

Разработка гибридного параллельного алгоритма (MPI+OpenMP) для решения уравнения Пуассона

Кенжебек Ержан

Рассматриваемые задачи

Решение уравнение Пуассона

1. Последовательно
2. Распараллеливание в OpenMP
3. Распараллеливание в MPI
4. Разработка гибридного параллельного алгоритма (MPI+OpenMP)



Постановка задачи

- ▶ Двумерное уравнение Пуассона

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -f$$

- ▶ Граничные условия

$$u(0, y) = 0;$$

$$u(1, y) = 0;$$

$$u(x, 0) = 0;$$

$$u(x, 1) = 0;$$

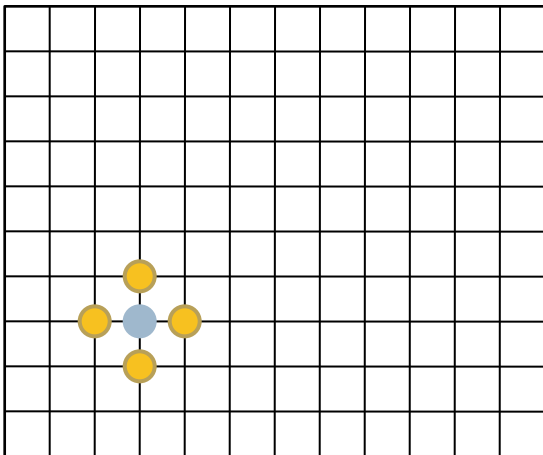
- ▶ $f = 2x(1 - x) + 2y(1 - y)$.
-



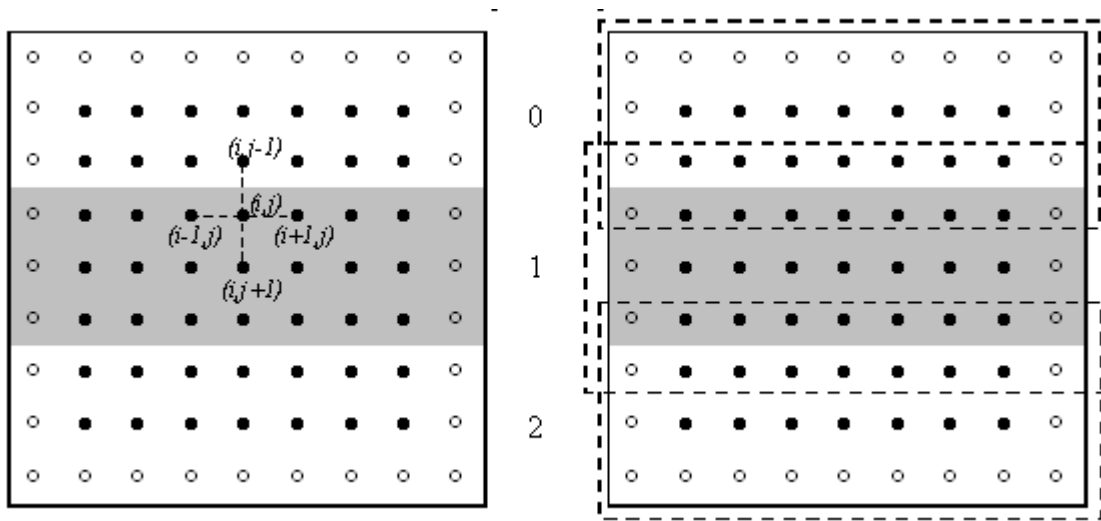
Методы решения

Уравнение Пуассона в конечно-разностной форме

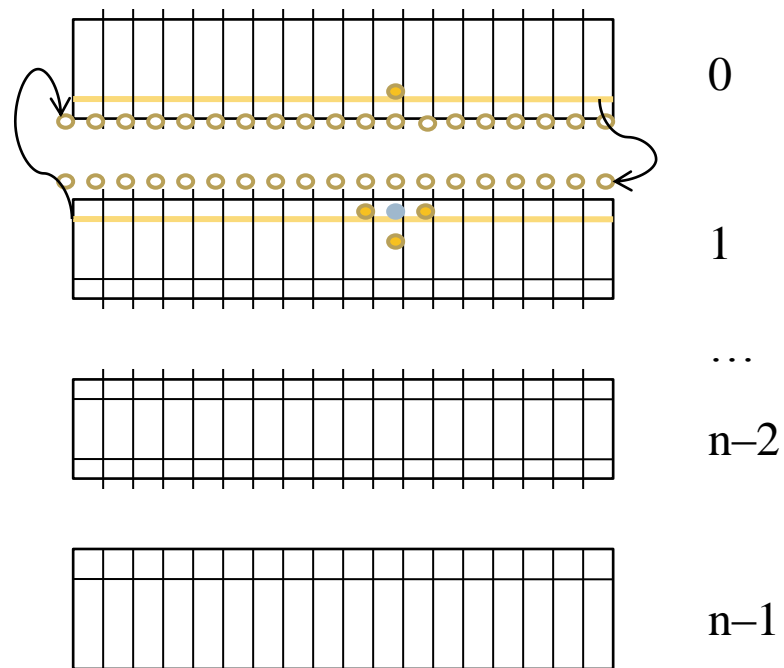
$$u_{i,j}^{n+1} = 0.25(u_{i+1,j}^n + u_{i-1,j}^n + u_{i,j+1}^n + u_{i,j-1}^n + h^2 f_{ij})$$



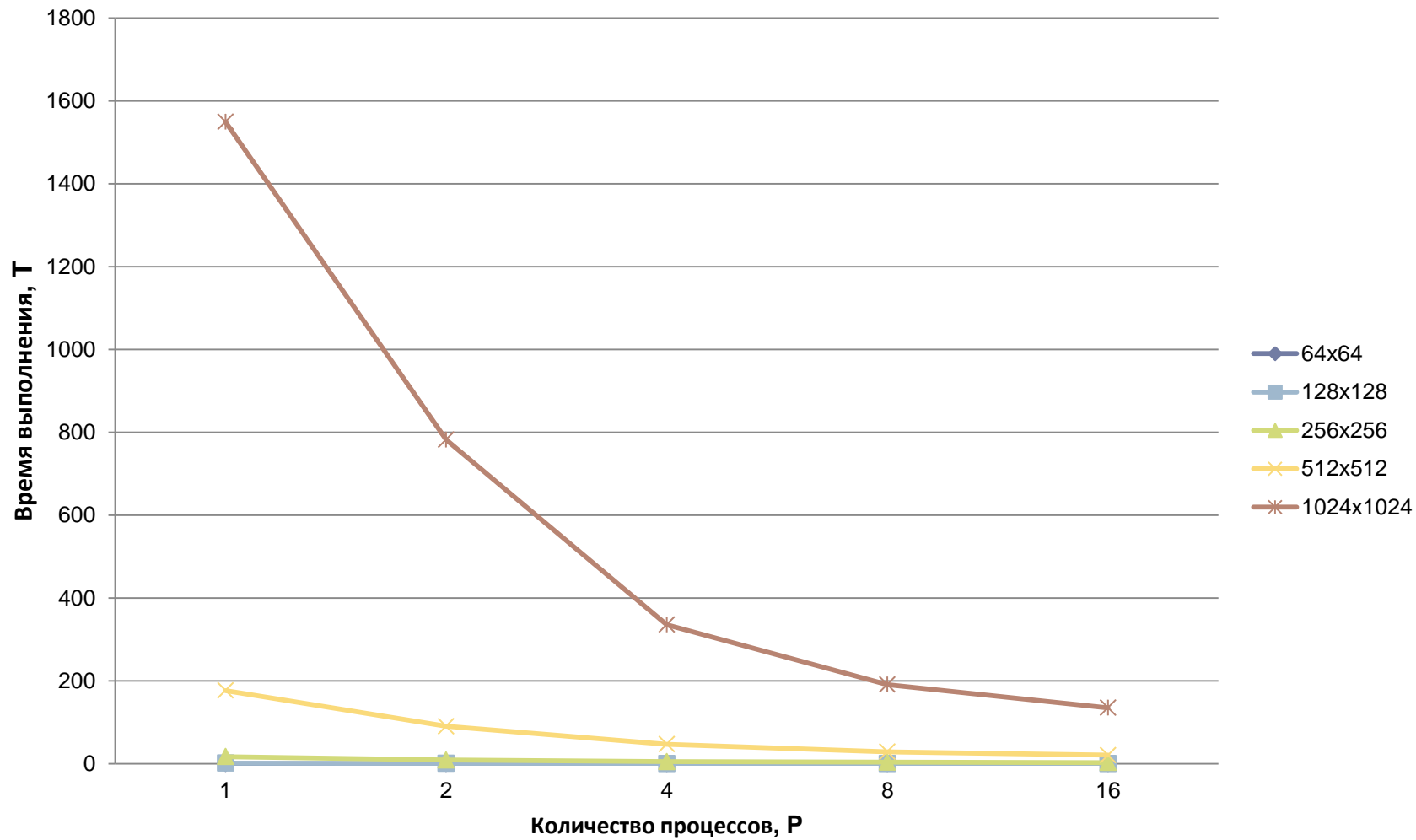
MPI, Разделение данных



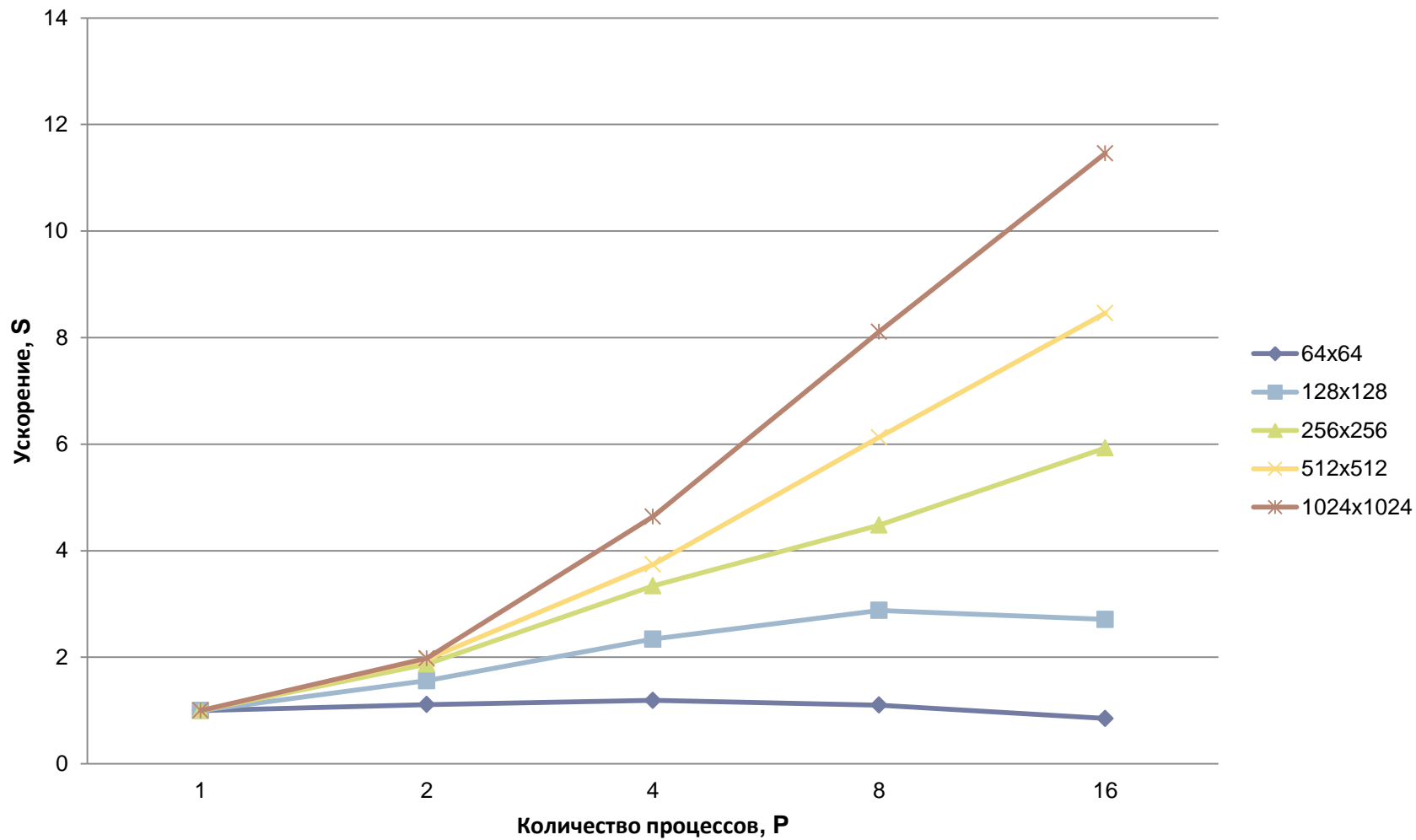
Обмен граничных строк



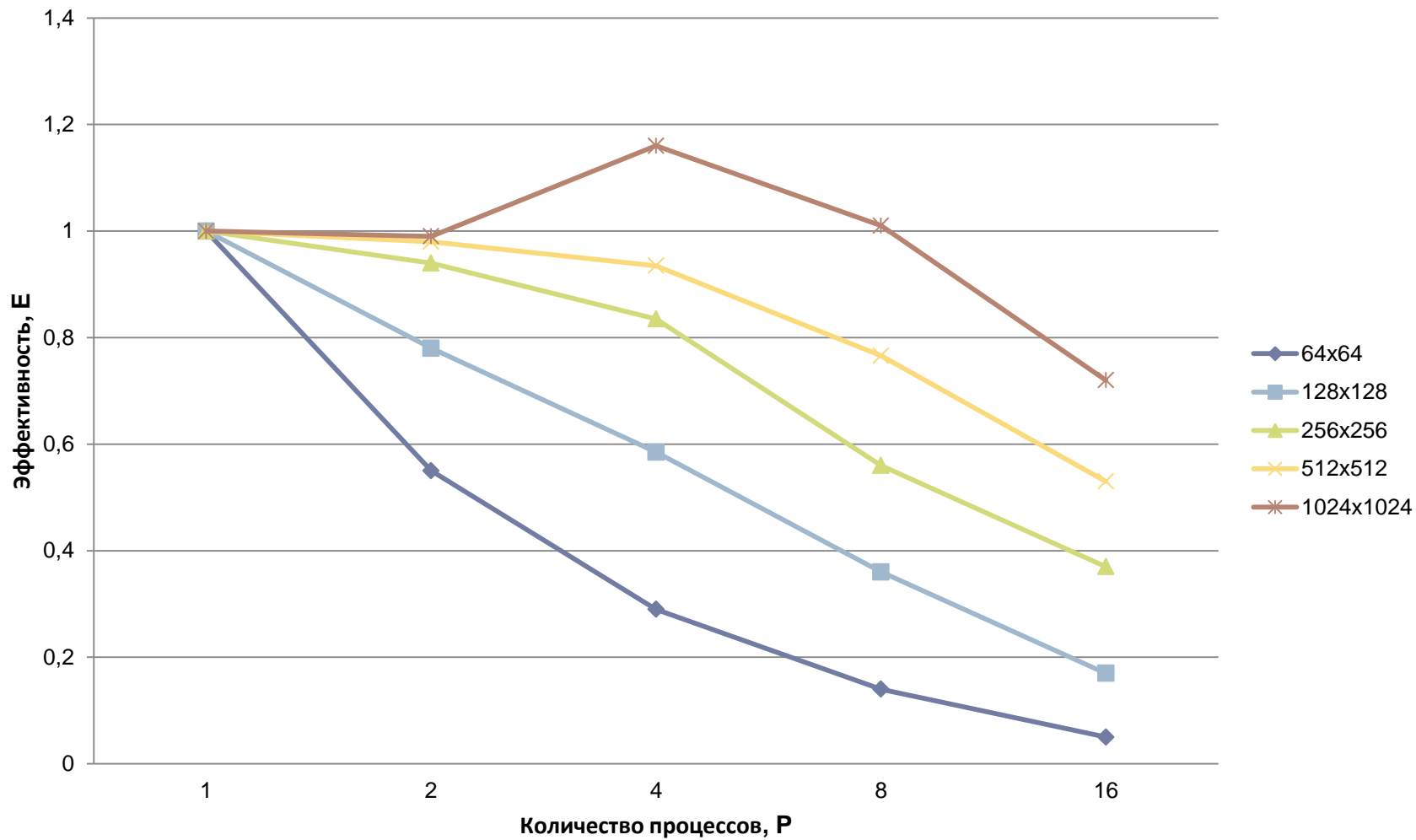
Результаты MPI , время выполнения



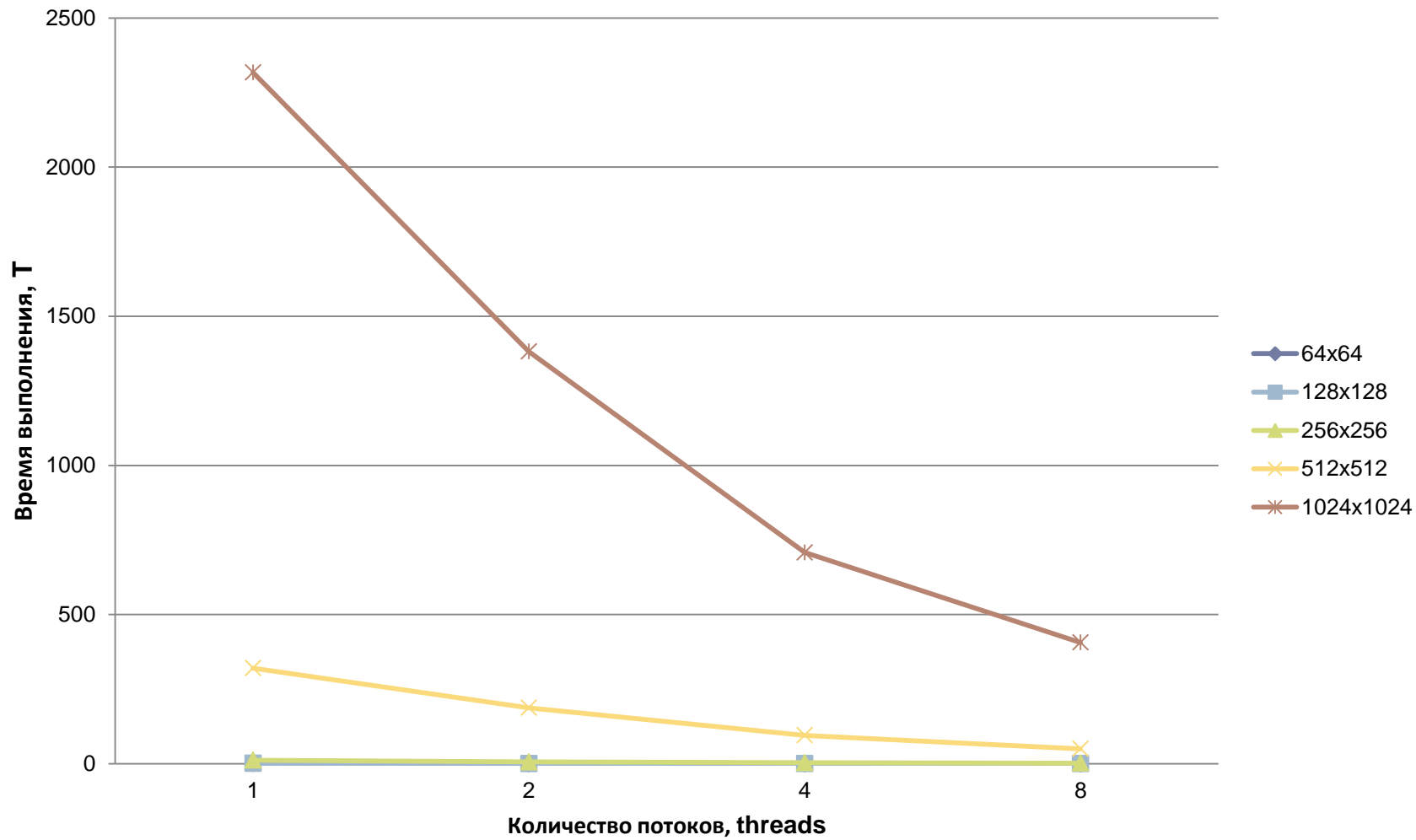
Результаты MPI, ускорение



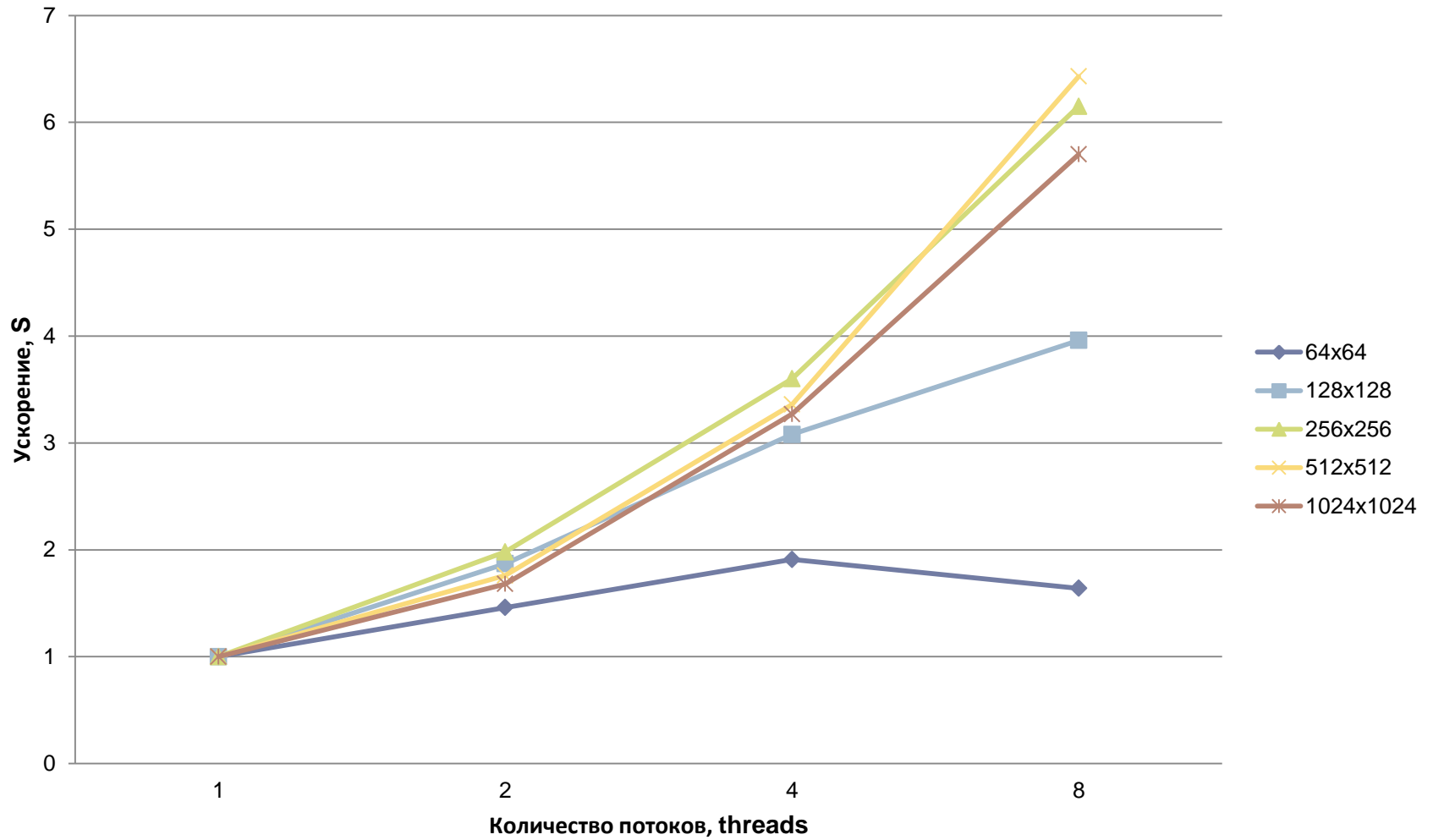
Результаты MPI, эффективность



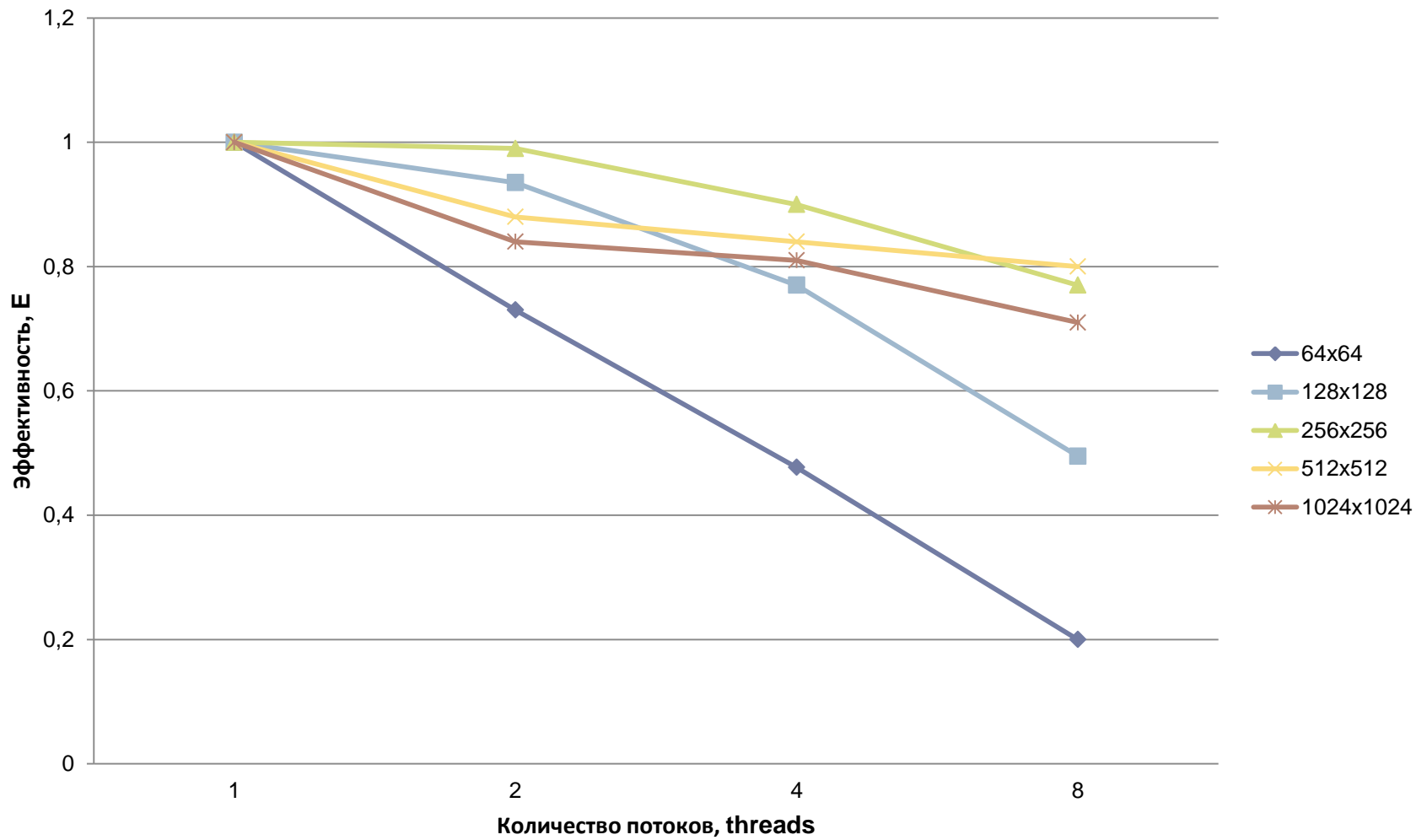
Результаты вычисления OpenMP



Результаты вычисления



Результаты вычисления

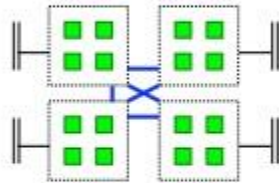


Гибрид (MPI+OpenMP)

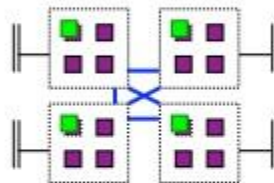
Pure MPI Node

Pure SMP Node

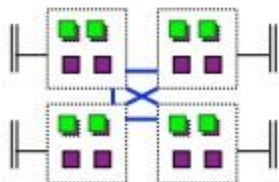
16 MPI Tasks



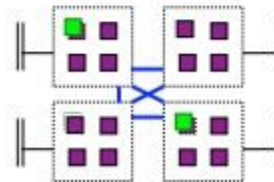
4 MPI Tasks
4 Threads/Task



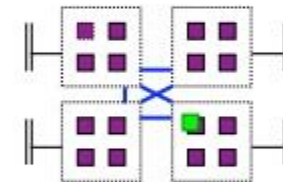
8 MPI Tasks
2 Threads/Task






2 MPI Tasks
8 Threads/Task



1 MPI Task
16 Threads/Task

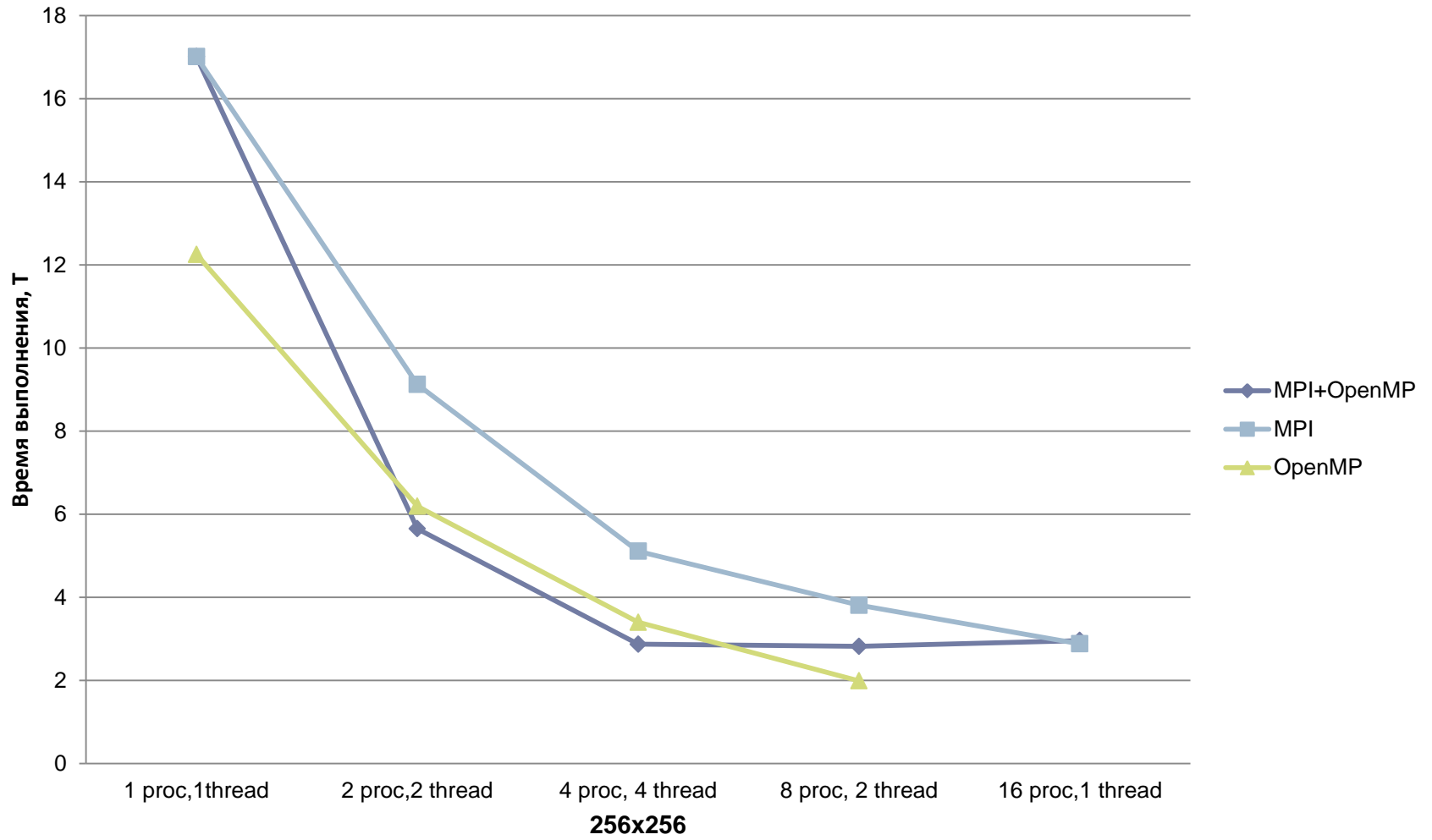


Master Thread of MPI Task

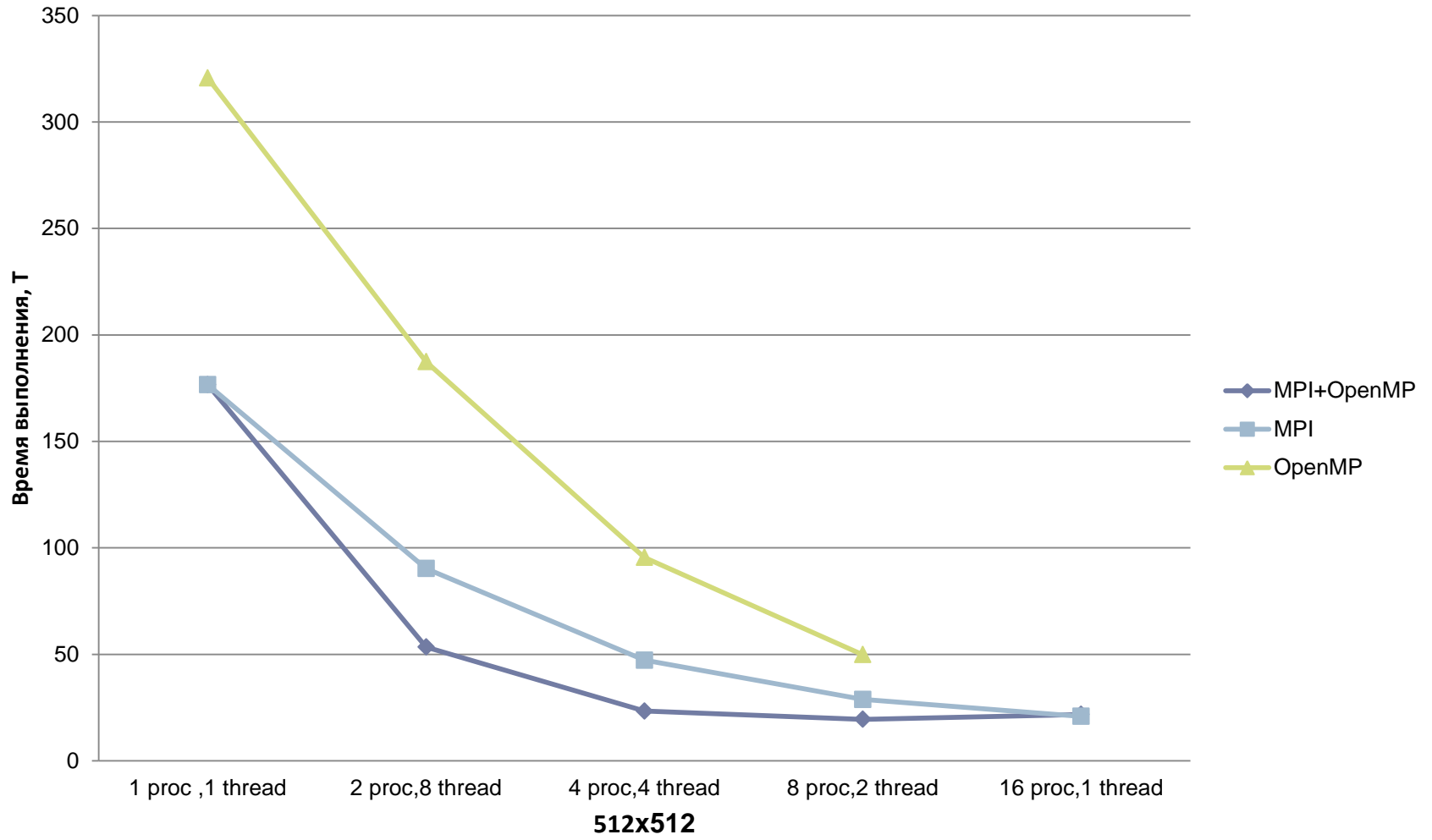
-  MPI Task on Core
-  Master Thread of MPI Task
-  Worker Thread of MPI Task



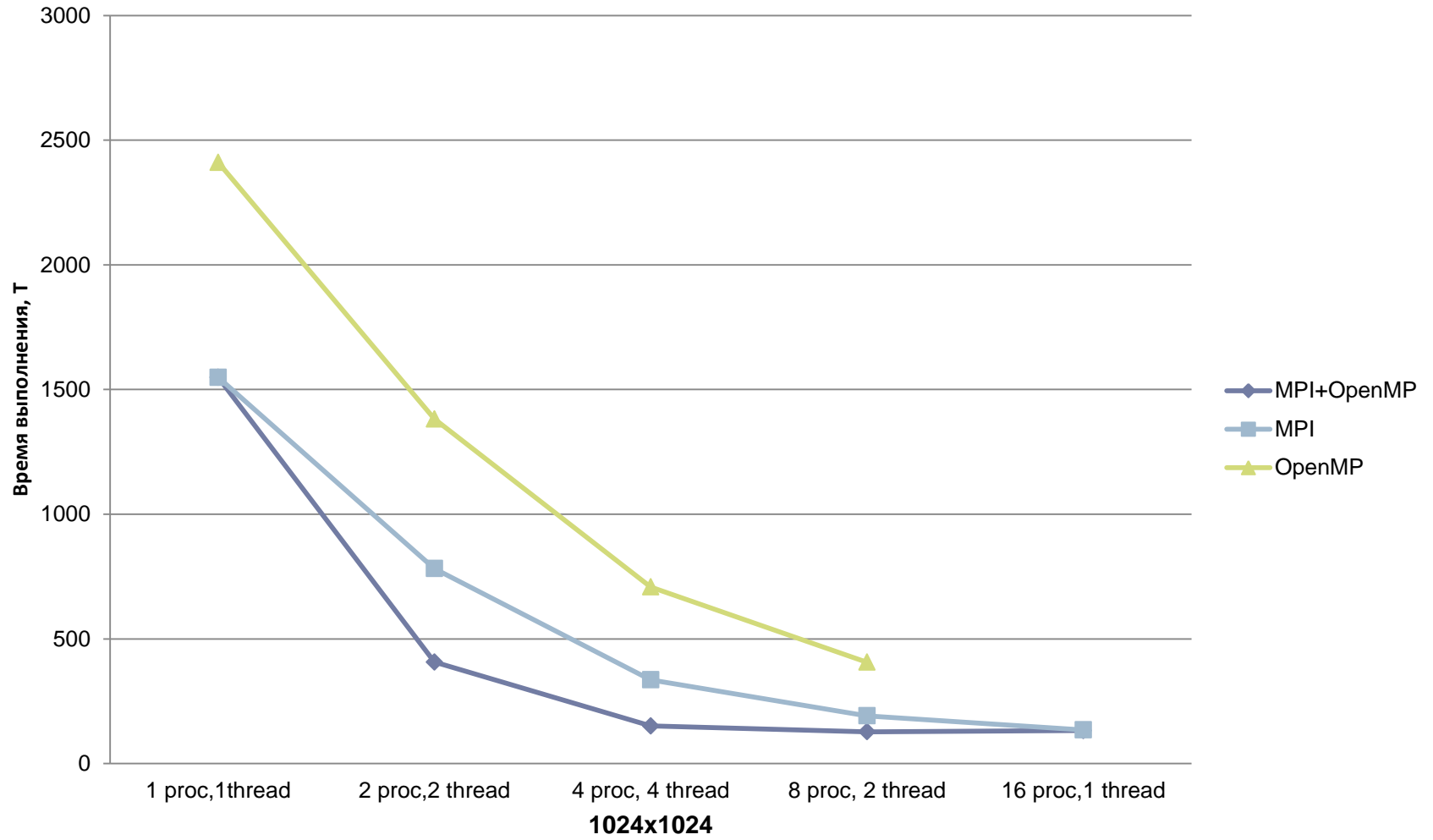
Результаты параллельных программ



Результаты параллельных программ



Результаты параллельных программ



Заключение

Сделано:

- ✓ Распараллеливание в OpenMP
- ✓ Распараллеливание в MPI
- ✓ Разработан гибридный алгоритм MPI+OpenMP
- ✓ Сравнение результатов параллельных программ



Спасибо за внимание

