

### ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ I.3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

#### Программа I.3.1. Методы вычислительной математики в прикладных задачах естествознания (координатор акад. А. Н. Коновалов)

В Институте вычислительной математики и математической геофизики для динамической задачи линейной теории упругости, искомыми параметрами которой являются вектор перемещений и тензор «малых» деформаций, проведен полный анализ (аппроксимация, устойчивость, сходимость в энергетической норме) двухпараметрического семейства сопряженно-согласованных двухслойных разностных схем. Для полностью консервативной разностной схемы построена ее экономичная реализация. Для экономичных разностных схем, которые не являются полностью консервативными, решена задача о минимизации дисбаланса полной энергии.

В том же Институте впервые разработан алгоритм расчета изображения трехмерных сцен, включающих агрегаты прозрачных оптически-анизотропных (одноосных и двуосных) минералов, обеспечивающий их физическую корректность с точки зрения взаимодействия света с объектами трехмерной сцены. Высокое качество разработанного алгоритма подтверждается проведенными экспериментами: фотография кристалла и рассчитанное изображение его модели практически совпадают (рис. 1).

Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения): а) на основе пуассоновости потока пересечений ее траектории с областями постоянства случайной плотности, б) с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. Получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс.

Разработана и внедрена универсальная библиотека PARMONC, предназначенная для распараллеливания трудоемких приложений метода Монте-Карло. «Ядром» библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный генератор псевдослучайных чисел. Библиотечные подпрограммы могут быть применены пользователями без явного включения процедур MPI. Библиотечные процедуры автоматически распределяют моделирование выборочных реализаций по вычислительным ядрам кластера, причем число используемых ядер практически не ограничено и зависит только от используемой ЭВМ.

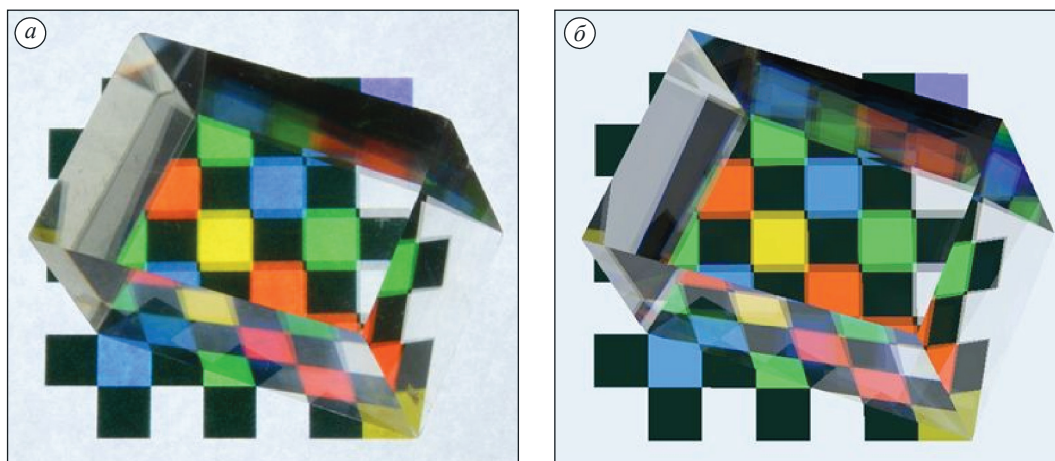


Рис. 1. Фотография одноосного кристалла кальцита (а) и рассчитанное изображение по его математической модели (б).

Предложен новый стохастический метод расчета упругих напряжений и смещений в задачах с сингулярными случайно распределенными источниками. Метод показал высокую эффективность при расчете дифракционных пиков рентгеновского излучения на дислокациях в кристаллах. Получены аналитические приближения и проведено сравнение результатов расчета с данными эксперимента для различных типов кристаллов. Впервые удалось получить аналитические соотношения, связывающие величину уширения дифракционного пика с дисперсией случайных расстояний между дислокациями.

Исследована задача численной оценки функционалов от решения нелинейного уравнения типа Больцмана, которое возникает в

кинетической модели автотранспортного потока (АТП) с выделенным ускорением. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, связанное с линейной N-частичной моделью эволюции системы автомобилей. Для оценки функционалов от решения полученного уравнения использованы весовые алгоритмы метода Монте-Карло. Проведенные численные эксперименты продемонстрировали практическую целесообразность разработанного подхода к решению автотранспортных задач.

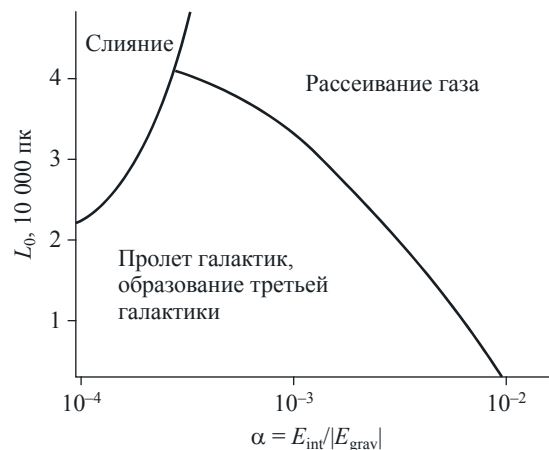
В Институте математики им. С. Л. Соболева получены достаточные условия комонотонной или ковыпуклой интерполяции классическими кубическими сплайнами.

### Программа I.3.2. Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования (координатор акад. Б. Г. Михайленко)

В Институте вычислительной математики и математической геофизики в результате математического моделирования различных сценариев центрального столкновения газовых компонент галактик получено условие для развития нового сценария образования третьей галактики, лишенной звездной компоненты (рис. 2).

Представлена в сети Internet для свободного доступа система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT (winalt.sccc.ru). С ее использованием реализованы (и опубликованы на сайте системы) модели арифметических устройств, ассоциативных процессоров, однородных универсальных структур, ряда классических клеточных автоматов, арифметических и геометрических фракталов, модель диффузии, которая предложена Т. Марголусом, модель визуальной криптографии и ряд других. Основными компонентами системы WinALT являются: а) консольная версия системы, б) графическая

оболочка системы, в) пакет стандартных библиотек пользователя.



**Рис. 2.** Развитие различных сценариев центрального столкновения галактик в зависимости от  $L_0$  — начального расстояния между центрами галактик и  $\alpha$  — отношения внутренней энергии к модулю потенциальной энергии.