

## Отчет по этапам НИР, завершённым в 2014 г. в соответствии с планом НИР института

**Проект НИР I.4.1.2.** Математическое моделирование сложных природных процессов с использованием параллельных и распределённых вычислений

Номер государственной регистрации НИР 01201370231.

Руководители: акад. Михайленко Б.Г., д.ф.-м.н. Вшивков В.А., д.ф.-м.н. Свешников В.М.

Разработан численный метод определения векторного и градиента скалярного потенциала внутри проводника во внешнем магнитном поле, гармонически изменяющемся по времени. Задача сводится к решению уравнения Гельмгольца в проводящем теле при условии, что нормальная составляющая правой части уравнения на поверхности проводника равна нулю, а решением задачи с нулевой проводимостью тела является векторный потенциал внешнего магнитного поля. Искомый векторный потенциал находится в виде ряда, каждый член которого является решением уравнения Пуассона. Для определения правых частей уравнений Пуассона предложен итерационный метод, в котором находится распределение заряда на фиктивной поверхности, окружающей проводник, обеспечивающее выполнение граничного условия на поверхности исходного проводника. Доказано, что такое распределение заряда на фиктивной поверхности создаёт градиент скалярного потенциала внутри исходного тела, равный градиенту, создаваемому распределением заряда на поверхности исходного тела. Проведены численные эксперименты, иллюстрирующие сходимость итерационного метода в зависимости от выбора фиктивной поверхности и итерационного параметра.

Разработаны, теоретически и экспериментально исследованы алгоритмы решения трёхмерных смешанных краевых задач для уравнения Лапласа в неограниченных областях, основанные на комбинированном использовании методов конечных элементов (МКЭ) и интегрального представления решения в однородном пространстве.

В рамках библиотеки алгебраических решателей KRYLOV реализована и экспериментально исследована серия параллельных алгоритмов решения сверхбольших СЛАУ с хранящимися в компактных форматах разреженных матриц, включая методы "улучшения" автоматического построения алгебраической декомпозиции сеточных областей, а также новых типов предобуславливателей на основе сглаженной агрегации СЛАУ с использованием различных малоранговых матричных аппроксимаций.

В рамках развития средств эффективного использования графических ускорителей разработана алгебра геометрической информатики, использование которой позволяет формировать новый стиль программирования, адекватный представлению целого спектра вычислительных задач с математически обоснованной базой. Разработан подход к повышению робастности параллельных программ, выполняемых, в частности, в распределённых вычислительных средах. Подход основан на анализе опыта технологичного и надёжного решения задач из различных областей информатики