

Многомасштабные задачи: анализ свойств и методы решения

Работа выполнялась в 2011 – 2012 г.г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы»

государственный контракт №14.740.11.0875.

Научный руководитель проекта: д.ф.-м.н., проф. Г.П. Панасенко.

Зам. научного руководителя проекта зав. каф., д.ф.-м.н., проф. А.А. Амосов.

Ответственный исполнитель: проф., д.ф.-м.н., профессор М.Ф. Черепова.

Описание проекта

Выполнение проекта преследовало следующие цели.

1. Общей целью выполнения проекта в рамках мероприятия являлось обеспечение развития устойчивого и эффективного взаимодействия с российскими учеными, работающими за рубежом, закрепление их в российской науке и образовании, использование их опыта, навыков и знаний для развития отечественной системы науки, образования и высоких технологий.

2. Конкретная научная цель состояла в разработке теории, методов и программных средств решения ряда многомасштабных задач, возникающих при математическом моделировании физических, биологических и технологических процессов, происходящих в материалах, средах и устройствах с резко меняющимися свойствами, в том числе – в композиционных материалах, наноматериалах, газах и других сжимаемых средах.

Научные исследования, осуществляемые в рамках проекта, будут проводиться по следующим основным направлениям.

1. Разработка вычислительной стратегии частичной асимптотической декомпозиции для описания течений ньютоновской и неньютоновской жидкостей с диффузией и конвекцией взвешенных частиц в тонких трубчатых структурах сложной геометрии, моделирующих, в частности, кровеносную систему человека.

2. Развитие теории регуляризованных квазигазодинамических систем уравнений. Разработка, теоретический анализ и программная реализация новых эффективных кинетически согласованных разностных методов решения.

3. Построение основ математической теории разрешимости нелинейных нелокальных краевых задач радиационно-кондуктивного теплообмена. Исследование свойств решений и построение соответствующих приближенных методов.

4. Разработка эффективных методов численного решения нестационарного уравнения Шрёдингера и параболических уравнений конвекции-диффузии в неограниченных областях.

5. Развитие теории краевых и начально-краевых задач математической физики.

6. Построение глобальных асимптотических решений нелинейных дифференциальных уравнений с малым параметром.

Область применения результатов проекта

Разработанные методы предназначены для использования при математическом моделировании ряда многомасштабных физических, биологических и технологических процессов, происходящих в материалах, средах и устройствах с резко меняющимися свойствами.

Полученные результаты могут быть использованы научно-исследовательскими институтами и проектными организациями, занимающимися математическим моделированием многомасштабных физических, биологических и технологических

процессов в большой и порошковой металлургии, квантовой механике, биофизике, оптике, томографии, производстве стекла и в ряде других важных областей науки и технологий.

Кроме того, результаты проекта являются серьезным вкладом асимптотические и вычислительные методы. теорию дифференциальных уравнений в частных производных. Они создают теоретическую основу для разработки методов решения ряда многомасштабных задач математической физики.

По результатам, полученным в ходе выполнения проекта, опубликовано 29 статей в ведущих международных и всероссийских научных журналах, сделано 33 доклада на международных и всероссийских научных конференциях, проведено 2 научно-практических семинара, защищена 1 кандидатская диссертация.

Полученные результаты соответствуют мировому уровню работ по многомасштабным моделям в физике, биологии и технологиях. Ряд полученных результатов носит приоритетный характер.