



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

# «Отчет о выполнении задания на ПВС»

Гордеев Михаил  
студент группы 618/1  
вариант 2

Москва, 2016

## 1 Математическая постановка дифференциальной задачи

В прямоугольной области  $[0, 1] \times [0, 1]$  требуется найти дважды гладкую функцию  $u = u(x, y)$ , удовлетворяющую дифференциальному уравнению

$$-\Delta u = 4(2 - 3x^2 - 3y^2), 0 < x < 1, 0 < y < 1$$

и дополнительному условию  $u(x, y) = (1 - x^2)^2 + (1 - y^2)^2$  во всех граничных точках  $(x, y)$  прямоугольника. Оператор Лапласа  $\Delta$  определен равенством:

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

Решением данной задачи является функция  $u(x, y) = (1 - x^2)^2 + (1 - y^2)^2$ .

## 2 Описание гибридной реализации

При распараллеливании программы использовалось двумерное разбиение области на подобласти прямоугольной формы. Каждой прямоугольной подобласти соответствует один MPI процесс. Процессам необходимо взаимодействовать друг с другом, так как для вычисления пятиточечного разностного оператора Лапласа необходимо знать значения функции  $u$  в соседних точках, а для граничных точек соседями могут являться точки другой подобласти. Внутри одной подобласти вычисления распараллеливаются с помощью OpenMP.

## 3 Результаты

### 3.1 Таблицы

Таблица 1: Результаты расчетов на ПВС IBM Blue Gene/P MPI

| Число процессоров $N_p$ | Число точек сетки $N^3$ | Время решения T | Ускорение S |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|
| 128                     | $1000 \times 1000$      | 0.14            | 38          |
| 256                     | $1000 \times 1000$      | 0.1             | 53.2        |
| 512                     | $1000 \times 1000$      | 0.09            | 59.1        |
| 128                     | $2000 \times 2000$      | 0.53            | 119.42      |
| 256                     | $2000 \times 2000$      | 0.29            | 218.24      |
| 512                     | $2000 \times 2000$      | 0.2             | 316.45      |

Таблица 2: Результаты расчетов на ПВС IBM Blue Gene/P MPI/OpenMP

| Число процессоров $N_p$ | Число точек сетки $N^3$ | Время решения T | Ускорение S |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|
| 128                     | $1000 \times 1000$      | 0.09            | 140         |
| 256                     | $1000 \times 1000$      | 0.07            | 180         |
| 512                     | $1000 \times 1000$      | 0.07            | 180         |
| 128                     | $2000 \times 2000$      | 0.25            | 104.96      |
| 256                     | $2000 \times 2000$      | 0.16            | 164         |
| 512                     | $2000 \times 2000$      | 0.12            | 218.67      |

## 3.2 Графики

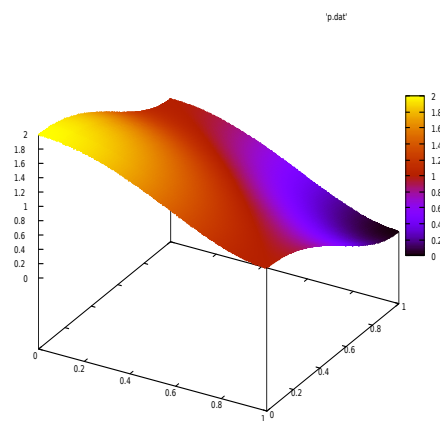


Рис. 1: Приближенное решение, полученное программой

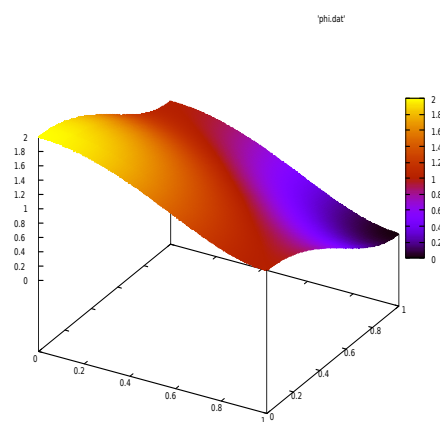


Рис. 2: Точное решение