

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Седьмой Международный научный семинар «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах»

С 26 по 30 января 2010 г. состоялся Седьмой Международный научный семинар «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах». Научный семинар проводился Институтом математического моделирования (ИММ) РАН совместно с кафедрой математического и компьютерного моделирования и Математическим центром информационных технологий и моделирования Московского гуманитарного университета при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-01-06006 г), Института общей физики им. А. М. Прохорова РАН и Университета Черногории под председательством д-ра физ.-мат. наук, проф., заведующего сектором ИММ РАН В. И. Мажукина. На семинаре работали две секции: секция математических моделей и моделирования в лазерно-плазменных процессах; секция моделирования в естественных и гуманитарных науках.

В работе Международного семинара приняли участие более 80 известных ученых из пяти стран: России, Черногории, Болгарии, Франции и Австрии. Российская сторона была представлена сотрудниками девяти институтов РАН и четырех вузов: Института математического моделирования РАН,

г. Москва; Института общей физики им. А. М. Прохорова (ИОФ) РАН, г. Москва; Института прикладной математики им. М. В. Келдыша (ИПМ) РАН, г. Москва; Института прикладной физики (ИПФ) РАН, г. Нижний Новгород; Института теплофизики экстремальных состояний (ИТЭС) РАН, г. Москва; Института проблем лазерных и информационных технологий (ИПЛИТ) РАН, г. Троицк; Научно-исследовательского института системных исследований (НИИСИ) РАН, г. Москва; Института мировой литературы им. А. М. Горького (ИМЛИ) РАН, г. Москва; Института всеобщей истории (ИВИ) РАН, г. Москва; Международного лазерного центра и физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва; Московского физико-технического института (МФТИ), г. Долгопрудный; Московского института радиотехники электроники и автоматики (МИРЭА ТУ), г. Москва; Московского гуманитарного университета (МосГУ), г. Москва. Францию представляли сотрудники Политехнической школы (Ecole Polytechnique), г. Париж, Черногорию — Университета Черногории, г. Подгорица, Болгарию — Института математики и информатики Болгарской академии наук (Institute of Mathematics and Informatics

Bulgarian Academy of Sciences), Австрию — Венского технологического университета.

Семинар начал свою работу 27 января в зале Ученого совета МосГУ. С приветственным словом к гостям семинара обратились: проректор по научной работе МосГУ проф. Вал. А. Луков, директор ИММ РАН член-корреспондент РАН, проф. Б. Н. Четверушкин, д-р физ.-мат. наук, заместитель директора по науке ИОФ РАН С. В. Гарнов, председатель Форума профессоров Черногории проф. Жарко Павичевич (Черногория).

С пленарными докладами в секции математических моделей и моделирования в лазерно-плазменных процессах выступили: чл.-корр. РАН, проф. В. И. Конов, чл.-корр. РАН, проф. А. М. Сергеев (ИПФ РАН), чл.-корр. РАН, проф. С. Г. Гаранин, заместитель директора по науке ИОФ РАН, д-р физ.-мат. наук С. В. Гарнов, заместитель председателя РФФИ, д-р физ.-мат. наук А. М. Желтиков, д-р физ.-мат. наук, проф. В. А. Гасилов, д-р физ.-мат. наук, проф. В. И. Мажукин, проф. В. М. Кляус (ИМЛИ РАН), проф. З. А. Чеканцева (ИВИ РАН).

Секция моделирования в естественных и гуманитарных науках работала 28 января. Работу секции открыл проф. Ж. Павичевич. На секции было сделано 11 научных докладов.

В ходе трех дней заседаний на двух секциях было заслушано более 50 научных докладов. Участниками научного семинара анализировались математические модели и результаты моделирования, полученные в последние годы в быстро расширяющейся и прогрессирующей области сильно неравновесных лазерно-плазменных процессов; применяемый и разрабатываемый SOFTWARE; экспериментальные исследования, свидетельствующие о необходимости применения методов математического моделирования. В ходе работы секции моделирования в естественных и гуманитарных науках участниками семинара были обозначены направления развития математического моделирования в гуманитарных науках.

РЕШЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

По секции математических моделей и моделирования в лазерно-плазменных процессах были выделены наиболее перспективные направления развития математических моделей в области короткоимпульсного сверхмощного лазерного воздействия. Из-за экстремально короткого времени воздействия возможности экспериментальных исследований в данной области в значительной мере ограничены, и методы математического моделирования становятся основным инструментом исследований.

По секции моделирования в естественных и гуманитарных науках отмечено, что необходимость применения методов математического моделирования для успешного решения проблем экономики и управления, фольклористики, социологии диктуется сложностью процессов современного общества.

Публикуем резюме докладов участников конференции.

Резюме докладов и выступлений на Седьмом Международном научном семинаре «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах»

ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ (ПРИГЛАШЕННЫЙ ДОКЛАД)

С. В. ГАРНОВ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА

В лекции рассматриваются лазерные методы генерации импульсного терагерцового излучения в конденсированных средах и лазерной плазме. Обсуждаются экспериментальные схемы, методики характеристики терагерцового излучения и перспективные области его применения.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН «Экстремальные световые поля и их приложения», программы ОФН РАН «Фундаментальная оптическая спектроскопия и ее приложения» и гранта РФФИ (проект №09-02-00861-а).

МИКРОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ КОНТАКТНЫЙ ВОЛОКОННЫЙ СВЕТОВОД

(ПРИГЛАШЕННЫЙ ДОКЛАД)

*В. И. КОНОВ, Т. В. КОНОНЕНКО,
В. П. ПАШИНIN, М. Н. СИНЯВСКИЙ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

Целью работы является определение параметров излучения импульсов Nd:YAG лазера микросекундной длительности, которые позволят через кварцевое волокно без катастрофического разрушения его торца осуществить в воздухе высокопроизводительную абляцию различных материалов. Зазор между торцом волокна и поверхностью образцов варьировался в диапазоне 0–1 мм. Динамика процессов в воздушном зазоре между волокном и облучаемыми образцами (металлы, керамика, пластмассы, углеродные материалы) исследовалась методом теневой фотографии с разрешением 100 нс. Обсуждается роль эрозивной плазмы, ударных волн в газе и микрочастиц в разрушении торцов волокон. Показано, что при зазоре $>10\text{--}20$ мкм и плотности энергии микросекундного излучения $30\text{--}40$ Дж/см² обеспечивается стабильная (103 импульсов и более) абляция исследованных материалов через контактный световод со скоростью до 1–10 мкм/импульс.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

(ПРИГЛАШЕННЫЙ ДОКЛАД)

*В. И. МАЖУКИН
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

Импульсное лазерное воздействие характеризуется появлением быстрых фазовых переходов первого рода, скорость которых возрастает с уменьшением длительности и увеличением интенсивности. Высокая скорость фазовых трансформаций обуславливает сильную неравновесность процесса, проявляющуюся в виде метастабильных

сильно прогретых состояний при плавлении и сильно переохлажденных при затвердевании.

Математическое моделирование неравновесных фазовых переходов требует явного выделения межфазных границ, что представляет собой непростую вычислительную проблему.

Математическое моделирование с явным выделением межфазных границ позволило установить характерные значения перегрева твердой фазы при различной длительности лазерного воздействия. В наносекундном диапазоне перегрев твердой фазы составляет десятки градусов, а в пико-фемтосекундном — тысячи градусов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №10-07-00246-а, №10-07-00246-офи-м).

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В СВЕРХСИЛЬНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ПОЛЯХ

(ПРИГЛАШЕННЫЙ ДОКЛАД)

*М. М. РОМАНОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

Рассмотрены методы и модели статистической физики, описывающие поведение заряженных частиц в сверхсильных лазерных полях.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСКОРЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ЛАЙНЕРА В МАГНИТНОМ КОМПРЕССОРЕ

*М. П. ГАЛИНИН, А. С. РОДИН
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
ИМ. М. В. КЕЛДЫША РАН, МОСКВА,
А. П. ЛОТОЦКИЙ
ГНЦ РФ ТРОИЦКИЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННЫХ
И ТЕРМОЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ТРОИЦК*

Проведено математическое моделирование электромагнитного ускорения и торможения пластинчатого лайнера в магнитном компрессоре. Рассмотрены различные двумерные приближения, соответствующие

продольному и поперечному сечениям исходной области. Для описания лайнера использована модель упругопластического тела для произвольных пластических деформаций. Приведены результаты расчетов. Расчеты показали, что построенные модели отражают следующие экспериментальные данные: в продольном сечении центральная часть пластины лайнера совершает плоскопараллельное движение, при движении в поперечном сечении концы ленты образуют характерный загиб, и ширина ленты уменьшается. Исследовано поведение лайнера в зависимости от используемой кривой деформирования материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №09-01-00151).

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УЛЬТРАМАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ Веществ в жидкостях и газах

*С. С. АЛИМПИЕВ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

В докладе рассмотрены фундаментальные и прикладные аспекты современных лазерных методов детектирования ультрамалых концентраций органических веществ в жидкостях и газах.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПАКЕТОВ ПРОГРАММ В ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

*П. В. БРЕСЛАВСКИЙ, А. В. ШАПРАНОВ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА
М. М. ДЕМИН, О. Н. КОРОЛЕВА
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,
МОСКВА*

Для изучения процессов, протекающих в процессе лазерной обработки в зоне облечения, создается серия пакетов под общим названием «Lastec». Специфика решаемых задач лазерной обработки материалов учтена в различных версиях пакета. Математиче-

ское моделирование процессов лазерной обработки в упрощенном теплофизическом описании и в более сложной постановке, с учетом гидродинамики, реализованы в пакетах «Lastec-1» и «Lastec-2». Для теоретического анализа неравновесных процессов лазерного воздействия на различные материалы короткими импульсами предназначены версии пакета: воздействие в вакууме — «Lastec-NE», в среде с противодавле держащая оптические, теплофизические, спектральные и другие свойства материалов. Все версии пакетов объединены единым пользовательским интерфейсом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №10-07-00246-а, №09-07-00225-а).

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И КОМАНДНОЙ РАЗРАБОТКИ ПО ПРИ СОЗДАНИИ НАУКОЕМКИХ ЧИСЛЕННЫХ КОДОВ

*С. В. ДЬЯЧЕНКО
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

В докладе рассматриваются вопросы применения современных технологий программирования и командной разработки ПО при создании наукоемких численных кодов. Рассматриваются такие темы, как организация жизненного цикла ПО, управление версиями, поддержка централизованного сервера командной разработки, автоматическое документирование кода, поддержка кроссплатформенности и др. В докладе также на примере языка Си++ демонстрируется практическая полезность ряда средств современных языков программирования, таких как поддержка объектно-ориентированного программирования, полиморфизм, программирование шаблонов и т. д., для разработки наукоемких численных кодов в области математического моделирования. Приводятся конкретные примеры использования вышеуказанных средств в параллельном численном коде MARPLE (расчет задач радиационной магнитной гидродинамики), разрабатываемом в ИММ РАН.

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОКОЛО- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОВ: РТУТЬ И АЛЮМИНИЙ

*А. Ю. ИВОЧКИН, А. Г. КАПТИЛЬНЫЙ,
А. А. КАРАБУТОВ, Д. М. КСЕНОФОНТОВ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ
ЦЕНТР ИГУ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА, МОСКВА*

Представлены результаты экспериментальных исследований околокритических состояний металлов, получаемых при наносекундном лазерном воздействии на поверхность материала, нагруженного слоем прозрачного диэлектрика. Разработана экспериментальная установка, позволяющая проводить одновременные измерения температуры, давления и отражательной способности с наносекундным временным разрешением. Получены около- и сверхкритические состояния ртути и алюминия, построены кривые процесса лазерного нагрева в Р-Т координатах.

COMPARISON OF CONICAL EMISSION AT FOCUSING OF IR AND VISIBLE ULTRA-SHORT PULSES IN GASES

*S. KLIMENTOV, P. PIVOVAROV,
N. FEDOROV, V. KONOV
PROKHOROV GENERAL PHYSICS INSTITUTE
OF THE RAS, MOSCOW,
S. GUIZARD
ECOLE POLYTECHNIQUE, FRANCE*

Parameters of conical emission (CE) are experimentally and theoretically compared with respect to wavelength of incident femtosecond and short picosecond pulses (the first and second harmonics of Ti:Sa and Yb:YAG lasers) at focusing in air and gases (Ar, He, CO₂). A number of optical techniques is applied to characterize absorption and scattering of the incident light and the scattered spectra, expanded via self-phase modulation. An interferometry method allowed to follow ultra-fast modifications of the refractive index in the beam waist area, which implied using of a couple of probe ultra-short IR pulses temporally

expanded in a monochromator after passing through the micro-plasma of the laser breakdown. The obtained data allowed us to clarify the particular role of particular physical mechanisms contributing to non-linear scattering via CE, which are: self-focusing caused by the optical Kerr effect, fast ionization, refraction of the tail of the pulse by micro-plasma. A new fast method of numerical simulations was proposed and realized to evaluate the scattered energy, showing good agreement with the obtained experimental data. Combinations of experimental conditions (wavelengths, gas, pulse width) were found allowing to eliminate scattering in a wide range of the incident pulse energy, which potentially allows enhanced productivity and accuracy of micro-machining by ultra-short pulses.

ФОТОИНДУЦИРОВАННОЕ ЛАЗЕРНОЕ ТРАВЛЕНИЕ АЛМАЗА

*М. С. КОМЛЕНКО
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

Представлены результаты экспериментов по импульсному лазерному воздействию ($\lambda = 248$ нм, $\tau = 20$ нс) на монокристалл алмаза и нанокристаллические алмазные пленки. В обоих случаях обнаружено низкоскоростное (менее 10–1 нм/имп.) безграфитизационное травление, для описания которого предложена фотохимическая модель. Измерена зависимость коэффициента пропускания монокристалла алмаза от плотности энергии. Значительное увеличение поглощения при увеличении плотности энергии свидетельствует об интенсивном фотовозбуждении валентных электронов и соответствующем сильном ослаблении межатомных связей в кристалле. Измерено время релаксации электронной плазмы в монокристалле алмаза. Эксперименты по облучению в инертной среде (гелий) выявили особенности в травлении алмаза и нанокристаллических алмазных пленок.

FEMTOSECOND LASER NANOSTRUCTURING OF SOLID SURFACES

S. I. KUDRYASHOV, A. A. IONIN,
A. E. LIGACHEV, S. V. MAKAROV,
L. V. SELEZNEV, A. A. SHARIPOV, D. V. SINITSY
LEBEDEV PHYSICAL INSTITUTE OF THE RAS,
MOSCOW

Femtosecond laser nanostructuring of dry and wet surfaces of various inorganic materials (metals, semiconductors) was performed at different laser wavelengths, fluences, polarizations and angles of incidence. The resulting nanostructures were characterized by means of scanning electron microscopy, optical spectroscopy, chemical microanalysis, and x-ray diffraction. The possible underlying nanostructuring mechanisms are discussed.

ПАРАМЕТРЫ «ФОРПЛАЗМЫ» ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО РАЗРЯДА

А. И. ЛЕБО, И. Г. ЛЕБО
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ), МОСКВА

Для оценки параметров плазмы, формирующейся при облучении металлических мишеней лазерным импульсом, были выполнены расчеты по двумерному лагранжевому коду «Атлант» (Лебо, Тишкин, 2006). Предполагаемые параметры Nd-лазера: энергия 10–100 мДж, длительность 10–100 пс. В расчетах варьировалась максимальная интенсивность лазерного излучения (I_m), длительность лазерного импульса (τ) длина волны излучения (λ). Фиксировались: временная форма импульса (прямоугольный треугольник с основанием τ и высотой I_m) и материал мишени — алюминиевая фольга толщиной 5 мкм.

Получены зависимости потоков массы (M) и заряда (ZQ) плазмы от указанных выше параметров. В качестве «базовых» параметров были заданы следующие значения $I_0 = 8.49 \cdot 10^{11} \text{ Вт/см}^2$, $\tau_0 = 30 \text{ пс}$, $\lambda_0 = 1.06 \text{ мкм}$.

В одномерной постановке задачи возможны две модели поглощения лазера. Излучение распространяется строго вдоль оси, поглощаясь за счет обратного тормозного механизма (о. т. м.), а далее: 1) доходит до критической поверхности и поглощается в ее окрестности; 2) отражается от критической поверхности и прорывает соответствующий путь в обратном направлении (поглощаясь частично за счет о. т. м.). Излучение, достигшее внешней границы плазмы, отражается. Полученные выше соотношения соответствуют первой модели (100% поглощение).

Работа выполнена при поддержке Ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010)» (2.1.1/473) и РФФИ (проект 09-08-01114).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лебо, И. Г., Тишкин, В. Ф. (2006) Исследование гидродинамической неустойчивости в задачах лазерного термоядерного синтеза. М.: Физматлит.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОСЕТОЧНОГО МЕТОДА

М. Е. ЛАДОНКИНА, О. Ю. МИЛЮКОВА,
В. Ф. ТИШКИН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА

Предлагается численный метод решения параболических уравнений на основе многосеточного метода. Для модельных начально-краевых задач для уравнения теплопроводности получены оценки точности метода, доказана его устойчивость, консервативность. Расчеты задач показали хорошую точность метода. Применение метода позволяет уменьшить объем вычислений по сравнению с использованием неявной и явной схем. Предложен способ распараллеливания алгоритма метода.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУЛЬТОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

М. В. МИХАЙЛЮК
НИИ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН, МОСКВА

Моделирование виртуальных пультов управления включает создание визуальной (2D или 3D) модели, моделирование взаимодействия руки оператора с элементами пульта (нажатие кнопок, переключение тумблеров и т. д.), задание и реализацию функциональных схем, связанных с элементами управления, а также передачу управляющего сигнала в систему моделирования. Все эти действия должны выполняться в реальном масштабе времени с тем, чтобы виртуальные пульты можно было встроить в моделирующие комплексы управления сложными динамическими системами.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ РИХТМАЙЕРА — МЕШКОВА В СЛУЧАЕ КОНТАКТА ДВУХ ГАЗОВ С ОДИНАКОВЫМИ ПЛОТНОСТЯМИ, НО РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ АДИАБАТЫ

О. А. ДМИТРИЕВ, И. Г. ЛЕБО
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ), МОСКВА

Работа посвящена изучению развития неустойчивости при прохождении ударной волны (У. В.) через возмущенную контактную границу (К. Г.) двух первоначально равно плотных газов с различными показателями адиабаты. В экспериментах, проведенных в Энергетическом институте им. Г. М. Кржижановского (Лебо, Тишкин, 2006) было показано, что и в этом случае развивается неустойчивость типа Рихтмайера — Мешкова (Rychtmyer, 1960: 297; Мешков, 1969: 151). Численные исследования такого типа неустойчивости были выполнены с помощью программы «NUT», разработанной в Институте математического моделирования РАН с участием одного из авторов доклада (Лебо, Тишкин, 2006).

В первой серии расчетов моделировалось прохождение и отражение ударной волны че-

рез контактную поверхность двух равно плотных газов в случае отсутствия возмущения границы раздела. Показано хорошее согласие расчетных и аналитических данных (полученных с помощью соотношений Гюгонно).

В последующих сериях расчетов моделировалось развитие одиночных возмущений контактной поверхности с различными начальными амплитудами и длинами волн в двух физических постановках задач: 1) с условием свободного протекания и 2) абсолютно упругой стенки в основании расчетной области. Во втором случае наблюдалось отражение от стенки и двукратное прохождение УВ через КГ.

На основании двумерных расчетов получены скорости нарастания одиночных возмущений в зависимости от начальных амплитуд, длин волн и граничных условий. Изучена нелинейная и переходная стадии процессов развития неустойчивости, описаны особенности развития данного типа неустойчивости при однократном и двукратном прохождении УВ (эволюция «пузырей» и «струй»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лебо, И. Г., Тишкин, В. Ф. (2006). Исследование гидродинамической неустойчивости в задачах лазерного термоядерного синтеза : монография. М. : Физматлит.

Rychtmyer, R. D. (1960), *Comm. Pure and Appl. Math.* V. 13, N 2.

Мешков, Е. Е. (1969) *Известия АН СССР. Сер. Механика жидкости и газа.* Т. 5.

MATHEMATICAL MODEL AND CALCULATION OF SEMICONDUCTOR DETECTOR GAMMA EFFICIENCIES

N. MIHALJEVIĆ
UNIVERSITY OF MONTENEGRO, MARITIME FACULTY,
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, KOTOR,
MONTENEGRO,
S. JOVANOVIĆ, A. DLABAĆ
UNIVERSITY OF MONTENEGRO, FACULTY
OF NATURAL SCIENCES, DEPARTMENT OF PHYSICS,
PODGORICA, MONTENEGRO

New version of broadly applicable, flexible and user-friendly PC-code (ANGLE v. 2.1) for

calculations of semiconductor detector full gamma-energy peak efficiencies (ϵ_p) is presented. The physical/mathematical model behind is the concept of the effective solid angle. Written in Pascal, and operating under WINDOWS, ANGLE yields the efficiencies for: (i) HPGe true- and closed-end coaxial (both n- and p-types), (ii) Ge(Li) open- and closed-end, (iii) planar LEPD and (iv) well-type detectors. Supposing coaxial positioning, cylindrical or Marinelli sources can be treated, regardless of their dimensions (this includes point, disk and ring sources, bulky samples and infinite geometries). For the first time in semiempirical efficiency calculations, detector crystal edge rounding (bulletizing) is accounted for, using exact mathematical modeling. ANGLE input parameters are: (i) reference efficiency curve for the detector used (i.e. efficiency vs. gamma-energy for calibrated point sources at a reference distance), (ii) detector type&configuration (active body and inactive layers, end cap, windows, housing, shielding), (iii) source data (dimension/composition of both container and active material), (iv) source-detector geometry (distance, intercepting layers and their composition) and (v) some computational data (Gauss integration coefficients). Gamma-attenuation is calculated upon an extensive (per element and per energy) data file. In the output, efficiency vs. gamma energy is found, both in forms of tables and graphs. In routine applications accuracies of 3-4% are achieved (not worse than 7% for the most unfavorable geometries). Computation times when using recent PC models are of the order of seconds. ANGLE frame is also easily adjustable to other semi-empirical or Monte Carlo models for efficiency calculations.

ABOUT THE CHEMICAL RATE CALCULATION IN CASE OF LASER INITIATED SIH₄ DECOMPOSITION, AND ABOUT THE CALCULATION THERMIC SIH₄ DECOMPOSITION ACTIVATION ENERGY IN CASE OF TUNNEL NATURE OF TWO HYDROGEN ATOMS UNIT IN MOLECULE

A. G. VLADIMIROV, S. B. KOROVIN,
A. N. ORLOV, V. I. PUSTOVOY
PROKHOROV GENERAL PHYSICS INSTITUTE OF
THE RAS, MOSCOW

SiH₄ molecule decomposition takes place without reaching the bond torn energy. This is the result of the experiment.

In case of laser excitation high levels of vibrational mode ν_2 are filled up, but in case of thermic heating the rotational and translational modes are excited first of all. The vibrational mode temperature delays from the rotational and translational temperature. So there are considerable differences between the laser-induced and heat-induced decomposition reaction.

We have proposed to explain the reaction nature that is tunneling of two hydrogen atoms in the approach of each other, when high vibrational levels have been excited, with the molecule H₂ synthesis.

NUMERICAL MODEL OF FORMATION AND DESTRUCTION OF GAS HYDRATE LAYER BY AN EXAMPLE OF THE BARENTS SEA RIFT

A. N. DMITRIEVSKY, I. E. BALANYUK,
YU. A. POVESCHENKO
KELDYSH APPLIED MATHEMATICS
INSTITUTE OF THE RAS, MOSCOW

Gas hydrates of seas and oceans is a source of hydrocarbons or geo-risks for pipelining and other underwater constructions. — Spreading

zones of the ocean crust is a prolific source of hydrocarbons. — Geodynamic evolution of the Barents Sea spreading zone is a source of gas and gas hydrate deposits formation. — A model of the Stockman field. — A numerical model of gas hydrates formation and destruction in the Barents Sea.

This study was supported by RFBR (grant №09-07-00225-a).

**МЕТОД АДАПТИВНОЙ
ИСКУССТВЕННОЙ ВЯЗКОСТИ (АИВЗД)
РЕШЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ
ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ В ЭЙЛЕРОВЫХ
ПЕРЕМЕННЫХ В ДЕКАРТОВОЙ
СИСТЕМЕ КООРДИНАТ**

*И. В. ПОПОВ, И. В. ФРЯЗИНОВ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

В докладе рассматривается метод адаптивной искусственной вязкости (АИВЗД) решения трехмерных уравнений газовой динамики в эйлеровых переменных в декартовой системе координат. Подробно описана схема решения, а также приводится расчет одной тестовой задачи.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
УСКОРЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ
УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ЛАЙНЕРА
В МАГНИТНОМ КОМПРЕССОРЕ**

*М. П. ГАЛАНИН, А. С. РОДИН
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
ИМ. М. В. КЕЛДЫША РАН, МОСКВА
А. П. ЛОТОЦКИЙ,
ГНЦ РФ ТРОИЦКИЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННЫХ
И ТЕРМОЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ТРОИЦК*

Проведено математическое моделирование электромагнитного ускорения и торможения пластинчатого лайнера в магнитном компрессоре. Рассмотрены различные двумерные приближения, соответствующие продольному и поперечному сечениям исходной области. Для описания лайнера использована модель упругопластического тела для произвольных пластических деформаций. Приведены результаты расчетов. Расчеты показали, что построенные модели отражают следующие экспериментальные

данные: в продольном сечении центральная часть пластины лайнера совершает плоскопараллельное движение, при движении в поперечном сечении концы ленты образуют характерный загиб и ширина ленты уменьшается. Исследовано поведение лайнера в зависимости от используемой кривой деформирования материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №09-01-00151).

**КАПИЛЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ УДАЛЕНИЯ
РАСПЛАВА И ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ИМПУЛЬСА ОТДАЧИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
МИШЕНЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*Р. Д. СЕЙДГАЗОВ
МОСКВА*

С помощью термокапиллярной модели проанализированы эксперименты по регистрации импульса отдачи на Fe, Al, Cu при лазерном воздействии в технологическом диапазоне интенсивности. Получена полная корреляция расчета и экспериментальных данных для железа и удовлетворительная для алюминия. При интерпретации результатов для меди представлена гипотеза о влиянии электрокапиллярного эффекта в зоне контакта приповерхностной лазерной плазмы с расплавом.

**EFFECTIVE GENERATION
OF COLLIMATED ION BEAMS
BY RELATIVISTIC LASER PULSE USING 2D
MISROSTRUCTURED FOILS: 3D PIC
SIMULATIONS**

*I. A. SIDOROV, M. YU. ROMANOVSKY
PROCHOROV GENERAL PHYSYCS INSTITUT
OF THE RAS, MOSCOW,
A. B. SAVELEV,
LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY,
MOSCOW,
V. YU. BYCHENKOV, A. V. BRANTOV, D. V. ROMANOV
INTERNATIONAL LASER CENTER
OF M. V. LOMONOSOV MOSCOW
STATE UNIVERSITY, MOSCOW*

In this work we performed several numerical simulations to study influence of target struc-

ture on ion beam acceleration efficiency. For numerical simulation we used Mandor2 package: 3D PIC code designed for analysis of interactions between short powerful laser pulses and plasma.

The target used in the work was a disc (diameter 15 μm , width 3 μm) with 6 symmetrical holes in it (diameter 3 μm). This target was irradiated by laser pulse with following properties: intensity 10^{19} W/cm^2 , pulse length 60 fs, wavelength 1 μm , focal spot size 10 μm . For comparison similar simulations were performed for solid target. Comparisons showed that target with holes produced more energetic ion beams than solid one (maximum energy 9.4 MeV for target with holes vs. 7.5 MeV for solid one). However number of accelerated protons was 2 times lower in case of target with holes.

Mechanism of ion acceleration from such targets was also investigated in this work. It was discovered that ion beam consists of several streams, each originating from particular hole in the target. We assumed following mechanism of formation of such streams: after laser-plasma interaction, hot electrons appear, which then flow to hole area, creating uncompensated negative electric charge. This charge attracts ions, which focus in the center of the hole. Focused ions are then accelerated via TNSA mechanism, forming observed streams.

INFLUENCE OF INITIAL CONFIGURATION OF EXTERNAL MAGNETIC FIELD ON EVOLUTION OF LASER PLASMA

*D. O. USTYUGOV
INSTITUTE FOR MATHEMATICAL MODELLING
OF THE RAS, MOSCOW*

Numerical simulation of laser plasma for two configurations of an external initial magnetic field — pure poloidal and toroidal — is considered. For the mathematical description of evolution of plasma MHD system of the equations was used, which have been written down in cylindrical system of coordinates. Calculations were spent on a non-uniform grid 200x200 cells with application TVD-difference scheme of the second order of accuracy by space and time.

The influence of a configuration and of a strength magnetic field on character of flow of laser plasma is shown.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА С АЛЮМИНИЕВОЙ ПЛЕНКОЙ, НАПЫЛЕННОЙ НА СТЕКЛЯННУЮ ПОДЛОЖКУ

*В. ШЕПЕЛЕВ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

С помощью численного моделирования исследуются процессы в алюминиевой пленке, напыленной на стеклянную подложку. Пленка облучается единичным фемтосекундным лазерным импульсом с целью уточнения коэффициентов двухтемпературной электронной теплопроводности и электронно-ионной релаксации для алюминия. Моделируется возникновение и релаксация двухтемпературного слоя в пленке, «сверхзвуковое» плавление, а также распространение и отражение от границ пленки ударных волн, вызывающие сдвиги границ пленки. Полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными.

МЕТОДЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

*И. А. ЩЕГЛОВ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
ИМ. М. В. КЕЛДЫША РАН, МОСКВА*

Области решения многих задач современной вычислительной математики являются сложными, т. е. состоят из нескольких подобластей или имеют различные внутренние или поверхностные ограничения, обусловленные резким изменением свойств материала области, конструктивными особенностями моделируемого объекта или самой постановкой задачи. При построении расчетных сеток в таких областях необходимо учитывать эти особенности и использовать особые подходы к дискретизации. Характерный пример сложной области — ячейка ком-

позиционного материала. Сетку в такой области необходимо строить так, чтобы ее ребра не пересекали поверхности раздела матрицы и включения, т. е. чтобы каждый элемент сетки целиком принадлежал либо матрице, либо включению.

Рассмотрены существующие методы дискретизации и подходы к дискретизации сложных областей. Представлен авторский программный комплекс и примеры его использования для решения различных задач математического моделирования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ В ОБЛАСТИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

*М. М. ДЕМИН
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, МОСКВА,
А. В. МАЖУКИН
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

Решение сложных проблем современной экономики невозможно представить без информации о развитии различных экономических объектов. Необходимым условием прогресса в современном обществе является информация. Наибольший экономический эффект приносят сегодня те управленческие решения, в процессе принятия которых активно используются современные средства коммуникаций, информационные технологии, «интеллектуальным ядром» которых академик РАН А. А. Самарский называл методологию математического моделирования. Наглядная демонстрация возможностей новых информационных технологий, связанных с решением задач управления методами математического моделирования, опыта решения прикладных проблем в сложных условиях развития современной экономики имеет особое значение. Поэтому создание научной информационной среды, а также систем управления информационными ресурсами стало велением времени.

С целью демонстрации возможностей математического моделирования в прогнози-

ровании и выборе управленческой стратегии, определяющей перспективы развития и эффективность функционирования предприятий, разработан научный информационный интернет-ресурс «Управление инвестициями на базе информационных технологий» (<http://invest.modhef.ru>). На страницах сайта представлена информация

— об основных методологических основах математического моделирования экономических ситуаций, показаны схемы вычислительного эксперимента и вычислительных алгоритмов;

— о решении методами математического моделирования экономических проблем — исследования рынка жилой недвижимости и оценки доходности инвестиционного проекта с учетом влияния риска и инфляции.

На сайте также представлена информация о работе гуманитарно-экономической секции на Шестом Международном научном семинаре «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах (LPPM3-2009, Будва, Черногория)».

Кроме теоретического значения, информация сайта имеет практическое значение в сфере подготовки кадров экономического и управленческого направлений и формирования у них культуры исследований с использованием мощной информационной технологии — математического моделирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 09-02-121116).

MODELING AND SIMULATION OF SEASIDE CONTAINER TERMINAL OPERATIONS

*BRANISLAV DRAGOVIĆ AND ROMEO MEŠTROVIĆ
MARITIME FACULTY, UNIVERSITY OF MONTENEGRO,
MONTENEGRO*

This paper presents the simulation model that was used to analyze queuing and bottleneck problems, container yard utilization, port throughput and operational efficiency regarding container yard, gate and berth. Computer algorithm is described here to give examples how the simulation model is built from sequence of oper-

ational procedures which have been conducted to the determination of the container port systems performance in different environment within various points of view and in heterogeneous cases.

The objective of this paper is to develop simulation model to analyze the container terminal performance in Korean ports. This analysis includes the integration of container berth and yard simulation planning within container terminal. Combined planning approaches for different decision levels are described in this paper. This model will also investigate the most important elements in a port system including ship berthing/unberthing, QCs per ship, yard trucks allocation to a container and crane allocation in stacking area.

This study includes the integration of container berth and yard simulation planning. We assume that the container terminal has berth and container yard (CY). It also includes quay cranes (QCs), yard trucks (YTs) and transfer cranes (TC). The container terminal is represented as a simulation model and a simplified version is shown as an optimization model. We start with performing several simulation runs in order to get average values of the parameters which are then fed into the optimization model. After solving the optimization model the result is transformed into decision rules that are used in the simulation model.

Computational experiments were conducted to evaluate the performance of the developed model using real data collected from the Korean container terminals. The effects of various practical considerations on the performance of the suggested planning process are tested numerically and by using a simulation study.

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ РИСКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

*Т. В. КОРОЛЕВА
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, МОСКВА
А. В. ШАПРАНОВ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

Проблема возрастающей изменчивости цен и связанных с этим рисков потери при-

были в условиях нестабильных финансовых рынков, особенно в последнее время, значительно усложняет процесс принятия решения об инвестировании. Восполнение дефицита информации о рискованности различных финансовых операций возможно при помощи вычислительного эксперимента. При помощи математической модели, построенной на основе модели вариаций-ковариаций Value-at-Risk (VaR), оценивается наибольший потенциальный убыток инвестиционного портфеля, состоящего из пяти финансовых инструментов (USD, EUR, AUD, GBP, CNY), который может произойти в течение одного дня. При этом предполагается, что реальные потери не превысят установленный уровень с вероятностью 95%. Тем самым прогнозируется текущий валютный риск на основе курсов валют ЦБ РФ. Оценка и прогноз проводятся по позициям в каждой валюте и в целом по портфелю. Предлагается вариант изменения структуры портфеля с целью минимизации возможных потерь. Полученная количественная оценка текущего валютного риска достаточно достоверна и может быть использована в математических инвестиционных моделях, для резервирования капитала, оценки деятельности компании.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 09-02-121118).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ С УЧЕТОМ РИСКА В КАЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНКАХ

*Т. В. КОРОЛЕВА
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, МОСКВА
П. В. БРЕСЛАВСКИЙ,
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА*

Основой принятия решений об инвестировании является информация об эффективности (доходности) инвестиций. Информация об уровне риска, возникающего в силу неопределенности конечного результата инвестирования, в период проектирования

позволила бы субъектам предпринимательской деятельности избежать финансовых потерь. Получение оценок инвестиционных рисков для будущих периодов времени является трудоемкой задачей. Сложность ее решения сопряжена не только с определением закономерностей развития, зависящих от большого количества факторов. Дополнительные трудности возникают из-за того, что информация о факторах риска может выражаться лишь качественными оценками. Математическое моделирование доходности инвестиций с учетом уровня риска позволяет получить необходимую информацию для поддержки управленческого решения об инвестировании. Моделируется доходность инвестиционного проекта с учетом риска и инфляции. Уровень риска инвестирования в качественных оценках моделируется при помощи аппарата нечетких множеств. По результатам моделирования анализируются варианты инвестирования средств пенсионного фонда в различные предприятия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 09-02-121116).

SIMULATION MODEL FOR PORT OF BAR PLANNING CAPACITY

*R. MEŠTROVIĆ, B. DRAGOVIĆ,
M. ŠKURIC, V. KAPETANOVIĆ
MARITIME FACULTY, UNIVERSITY
OF MONTENEGRO, MONTENEGRO*

Unlike previous studies, this study is based on a detailed computer simulation model of handling activities in different years for Port of Bar. This paper shows that good solution approaches for real and potential capacity for Port of Bar are already developed, but nevertheless there are still many open questions. Also, this paper indicates the advantages of the South-East European ports in relation to North — West European ports on the transportation routes between European ports and the ports of Far East.

The capacity development model process began with the study establishing a detailed

understanding of the Port of Bar facilities current operations. By using the break-bulk, dry-bulk and liquid-bulk trend functions developed here, we analyzed the current terminal operations and its current cargo handling capacity. The information contained in this study is designed to greater basic Port of Bar operating parameters and procedures.

From the above, it is easy to see that capacity of the Port of Bar was based on the actual cargo types. While an overall increase in the percentage of different cargoes handled by the Port of Bar in previous years could increase the overall total tonnage, it would follow that the Port of Bar now has more available capacity. The capacity model would need to be adjusted to the cargo split adequately determine the utilization of the available capacity of Port of Bar.

The models provide output in the form of the Maximal Practical Capacity (MPC) for each terminal. This MPC refers to estimated annual throughput volumes that represent the high end of a realistic operating scenario. In practice, operating at a level equivalent to the MPC for any significant period of time is typically considered impractical and uneconomical. For practical purposes, the throughput capacity of a Port of Bar is more reasonably approximated at 80% of the port's MPC. This fact, referred to as Sustainable Practical Capacity (SPC), is the practical throughput capacity; a facility can reasonably be expected to operate at over a sustained period of time. For planning purpose, a reasonable approach is to develop facilities to meet SPC. Consequently, sea ports, as a general rule, do not operate at the MPC level most of the time. Therefore, the SPC level is used for planning and evaluation task. With this in mind, the capacity model results for the Port of Bar existing facilities presented in this study are the SPC throughput capacity volumes, equaling 80% of the MPC.

Stated methodology and improvements can be used for fast and effective computations of the maximal practical capacity, sustainable practical capacity and average sustainable practical capacity in port systems.

**«НАРРАТИВНОЕ» ВРЕМЯ ИСТОРИКА
И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ИСТОРИОПИСАНИИ
(ПРИГЛАШЕННЫЙ ДОКЛАД)**

*З. А. ЧЕКАНЦЕВА
ИНСТИТУТ ВСЕОБЩЕЙ ИСТОРИИ РАН,
МОСКВА*

В докладе автор размышляет (преимущественно на французском материале) о современных трансформациях ремесла историка. Утверждение конструкционистского начала в историографии, в частности, новое понимание времени и нарратива открывают перспективы для более тонкого использования количественных инструментов в историческом дискурсе.

**ОБ ОДНОМ ПРОСТОМ МЕХАНИЗМЕ
ФОРМИРОВАНИЯ ГРУБОЙ СТРУКТУРЫ
ПОЛЯРНОЙ И ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ
ОБЛАСТЕЙ ЭЛЛИПСОИДАЛЬНЫХ
ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ**

*С. Г. ЖУРАВЛЕВ
МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ),
МОСКВА*

Аналитические исследования и численное моделирование в различных задачах звездной динамики со всей очевидностью указывают на возможность существования самосогласованных сферических (шарообразных), эллипсоидальных (сжатых или трехосных) звездных образований (звездных скоплений, галактик) (Schwarzshild, 1979; Chandrasekhar Spirat..., 1969; Binney, 1980; Динамика и эволюция..., 1975; Поляченко, Фридман, 1976).

Экспериментальный материал (наблюдения) со всей очевидностью подтверждает этот факт (Binney, 1980). Однако эти же наблюдения указывают на существование не просто изолированных шаровых или эллипсоидальных звездных скоплений, но и существование у них экваториальных дисков, полярных «осей» (иглообразные галактики) и более «тонкой» структуры в виде рукавов, перемычек («баров») и т. п.

В этой связи представляет интерес рассмотреть в фотогравитационной постановке небесно-механическую задачу о движении материальной точки (частицы) в поле гравитационного притяжения и репульсивного отталкивания вращающегося трехосного эллипсоида.

Целью такого рассмотрения является доказательство в рамках очень простой модельной задачи небесной механики (Журавлев, 1989) возможности существования семейств стационарных решений, образующих упомянутые экваториальные диски, полярные оси, рукава и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Schwarzshild, M. (1979) A numerical model for a triaxial stellar system in dynamical equilibrium // *Astrophys. J.* V.232, №3. P. 236–247.

Chandrasekhar Spirat Ellipsoidal figures of equilibrium (1969) London — New Haven.

Binney, J. J. (1980) The dynamics, shapes and origin of elliptical galaxies // *Phil. Trans. of Roy. Soc. of London.* V. 296. № 1419. P. 329–332.

Поляченко, В. А., Фридман, А. М. (1976) Равновесие и устойчивость гравитирующих систем. М.: Наука.

Журавлев, С. Г. (1989) Об одном варианте ограниченной фотогравитационной задачи двух тел // *Труды Астрофиз. ин-та.* Т. 49. Алма-Ата.

**МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ОБЪЕМА
ИНФОРМАЦИИ В НАРРАТИВНЫХ
ТЕКСТАХ**

*Н. С. КЕЛЛИН
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
ИМ. М. В. КЕЛДЫША РАН,
МОСКВА*

Строится модель уничтожения и сохранения во времени информации, зафиксированной когда-либо в нарративных источниках. Разумеется, следует учитывать и возможность увеличения ее объема за счет различного рода расширений первоначального описания того или иного события (формула: «врет, как очевидец» — всегда актуальна).

Ограничиваясь временем до XIX в. (когда не было массового тиражирования текстов, наподобие 33 000 000 «Аргументов и фактов»), можно принять простейшую схему сохранения-уничтожения информации. Первоначальный текст ($t = 0$) к моменту ($t = 1$) может оказаться:

1. Сожженным (что бы по этому поводу ни говорил Михаил Афанасьевич...) с вероятностью p_0 . Существование Индекса запрещенных книг, да и само малое количество древних текстов показывают, что величина p_0 не является пренебрежимо малой;

2. Сохраненным (например, в сундуке владельца-старовера) с вероятностью p_1 ;

3. Переписанным (как то было по легенде о начале славянской письменности во времена Кирилла и Мефодия) с вероятностью p_2 .

Разумеется, всегда $p_0 + p_1 + p_2 = 1$ и разумно полагать, что матожидание — $(p_1 + 2p_2) \approx 1$, поскольку в противном случае либо $(p_1 + 2p_2) \ll 1$ быстро сожжено было бы все, и не о чем было бы рассуждать, либо $(p_1 + 2p_2) \gg 1$, и вся Земля была бы покрыта манускриптами...

В дальнейшем полагаем величины p_i постоянными, не рассматривая задачи количественного анализа письменной информации на всей полуоси $t_0 < t < \infty$.

Этот ветвящийся случайный процесс (ВСП) аналогичен многим, рассматривавшимся ранее в ядерной физике (здесь он называется *методом последовательных поколений*, в роли гибнущих и воспроизводящихся текстов — частиц — выступали фотоны, нейтроны, электроны...) и в теории популяций (роль частиц играли особи, виды, рода и т. д.). Проведя оценку времени затухания ВСП, как обычно оцениваются значения параметров в обратных задачах, можно получить среднее время сохранения информации, впервые появившейся в письменном нарративном источнике при $t = t_0$.

Теоретически вывод о конечном времени существования «потомков» любого текста доказан в линейной модели при условии $(p_1 + 2p_2) \leq 1$: вероятность обрыва ВСП за N

поколений стремится к 1 при неограниченном росте N . То, что это неравенство имеет место в реальности, доказывается, например, малым (во все времена) количеством старых текстов. Если знак неравенства сменить на противоположный, то число копий любого текста будет нарастать экспоненциально.

ВСП аналогичные вышеописанному встречаются во многих предметных областях. В ядерной физике их характерные времена $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ измеряются наносекундами, а в языкознании (где частицами выступают семьи языков, сами языки, диалекты и т. д.) Δt является величиной порядка столетий. Уже одно это обстоятельство требует возможности перехода от самих ВСП к их непрерывным моделям, в которых в зависимости от исходных допущений будут фигурировать либо уравнение диффузии, либо газокинетическое, которое более удобно для рассмотрения задач как в биологии так и в текстологии. Оно и уравнение Власова, точнее — система Власова — Максвелла (одномерные и приведенные к безразмерному виду), уже более полувека интенсивно используются для описания переноса частиц. Незаряженных и заряженных, соответственно.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЫНОЧНОГО СЕКТОРА

Е. Б. КОМЛЕВ
МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, МОСКВА

В докладе определяются понятие «эффективность функционирования рыночного сектора» и рассматриваются методы ее оценки. Предлагаемые методы базируются на расчете единичной полезности товаров, моделировании процесса закупки товаров, определении эффективности функционирования рассматриваемого сектора рынка, оценке величины неудовлетворенного спроса, разложении неудовлетворенного спроса по факторам, определяющим полезность товаров.

«ТОЧЕЧНАЯ» МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

А. НЕКЛЮДОВ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАН, МОСКВА

В системе макроэкономического моделирования «Макросоциум» рассматривается «точечная» модель социально-экономического развития региона. Данная работа направлена на развитие системы «Макросоциум» до «многоточечной» модели, учитывающей взаимное влияние «точечных» систем макроэкономических регионов друг на друга. Для решения поставленной задачи решаются две подзадачи: а) для каждого макроэкономического региона строится динамическая модель; б) решается задача рыночных отношений между макроэкономическими регионами.

КИТАЙСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ФЕНОМЕНОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ДАТИРОВКИ ИСТОРИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

М. Г. НИКИФОРОВ
МГУ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

В результате статистического анализа средневековых китайских наблюдений было установлено, что индексы солнечной активности, реконструированные по солнечным пятнам и полярным сияниям, перестают быть коррелированными при вычислении индексов за интервалы времени в несколько лет. Этот результат не соответствует современным теоретическим представлениям и наблюдательным данным. Историографический анализ показывает, что китайские наблюдения солнечных пятен в середине минимума Маундера (1660÷1680 гг.) противоречат телескопическим наблюдениям европейских астрономов. Тем не менее сравнение с радиоизотопными и дендрохронологическими данными свидетельствует в пользу надежности индексов солнечной активности, определенных по китайским наблюдениям. Эти на первый взгляд противоречивые результаты имеют довольно простое объяснение. При определении ин-

дексов солнечной активности за большие периоды ~20÷30 лет получаются результаты, которые хорошо согласуются с независимыми данными. Несоответствие теории происходит при вычислении индекса по небольшим временным интервалам от 1 до 3 лет. Это явление можно объяснить погрешностью датировок отдельных китайских наблюдений, что было подтверждено математическим моделированием. Оценки показывают, что наблюдаемая картина получится, если допустить, что около 20–30% наблюдений имеют ошибку датировки от 1 до 3 лет. В этом случае годовые индексы солнечной активности окажутся некоррелированными, но при усреднении на больших временах этот эффект исчезает. Отметим, это предположение не позволяет объяснить наличие китайских наблюдений солнечных пятен в минимуме Маундера. Вероятно, для наблюдений этого периода времени следует либо предположить большие ошибки датировки, либо поставить под сомнение достоверность самих наблюдений.

AN APPENDIX TO CUFFLESS MEASUREMENT AND PREDICTION OF BLOOD PRESSURE FOR TELEMEDICINE

R. STOJANOVIC, N. LEKIC, Z. PAVICEVIC
UNIVERSITY OF MONTENEGRO, MONTENEGRO

This note presents a trial for obtaining the blood pressure (BP) information from Pulse Transmit Time (PTT). PTT should be measured using photoplethysmography (PPG) and electrocardiogram (ECG) signals. Such approach has a strong potential in telemedicine and wearable health care systems (WHC), since it is non-invasive and cuff-less. Different regression lines were used to represent systolic, diastolic and mean pressures. These lines are obtained after initial calibration for each person. The impact of noise and geometrical positions (of arm and ear) on measurement reliability has been considered also.

In addition to mathematical models, the paper describes the sensing principle, micro-processor unit, communication protocols and experimental tools with preliminary results.

The data can then be relayed to the Internet for analysis and viewing. The wireless application protocol (WAP) should be used for displaying the information on portable wireless devices like personal digital assistants (PDAs) and mobile phones. The subjects' cardiovascular condition can thus be obtained for monitoring or pre-diagnosis purposes.

МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА МОНЕТНОГО ОБРАЩЕНИЯ В ПРОШЛОМ

*Й. ТАБОВ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ
И ИНФОРМАТИКИ БАН, БОЛГАРИЯ*

Изменение объема денежного обращения позволяет делать выводы об увеличении или уменьшении производства, торговли и других экономических параметров. В докладе для изучения обращения объемов монет в прошлом предлагаются модели, основанные на сравнении количества дошедших до нас старых монет из соответствующих хронологических периодов. Представлены три типа таких моделей: «таблица» Каждана, хронологическое распределение монет по археологическим данным и хронологическое распределение монет по ценам в каталоге. Рассмотрены проблемы корреляции моделей второго и третьего типа.

БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС — СПОСОБ И МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ И ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ (ОДИН ИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДОВ) (приглашенный доклад)

*Ж. ПАВИЧЕВИЧ, Л. ВУКЧЕВИЧ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ, УНИВЕРСИТЕТ ЧЕРНОГОРИИ
РАДОВАН СТОЯНОВИЧ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИ ФАКУЛЬТЕТ,
УНИВЕРСИТЕТ ЧЕРНОГОРИИ*

Образование — скрытые сокровища (доклад Международной комиссии UNESCO по вопросам образования для XXI в.). Болонский процесс в системе высшего образования. Европейская система перевода и накопления кредитов (модель ECTS). Теория нечетких (fuzzy) множеств в оценке знаний.

СРЕДНИЕ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВЕЩЕСТВО В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ (приглашенный доклад)

*С. Н. АНДРЕЕВ, В. П. МАКАРОВ, А. А. РУХАДЗЕ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

Излагается теория средних сил, действующих на вещество в сильном поле электромагнитного излучения. Рассмотрены случаи прозрачных сред достаточно больших размеров, а поэтому поверхностными эффектами воздействия пренебрегается и учитываются только объемные силы. К таким силам относятся пондеромоторная сила и сила давления, обусловленная рассеянием падающего излучения на электронах. В слабых нерелятивистских полях обе силы растут с увеличением интенсивности излучения. В пределе больших релятивистских полей пондеромоторная сила выходит на насыщение и оказывается не зависящей от интенсивности излучения. Сила же давления достигает своего максимального значения и затем быстро падает с увеличением интенсивности излучения. В реальных условиях при воздействии мощных лазерных пучков на вещество сила давления излучения всегда пренебрежимо мала по сравнению с пондеромоторной силой.

STUDY OF HOT ELECTRON PRODUCTION IN WIDE RANGE OF FEMTOSECOND LASER PULSE INTENSITIES FROM MODERATE TO RELATIVISTIC (PLENARY PRESENTATION)

*A. B. SVELIEV
INTERNATIONAL LASER CENTER
OF M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE
UNIVERSITY, MOSCOW*

We present our recent results on hot electron production under action of 50 fs 1016-2x10¹⁸ W/cm² laser pulse onto the solid and melted metal targets. Experiments were made using 10 Hz sub-TW Ti:Sa laser system.

X-ray spectra measurements allowed us to reveal interplay of different hot electron components while intensity increases from moder-

ate to relativistic one. Maximal energy of X-ray quanta detected at intensity of 2×10^{18} W/cm² reached 5–7 MeV. Experimental data is discussed using 2D3P PIC simulations by the Mandor code.

We also describe x-ray, ionic and optical pump probe data on the interaction of femtosecond pulses with melted metal target and discuss the observed peculiarities of such interaction.

**АБЛЯЦИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАЗМЫ
ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА
ВЕЩЕСТВО: НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ**
(приглашенный доклад)

*А. А. САМОХИН, Н. Н. ИЛЬЧЕВ,
С. М. КЛИМЕНТОВ, П. А. ПИВОВАРОВ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А. М. ПРОХОРОВА РАН, МОСКВА*

Обсуждаются различные экспериментальные и теоретические подходы к исследо-

ванию процессов абляции и образования плазмы при лазерном воздействии на конденсированные среды. Обращено внимание, в частности, на неполноту экспериментальных данных и результатов теоретических расчетов по взрывному вскипанию перегретой жидкости и переходе от докритического к закритическому режиму испарения при наносекундном лазерном воздействии. В случае металлов остается открытым вопрос об их «просветлении» для лазерного излучения в околоскритическом режиме испарения и влиянии эрозионной плазмы на кинетику испарительного процесса. В дополнительном исследовании нуждается также относительная роль фотоакустического и испарительного механизмов генерации давления в случае модулированной интенсивности лазерного импульса.

Материалы подготовил
*В. И. МАЖУКИН**

* Мажукин Владимир Иванович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического и компьютерного моделирования Московского гуманитарного университета, заведующий сектором Института математического моделирования Российской академии наук. Тел. +7 (495) 374-70-86. Эл. адрес: vim@modhef.ru