

**Отчет по этапам НИР, завершнным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института**

**Проект НИР I.2.1.2. "Разработка алгоритмов статистического моделирования для суперкомпьютерного решения задач математической физики, а также индустриальной математики".**

Номер государственной регистрации НИР 01201370225.

Руководитель - чл.-корр. РАН Михайлов Г. А.

**Раздел 3. "Численный анализ стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах".**

Руководитель - д.ф.-м.н. Артемьев С. С.

С помощью алгоритмов с параллельными вычислениями проведен анализ точности оценок математического ожидания численных решений СДУ с колебаниями траекторий и первых моментов, а также решений СДУ со случайной структурой. Введены новые частотные характеристики численного решения СДУ, обобщающие интегральную кривую и фазовую траекторию, которые часто используются при анализе осциллирующих решений систем ОДУ. Проведен анализ влияния случайных шумов на странные аттракторы, в частности, аттракторы Лоренца, Ресслера, Рикитакки. Начаты исследования различных стохастических моделей движения управляемых летательных аппаратов: баллистических ракет и искусственных спутников Земли на стационарной и эллиптической орбитах.

Продолжено создание комплекса параллельных программ для анализа стохастических осцилляторов, включающего параметрический анализ случайных аттракторов, моделей движения по орбите ИСЗ и ракет, движения заряженных частиц в электромагнитных полях, автоколебательных режимов химических реакций.

Продолжена подготовка к печати монографии "Анализ стохастических колебаний методом Монте-Карло на суперкомпьютерах".

Разработан модифицированный алгоритм статистического моделирования динамических систем с условной марковской структурой при распределенных переходах. С помощью численных схем, адаптированных к скачку, проведено исследование влияния пуассоновских импульсов в задачах радиотехники. Проведено сравнение статистического алгоритма и спектрального метода при решении задач радиотехники.

Построена двухуровневая модификация асимптотически несмещенного численного метода решения СДУ для моделирования разномасштабных процессов. Построенный метод использован для моделирования образования неточечных радиационных дефектов пористости в многослойных средах.

Начата работа по разработке комплекса вычислительных методов и расчетных программ на основе численного решения СДУ для исследования теплопроводности неоднородных тел.

Предполагается, что полученные результаты найдут практическое применение в конструировании и исследовании теплофизических свойств новых теплозащитных материалов в самолетостроении. Разработана расчетная программа для оценки функционалов диффузионного процесса с разрывными коэффициентами. С помощью этой программы проведены пробные расчеты оценки температур для теплозащитного материала сотовой конструкции, используемого для теплоизоляции обшивок самолетов. Расчеты проводились на основе физических данных, полученных в результате летных испытаний.

Продолжено исследование кинетической модели автотранспортного потока с выделенным ускорением, начато обобщение на пространственно неоднородный случай. Построены алгоритмы для оценки различных функционалов от решения возникающего в модели нелинейного уравнения типа Больцмана. Рассмотрены взаимодействия с пороговыми функциями, зависящими от скорости автомобиля. С помощью численных экспериментов продемонстрирована эффективность и практическая целесообразность разработанного подхода к

решению ряда автотранспортных задач, т. е. перехода к интегральному уравнению и моделированию цепи Маркова.

На основе процессов блуждания с отражением от границы построены новые оценки методом Монте-Карло для функционалов решений уравнений метаэллиптического типа со случайными спектральными параметрами и смешанными краевыми условиями, описывающие поведение систем в теории упругости. При этом доказаны специальные теоремы о среднем, представляющие решение в виде специальных интегралов от граничных условий по поверхности сфер. Полученные представления использованы для приближенного моделирования поведения соответствующего диффузионного процесса вблизи границы области. Требуемые скалярные оценки построены с помощью техники параметрического дифференцирования стандартной оценки "блуждания по сферам" для решения задачи Дирихле для уравнения Гельмгольца и модификации граничных представлений решения. Новые эффективные оценки статистических свойств решений со случайными спектральными и функциональными параметрами построены с помощью метода частичного осреднения условно независимых траекторий соответствующих случайных процессов. Закончен цикл работ по созданию эффективных алгоритмов моделирования одномерных случайных переменных с помощью аппроксимации их плотностей вероятности. Подготовлена рукопись монографии "Аппроксимация случайных переменных".