

Теория параллелизма

Отчет

Решение уравнения теплопроводности

Выполнила 23931, Басова Юлия

16.05.2025

Цель работы

Реализовать решение уравнение теплопроводности (разностная схема – пятиточечный шаблон) в двумерной области на равномерных сетках (128^2 , 256^2 , 512^2 , 1024^2).

Используемый компилятор - g++

Используемый профилировщик – Nsight System

Как производили замер времени работы – `std::chrono`

Выполнение на CPU

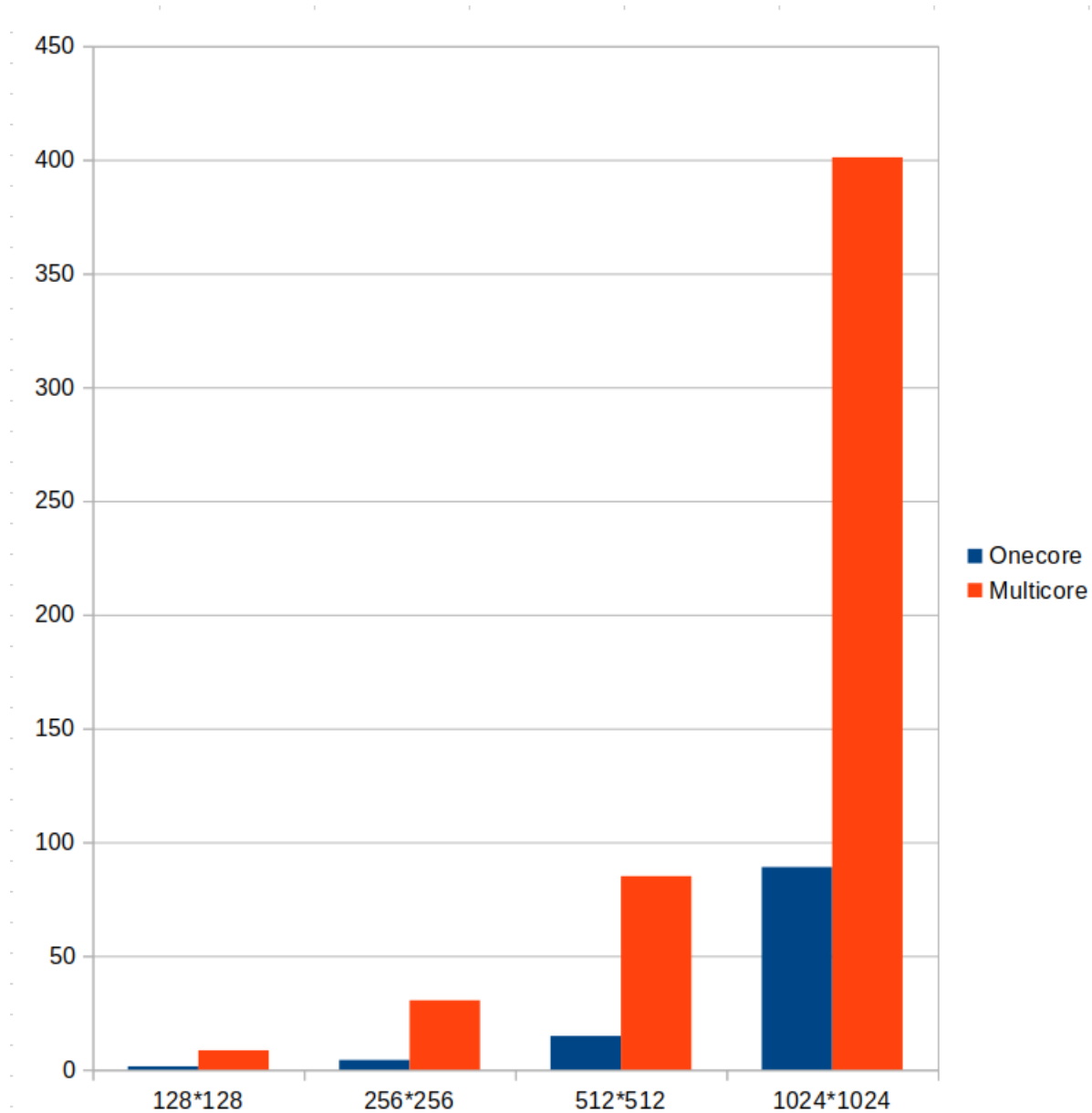
CPU-onecore

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	1,41 с	10^{-6}	28560
256*256	4,24 с	10^{-6}	94980
512*512	14,81 с	10^{-6}	304820

CPU-multicore

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	8,51 с	10^{-6}	28560
256*256	30,45 с	10^{-6}	94980
512*512	85,04 с	10^{-6}	304820
1024*1024	401,09 с	10^{-6}	922310

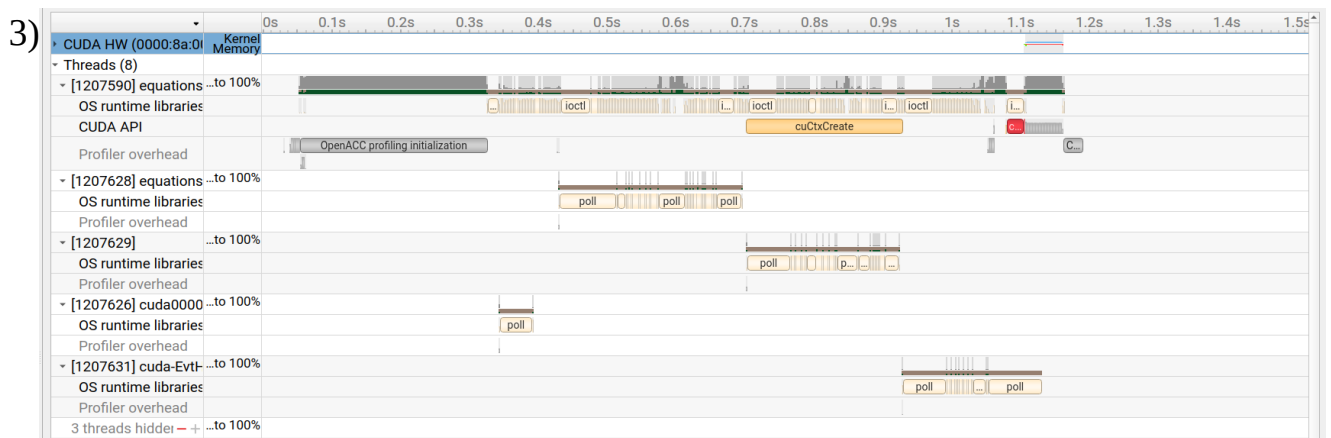
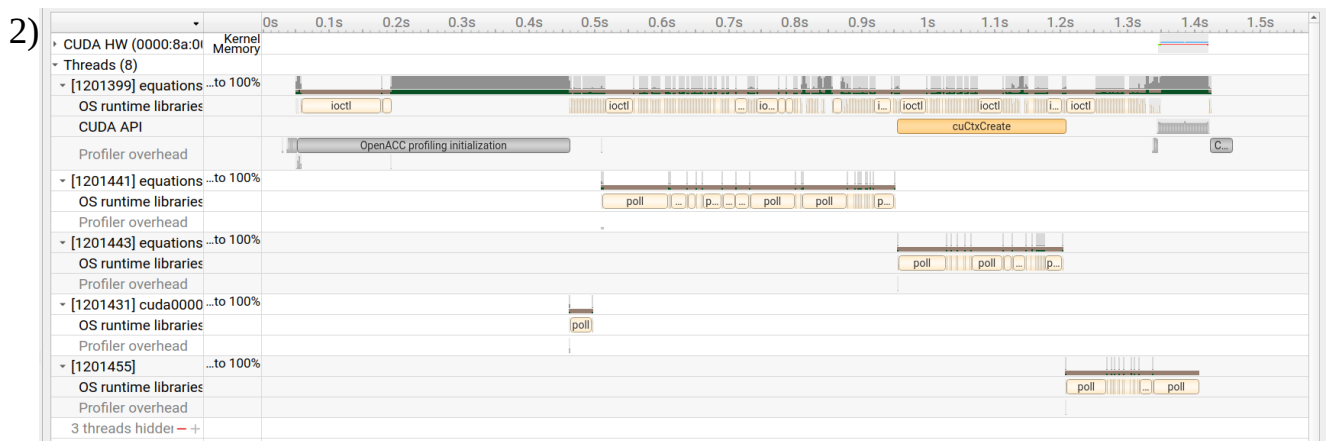
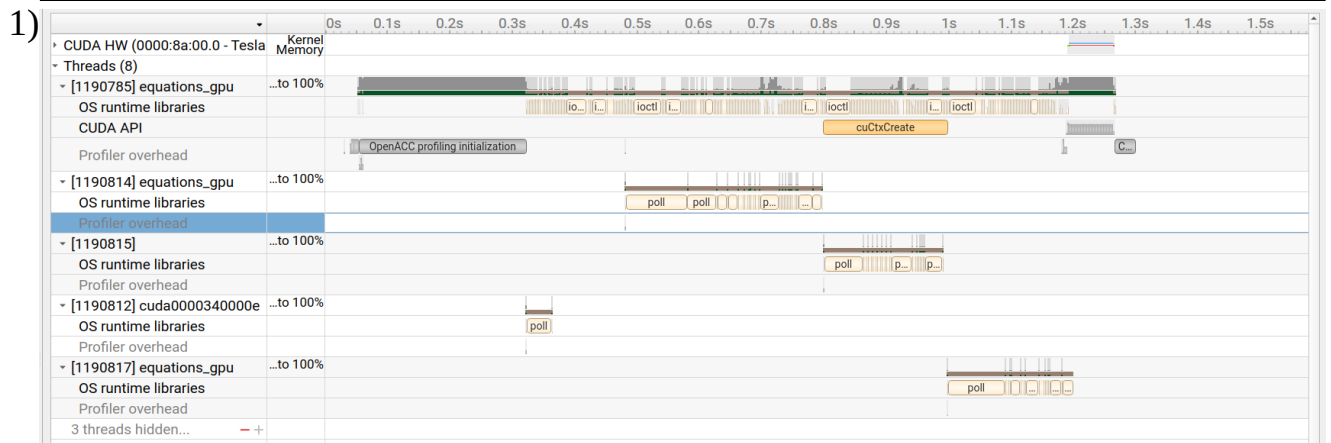
Диаграмма сравнения время работы CPU-one и CPU-multi



Выполнение на GPU

Этапы оптимизации на сетке 512*512

Этап №	Время выполнения	Точность	Максимальное количество итераций	Комментарии
1	2.91	$10^{(-6)}$	1_000_000	Без оптимизаций
2	8.24	$10^{(-6)}$	1_000_000	Добавлен флаг -O2
3	1.72	$10^{(-6)}$	1_000_000	std::swap, без вывода результатов
4	4.48	$10^{(-6)}$	1_000_000	std::unique_ptr, реже обновления CPU/GPU, реже проверка ошибки,



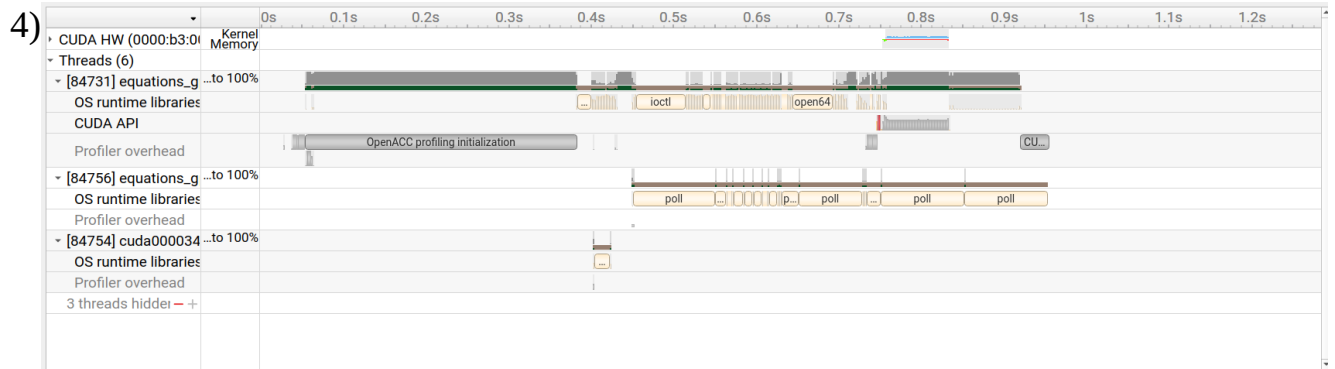
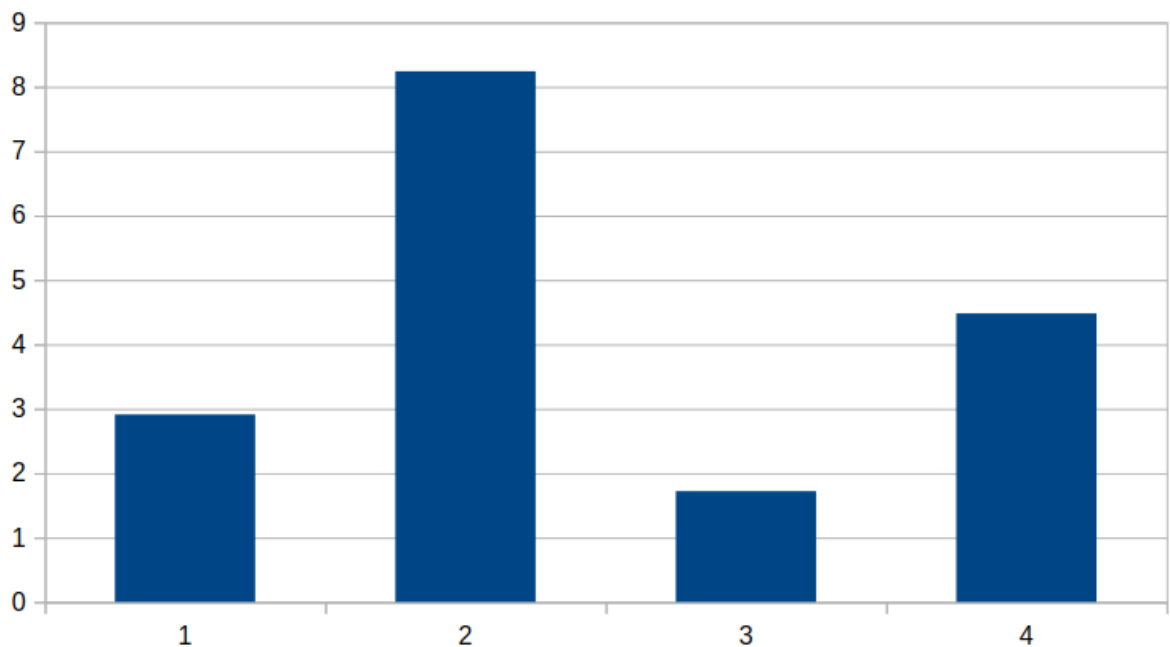


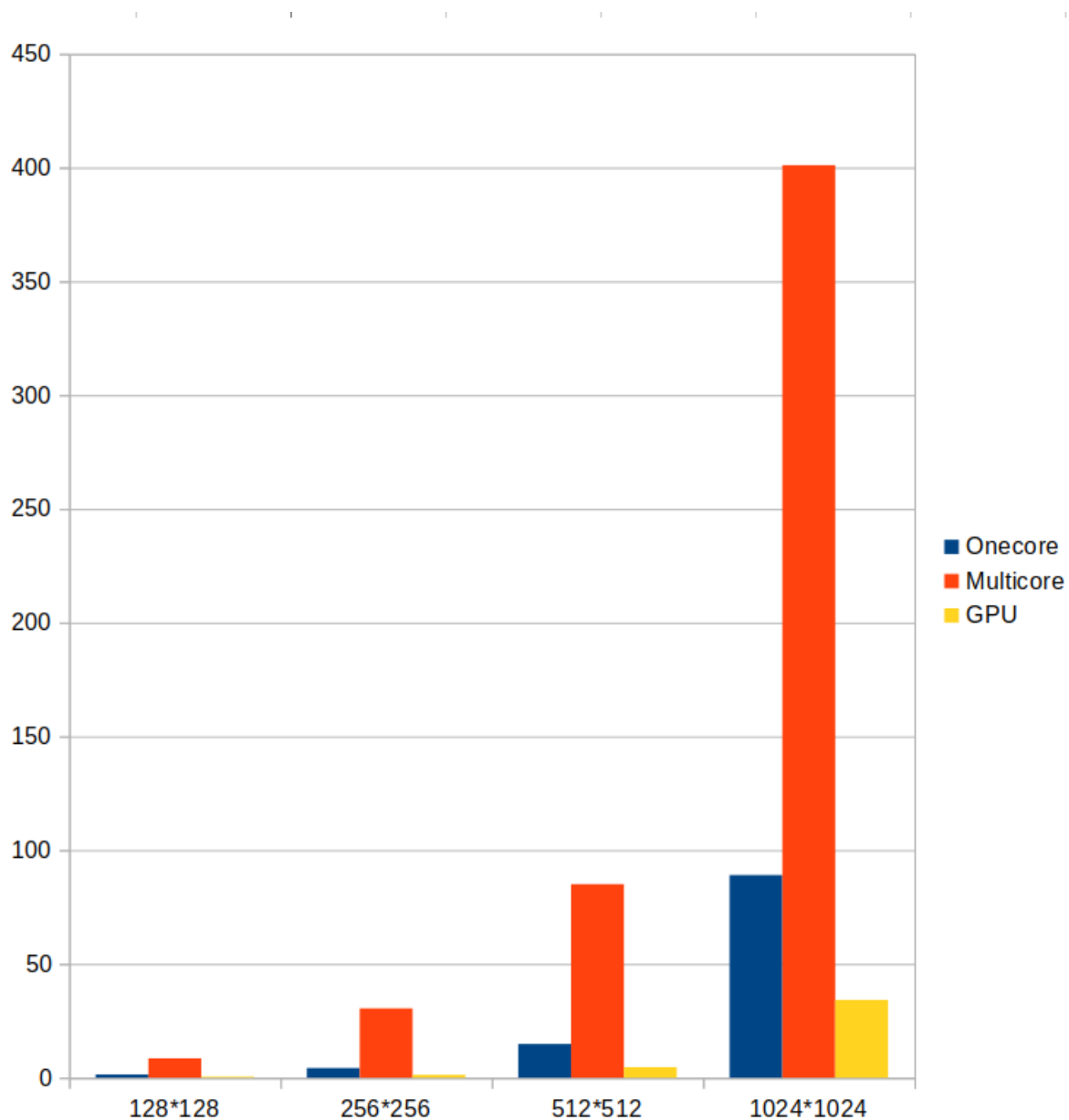
Диаграмма оптимизации
(по горизонтали номер этапа; по вертикали время работы)



GPU – оптимизированный вариант

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	0.429	$10^{(-6)}$	1_000_000
256*256	1.229	$10^{(-6)}$	1_000_000
512*512	4.612	$10^{(-6)}$	1_000_000
1024*1024	34.151	$10^{(-6)}$	1_000_000

Диаграмма сравнения Onecore, Multicore, GPU

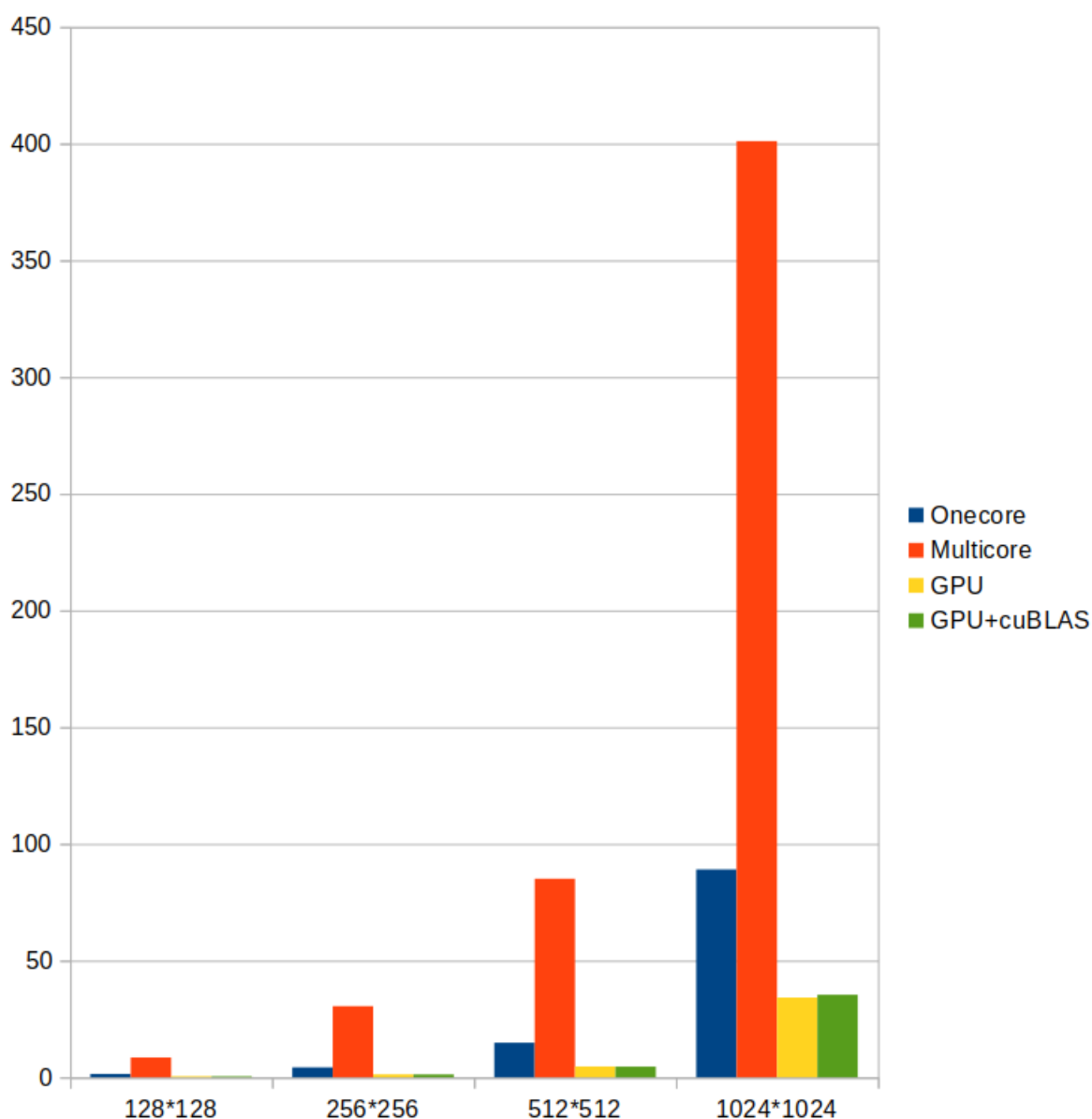


Выполнение на GPU + cuBLAS

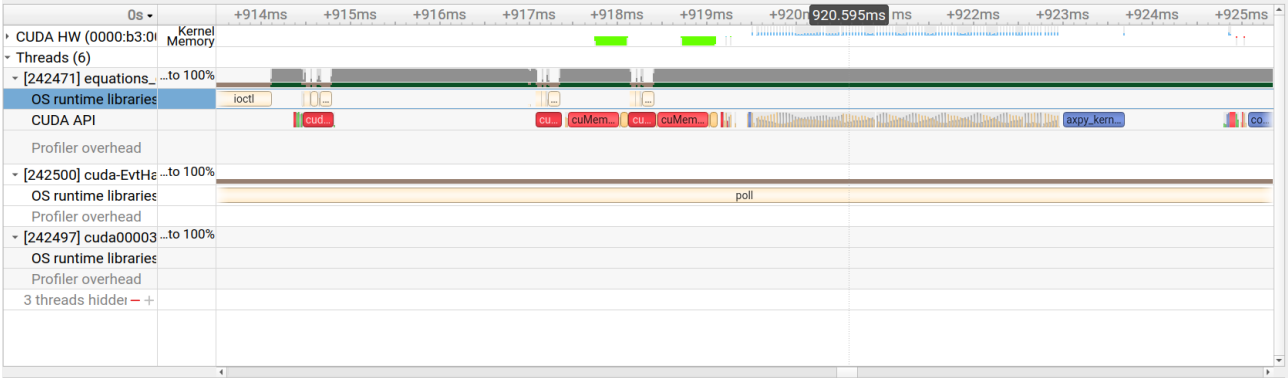
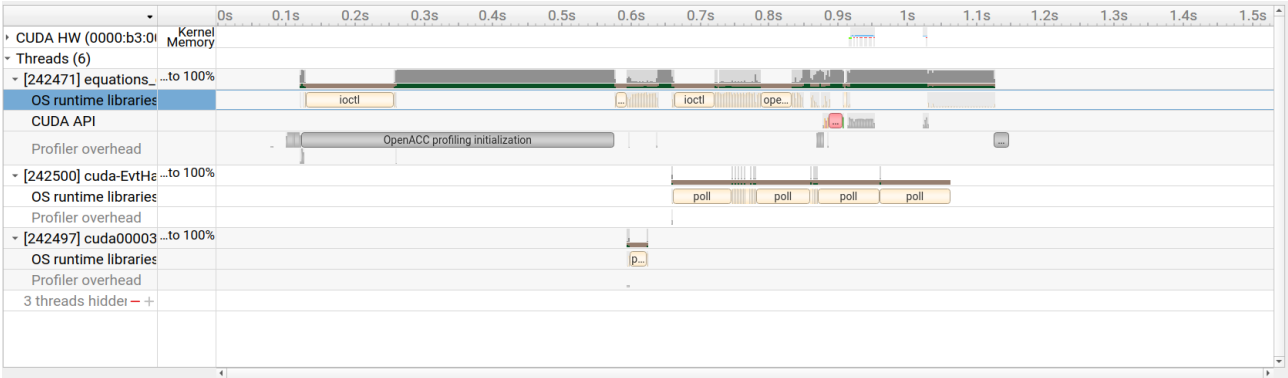
Время выполнения GPU+cuBLAS

Размер сетки	Время выполнения, с	Точность	Количество итераций
128*128	0.39	$10^{(-6)}$	30_100
256*256	1.202	$10^{(-6)}$	102_900
512*512	4.554	$10^{(-6)}$	339_600
1024*1024	35.37	$10^{(-6)}$	1_000_000

Диаграмма сравнения Onecore, Multicore, GPU, GPU+cuBLAS



Профилирование GPU+cuBLAS

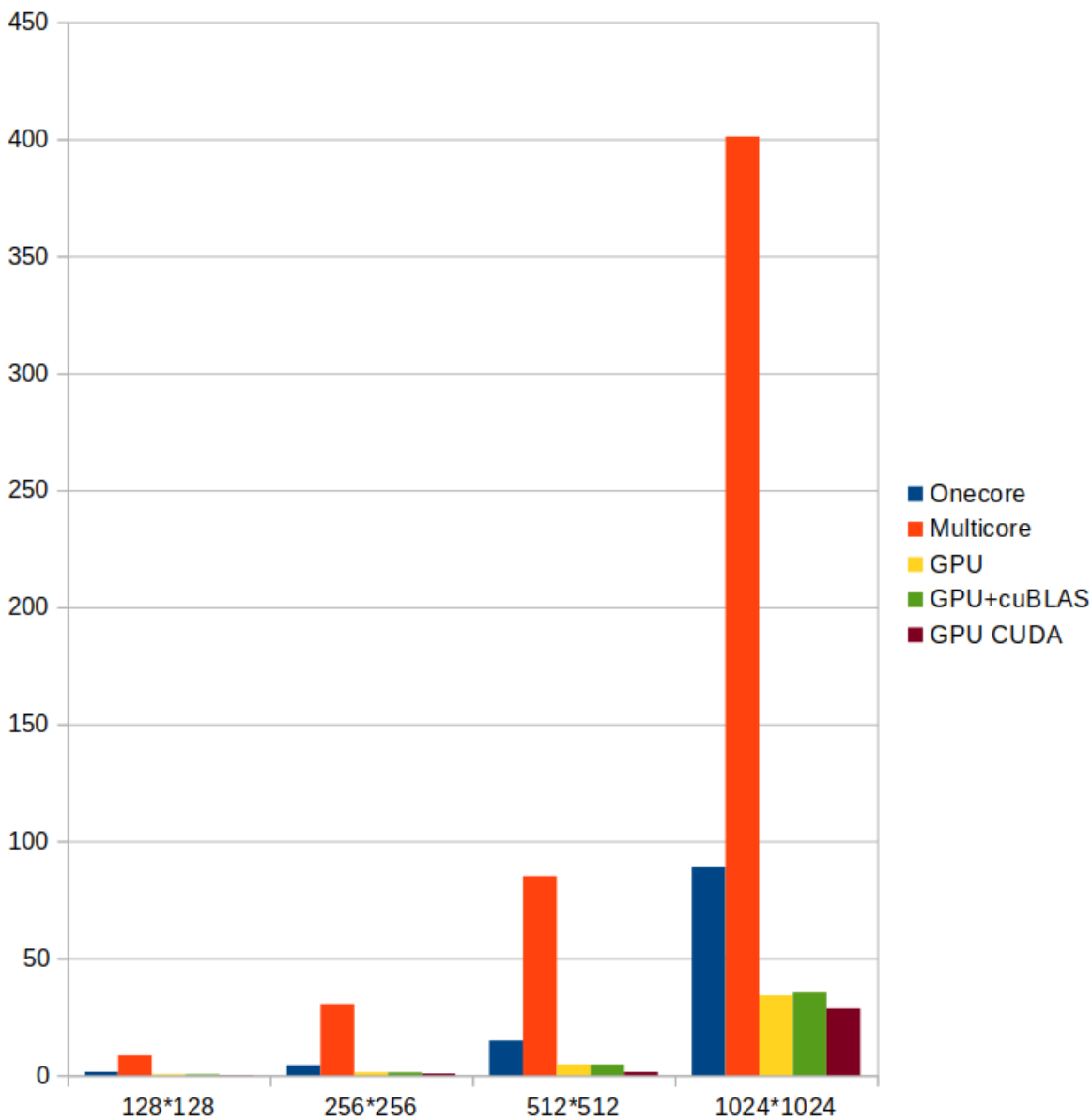


Выполнение на GPU (CUDA)

Время выполнения GPU (CUDA)

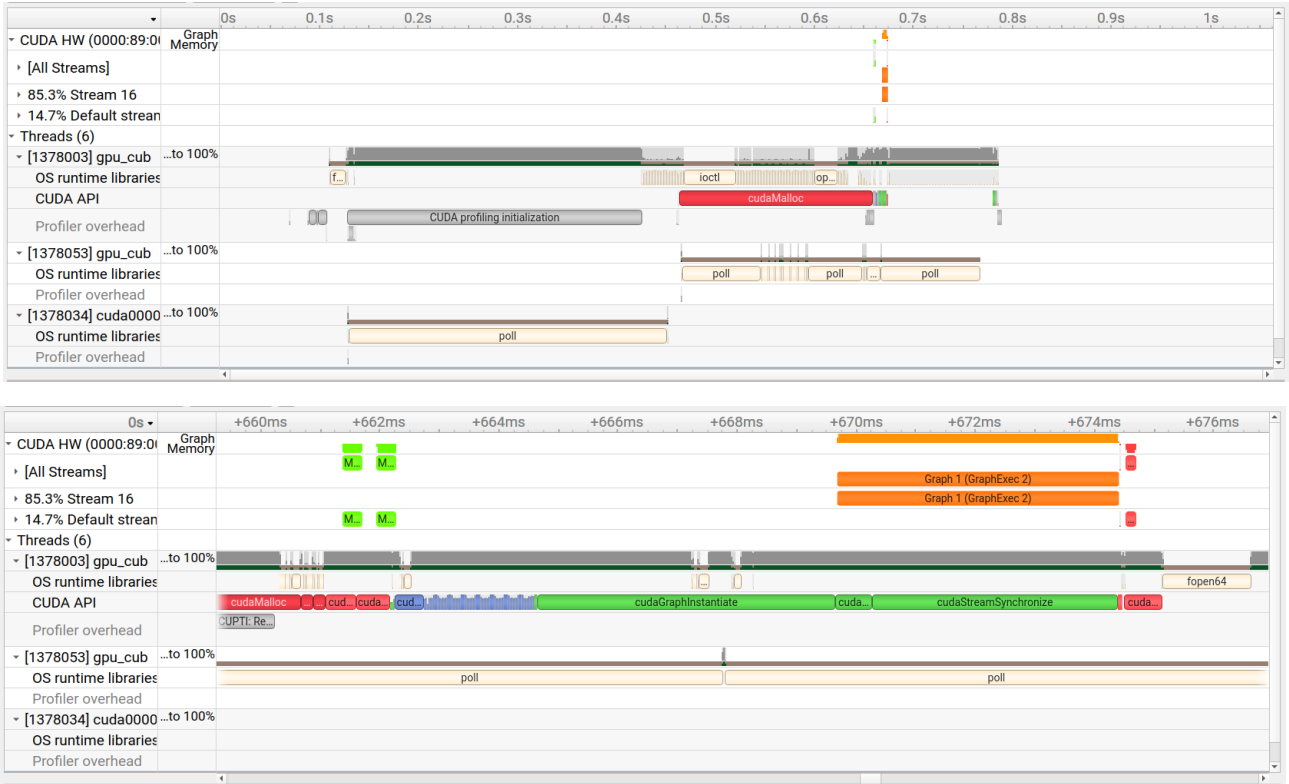
Размер сетки	Время выполнения, с	Точность	Количество итераций
128*128	0.074	10 ⁽⁻⁶⁾	31_000
256*256	0.722	10 ⁽⁻⁶⁾	103_000
512*512	1.368	10 ⁽⁻⁶⁾	340_000
1024*1024	28.496	10 ⁽⁻⁶⁾	1_000_000

Диаграмма сравнения Onecore, Multicore, GPU, GPU+cuBLAS, GPU CUDA



Профилирование GPU (CUDA)

Сетка 512*512



Вывод: уравнения теплопроводности эффективно решаются на GPU с использованием OpenACC (рассматривается оптимизированная версия). С использованием cuBLAS разница незначительная.