

# Теория параллелизма

## Отчет

### Решение уравнения теплопроводности

Выполнил 22931, Чернов Иван Алексеевич

30.04.2024

Задача: Реализовать решение уравнение теплопроводности

Профилировщик: "Nsight Systems".

## Выполнение на CPU

### CPU one-core

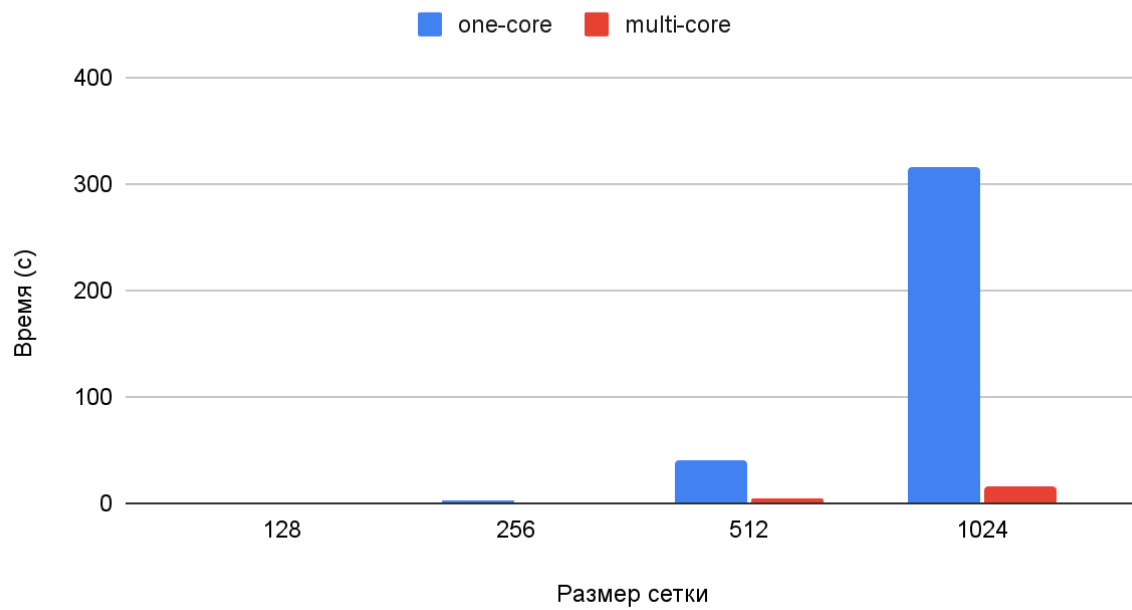
| Размер сетки | Время выполнения | Точность | Кол-во итераций |
|--------------|------------------|----------|-----------------|
| 128          | 0,2              | 1,00E-06 | 15700           |
| 256          | 2,3              | 1,00E-06 | 45100           |
| 512          | 40,9             | 1,00E-06 | 108500          |
| 1024         | 316,6            | 1,00E-06 | 193500          |

### CPU multi-core

| Размер сетки | Время выполнения | Точность | Кол-во итераций |
|--------------|------------------|----------|-----------------|
| 128          | 0,2              | 1,00E-06 | 15700           |
| 256          | 1                | 1,00E-06 | 45100           |
| 512          | 4                | 1,00E-06 | 108500          |
| 1024         | 16               | 1,00E-06 | 193500          |

## Диаграмма сравнения время работы CPU-one и CPU-multi

### Время выполнения



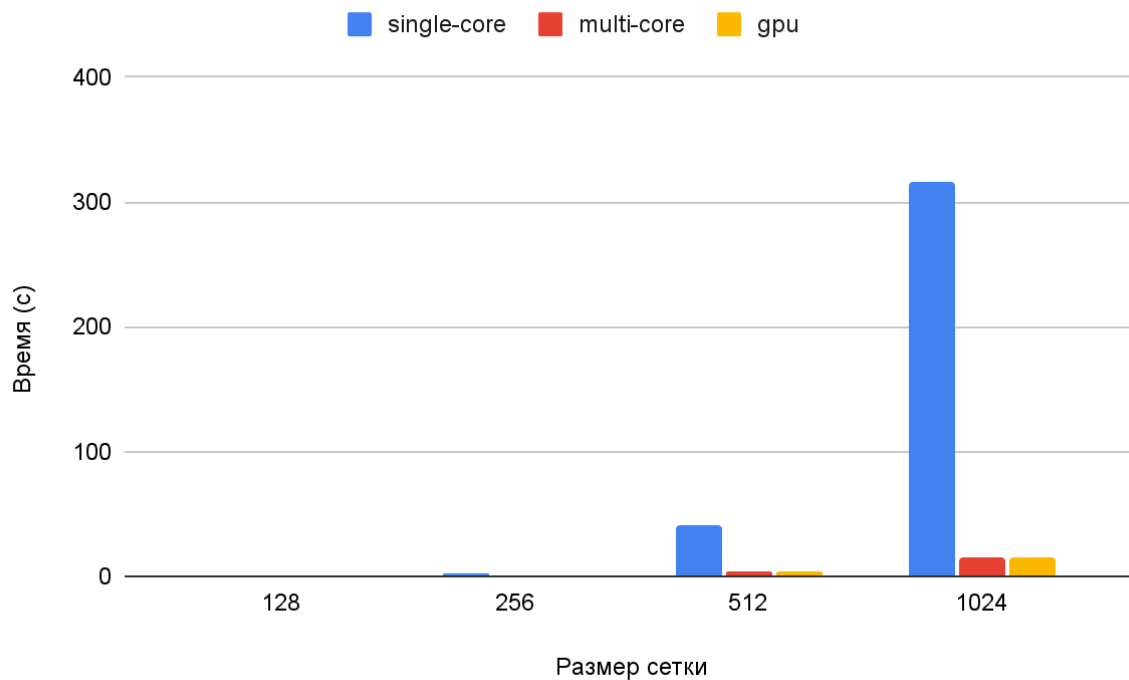
### GPU

| Размер сетки | Время выполнения | Точность | Кол-во итераций |
|--------------|------------------|----------|-----------------|
| 128          | 0,2              | 1,00E-06 | 15700           |
| 256          | 1                | 1,00E-06 | 45100           |
| 512          | 4                | 1,00E-06 | 108500          |
| 1024         | 16               | 1,00E-06 | 193500          |

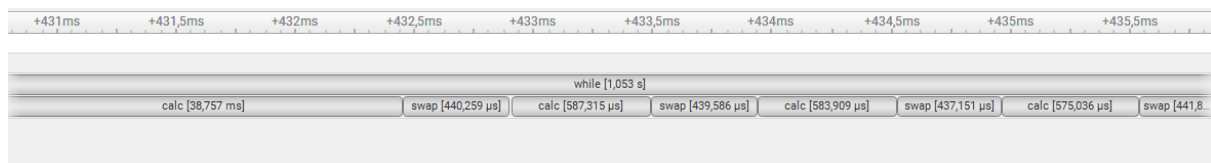
## GPU Optimisation on 512x512 grid

| Этап N | Время выполнения | Точность | Описание  |
|--------|------------------|----------|---|
| 1      | 0,65             | 1,00E-06 | BaseLine  |
| 2      | 0,55             | 1,00E-06 | Использование всех видеокарт                                    |
| 3      | 0,58             | 1,00E-06 | Вызов отдельной функции расчета ошибки каждую сотую итерацию    |
| 4      | 0,6              | 1,00E-06 | Вызов отдельной функции расчета ошибки каждую тысячную итерацию |

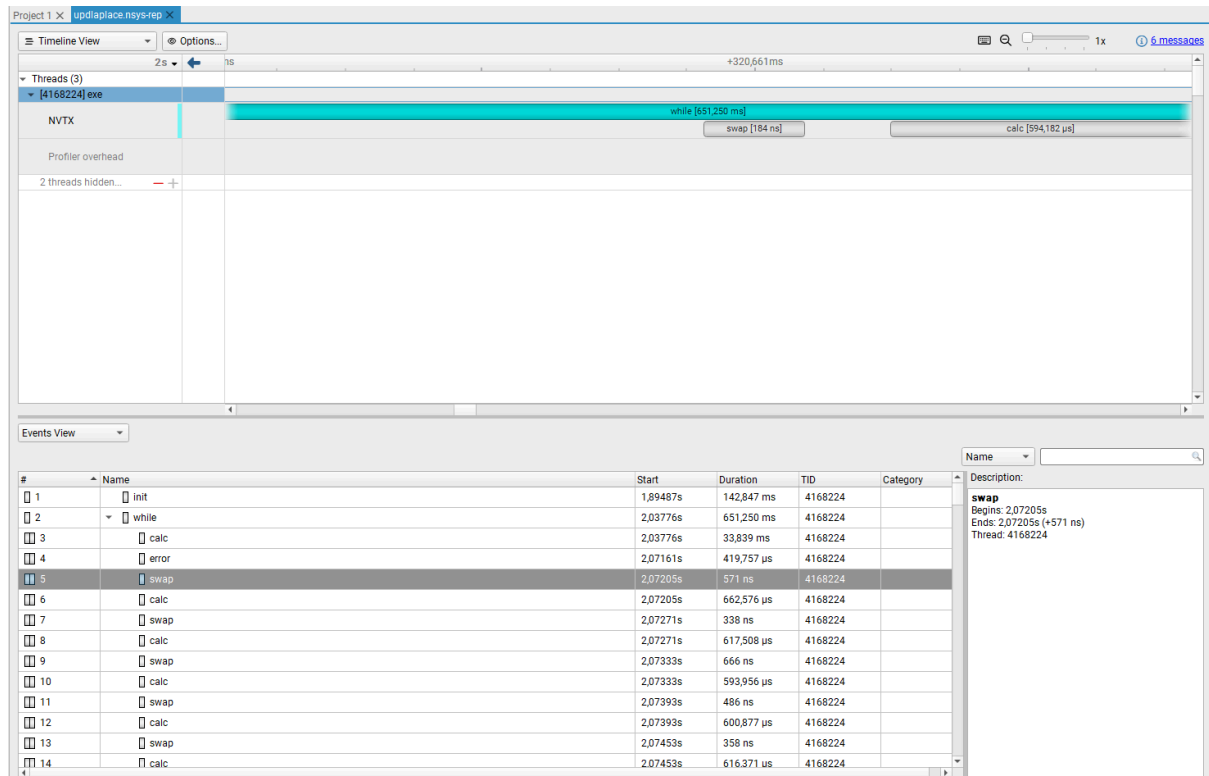
Диаграмма сравнения времени работы CPU-one, CPU-multi, GPU для разных размеров сеток



## Работа программы в профилировщике Nsight Systems



Переписан swap и расчет ошибки каждые 100 эпох



Вывод: программа отлично распараллеливается, но от перехода на гри прироста нету.

## Расчет ошибки с помощью библиотеки cuBLAS

```
double Laplace::calcError(){
    double error = 0.0;
    double *d_A, *d_Anew, *d_error;
    double *h_C = new double[m * m];
    cudaMalloc(&d_A, m * n * sizeof(double));
    cudaMalloc(&d_Anew, m * n * sizeof(double));
    cudaMalloc(&d_error, m * n * sizeof(double));
    cudaMemcpy(d_A, A, m * n * sizeof(double), cudaMemcpyHostToDevice);
    cudaMemcpy(d_Anew, Anew, m * n * sizeof(double), cudaMemcpyHostToDevice);
    cublasHandle_t handle;
    cublasCreate(&handle);
    const double alpha = -1.0;
    const double beta = 1.0;
    cublasDgeam(handle, CUBLAS_OP_N, CUBLAS_OP_N, m, n, &alpha, d_Anew, m, &beta, d_A, m, d_error, m);
    cublasDasum(handle, m * n, d_error, 1, &error);
    cublasDestroy(handle);
    cudaFree(d_A);
    cudaFree(d_Anew);
    cudaFree(d_error);
    return error;
}
```

## Сравнение с обычным асс loop

| Размер сетки | cuBLAS, c | acc loop, c |
|--------------|-----------|-------------|
| 32           | 3,4       | 1,4         |
| 64           | 14,6      | 5,7         |
| 128          | 46,9      | 21          |