

# Курсовая работа

## Численное решение уравнения теплопроводности с использованием MPI

Выполнил:  
Студент 205 группы  
Комов Никита  
26 мая 2016 года



# Постановка задачи

$L = 0.05 \text{ м}; D = 0.5 \text{ м}; H = 1 \text{ м}$

$j=1,2,3$

1)Стекло ( $0.05 \cdot i \leq x \leq 0.05 \cdot (i-1)$ ,  $i=0,2,4,6,8,10$ ;  $0.1 \leq y \leq 0.4$ ;  $0.2 \leq z \leq 0.8$ )

2)Воздух ( $0.05 \cdot i \leq x \leq 0.05 \cdot (i-1)$ ,  $i=1,3,5,7,9$ ;  $0.1 \leq y \leq 0.4$ ;  $0.2 \leq z \leq 0.8$ )

3)Керамический кирпич ( $y \leq 0.1$ ,  $y \geq 0.4$ ;  $z \leq 0.2$ ,  $z \geq 0.8$ )

$$\left\{ \begin{array}{l} c_j \rho_j \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_j \Delta T \\ T(x, y, z, 0) = T_0 \\ T(0, y, z, t) = T_l \\ T(L, y, z, t) = T_r \\ \frac{\partial T}{\partial y} = 0, (y = 0, y = D) \\ \frac{\partial T}{\partial z} = 0, (z = 0, z = H) \end{array} \right.$$

# Постановка задачи

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 = 0.002 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}} \\ \lambda_2 = 0.025 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}} \\ \lambda_3 = 0.56 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}} \\ \rho_1 = 2550 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\ \rho_2 = 1.2047 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\ \rho_3 = 1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\ c_1 = 835 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} * \text{К}} \\ c_2 = 1006 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} * \text{К}} \\ c_3 = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} * \text{К}} \end{array} \right.$$

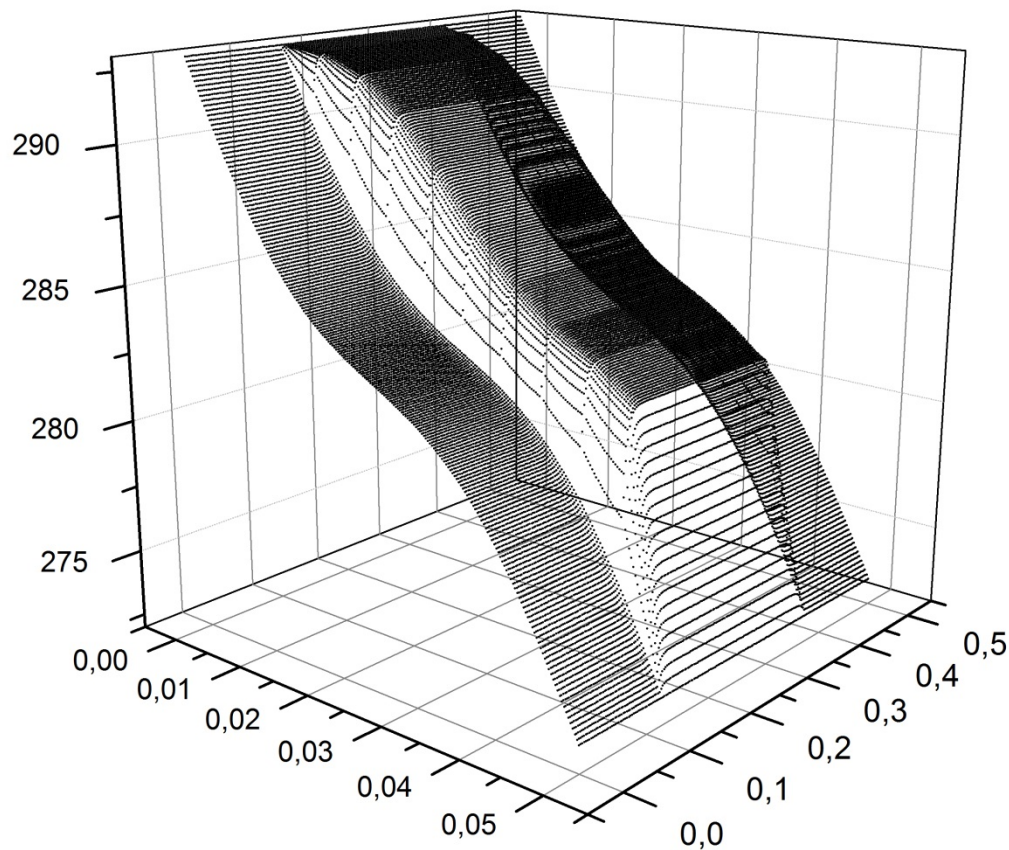
$$\left\{ \begin{array}{l} T_0 = 283 \text{ K} \\ T_r = 293 \text{ K} \\ T_l = 273 \text{ K} \end{array} \right.$$



# Реализация программы

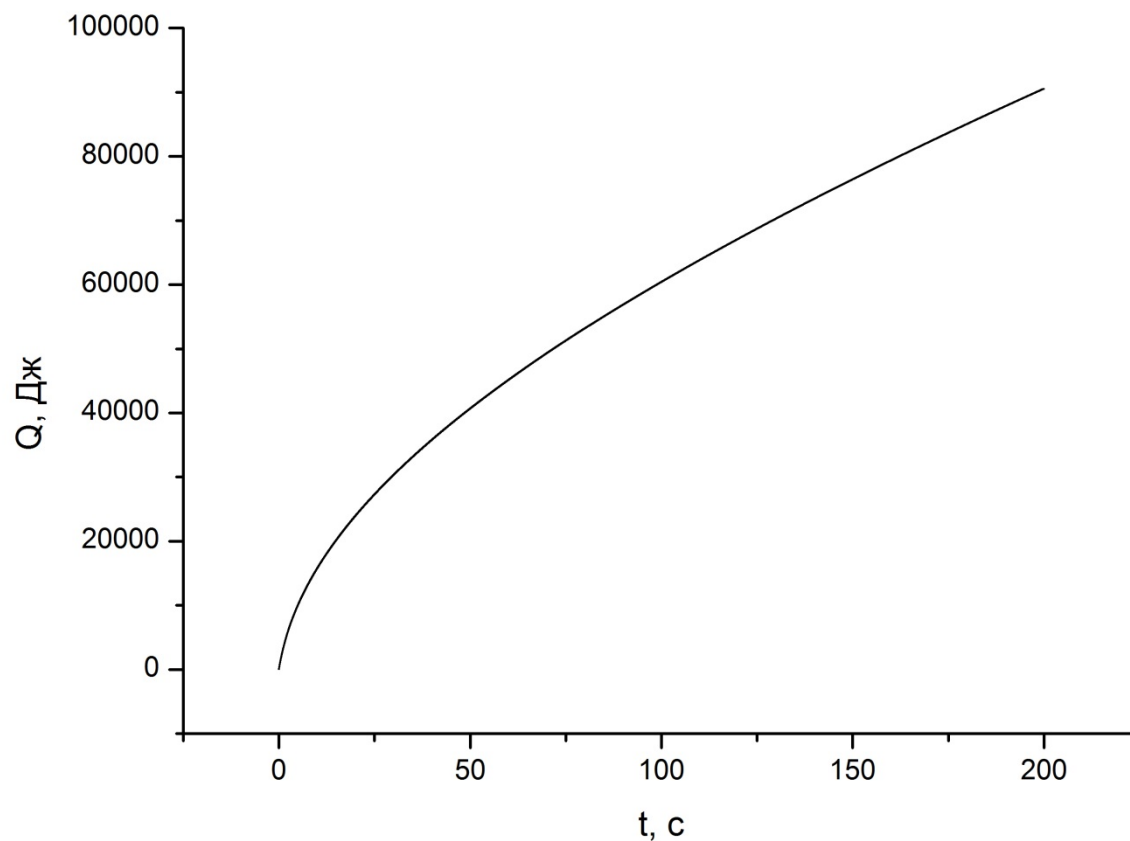
- Код программы написан на языке Fortran 90 с использованием библиотеки MPI
- Разбиение области интегрирования производится по потокам равномерно(по оси Z)
- Решение уравнения теплопроводности осуществляется методом “переменных направлений”, но немного в другом варианте. То есть по XY применяется классический метод “переменных направлений”, а по оси Z явная(одномерная) схема
- Результатом работы программы является определение количества теплоты, ушедшего из комнаты в зависимости от длины ( $t$  – фиксировано) и от времени ( $L$  – фиксировано)

# Результат работы программы



Распределение температуры в установленном режиме  $z = \text{const}$  ( $t = 500$  (с))

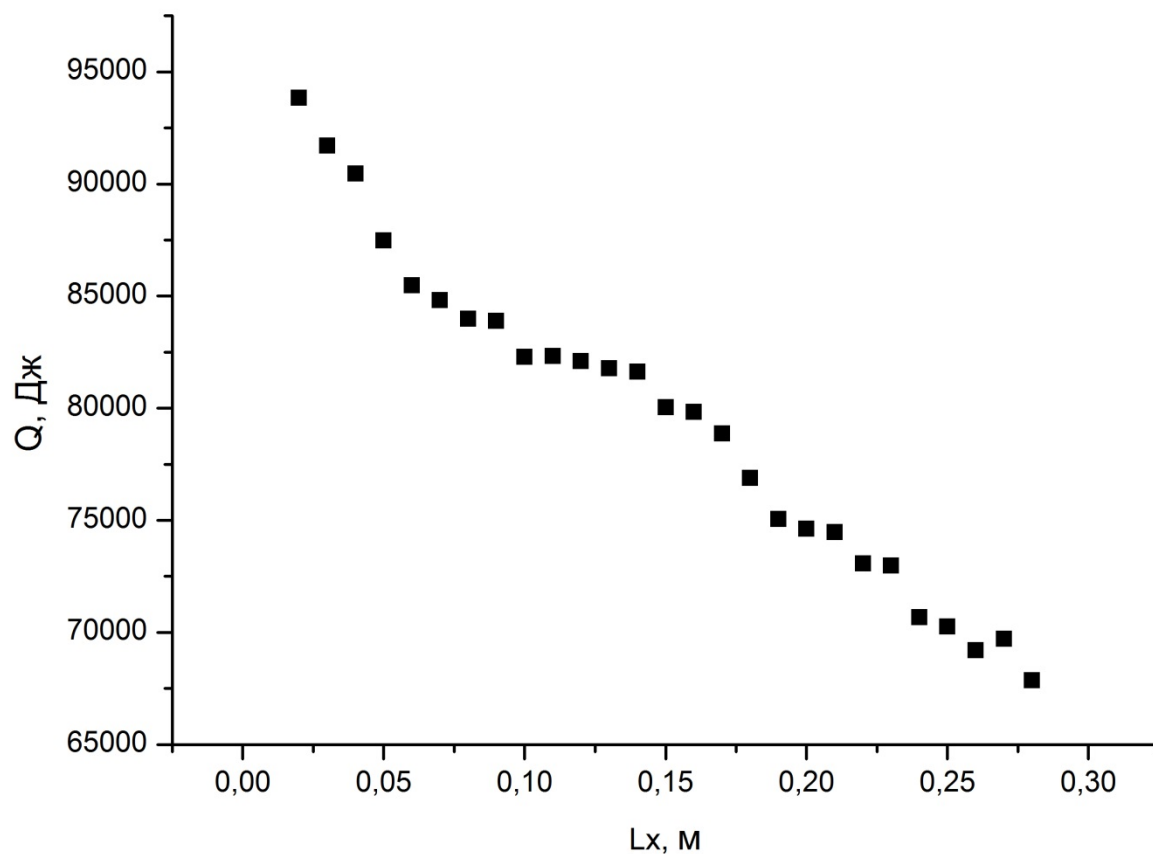
# Результат работы программы



Зависимость ушедшего количества теплоты от времени ( $L = 0.05$  (м))

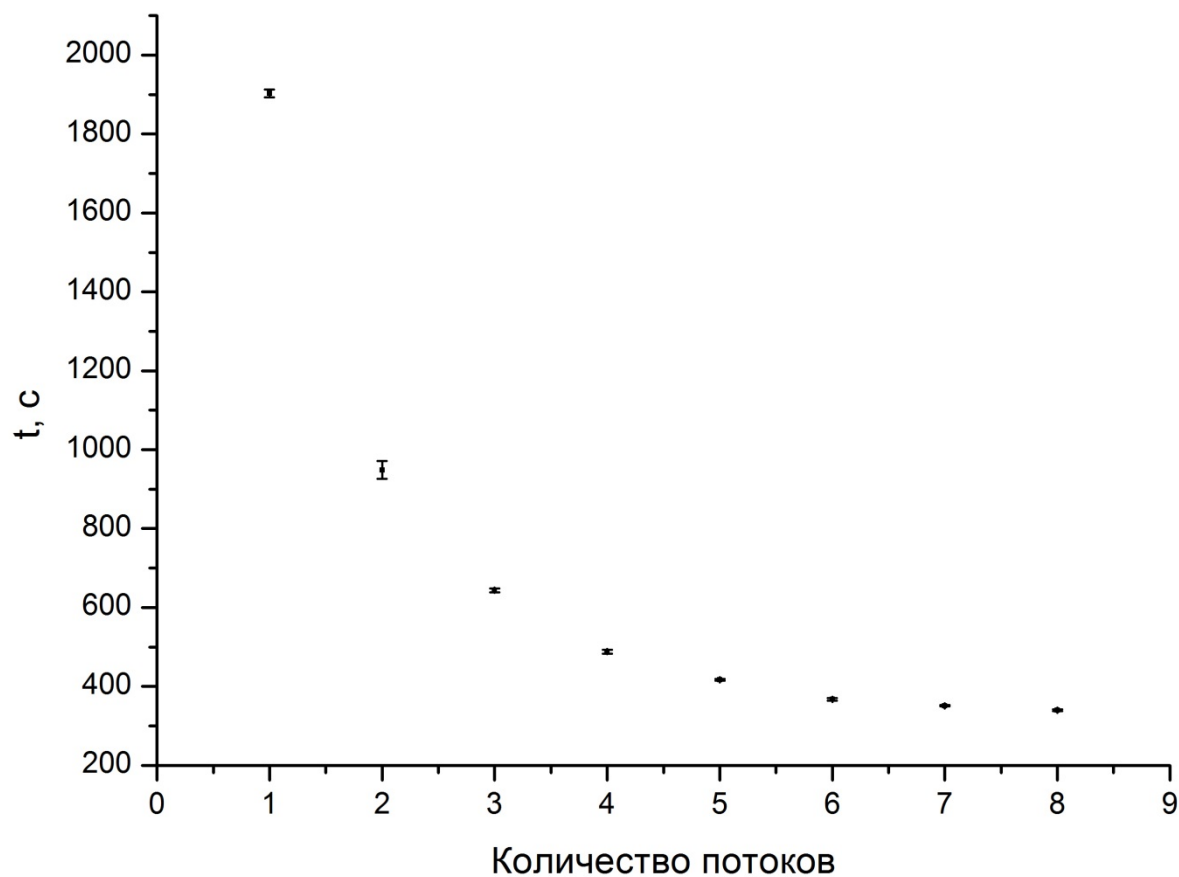


# Результат работы программы



Зависимость ушедшего количества теплоты от  $L$  ( $t = 200$  (с))

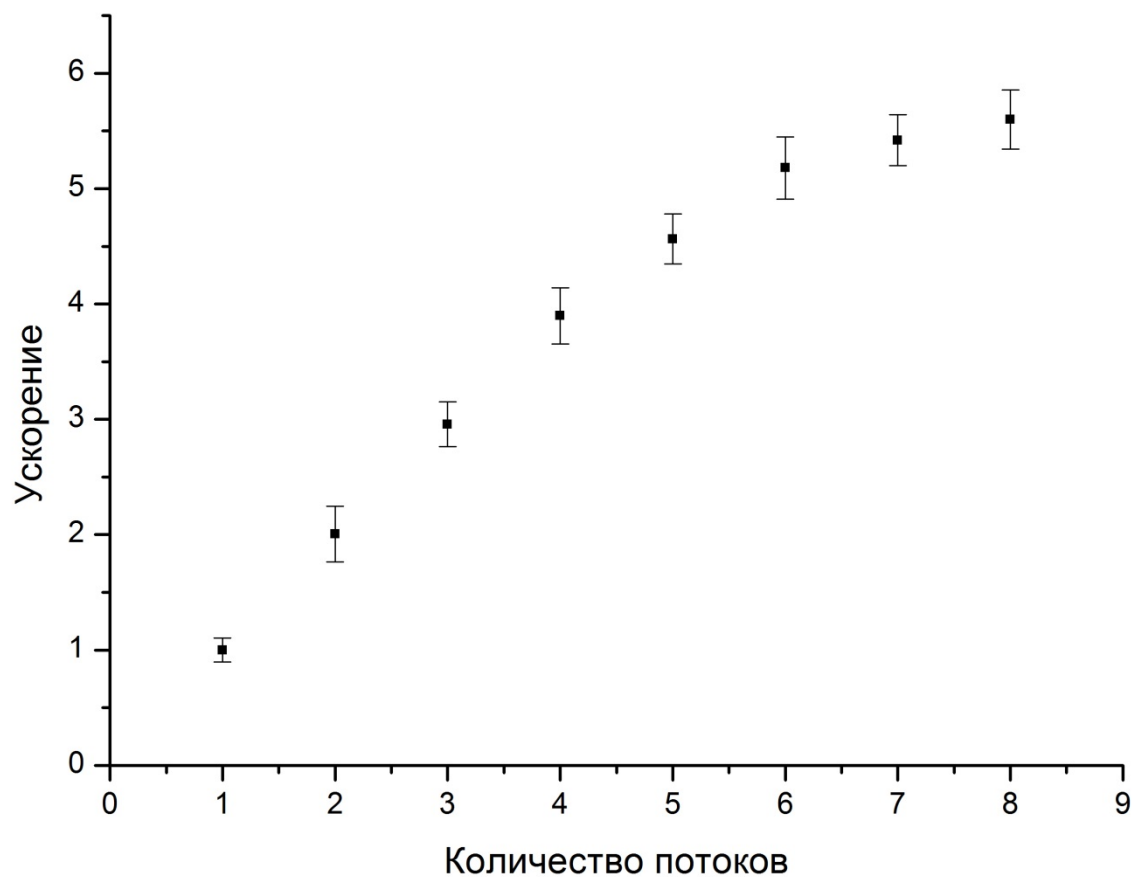
# Результат работы программы



Зависимость времени выполнения программы от количества потоков



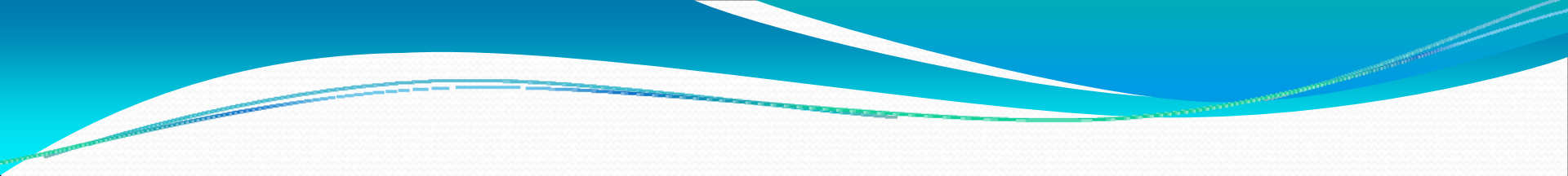
# Результат работы программы



Зависимость ускорения от количества потоков

# Выводы из проделанной работы

- Основная задача, поставленная перед программой, выполнена. Был ускорен процесс численного решения уравнения теплопроводности в трехмерной области ( $\sim 5.5$ )
- Получены зависимости ушедшего из комнаты количества теплоты от времени и от  $L$
- Вместе с эффективностью, программа способна решать задачи, требующие средней-высокой точности вычислений (В зависимости от выделения памяти на вычислительном кластере)



Благодарю за внимание