

# Теория параллелизма

Отчет

Уравнение теплопроводности

Выполнил Баков Д. 23932

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
<b>128*128</b>	0,44	0.000001	30000
<b>256*256</b>	6.27	0.000001	100000
<b>512*512</b>	80.22	0.000001	300000

1024x1024

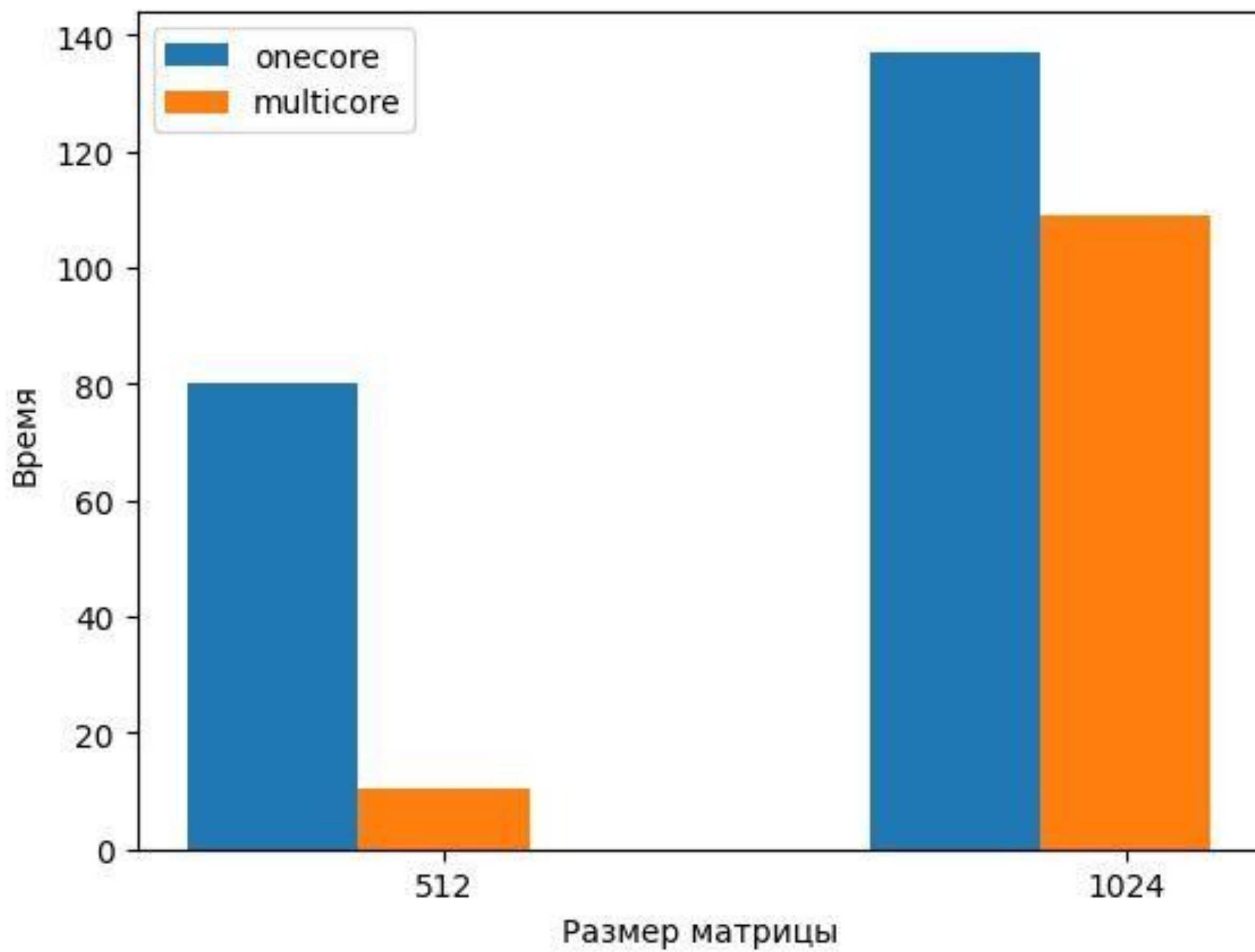
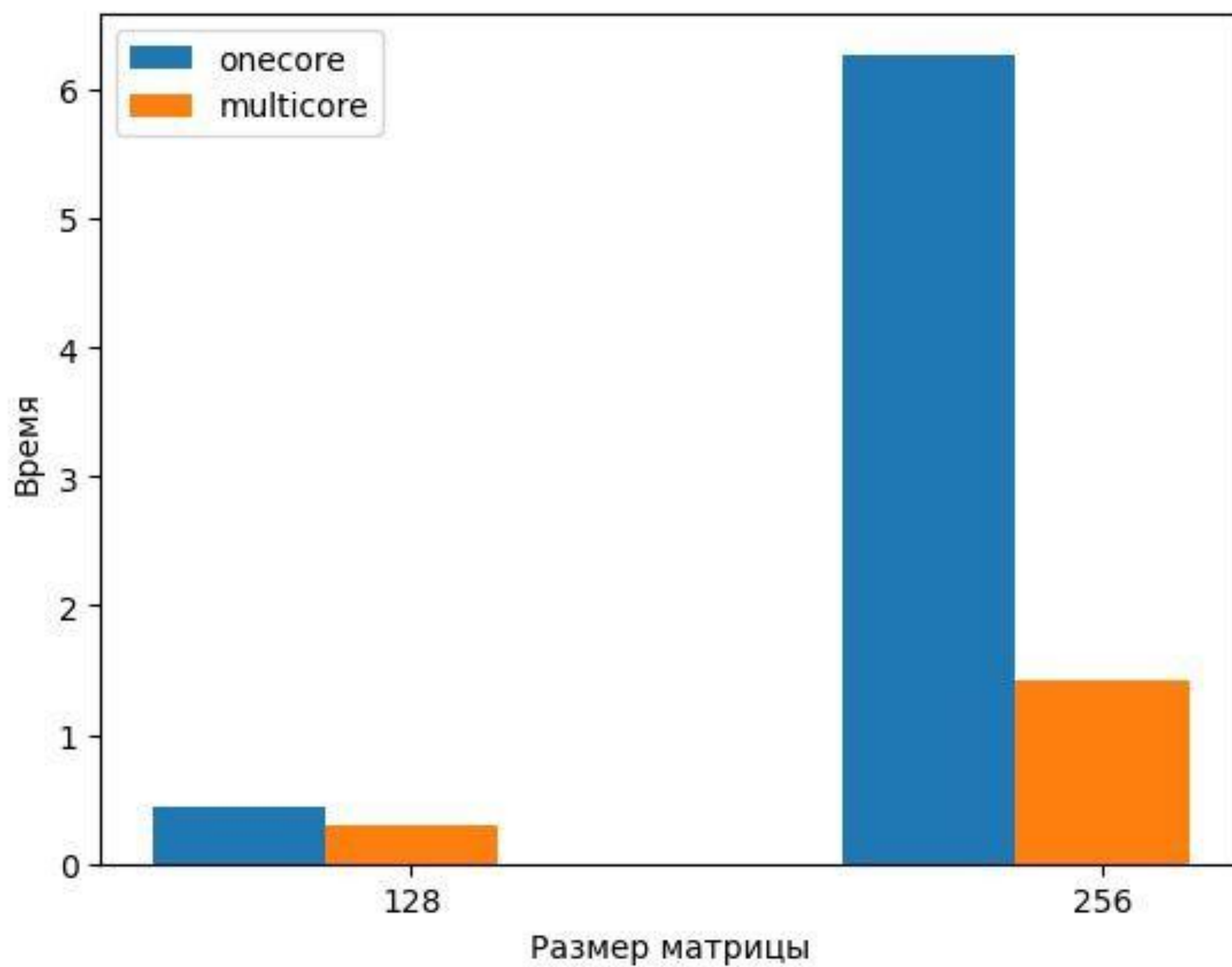
137,14

1000000

### CPU-multicore

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

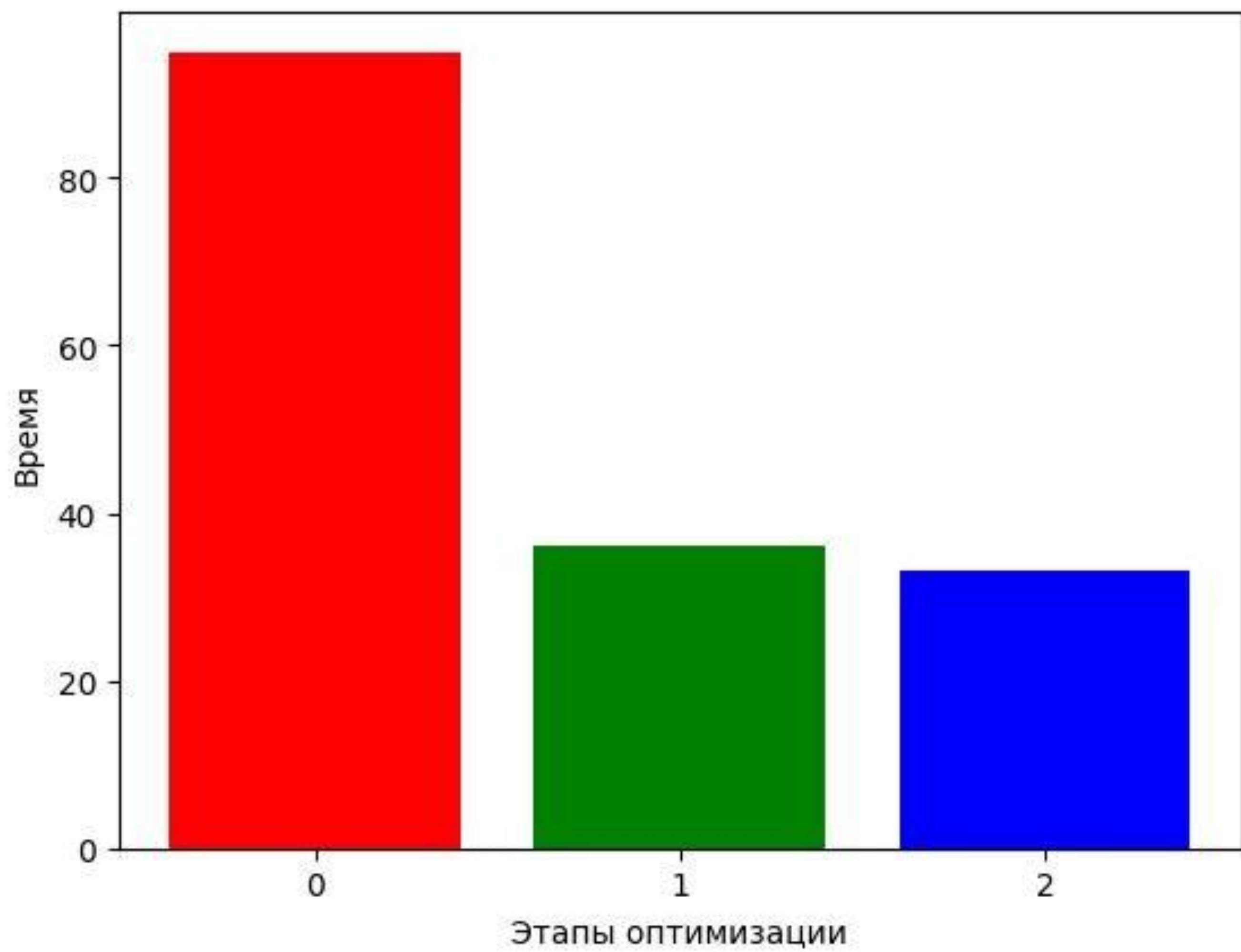
Диаграмма сравнения время работы CPU-one и CPU-multi



**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





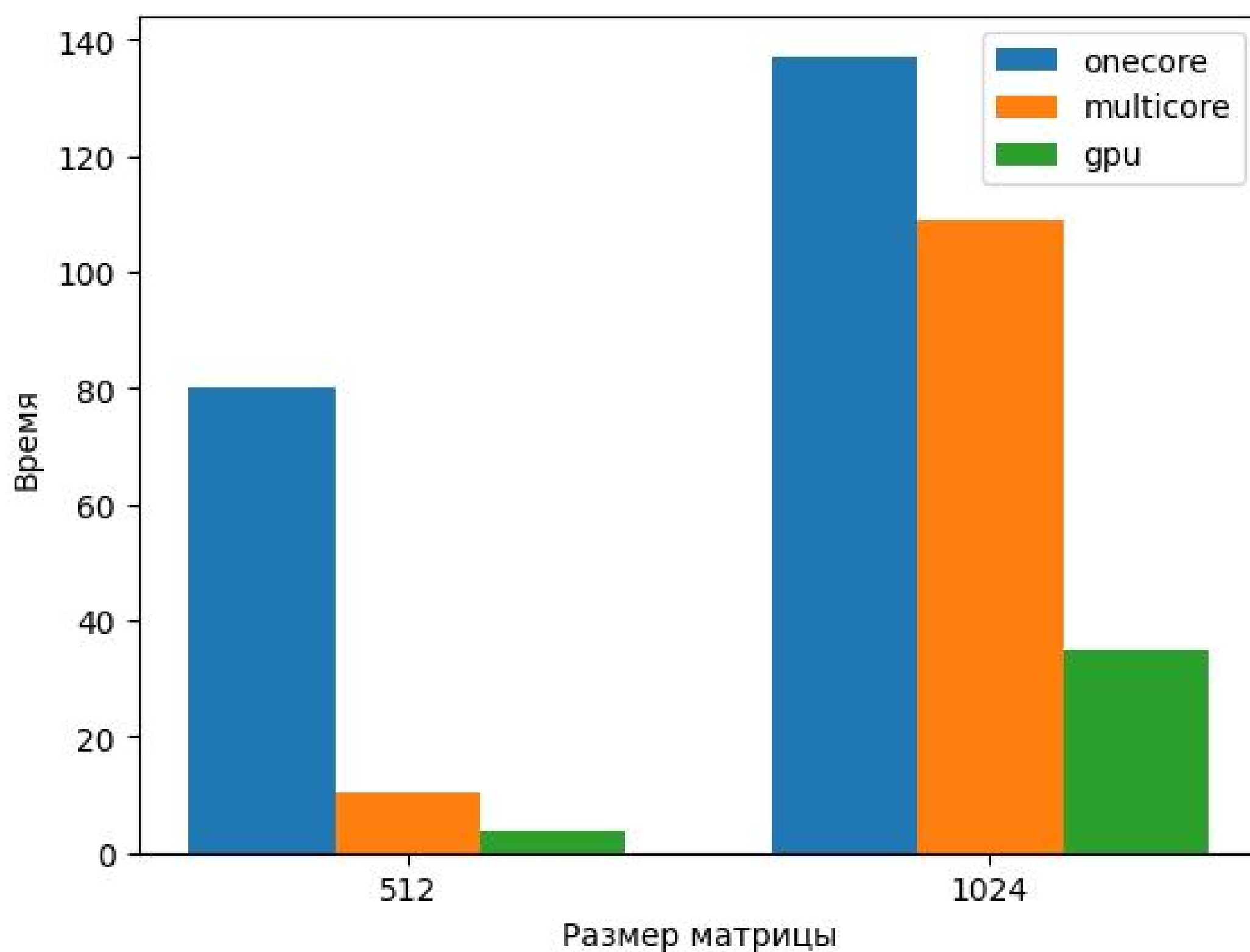
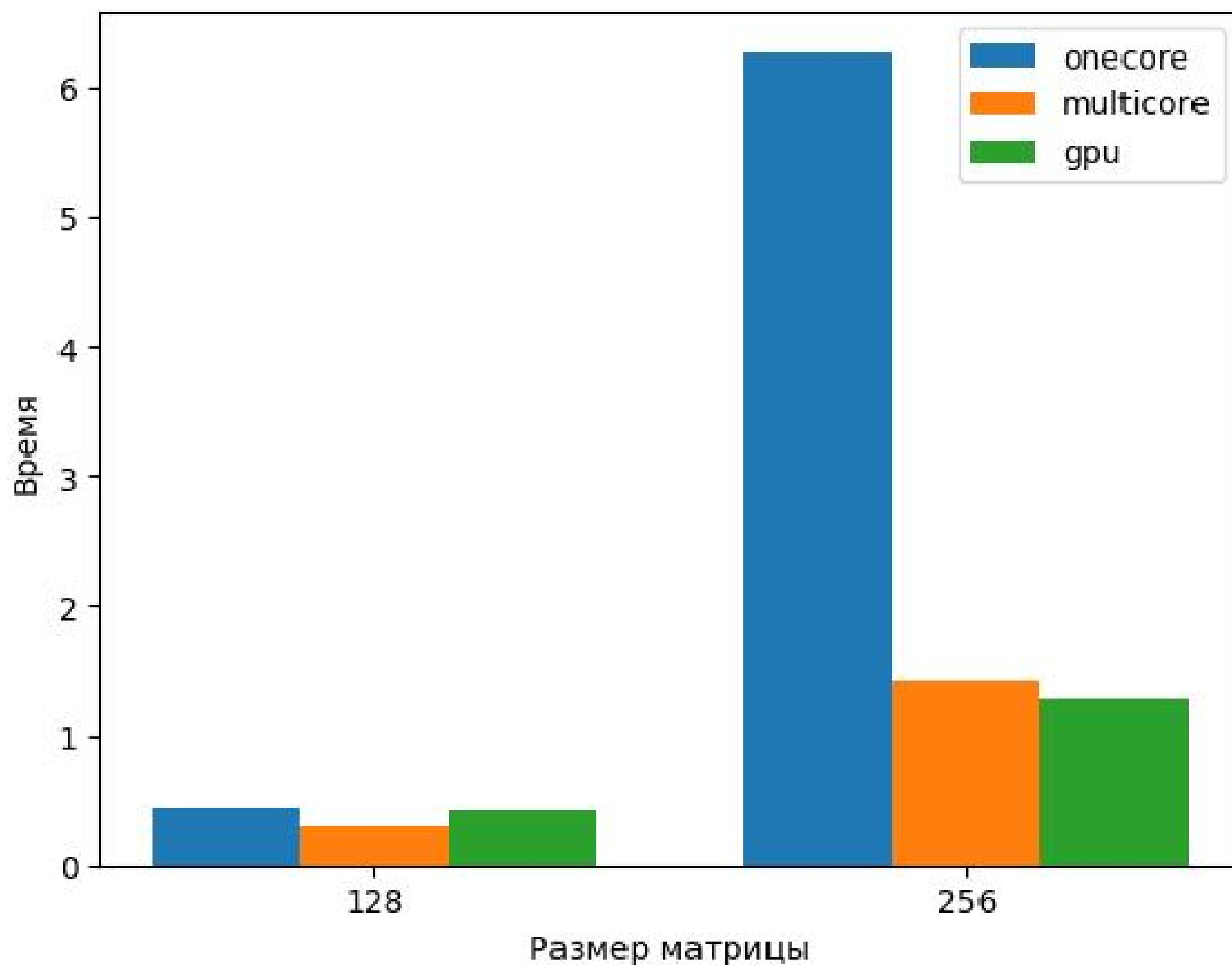


## GPU - оптимизированный вариант

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

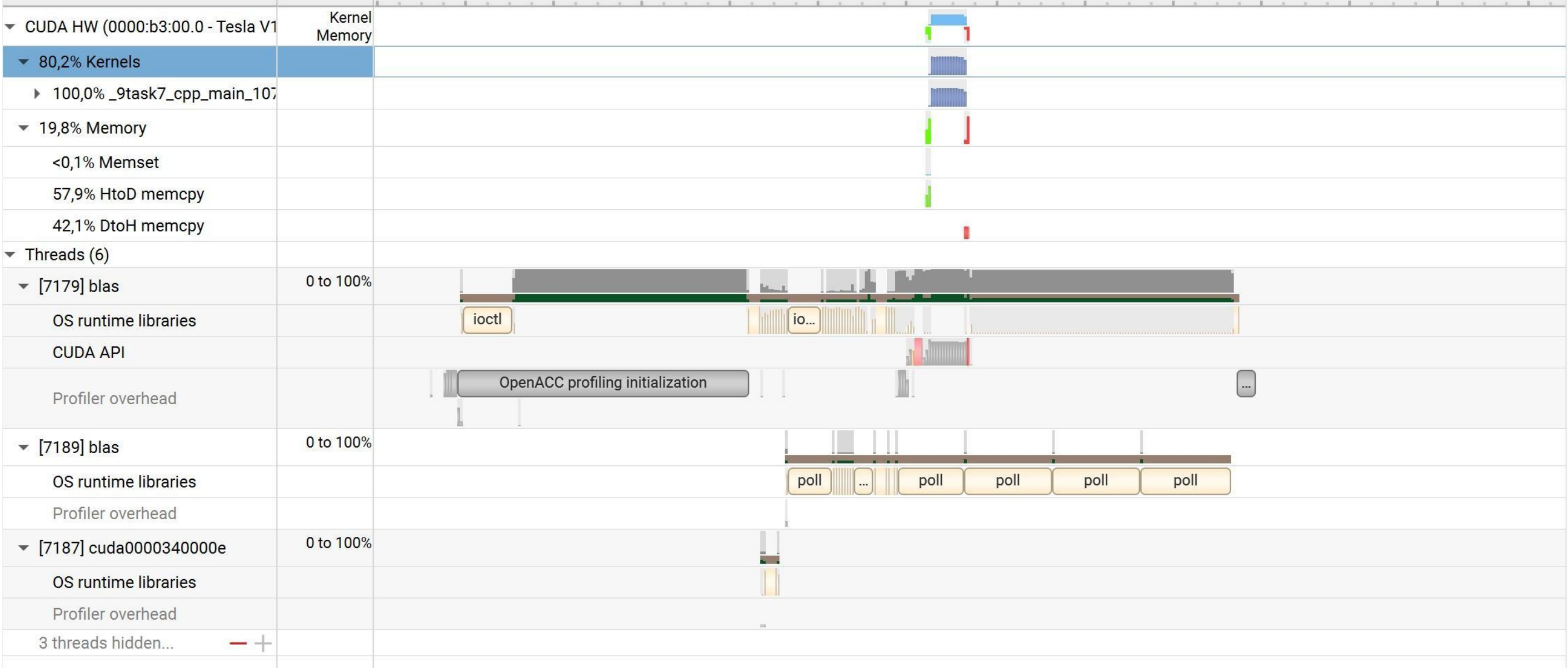


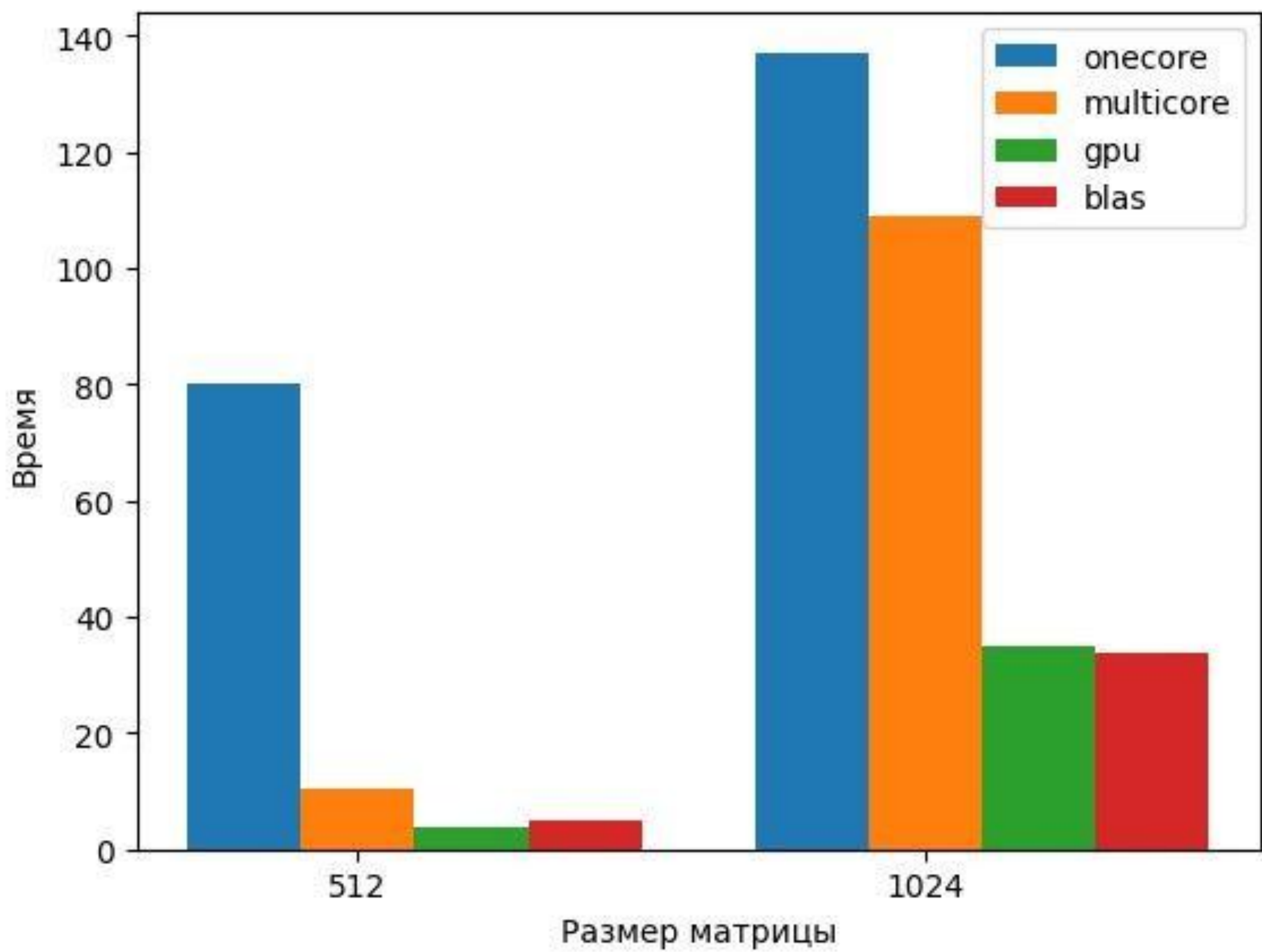
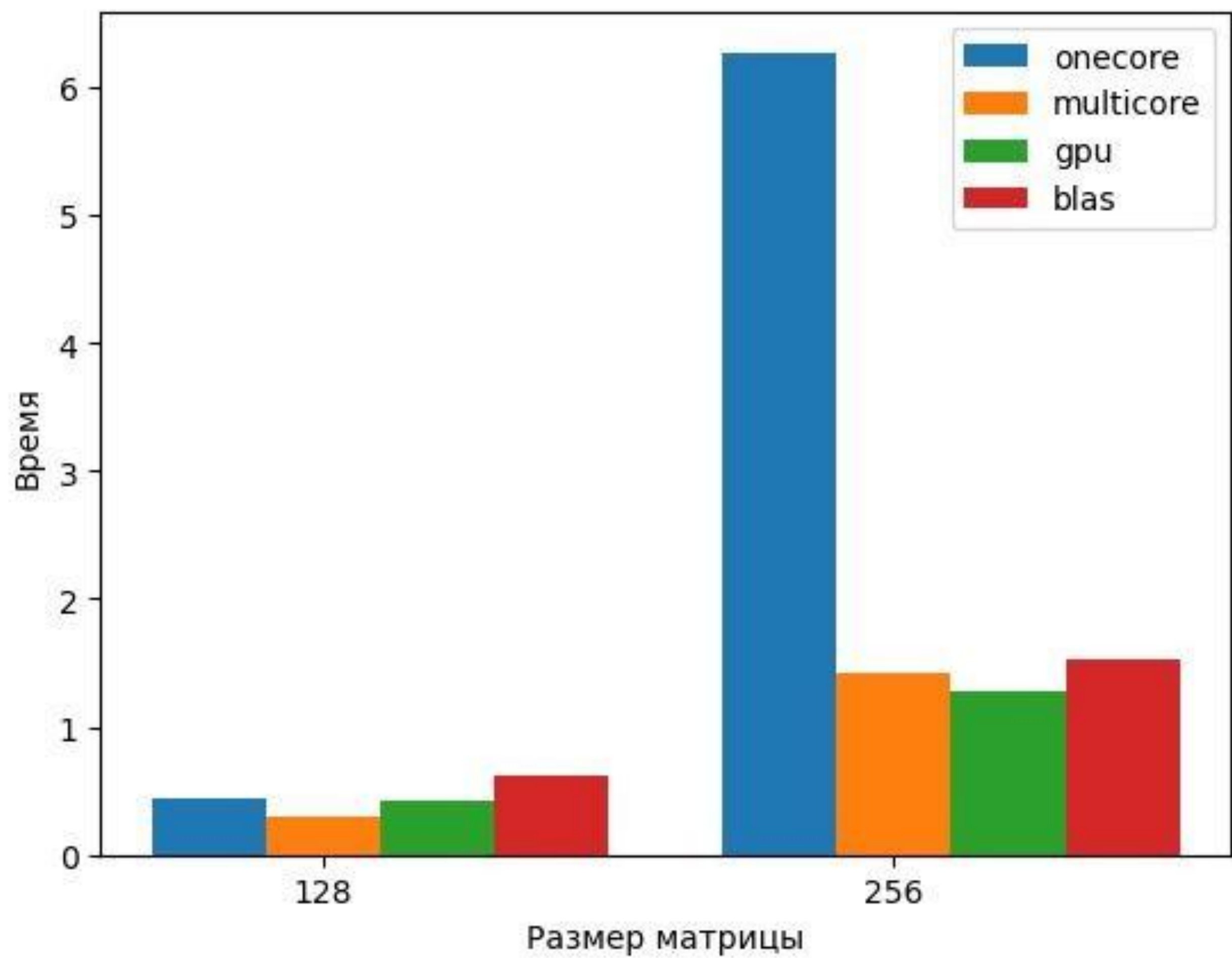
## Диаграмма сравнения времени работы CPU-one, CPU-multi, GPU(оптимизированный вариант) для разных размеров сеток



# GPU+cublas

Размер сетки	Время выполнения(с)	Точность	Количество операций
128*128	0.61	0.000001	40000
256*256	1.53	0.000001	100000
512*512	4.84	0.000001	300000
1024*1024	33.88	0.000001	1000000



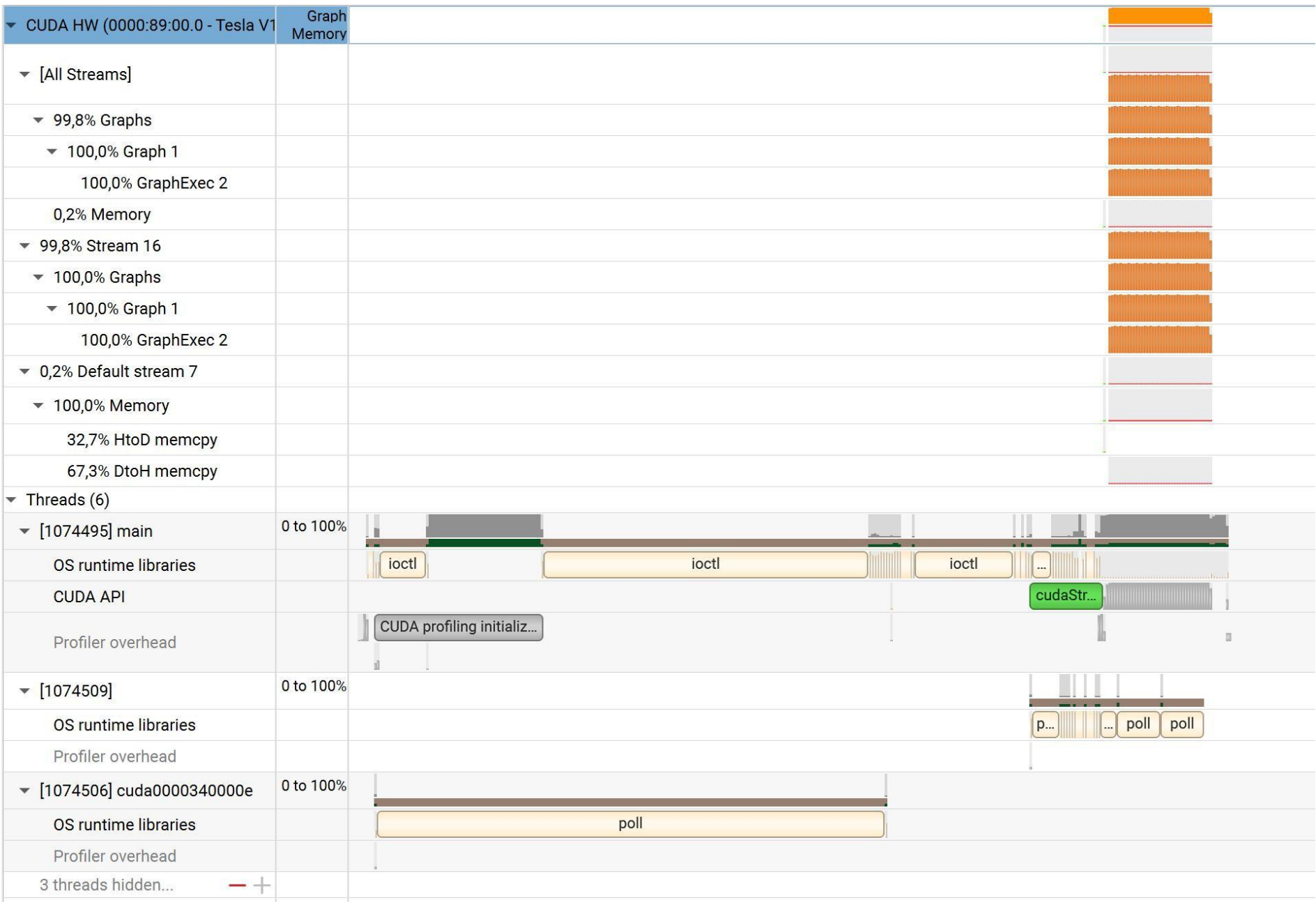


## GPU (CUDA)

Размер сетки	Время выполнения(с)	Точность	Количество операций
<b>128*128</b>	<b>0,064</b>	0.000001	40000
<b>256*256</b>	<b>0,222</b>	0.000001	100000
<b>512*512</b>	<b>1,18</b>	0.000001	300000
<b>1024*1024</b>	<b>24,31</b>	0.000001	1000000



# Профилирование на сетке 50x50



# Профилирование на сетке 1024x1024

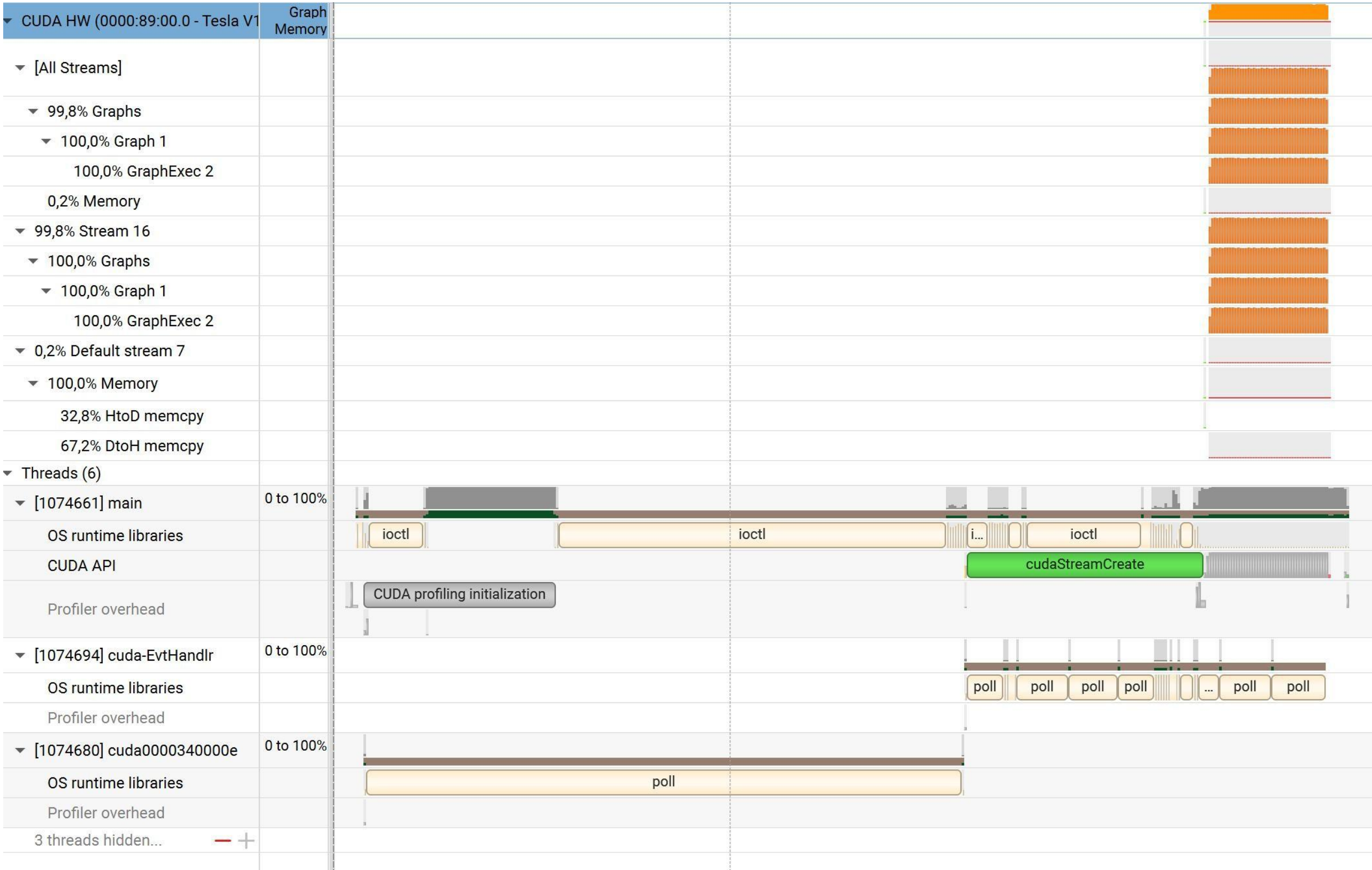


Диаграмма CPU one-core, CPU multi-core, GPU и GPU+cuBLAS, GPU(CUDA)

