
Институт вычислительных
технологий СО РАН

Кафедра математического
моделирования НГУ

Кафедра вычислительных
технологий НГТУ

ОБЪЕДИНЁННЫЙ 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 осенний семестр 2013 г.

Моделирование нелинейных режимов генерации волоконных ВКР-лазеров (по материалам кандидатской диссертации)

А.Е. БЕДНЯКОВА

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(17.09.2013)

Предложен и реализован новый подход к моделированию непрерывных волоконных лазеров и ВКР-лазеров, позволяющий исследовать нелинейные режимы генерации лазеров с различными конфигурациями резонатора и свойствами выходного излучения. Построены численные модели для описания спектральных характеристик и временной динамики излучения в лазерах с резонатором Фабри—Перо. Продемонстрировано, что предложенные модели позволяют получить количественное согласие численных результатов с результатами натуральных экспериментов на примере конкретных лазерных схем.

New statistical symmetries identified to compute higher order multi-point statistics for turbulent shear flows

M. OBERLACK

Technical University Darmstadt, Germany

(24.09.2013)

Beginning in the late 90th the present author established the notion that turbulent scaling laws are exact solutions of the multi-point correlation equations (MPCE) of invariant type based on Lie symmetries. Though solutions for arbitrary moments were generated only the mean velocities clearly followed the theory suggesting that key characteristics were missing. This gap was partially closed in 2010 with the finding of an infinite set of statistical symmetries and finally fully completed recently with the derivation of a further extended set

of statistical symmetries valid for wall-bounded shear flows. Combining these symmetries the new solutions for the higher moments exhibit an excellent match for a broad variety of canonical wall bounded shear flows such as boundary layer, Poiseuille and Couette flow including those with rotation and transpiration. Other than originally suggested for the mean velocity, higher order moments do not follow the maximum symmetry principle. Instead certain statistical symmetries are only active if the mean velocity in the correspondent is non-zero and hence, these symmetries are of conditional nature.

Математическое моделирование распространения диссипативных и дисперсионно управляемых солитонов в импульсных волоконных лазерах (по материалам кандидатской диссертации)

И.А. ЯРУТКИНА

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(01.10.2013)

Методами математического моделирования с использованием скалярного и векторного уравнений Шредингера и комплексного нелинейного уравнения Гинзбурга—Ландау исследована возможность генерации и проведён анализ характеристик оптических импульсов в волоконных лазерах с пассивной синхронизацией мод на основе нелинейного вращения поляризации и насыщающегося поглотителя. Проведено сравнение экспериментальных результатов с результатами расчётов. Разработан итерационный численный алгоритм для решения системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих динамику диссипативных солитонов в волоконных лазерах с дисперсионным управлением и насыщением энергии.

Методы расчёта показателей и анализ эффективности функционирования большемасштабных распределённых вычислительных систем (по материалам докторской диссертации)

К.В. ПАВСКИЙ

Институт физики полупроводников СО РАН, Новосибирск

(08.10.2013)

Использование огромных потенциальных возможностей современных большемасштабных распределённых вычислительных систем (ВС), безусловно, определяется их надёжностью, производительностью и способами организации функционирования. Несмотря на высокую надёжность элементов микроэлектроники, в силу большемасштабности ВС вероятность возникновения отказов в таких системах повышается с ростом количества вычислительных узлов. В такой ситуации особую актуальность приобретает анализ потенциальных возможностей распределённых ВС. Целью представленного исследования является разработка средств анализа эффективности функционирования большемасштабных распределённых вычислительных систем. В работе рассмотрены математические модели и методы расчёта показателей надёжности и живучести большемасштабных распределённых вычислительных систем со структурной избыточностью и без неё; модели и методы расчёта показателей осуществимости параллельного решения задач на большемасштабных ВС в основных режимах функционирования (решения сложной задачи, решения задач набора, обслуживания потоков задач). Частью исследования является разработанная методика применения случайного процесса, описывающего функционирование распределённых ВС со структурной избыточ-

ностью. Рассчитаны показатели эффективности функционирования ВС. Получены их аналитические выражения. В частности, получена функция распределения времени нахождения распределённых ВС в состоянии низкой производительности. Для применения в инженерных расчётах приведены оценки показателей эффективности с указанием величины погрешности. Разработан алгоритмический и программный инструментарий анализа эффективности решения задач на распределённых ВС.

Исследование математических моделей многостадийного синтеза вещества (по материалам кандидатской диссертации)

Д.Н. ШТОКАЛО

Институт систем информатики СО РАН, Новосибирск

(15.10.2013)

Представлены результаты исследования моделей синтеза вещества (белка, РНК, ДНК) с большим числом промежуточных стадий.

Рассмотрена модель синтеза с линейным описанием процессов на промежуточных стадиях с учётом обратимости реакций и стоков (почти линейная модель). Установлено численно и доказано аналитически, что если скорость прямого процесса выше скорости обратного, то с ростом числа промежуточных стадий компонента вектора решения, описывающая концентрацию продукта синтеза, сходится равномерно к функции, являющейся решением уравнения с запаздывающим аргументом. Найден соответствующий вид уравнения с запаздывающим аргументом и формула для запаздывания.

Исследованы свойства стационарных решений системы уравнений почти линейной модели синтеза. В рамках численного эксперимента определены области параметров системы, в которых решение выходит на стационарный режим, и области параметров, в которых возникают автоколебания. При этом существенную роль при определении областей играют стоки.

Разработаны экономичные численные методы интегрирования автономных систем уравнений большой размерности в нелинейных моделях синтеза, позволяющие проводить в рамках численного эксперимента изучение предельных свойств моделей.

Рассмотрена модель синтеза с нелинейным описанием процессов на промежуточных стадиях с учётом обратимости реакций и стоков (нелинейная модель). Предложена схема численного эксперимента, реализация которой свидетельствует в пользу гипотезы о существовании предельного перехода с ростом числа промежуточных стадий в нелинейной модели к решению уравнения с запаздывающим аргументом при описании распределения продукта синтеза.

Вычислительные алгоритмы и комплекс программ для численного моделирования течений неньютоновских жидкостей в кольцевом канале (по материалам кандидатской диссертации)

А.А. ГАВРИЛОВ

Институт теплофизики СО РАН, Красноярский филиал

(23.10.2013)

Представлены математическая модель и численный алгоритм для моделирования установившихся течений неньютоновских вязкопластических жидкостей в кольцевых каналах с эксцентриситетом и вращением внутреннего цилиндра. Для конструирования

метода решения задачи вязкой несжимаемой жидкости применяется метод расщепления. Дискретизация осуществляется методом контрольного объёма. Приведены детали реализации и результаты тестирования предложенного численного алгоритма. Для моделирования турбулентных режимов течения неньютоновских жидкостей используется двухпараметрическая дифференциальная модель турбулентности, дополненная моделью осредненной молекулярной вязкости. Приведено сопоставление результатов моделирования с данными прямого численного моделирования. На основе предложенных моделей и численных алгоритмов создан оригинальный инструментальный вычислительного эксперимента для моделирования течений неньютоновских сред в кольцевом канале.

Оптимизационный метод решения обратных задач (по материалам кандидатской диссертации)

А.С. АСТРАКОВА

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(29.10.2013)*

Предложенным оптимизационным методом поставлены и решены обратные задачи гидродинамики турбин и геофизики: оптимального расположения датчиков мониторинга и своевременного обнаружения воздействия опасных природных и антропогенных факторов; восстановления структуры породы по результатам каротажного зондирования или по замеренным временным зависимостям давления и потерь бурового раствора в скважине. Оптимизационный метод решения обратных задач построен на основе модифицированного генетического алгоритма. Проведена верификация предложенных методов. Разработанные алгоритмы решения поставленных задач реализованы в программном комплексе.

Применение интервальных методов для синтеза, анализа и диагностики механических конструкций (по материалам кандидатской диссертации)

Д.Ю. ЛЮДВИН

*Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск
(05.11.2013)*

Методы оценивания множеств решений систем алгебраических уравнений с интервально заданными параметрами предлагается использовать для анализа, синтеза и диагностики некоторых типов механических конструкций.

Разработаны и реализованы алгоритмы внутреннего оценивания множеств решений интервальных линейных систем со связями, элементы матриц и компоненты векторов правых частей которых зависят от параметров. Алгоритмы основаны на методах адаптивного дробления параметров и вычисления внутренних оценок с использованием формального и “центрового” подходов. Предложена процедура внешнего оценивания множеств решений систем полиномиальных уравнений, коэффициенты которых зависят от параметров, основанная на синтезе интервальных методов распространения ограничений, многомерного интервального метода Ньютона и методов дробления решений. Разработаны методы внутреннего оценивания множества решений системы интервальных полиномиальных уравнений.

В целях наилучшего исчерпывания множеств решений разработаны процедуры построения их регулярного покрытия брусами.

Рассматривается применение предложенных методов и алгоритмов для решения типовых примеров и практических задач синтеза рычажных механизмов и анализа многомерных перемещений торцов лопаток силовых установок.

Новые численные модели гидродинамики турбомашин (по материалам кандидатской диссертации)

А.Ю. Авдюшенко

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(12.11.2013)

Предлагаются новые численные модели гидродинамики турбин, построенные для описания малоизученных течений при переходных режимах их работы, в уплотнениях и полостях, а также при наличии кольцевого затвора. Основу моделей составляют разработанный метод совместного решения уравнений Рейнольдса на подвижных сетках, уравнения вращения рабочего колеса и одномерных уравнений упругого гидроудара. Моделирование течений в полостях и уплотнениях позволяет оценивать суммарные осевые и радиальные нагрузки на ротор гидротурбины. Проведены верификация и валидация разработанных методов. Создан и внедрён для проектных исследований программный комплекс, реализующий построенные численные алгоритмы на многопроцессорных вычислительных системах. В предложенных постановках решены практически важные задачи нестационарной гидродинамики турбин.

Разрушительные атмосферные вихри: Теоремы, расчёты, эксперименты

С.П. Баутин, И.Ю. Крутова, А.Г. Обухов, К.В. Баутин.

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

(19.11.2013)

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований разрушительных атмосферных вихрей, таких как смерчи, торнадо и тропические циклоны. Изложена ранее предложенная схема возникновения и устойчивого функционирования восходящих закрученных потоков. Для конкретных начально-краевых задач для системы уравнений газовой динамики и полной системы уравнений Навье — Стокса доказаны теоремы о существовании и единственности решений, которые, в частности, устанавливают, при каких условиях возникают и в какую сторону вращаются смерчи, торнадо и тропические циклоны. Приведены результаты численных решений различных начально-краевых задач, моделирующих разные виды течения газа — от самых простых плоских спиральных течений в придонных частях исследуемых потоков до трёхмерных стационарных и нестационарных течений в целом. При численном моделировании установлено время от начала функционирования природного атмосферного вихря до его выхода на стационарный режим. Результаты вычислений согласуются как с данными натурных наблюдений за различными торнадо и тропическими циклонами, так и с результатами известных лабораторных экспериментов. Описаны результаты экспериментов авторской группы А.Ю. Вараксина (Москва) по созданию и уничтожению в лабораторных условиях свободных восходящих закрученных потоков, а также

экспериментов группы С.П. Баутина (Екатеринбург) по созданию вихревых течений в придонной части при вертикальном стоке воздуха вверх по трубе. Эти эксперименты со свободными вихрями подтвердили возникновение закрутки потока в соответствующую сторону при наличии вертикального движения воздуха вверх. Приведённые результаты теоретических и экспериментальных исследований подтверждают предложенную ранее С.П. Баутиным схему возникновения и устойчивого функционирования восходящих закрученных потоков.

Численное моделирование кавитационных течений вязкой жидкости в гидротурбинах (по материалам кандидатской диссертации)

Л.В. ПАНОВ

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(26.11.2013)

Разработан метод численного моделирования пространственных стационарных и нестационарных кавитационных течений вязкой жидкости, применимый к течениям в гидротурбинах. Метод основан на решении трёхмерных уравнений турбулентного течения вязкой смеси жидкость — пар. Разработана и протестирована методика прогнозирования кавитационных характеристик гидротурбины. Исследовано влияние кавитации на динамику вихревого жгута в отсасывающей трубе. Впервые проведено моделирование пульсационных процессов в проточном тракте ГЭС по трёхмерной модели кавитационного течения.

Об интервальных матрицах полного ранга

С.П. ШАРЫЙ

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

(03.12.2013)

Для интервальной матрицы рассматривается задача определения полноранговости, т. е. наличия полного ранга у всех образующих её точечных матриц. Эта задача возникает при обработке данных и восстановлении параметров зависимостей в условиях интервальной неопределённости. Предложены признак полноранговости, основанный на выделении подматрицы с диагональным преобладанием, а также признаки на основе псевдообращения средней матрицы и сравнения норм матриц середин и радиусов для исследуемой интервальной матрицы.

Аппроксимация рациональными функциями

В.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

Новосибирский государственный технический университет

(10.12.2013)

Предлагается новый подход к классической задаче интерполяции рациональными функциями. Рассмотрены постановка задачи, диагональ Паде; явный вид решений, алгоритм Эвклида; спектральная картина разрешимости интерполяционной задачи; аппроксимация полиномов рациональными функциями; вычислительные алгоритмы,

решение уравнений; аппроксимация ступенчатых функций; корректирующий интерполянт, чебышевские аппроксимации; аналитическое продолжение с конечного числа точек; аппроксимация ξ -функции Римана.

Рандомизированные методы решения краевых задач (по материалам кандидатской диссертации)

Н.С. МОЦАРТОВА

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,

Новосибирск

(17.12.2013)

Предложен новый дискретный вариант алгоритма блуждания по границе для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа на основе низкорангового приближения ядра интегрального уравнения с помощью вырожденных ядер. Разработана новая дискретная рандомизированная модель для однородных и неоднородных случайных полей с заданным корреляционным тензором, в основе которой лежит рандомизация низкорангового приближения для разложения Кархунена—Лоэва. Построен и исследован граничный стохастический метод решения многомерных краевых задач на основе рандомизации интегральных операторов простого и двойного слоя.

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

Адрес: проспект 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/seminar/ict/>