

**Результаты работ по научно-исследовательским
программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН
и Сибирского отделения РАН**

Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 43 по стратегическим направлениям развития науки на 2014 г. «Фундаментальные проблемы математического моделирования», проект: «Суперкомпьютерное статистическое моделирование переноса излучения с учетом различных трехмерных и, в том числе, стохастических функциональных характеристик радиационной модели среды».

Научный руководитель проекта: чл.-корр. РАН Михайлов Г.А.

Численное статистическое моделирование свободного пробега заряженной частицы в рамках трехмерной «столкновительной» модели процесса переноса с учетом ускорения внешним силовым полем реализуется шагами по времени. Построена новая конструктивная оценка соответствующей детерминированной относительной погрешности, которая позволяет выбрать подходящую величину шага. Разработан специальный геометрический алгоритм моделирования длины пробега частицы и вычисления соответствующей «оптической длины поглощения» в трехмерной случайной «пуассоновской» экспоненциально коррелированной среде. Кроме исследования осреднённой вероятности прохождения, с помощью этого алгоритма впервые достаточно точно оценены дисперсии соответствующих флуктуаций, связанных с реализациями среды. Построена конструктивная, практически близкая к точной, оценка смещения векторной локальной оценки интенсивности поляризованного излучения. Разработано также уменьшение трудоемкости локальных оценок метода Монте-Карло для решения нестационарных задач лазерного зондирования природных сред с помощью одного из вариантов метода «расщепления». С использованием теории весовых методов Монте-Карло разработаны новые, эффективно распределяемые по вычислительным процессорам, алгоритмы суперкомпьютерного моделирования распространения оптического излучения в трехмерных рассеивающих средах. Проведено численное моделирование временного распределения интенсивности излучения от лидара наземного базирования, отраженного жидко-капельным облачным слоем. Методом Монте-Карло изучались поляризация и угловые распределения солнечного излучения, отраженного облачным слоем; проверялись условия возникновения радуг, глорий и венцов. Получены новые результаты для задачи статистического моделирования случайных процессов переноса частиц с ветвлением и взаимодействием траекторий на суперЭВМ с графическими сопроцессорами (NVidia GPU). Предложен эффективный способ отображения алгоритмов статистического моделирования траекторий ветвящихся случайных процессов на архитектуру графических процессоров. Обоснована возможность применения алгоритма «рулетки» с целью уменьшения времени моделирования и требуемого объема оперативной памяти при моделировании электронных лавин в газах. Все построенные алгоритмы допускают распределение по вычислительным процессорам, то есть эффективное использование суперкомпьютеров.