перенос алгоритма, реализованного для графических ускорителей с применением технологии CUDA, на

ускорители Intel Xeon Phi. Данная методика позволяет проводить расчеты по моделированию динамики плазмы без изменения кода на суперЭВМ всех архитектур, представленных в первой десятке наиболее мощных компьютеров мира.

Численное статистическое моделирование кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц с использованием распределенных вычислений (по материалам докторской диссертации)

М.А. МАРЧЕНКО

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск (08.11.2016)*

Разработаны и исследованы новые алгоритмы и программные средства суперкомпьютерного статистического моделирования кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц, а именно:

- эффективные алгоритмы распределенного численного статистического моделирования на основе методов расщепления и весового моделирования для прецизионной оценки функционалов, определяемых маловероятными событиями, на траекториях диффузионных процессов, таких как вероятность недостижения границы области траекториями за заданное время и полная концентрация траекторий в точке за заданное время;

- вероятностная модель для численного моделирования процесса пространственно неоднородной коагуляции, основанная на применении пространственной регуляризации ядра коагуляции и метода мажорантной частоты, и реализующий ее параллельный алгоритм;

- вероятностная модель для численного моделирования процесса развития электронных лавин в газе, основанная на использовании ветвящихся процессов, и реализующий ее параллельный алгоритм;

- длиннопериодные параллельные генераторы псевдослучайных чисел и методика распределенного численного статистического моделирования для высокопроизводительных вычислительных систем;

- разработана имитационная модель исполнения программ распределенного численного статистического моделирования с целью получения оценок их масштабируемости на большое число процессоров;

- созданы универсальные библиотеки распределенного численного статистического моделирования для высокопроизводительных вычислительных систем и параллельные прикладные программы для решения задач диффузии, коагуляции, переноса заряженных частиц и численного анализа стохастических осцилляторов.

Обратные задачи для систем уравнений тепломассопереноса (по материалам кандидатской диссертации)

Е.М. КОРОТКОВА

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск
(15.11.2016)*

Исследованы некоторые классы обратных задач для параболических уравнений и систем. В работе основное внимание уделено системам уравнений тепломассопереноса

(конвекции-диффузии), т. е. параболическим системам второго порядка. Рассмотрены обратные задачи для модели Обербека—Буссинеска и более общих параболических систем, в которых параболическое уравнение для концентрации переносимых веществ заменяется параболической системой. Рассматриваются как обратные задачи об определении как правой части, так и коэффициентов системы. В качестве условий переопределения берутся значения решения на пространственных многообразиях или в отдельных точках.

Git и Gitlab для ученых

В.А. КИХТЕНКО

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(06.12.2016)

Системы контроля версий, такие как git, — это инструмент для организации совместной работы группы людей над постоянно меняющимся набором текстовых документов. Они позволяют отследить и синхронизовать все производимые модификации, а также восстановить любую предыдущую версию документов. В области разработки программного обеспечения системы контроля версий стали настолько важным инструментом, что умение ими пользоваться уже давно является обязательным требованием при приеме на работу программистов. Представлены пошаговые инструкции, необходимые для начала работы с распределенной системой контроля версий git и веб-оболочкой для управления репозиториями gitlab.

Построение и исследование стохастической модели движения людей, основанной на теории клеточных автоматов (по материалам кандидатской диссертации)

Т.Б. ВИТОВА

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

(13.12.2016)

Работа посвящена развитию стохастической модели движения людей на основе теории клеточных автоматов. Под движением понимается движение людей-пешеходов. Вводятся и формализуются понятия об основных свойствах движения людей: стратегии “самый короткий путь” и “самый быстрый путь”, стратегия “терпеливого человека”, взаимодействия с препятствиями. Проведены качественные и количественные исследования разработанной модели в различных тестовых ситуациях (прямой коридор, коридор с поворотом, сужения, пересечение потоков, слияние потоков и т. д.). Построены зависимости потока от плотности людей. Предложено уточнение скорости движения для перевода дискретного времени в естественные единицы измерения и проведено сравнение с данными натурных экспериментов.

Математическое численное моделирование размыва связного грунта (по материалам кандидатской диссертации)

А.И. Зимин

Кемеровский государственный университет

(20.12.2016)

Задача определения величины размыва грунта может возникнуть в случае необходимости обеспечения устойчивости в водном бассейне нефте- или газодобывающей стационарной гравитационной платформы, которая удерживается на дне благодаря огромной массе основания. Дно, на котором стоит такая платформа, обычно достаточно неоднородно: песок, глина, ил чередуются со скоплениями ракушек, гравия, гальки, валунов, а иногда и с выходами скальных пород в виде рифов и отдельных камней. Большие скорости течения, поверхностные волны, сложные вихревые структуры и т. д. приводят к размыву донного грунта около сооружения, что может значительно сказаться на общей устойчивости. Обычно для проверки возможного возникновения такой опасности проводят модельные лабораторные эксперименты. Однако в случае, когда грунт или часть грунта, на котором стоит платформа, является связным (например, глина, ил), проведение лабораторных экспериментов технически не представляется возможным. Вследствие сложности физики процесса эрозии связного грунта инженерные методы также не всегда могут обеспечить получение корректной картины размыва. Следовательно, становится актуальной задача математического моделирования и проведения соответствующих численных расчетов задач размыва связного грунта.

Цель работы состоит в построении модели двух- и трехкомпонентной вязкой несжимаемой жидкости, которая позволяет провести моделирование задач, связанных с процессом размыва и транспорта связного грунта, возникающего вследствие воздействия внутренних течений, поверхностных волн и диффузии грунта в воде, и распространения волн на поверхности вязкой тяжелой жидкости. Модель описывается нестационарной системой уравнений Навье — Стокса (с учетом переменных вязкости и плотности), уравнениями конвективной диффузии и уравнениями для определения вязкости и плотности, зависящими от концентрации компонентов. Представлены результаты двух- и трехмерных расчетов задач размыва связного грунта и распространения поверхностных волн.

Место и время проведения заседаний: по вторникам, в 16.00,
конференц-зал Института вычислительных технологий СО РАН

Адрес: просп. акад. Лаврентьева, 6, Новосибирск, 630090

Секретарь семинара: канд. физ.-мат. наук Юлия Викторовна Лиханова

e-mail: yulia.likhanova@gmail.com

Интерактивная заявка доклада:

<http://www.ict.nsc.ru/ru/education/seminar/seminar-page-ict>