

# GPU-реализация алгоритма решения трехдиагональных систем для задач моделирования течений жидкости в областях со сложными границами

Численное моделирование течений жидкостей является одной из главных областей применения массивно-параллельных вычислительных систем. Объемы данных велики и расчеты могут занимать достаточно длительное время. Применение параллельных систем для решения подобных задач часто позволяет во много раз ускорить расчет.

Для моделирования течений успешно применяются различные методы покоординатного расщепления, например, [1], [2]. Использование этих методов для решения нелинейных систем уравнений Навье-Стокса приводит к большому объему независимых трехдиагональных систем, которые необходимо решать на каждом дробном временном шаге. Существует несколько подходов к решению трехдиагональных систем на графических процессорах. Однако, необходимо выбрать наиболее оптимальный алгоритм применительно к данной задаче, учитывая трехмерность области и размерность сеток. В случае сложной области размерности трехдиагональных систем могут сильно отличаться друг от друга, что создает дополнительную трудность в эффективной реализации алгоритмов на GPU.

Реализация алгоритма может быть в дальнейшем применена к реальным задачам моделирования течения крови в сердце и сосудах, что позволит проводить численные эксперименты для выявления патологий и планирования хирургических операций на сердце с использованием визуальных систем [3]. Подобные схемы могут также применяться для анализа морских и океанических течений с учетом различных факторов.

## Основные цели

- Создание тестовой реализации на CPU для проверки правильности работы алгоритма
- Разработка параллельного алгоритма для GPU
- Тестирование алгоритма на реальных данных для задач гидродинамики
- Оптимизация кода для наиболее эффективного использования GPU

## Учебные цели

- Знакомство с современными методами решения трехдиагональных систем и их применение в различных численных схемах

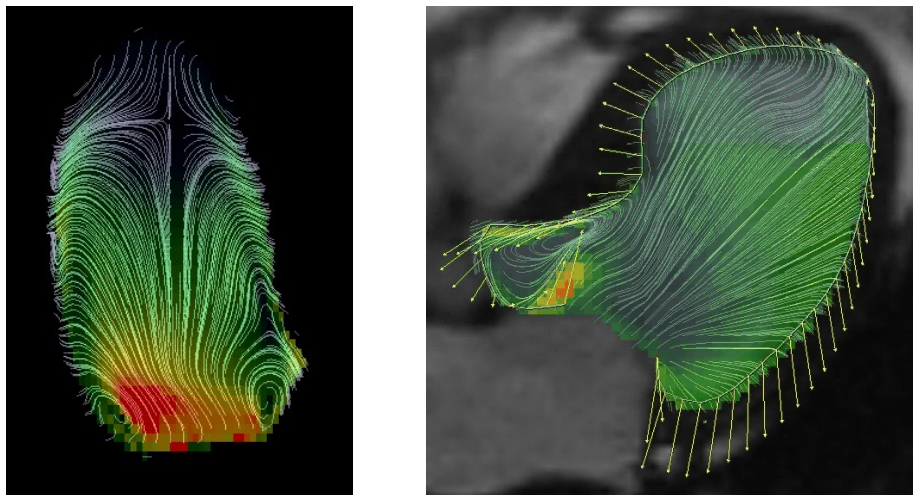


Рис. 1: Изолинии поля скоростей двумерной задачи моделирования потоков крови в сердце. Цветом выделены величины модулей скоростей

- Изучение технологии CUDA и архитектуры GPU
- Использование кластерных систем и GPU
- Получение актуальной практики анализа и оптимизации программного кода

## Кураторы проекта

Н. А. Сахарных (аспирант ВМК МГУ) [nikolai.sakharnykh@gmail.com](mailto:nikolai.sakharnykh@gmail.com)

## Материалы

Презентация, Видео

Веб-сайт проекта на Google Code

## Список литературы

- [1] Nikolai Sakharnykh. Tridiagonal solvers on the gpu and applications to fluid simulation. *GPU Technology Conference (GTC)*, 2009.
- [2] Y. Zhang, J. Cohen, and J. D. Owens. Fast tridiagonal solvers on the gpu. *Proceedings of the 15th ACM SIGPLAN Symposium on Principles and Practice of Parallel Programming (PPoPP)*, pages 127–136, 2010.
- [3] В.М. Пасконов, С.Б. Березин, and Е.С. Корухова. Динамическая система визуализации для многопроцессорных компьютеров с общей памятью и ее применение для численного моделирования турбулентных потоков вязких жидкостей. *Вестник Московского Университета*, 2007.