

## Лаб. работа №2. «Исследование базовых функций технологии OpenMP»

### I. Порядок выполнения работы

1. Прочитать в следующем порядке страницы книги Антонова А.С. «Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP»:
  - 6-7 и 71-72 (общие слова, история, введение),
  - 8-51 (описание директив; читать всё, кроме разделов «workshare» и «tasks»),
  - 73-75 (полезные примеры работающих программ).
2. Добавить в программу из Лабораторной работы №1 директивы OpenMP вида “omp for” (другие пока не надо), используя рекомендации из книги Антонова. Попробовать разные варианты распараллеливания циклов: только вложенные циклы, только внешние циклы, все виды циклов (выбрать наилучший вариант). Учитывать, что при вызове сложной функции внутри распараллеливаемого цикла скорее всего директива “omp for” не будет иметь эффекта.
3. При этом надо использовать дефолтное расписание для циклов (см. стр. 41-46 книги Антонова), т.е. **не надо** задавать опцию `schedule` в директиве «*omp for ...*». Все прочие опции использовать можно. Полученную программу сохранить в файле `lab2.c` и скомпилировать в трёх вариантах:
  - 1) не используя опции «*-floop-parallelize-all -ftree-parallelize-loops=4 -fopenmp*»;
  - 2) используя опции «*-floop-parallelize-all -ftree-parallelize-loops=4*», но без «*-fopenmp*»;
  - 3) используя опцию «*-fopenmp*», но без «*-floop-parallelize-all -ftree-parallelize-loops=4*».В итоге должно получиться соответственно три исполняемых файла с именами: `lab2-seq`, `lab2-auto`, `lab2-openmp`.
4. Провести эксперименты с исполняемым файлом `lab2-seq`, измеряя время выполнения при разной размерности  $N \times N$  исходных матриц. Цель эксперимента – найти такие значения  $N=N_1$  и  $N=N_2$  при которых время работы программы составляет соответственно около 10 и 100 секунд.
5. Построить графики зависимостей параллельного ускорения  $S$  от значения  $N$  для исполняемых файлов `lab2-auto` и `lab2-openmp` по сравнению с `lab2-seq`, меняя  $N$  от  $N_1$  до  $N_2$  с шагом  $(N_2 - N_1)/9$ . Пусть полученные графики имеют следующие имена:  $S_{\text{auto}}(N)$ ,  $S_{\text{openmp}}(N)$ . Оба графика нужно построить в одной системе координат для удобства сравнения. Что такое параллельное ускорение, см. в лекции 2.
6. Используя данные стр. 41-46 книги Антонова, модернизировать программу так, чтобы расписание циклов `for` задавалось в программе явным образом с помощью директивы «*#pragma omp for schedule(type, size)*». Сохранить измененную программу в файл `lab2-mod.c`.
7. Используя программу в `lab2-mod.c`, исследовать время выполнения программы при каждом из трех значений параметра `type` в директиве «*for schedule(type, size)*», а именно: `static`, `dynamic`, `guided`. Для каждого из трех значений `type` необходимо сделать следующее:

- построить в одной системе координат графики (гистограммы) зависимостей параллельного ускорения  $S_{size}(N)$ , варьируя  $N$  в интервале  $[N_1; N_2]$  с шагом  $(N_2 - N_1)/9$  при разных значениях  $size$  (пусть  $size$  меняется от 1 до 10 с шагом 1);
  - найти оптимальное значение параметра  $size$ , при котором в большинстве экспериментов с разными  $N$  получается наименьшее время выполнения;
8. Выбрать из рассмотренных в п.7 вариантов опции «*schedule(type, size)*» наилучший вариант (критерий эффективности сформулировать самостоятельно) и скомпилировать программу при этой конфигурации, создав исполняемый файл *lab2-best*.
  9. Сравнить скорость выполнения файлов *lab2-openmp* и *lab2-best* по сравнению с *lab2-seq*, построив в одной системе координат графики параллельного ускорения  $S_{best}(N)$ ,  $S_{openmp}(N)$ .
  10. Написать отчёт о проделанной работе.
  11. Подготовиться к устным вопросам на защите.
  - 12.\* При невозможности установить Linux или отсутствии компьютера с многоядерным процессором можно выполнять лабораторную работу в а.371, оставив в залог студ. билет в а.372 у Филиппова Владимира Геннадьевича.

## II. Состав отчета

1. Титульный лист с названием вуза, ФИО студентов и названием работы.
  2. Содержание отчета (с указанием номера страниц и т.п.).
  3. Краткое описание решаемой задачи.
  4. Характеристика использованного для проведения экспериментов процессора, операционной системы и компилятора GCC (точное название, номер версии/модели, разрядность, количество ядер и т.п.).
  5. Полный текст программы *lab2-mod.c* в наилучшей конфигурации, а также перечень использованных опций компиляции.
  6. Пять графиков функций  $S(N)$  при оговоренных в п.1 условиях *с указанием названий координатных осей и единиц измерения*.
  7. Подробные выводы с анализом каждого из приведённых графиков.
- Отчёт предоставляется в бумажном или электронном виде вместе с полным текстом программы. По требованию преподавателя нужно быть готовыми скомпилировать и запустить этот файл на компьютере в учебной аудитории (или своём ноутбуке).

## III. Подготовка к защите

1. Уметь объяснить каждую строку программы, представленной в отчёте.
2. Уметь объяснить выводы, полученные в результате работы.
3. Знать назначение каждой директивы OpenMP, использованной в программе.
4. Знать ответы на вопросы из разделов «Задание» книги Антонова (см. страницы 12, 28, 35, 54).