

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**Институт №8 «Информационные технологии и прикладная математика»  
Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»**

**Лабораторная работа №3  
по курсу «Параллельная обработка данных»**

**Технология MPI и технология OpenMP**

Выполнил: А. В. Куликов

Группа: 8О-408Б

Преподаватели: К.Г. Крашенинников,  
А.Ю. Морозов

Москва, 2020

## Условие

**Цель работы:** Совместное использование технологии MPI и технологии OpenMP. Реализация метода Якоби. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в трехмерной области с граничными условиями первого рода.

**Вариант 1.** Распараллеливание основных циклов через `parallel for` (+директива `reduction` для вычисления погрешности);

## Программное и аппаратное обеспечение

Видеокарта	GeForce GTX 1650
Compute capability	7.5
Графическая память	3911 Мб
Разделяемая память	48 Кб
Константная память	64 Кб
Количество регистров на блок	65536
Максимальное кол-во блоков	2147483647*65535*65535
Максимальное кол-во нитей в блоке	1024
Кол-во мультипроцессоров	16
Ядер CUDA	896

Процессор	AMD Ryzen 5 3550H
ОЗУ	8 Гб
ЖД	

Операционная система	Ubuntu 20.04.6 LTS
IDE	VS Code
Компилятор	nvcc V10.1, mpi V3.3.2

## Метод решения

Основной цикл в функции `compute` из лабораторной работы №7 распараллелен при помощи директивы `omp parallel for`. Для подсчета максимальной погрешности использована `reduction` с функцией `max` относительно переменной `max_error`.

## Описание программы

Вся программа реализована в одном файле `main.cpp`. Основная логика реализована прямо в функции `main`. В отдельную функцию `compute` вынесен только расчет для всех ячеек блока по формуле Якоби.

В функции `compute` добавлено распараллеливание внешнего цикла перерасчета значений блока.

## Результаты

Тестирование ядер с различными конфигурациями

область 8x8x8 ячеек

Количество процессов	Время
1	0m 0,047s
2	0m 0,406s
4	0m 0,932s
8	0m 4,270s
16	0m 21,170s

Лучший результат: 0m 0,047s при одном запущенном процессе.

область 64x64x64 ячеек

Количество процессов	Время
1	0m 6,099s
2	0m 10,104s
4	0m 26,906s
8	2m 0,942s
16	Неразумное время

Лучший результат: 0m 6,099s при одном запущенном процессе.

область 128x128x128 ячеек

Количество процессов	Время
1	3m 18,121s
2	3m 38,184s
4	3m 28,439s
8	4m 10,473s
16	Неразумное время

Лучший результат: 3m 18,121s при одном запущенном процессе.

Сравнение с CPU

область 8x8x8 ячеек

Результат: 0m 0,010s

область 64x64x64 ячеек

Результат: 0m 9,333s

область 128x128x128 ячеек

Результат: 3m 35,088s

## **Выводы**

Данный алгоритм по-прежнему может быть использован для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа с граничными условиями 1-го рода в прямоугольной трехмерной области. Данная реализация будет эффективнее при использовании на кластере, а не на одной машине с несколькими процессами.

Достигнуть большей эффективности на одной машине не получилось из-за того что при запуске нескольких процессов, каждый из них пытается распараллелить алгоритм на число потоков равное числу логических ядер. Таким образом получается число запущенных потоков равное числу логических ядер умноженное на число запущенных процессов. Отсюда и вытекает неэффективность программы для одной машины.

Сложностей в распараллеливании исходного алгоритма не возникло.