**Проект НИР 1.4.1.2** "Математическое моделирование сложных природных процессов с использованием параллельных и распределенных вычислений".

Номер государственной регистрации НИР 01201370231.

Руководители: д.ф.-м.н. Вшивков В. А., д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Разработаны алгоритмы и технологии моделирования задач электронной оптики с сильными неоднородностями, состоящих в расчете движения плотных пучков заряженных частиц в электростатических полях на неструктурированных тетраэдральных сетках. Сетки строятся при помощи известного сеточного генератора NetGen. Разработаны экономичные алгоритмы распределения объемного заряда на неструктурированных сетках. Для верификации предложенных подходов проведены численные расчеты тестовых задач.

Для исследования процессов в бесстолкновительной плазме зачастую применяются гибридные (комбинированные) модели, в которых движение ионов описывается кинетическим уравнением Власова, а для описания движения электронов используются уравнения магнитной гидродинамики (МГД). Исследования на основе гибридного приближения существенно снижают требования к вычислительным ресурсам по сравнению с использованием полностью кинетических моделей и в настоящее время являются наиболее перспективными с точки зрения вычислительного эксперимента. Для реализации этих моделей требуется применение метода частиц-в-ячейках и практика решения задач, основанных на алгоритмах параллельных вычислений.

На основе двумерной гибридной численной модели проведена серия вычислительных экспериментов по исследованию структуры бесстолкновительных ударных волн в плазме и ускорению ионов на их фронте. При моделировании ударная волна формируется следующими способами: 1) отражение сверхзвукового потока от границы области и последующее взаимодействие между входящим и отражающимся потоками плазмы; 2) взаимодействие потока плазмы с неподвижным фоном. Одним из важных преимуществ созданной гибридной модели является возможность изучения плазменных неустойчивостей на ионно-временных масштабах без учета электронных высокочастотных мод. Проведенные расчеты показали большую зависимость устойчивости схемы от вычислительных параметров, поэтому была предложена новая вычислительная схема для реализации созданной математической модели.