

ОТЧЕТ

О ПРОДЕЛАННОЙ РАБОТЕ В 2022-2023 ГГ.

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА НГУ
МЕЖВУЗОВСКОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ

1. Аннотация

Выполняется разработка численного кода на основе метода частиц в ячейках для моделирования плазменных неустойчивостей с целью изучения процессов аномальной тепло- и электропроводности в установках УТС.

2. Тема работы. Моделирование динамики высокотемпературной плазмы на основе высокопроизводительных программно-аппаратных решений

3. Состав коллектива

Снытников А.В., д.т.н., профессор КГТУ, руководитель
Лазарева Г.Г., член.-корр. РАН, профессор РУДН, исполнитель
Аносова Н.П., ст.преподаватель РУДН, исполнитель

4. Информация о грантах

-

5. Научное содержание работы

5.1. Постановка задачи

5.2. Современное состояние проблемы

Существует проблема математического моделирования неустойчивостей, возникающих в результате пучково-плазменного взаимодействия на установках ГОЛ-3 и ГОЛ-НВ (ИЯФ СО РАН), а также в некоторых типах токамаков. Для этих процессов на данный момент не существует исчерпывающего теоретического описания, в то время как возможность контролировать эти процессы исключительно важна для нагрева и удержания плазмы в токамаках и магнитных ловушках.

Дополнительная актуальность данной темы заключается в том, что релаксационные процессы в термоядерной плазме, связанные с пучками заряженных и нейтральных частиц в точности повторяют явления в плазме Солнечной короны, порождающие вспышки 2-го и 3-го типов, которые, взаимодействуя с магнитным полем Земли, оказывают существенное влияние на связь и навигацию в высоких широтах, а также на климат. Поэтому, изучение механизма генерации таких вспышек поможет созданию более надежной связи.

5.3. Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы.

Создан электростатический код для моделирования динамики плазмы на основе библиотеки PyTorch. На первом этапе реализована упрощенная модель плазмы без учета магнитного поля на основе векторизованной реализации метода частиц в ячейках. Модель реализована на основе библиотеки PyTorch, обычно используемой для построения нейронных сетей. Выбор именно этой библиотеки обосновывается двумя причинами: простота использования и возможность перехода к расчету на GPU без переработки программы. Важно отметить, что ключевым фактором для эффективного использования как библиотеки PyTorch, так и GPU является векторизация кода, реализующего метод частиц в ячейках.

5.4. Полученные результаты

Проект находится в процессе реализации, поэтому на данный момент результатом является только лишь созданный код

6. Эффект от использования кластера в достижении целей работы.

Кластер НГУ является необходимым и постоянно используемым инструментом, прежде всего для отработки и совершенствования алгоритмов для работы на GPU, в частности Nvidia Tesla и Nvidia Volta. Также серьезной поддержкой работы является ПО Matlab и COMSOL, установленное на кластере, что важно с точки зрения валидации получаемых физических результатов.

7. Публикации

7.1. Snytnikov A.V., Lazareva G.G. Verification and Validation of KI-1 plasma simulation code. Труды рабочего совещания Fifth Workshop on Numerical Modeling in MHD and Plasma Physics: Methods, Tools, and Outcomes.

7.2. Snytnikov A.V., Lazareva G.G. Numerical simulation in the design of Fusion Power Plant. Доклад на конференции «Балтийский морской форум», Калининград, 29-30 сентября 2022.