

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе  
Амбоса Андрея Юрьевича

«Разработка вычислительных моделей мозаичных случайных сред с приложением в теории переноса излучения», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 — «вычислительная математика».

А.Ю. Амбос подготовил диссертацию в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». Диссертация рассмотрена и одобрена на заседании объединённого семинара «Методы Монте-Карло в вычислительной математике и математической физике ИВМ и МГ СО РАН» под руководством член-корр. РАН Г.А. Михайлова.

В диссертации изучены вычислительные “мозаичные” модели случайных полей и на этой основе построены новые “реалистические” модели экспоненциально коррелированных “разорванных” неотрицательных полей, реализации которых практически непрерывны, а одномерные распределения близки к гауссовским. Ключевую роль при этом сыграло предложение автора о суммировании независимых реализаций подходящего ограниченного кусочно-постоянного мозаичного поля с некоторой вероятностью нулевого значения, которое определяет важную для приложений степень разорванности поля, иначе — степень заполненности пространства рассматриваемой средой. Показано, что ограниченность значений поля усиливает его визуальную реалистичность и существенно упрощает его использование для решения стохастических задач теории переноса излучения.

Построенное таким образом реалистическое изотропное неотрицательное случайное поле имеет заданные базовые характеристики: корреляционную длину, среднее значение и дисперсию одномерного распределения, а также “степень разорванности”. Естественно предположить, что в задачах теории переноса излучения эти характеристики случайной среды в значительной степени определяют осреднённую вероятность прохождения частицы. Для проверки этого практически важного предположения автором проведены соответствующие сравнительные коррелированные расчёты для мозаичных и реалистических сред с одинаковыми базовыми характеристиками. Особо следует отметить, что впервые, кроме осреднённой случайной вероятности прохождения, достаточно точно оценивались дисперсии этой вероятности и соответствующие значения для нормированного протяжённого детектора. Эти оценки подтверждают, что здесь справедлива практически важная эргодическая гипотеза. Следует отметить, что автором разработаны эффективные геометрические алгоритмы моделирования длины свободного пробега частицы в построенных модельных средах.

Полученные сравнительные результаты показывают, что для решения практических задач теории переноса излучения можно использовать простые для теоретических исследований и малотрудоёмкие для численной реализации мозаичные случайные поля. Поэтому практический интерес представляет доказанная автором теорема о пределе осреднённых функционалов от решения уравнения переноса излучения через мозаичную среду при уменьшении корреляционной длины до нуля.

Особое значение имеет решение задачи эффективного осреднения радиационной модели, то есть определение параметров уравнения переноса, решение которого воспроизводит осреднённую вероятность прохождения частицы.

Для пуассоновской модели поля последовательность пересечений заданного луча с базовыми плоскостями является пуассоновским точечным потоком. В связи с тем, что поток столкновений частицы также является пуассоновским, это существенно упрощает решение практически важной задачи эффективного осреднения радиационной модели. Разработанное в диссертации для пуассоновской модели поля решение такой задачи, на основе эвристических соображений (путём замены среднего расстояния между пересечениями на обратную корреляционную длину) приближённо переносится на произвольные поля с той же корреляционной функцией, первыми двумя моментами одномерного распределения и "степенью заполненности". Для тестирования такого приближения используются "реалистические" модели случайных полей.

Наиболее трудоёмкие расчёты проведены автором распределительным способом на многопроцессорной вычислительной системе (гибридный кластер НКС-30Т + GPU, ИВМиМГ).

Диссертация А.Ю. Амбоса содержит теоретически и практически важные результаты в области численного статистического моделирования. Они актуальны для решения задач о переносе излучения с учётом стохастичности среды. А.Ю. Амбос проявил большие способности к построению, а также к теоретическому и компьютерному исследованию вычислительных алгоритмов.

С точки зрения руководителя, представленная диссертация, удовлетворяет всем требованиям ВАК-а, и А.Ю. Амбос вполне заслуживает присуждения ему степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.01.07 — «вычислительная математика».

Научный руководитель: член-корр. РАН, д.ф.-м.н., советник РАН,  
Михайлов Геннадий Алексеевич  
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6  
Тел. 8 (383) 330-94-67  
gam@osmf.sccc.ru

советник РАН, лаборатория методов Монте-Карло Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН)  
01.01.07 — «вычислительная математика».

10 июня 2016 года

Подпись Г.А. Михайлова заверяю  
Учёный секретарь ИВМиМГ СО РАН



Г.А. Михайлов

М.А. Марченко