

**2. Методы вычислительной физики
для исследования сложных систем**

**Земляная Е.В.
Чулуунбаатар О.
Заместители:
Калиновский Ю.Л.
Хведелидзе А.**

Реализация

- ЛИТ Абгарян В., Адам Г., Адам С., Айриян А.С., Айрян Э.А., Акишин П.Г., Бадреева Д.Р., Барашенков И.В., Башахин М.Б., Боголюбская А.А., Бордаг Л., Буреш М., Буша Я. (мл.), Буша Я. (ст.), Верховцева К.Д., Волохова А.В., Воскресенская О.О., Годеридзе Д., Григорян О., Гусев А.А., Зуев М.И., Карамышева Т.В., Ковалев О.О., Корняк В.В., Кулябов Д.С., Лукьянов К.В., Мавлонбердиева С.Д., Махалдиани Н.В., Михайлова Т.И., Нечаевский А.В., Никонов Э.Г., Палий Ю., Папоян В.В., Подгайный Д.В., Полякова Р.В., Рахмонова А.Р., Рихвицкий В.С., Рогожин И.А., Сархадов И., Саха Б., Стрельцова О.И., Сюракшина Л.А., Тарасов О.В., Толочко Е.Н., Торосян А.Г., Тухлиев З.К., Хмелев А.В., Червяков А.М., Чулуунбаатар Г., Чулуунбаатар Х., Шарипов З.А., Юкалова Е.П., Юлдашев О.И., Юлдашева М.Б., Ямалеев Р.М.
- ЛТФ Абдельгани М.А., Виницкий С.И., Воскресенский Д.Н., Гнатич М., Донков А.А., Куликов К.В., Лукьянов В.К., Мардыбан Е.В., Назмитдинов Р.Г., Попов Ю.В., Рахмонов И.Р., Фризен А.В., Шукринов Ю.М., Юкалов В.И., Юшанхай В.Ю.
- ЛЯР Батчулуун Э., Карпов А.В., Мирзаев М.Н., Самарин В.В., Середа Ю.М.
- ЛНФ Киселев М.А., Кучерка Н., Перепелкин Е.Е.
- ЛЯП Карамышев О.В., Карамышева Г.А., Ляпин И.Д., Попов Е.П.
- ЛФВЭ Бычков А.В., Никифоров Д.Н.
- ЛРБ Бугай А.Н., Чижов А.В.

Краткая аннотация и научное обоснование:

Проект направлен на разработку и применение математических и вычислительных методов для моделирования сложных физических систем, изучаемых в рамках ПТП ОИЯИ и описываемых системами динамических нелинейных, пространственно неоднородных интегральных, интегро-дифференциальных или дифференциальных уравнений, зависящих от параметров моделей. Эволюция решений таких систем может характеризоваться наличием критических режимов, бифуркаций и фазовых переходов. Математическое моделирование является неотъемлемой частью современных научных исследований и требует адекватной математической постановки задач в рамках изучаемых моделей, адаптации известных и развития новых численных подходов для эффективного учета особенностей исследуемых физических процессов, разработки алгоритмов и комплексов программ для высокопроизводительного моделирования на современных вычислительных системах, включая ресурсы Многофункционального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ.

Ожидаемые результаты по завершении проекта:

Разработка методов, алгоритмов и комплексов программ для проведения численных исследований взаимодействий различных типов в сложных системах ядерной физики и квантовой механики.

Методы моделирования многофакторных процессов в материалах и конденсированных средах под внешними воздействиями.

Методы решения задач моделирования при проектировании экспериментальных установок и оптимизации режимов их работы.

Методы моделирования сложных процессов в плотной ядерной материи на основе уравнения состояния.

Методы моделирования квантовых систем с применением методов квантовой теории информации и гибридных квантово-классических методов программирования.

Ожидаемые результаты по проекту в текущем году:

Развитие методов решения многомерных начально-краевых задач для квантового туннелирования в подбарьерных реакциях слияния тяжелых ионов и методов расчёта характеристик неупругого рассеяния быстрых электронов на атомах при больших переданных импульсах с учетом эффекта Мигдала.

Разработка конечно-элементных методов решения многомерных краевых задач, включая вычислительную схему решения шестимерных краевых задач для исследования квадрупольно-октупольных коллективных моделей атомного ядра.

Моделирование процессов передачи нуклонов и фрагментации ядер при взаимодействиях тяжелых ионов в диапазоне средних энергий в рамках транспортно-статистического подхода. Анализ на основе микроскопических моделей оптического потенциала экспериментальных данных по протон-ядерному рассеянию и по ядро-ядерным взаимодействиям для получения информации о структуре взаимодействующих ядер и изучения влияния ядерной среды на механизмы этих реакций.

Разработка алгоритмов высокой точности и методов их параллельной реализации для численного исследования уравнений движения, описывающих модели малочастичных систем.

Численное решение задач многочастичной квантовой механики в приложениях физики конденсированных сред методами тензорных сетей, в том числе гибридных, с внедрением нейросетевых технологий. Исследование на этой основе квантового магнетизма в низкоразмерных спиновых системах, неравновесной квантовой динамики изолированных и открытых электронных и магнитных квантовых систем. Квантово-химический расчет электронной структуры и спиновых состояний металлоорганических молекулярных магнетиков на основе переходных и редкоземельных металлов.

Исследование когерентных динамических явлений при бозонном переходе Раби-Джозефсона. Моделирование вероятностных динамических сетей с различными типами памяти.

Моделирование сложных процессов в материалах под действием облучения тяжелых ионами высоких энергий, нанокластерами и под действием лазерного облучения в рамках комбинированного подхода, объединяющего методы молекулярной динамики и модель термического пика.

Развитие методов высокопроизводительного численного исследования динамических процессов в джозефсоновских структурах различных типов. Моделирование динамики цепочки параллельных j_0 переходов сверхпроводник–ферромагнетик–сверхпроводник, включая исследование резонансных свойств и возникновения магнонов в таких системах. Исследование интертипных сверхпроводников и сверхпроводников с примесями.

Проведение в рамках различных подходов численного анализа данных малоуглового рассеяния на везикулярных системах малого радиуса для получения новой информации о структуре и свойствах таких систем в зависимости от внешних факторов.

Исследование локализованных структур в системах, описываемых нелинейными динамическими уравнениями в одно- и многомерных моделях теории поля, включая движущиеся осциллоны, а также периодические решения уравнения Абловица – Ладика с нелинейной фазой.

Оптимизация метода и комплекса программ для расчета траекторий движения пучка частиц в изохронном циклотроне для ускорения расчета коэффициента прохождения пучка через ускоритель.