“Разработка, реализация и исследование вычислительных методов высокого порядка точности для решения уравнений специальной релятивистской гидродинамики с использованием адаптивных сеток на суперЭВМ”.

РНФ, 23-11-00014, 2023-2025 гг.

Рук. - д.ф.-м.н. Куликов И.М.,

В ходе работы над проектом в 2024 году была разработана физико-математическая модель взаимодействия релятивистского ветра из активных ядер галактик с молекулярными облаками. Были показаны механизмы развития неустойчивости типа Рихтмайера-Мешкова при помещении облака в установившийся поток релятивистского газа и неустойчивости типа Кельвина-Гельмгольца при набегании релятивистского газа на молекулярное облако. Для разрешения численной модели были разработаны два численных метода. Первый численный метод основан на разложении матрицы Якоби в рамках задачи Римана с помощью полиномов Чебышева. Второй численный метод основан на записи уравнений специальной релятивистской гидродинамики в виде гиперболической симметрической системы, что позволяет помимо численного решения формулировать критерий гиперболичности решаемых уравнений. Оба численных метода были детально верифицированы на авторском наборе тестов, часть из которых допускает аналитическое решение. Численная методика была реализована с использованием технологии адаптивных сеток, в основе которой лежит понятие «микросетка» в виде атомарной конструкции. Для параллельной реализации адаптивных сеток на архитектурах с распределенной памятью использовалась технология Coarray Fortran. На узле кластера Сибирского суперкомпьютерного центра было показано 30-кратное ускорение при использовании 32 ядер.