

Теория параллелизма

Отчет

Уравнение теплопроводности

Выполнил: Шоколов Антон, гр. 23931

Дата: 25.04.25

Цель: Реализовать решение уравнения теплопроводности в двумерной области с использованием разностной схемы (пятиточечный шаблон) на равномерных сетках. Программа должна учитывать линейную интерполяцию на границах и заданные значения в углах, ограничивать точность до 10^{-6} и максимальное число итераций до 10^6 . Реализация должна быть на C++ с использованием OpenACC для переноса на GPU. Необходимо сравнить производительность на CPU и GPU, провести профилирование и оптимизацию кода.

Используемый компилятор: pgc++ 23.11-0

Используемый профилировщик: NVIDIA Nsight Systems

Как производили замер времени работы: Библиотеки chrono

Выполнение на CPU

CPU-onecore

Размер сетки	Время выполнения (сек)	Точность	Количество операций
128*128	0,44	0.000001	30000
256*256	6.27	0.000001	100000
512*512	80.22	0.000001	300000

1024x1024

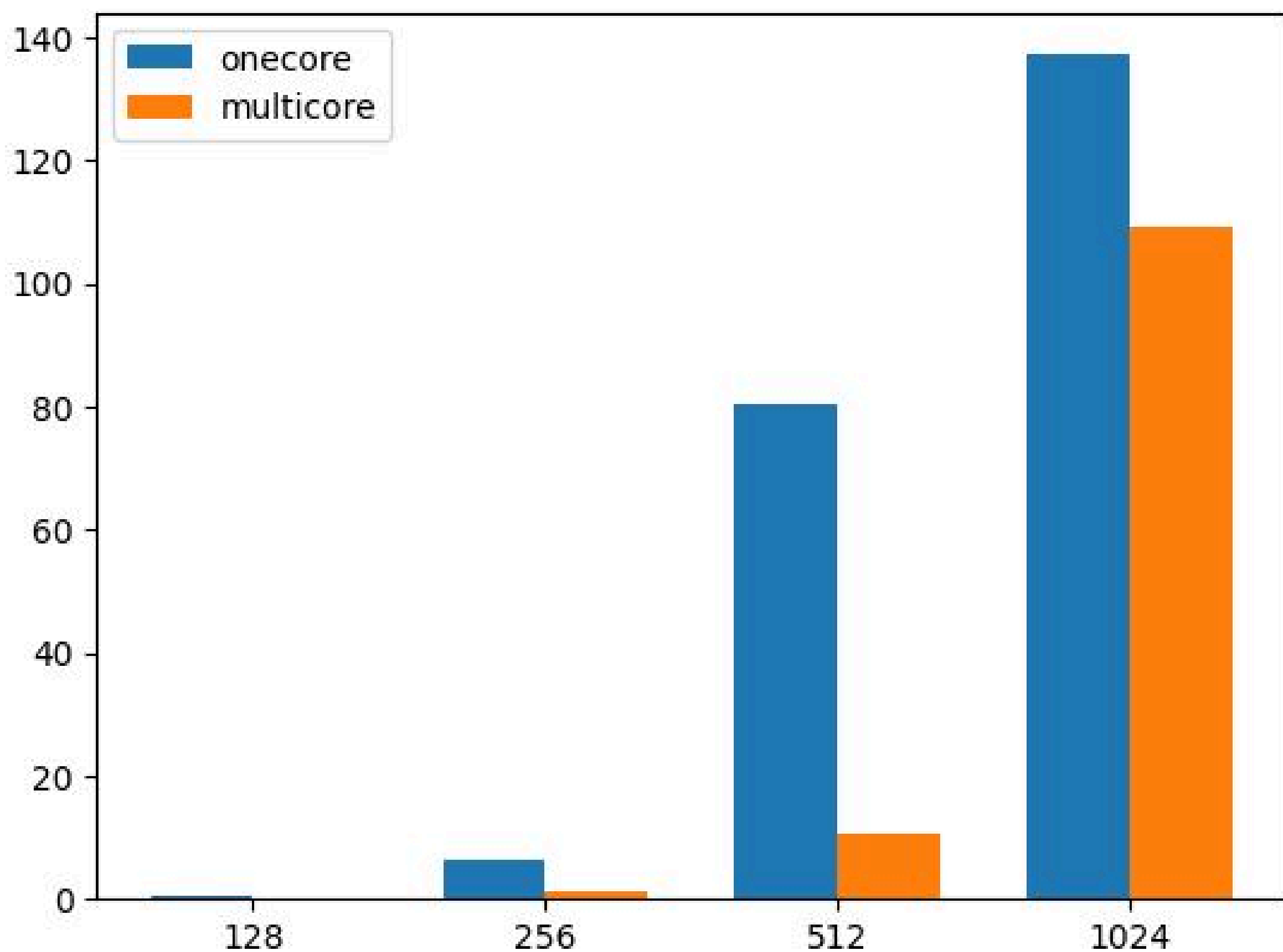
137,14

1000000

CPU-multicore

Размер сетки	Время выполнения (сек)	Точность	Количество операций
128*128	0,3	0.000001	30000
256*256	1,42	0.000001	100000
512*512	10.53	0.000001	300000
1024*1024	109.17	0.000001	1000000

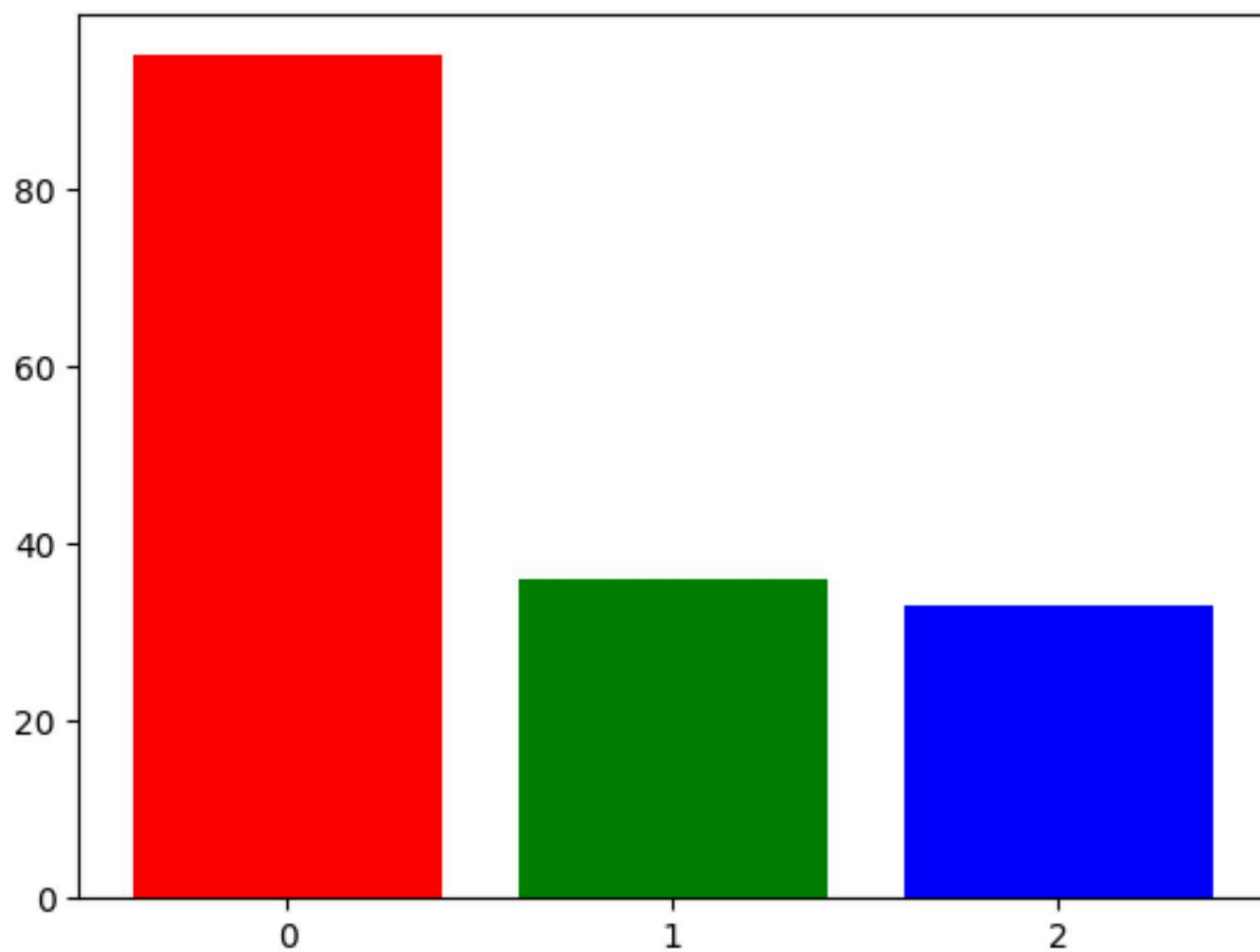
Диаграмма сравнения время работы CPU-one и CPU-multi

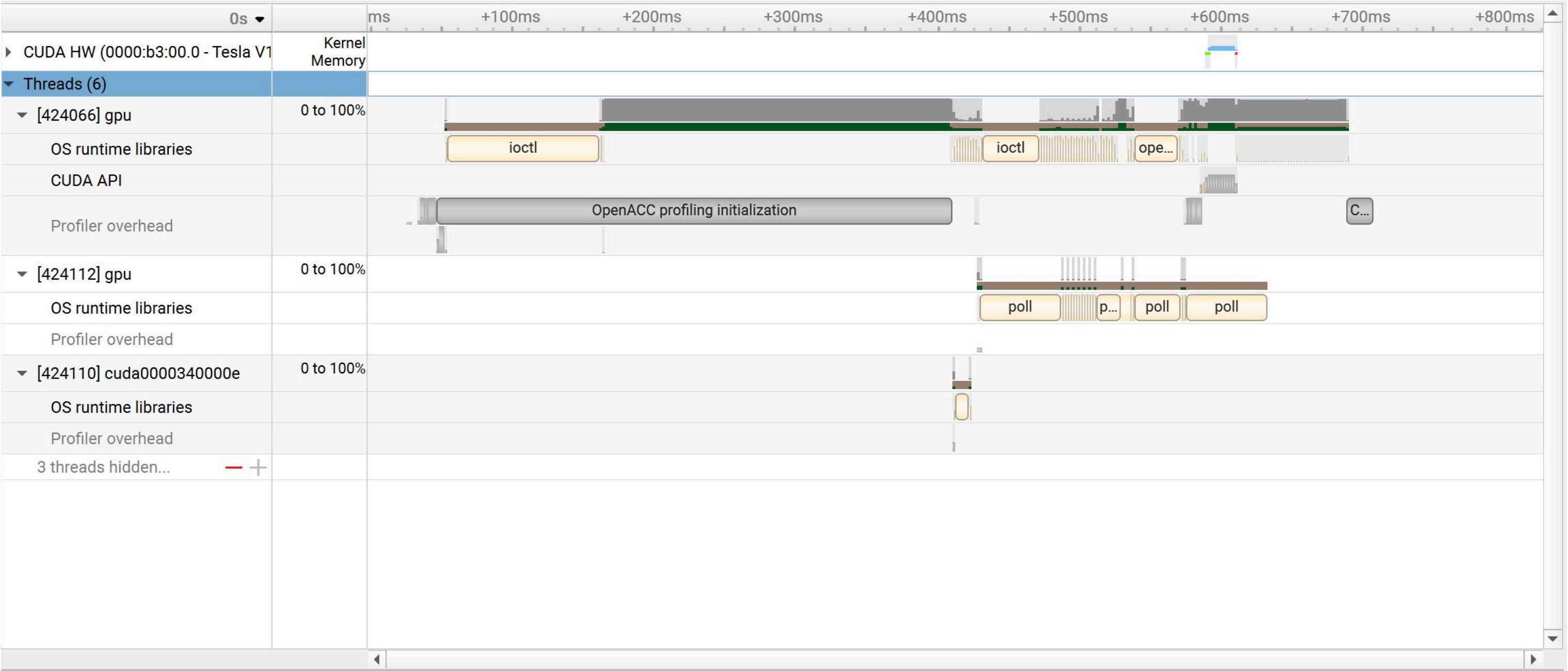
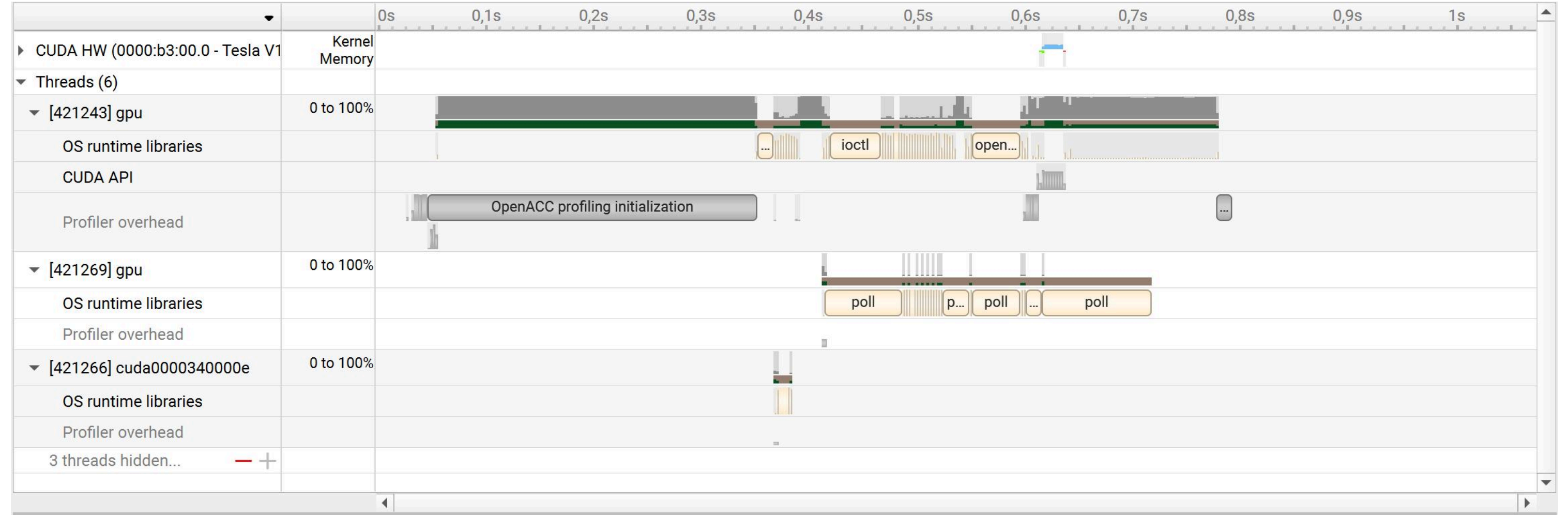
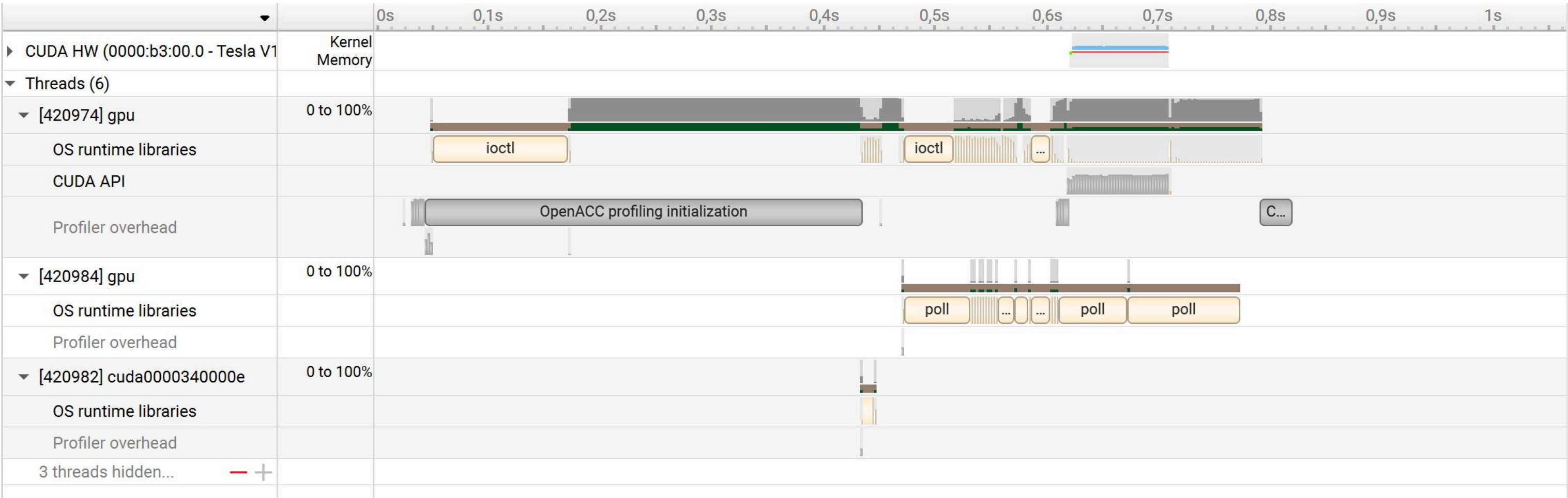


Выполнение на GPU
Этапы оптимизации на сетке 1024*1024

Этап	Время выполнения	Точность	Количество итераций	Комментарии
0	95,75	0.000001	1000000	
1	36,99	0.000001	1000000	Возвращение ошибки каждые 1000 операций
2	33,95	0.000001	1000000	Замена swap на temp через указатели

Диаграмма оптимизации

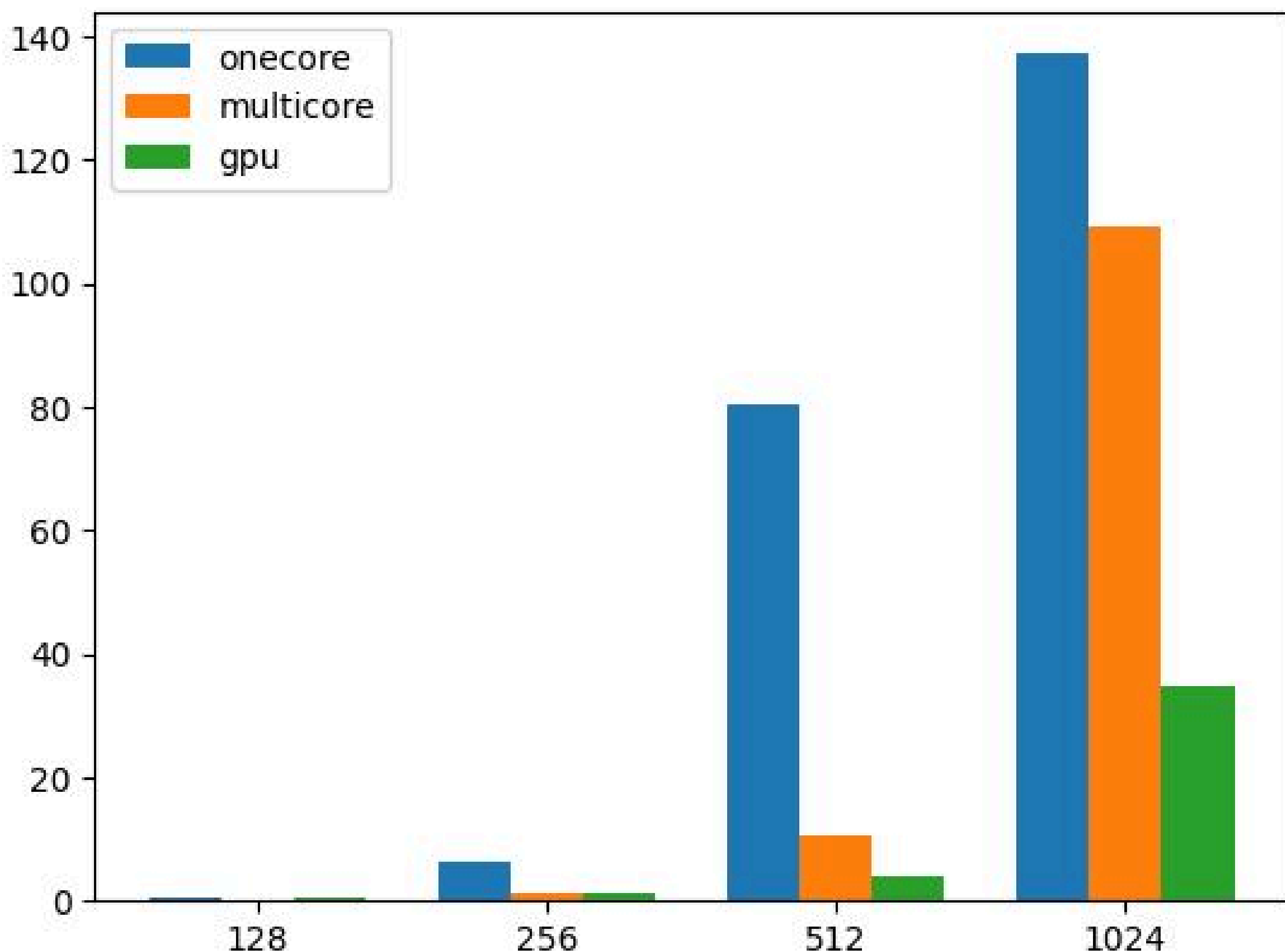




GPU - оптимизированный вариант

Размер сетки	Время выполнения(с)	Точность	Количество операций
128*128	0,43	0.000001	40000
256*256	1,27	0.000001	100000
512*512	3,82	0.000001	300000
1024*1024	34,8	0.000001	1000000

Диаграмма сравнения времени работы CPU-one, CPU-multi, GPU(оптимизированный вариант) для разных размеров сеток



Итерация: 10000 ошибка: 0

Время: 113 мс, Ошибка: 0, Итерации: 10000

10	11.1111	12.2222	13.3333	14.4444	15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20
11.1111	12.2222	13.3333	14.4444	15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111
12.2222	13.3333	14.4444	15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222
13.3333	14.4444	15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333
14.4444	15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444
15.5556	16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444	25.5556
16.6667	17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444	25.5556	26.6667
17.7778	18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444	25.5556	26.6667	27.7778
18.8889	20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444	25.5556	26.6667	27.7778	28.8889
20	21.1111	22.2222	23.3333	24.4444	25.5556	26.6667	27.7778	28.8889	30

Итерация: 10000 ошибка: 0

Время: 108 мс, Ошибка: 0, Итерации: 10000

10	10.8333	11.6667	12.5	13.3333	14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20
10.8333	11.6667	12.5	13.3333	14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333
11.6667	12.5	13.3333	14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667
12.5	13.3333	14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5
13.3333	14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333
14.1667	15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667
15	15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25
15.8333	16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333
16.6667	17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333	26.6667
17.5	18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333	26.6667	27.5
18.3333	19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333	26.6667	27.5	28.3333
19.1667	20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333	26.6667	27.5	28.3333	29.1667
20	20.8333	21.6667	22.5	23.3333	24.1667	25	25.8333	26.6667	27.5	28.3333	29.1667	30