

# Отчёт по ИДЗ №4

ФИО: Сайфутдинов Рафаэль Рустамович

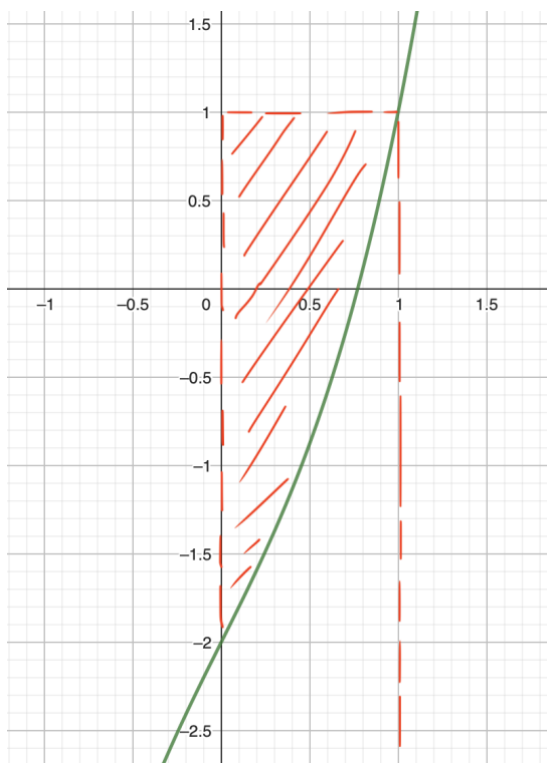
Группа: БПИ216

Вариант задания: 34

Условие задания:

34. **Задача для агронома.** Председатель дачного кооператива Сидоров В.И. получил указание, что в связи с составлением единого земельного кадастра, необходимо представить справку о площади занимаемых земель. Известно, что территория с запада и востока параллельна меридианам, на севере ограничена параллелью, а с юга выходят к реке, описываемой функцией  $f(x)$ . **Требуется создать многопоточное приложение, вычисляющее площадь угодий методом адаптивной квадратуры. При решении использовать парадигму рекурсивного параллелизма.** Замечание: кривизну Земли из-за малой занимаемой площади не учитывать.

Для определённости будем считать, что земли агронома ограничены прямыми  $x = 0, y = 1, x = 1$ , а снизу (т.е. с юга) земля ограничена рекой, описываемой функцией  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ , пересекающей ось  $oy$  ниже 1. Например, в случае  $f(x) = x^3 + 2x - 2$  площадь земли будет выглядеть как заштрихованная область на рисунке:



## Введение в метод адаптивной квадратуры

Так как не все знакомы с методом вычисления определённого интеграла, называемого методом «адаптивной квадратуры», приведу его алгоритм ниже.

Для функций  $f(x)$ , интегрируемых на отрезке  $[a; b]$ , приближенное вычисление определенных интегралов по формуле Симпсона при количестве интервалов разбиения, равном  $n$ , можно вычислить по формуле:

$$\text{simpson}(f, a, b, n) = \frac{h}{6} \cdot \left( 4 \cdot \sum_{s=0}^{n-1} f\left(a + s \cdot h + \frac{h}{2}\right) + 2 \cdot \sum_{s=1}^{n-1} f(a + s \cdot h) + f(a) + f(b) \right),$$

где  $h = \frac{b - a}{n}$

В приведенной ниже функции `adapt()` реализован рекурсивный алгоритм последовательной дихотомии исходного отрезка с отдельными вычислениями интеграла на каждом из получаемых при этом промежутков:

$$\text{adapt}(F, a, b, k, \varepsilon) = \begin{cases} \text{adapt}\left(F, a, \frac{a+b}{2}, 2k, \varepsilon\right) + \text{adapt}\left(F, \frac{a+b}{2}, b, 2k, \varepsilon\right), & \text{при } |x - y| > \varepsilon \\ y, & \text{при } |x - y| \leq \varepsilon \end{cases}$$

где  $x = \text{simpson}(F, a, b, k)$ ,  $y = \text{simpson}(F, a, b, 2 * k)$

В моей программе параллелизм представлен в вызове в рекурсии двух независимых функций `simpson()` в двух потоках для вычисления значений  $x$  и  $y$ . В качестве синхропримитива используется `join` потоков, так как в определённый момент нам обязательно нужно дождаться завершения одного из потоков для вычисления соответствующего значения  $x$  или  $y$  (они нужны для подстановки в рекурсивную функцию `adapt`). В данной задаче, как мне кажется, сложно найти возможность применения более сложных синхропримитивов, таких как мьютексы и семафоры.

**Описание в терминах предметной области:** можно представить, что потоки выступают в качестве агрономов, которые одновременно с разных концов до середины начинают мелкими шагами измерять площадь земельного участка, в результате складывая рассчитанные площади по итогам измерения (это, кстати, и является примером работы технологии «разделяй и властвуй»)

**Обобщённый алгоритм:** парадигма «разделяй и властвуй» - парадигма разработки алгоритмов, заключающаяся в рекурсивном разбиении решаемой задачи на две или более подзадачи того же типа, но меньшего размера, и комбинировании их решений для получения ответа к исходной задаче (при этом каждую подзадачу, например, может выполнять отдельный поток)

### Тесты, демонстрирующие проверку программ:

Подготовлено 5 тестов, покрывающих достаточное количество возможных результатов работы программы (результаты могут незначительно отличаться в зависимости от процессора).

Тест №1:

Входные данные: 1 0 2 -2

Ожидаемые выходные данные: 1.75  
Фактические выходные данные: 1.75 { $\pm 0.0001$ }

*Тест №2:*

Входные данные: 2 0 1 -2  
Ожидаемые выходные данные: 2  
Фактические выходные данные: 2 { $\pm 0.0001$ }

*Тест №3:*

Входные данные: 0 0 0 0  
Ожидаемые выходные данные: 1  
Фактические выходные данные: 1

*Тест №4:*

Входные данные: 0 0 1 -3  
Ожидаемые выходные данные: 3.5  
Фактические выходные данные: 3.5 { $\pm 0.0001$ }

*Тест №5:*

Входные данные: 0.5 3 1 -5  
Ожидаемые выходные данные: 4.375  
Фактические выходные данные: 4.375 { $\pm 0.0001$ }

**Текст программы с поясняющими комментариями на языке C++** можно посмотреть, открыв файл [main.cpp](#)  
(Я не стал вставлять сюда код, чтобы не «захламлять» PDF файл)

**Информация**, подтверждающая выполнение задания в соответствии требованиями на **оценку 7**:

- Описана **модель параллельных вычислений с синхропримитивом** в программе, использующая метод адаптивной квадратуры;
- В программу добавлены комментарии, поясняющие выполняемые действия и описание используемых переменных;
- Приведено описание модели в условии задания сущностей в терминах **предметной области**;
- Описан **обобщённый алгоритм**, используемый при реализации программы исходного словесного сценария;
- Реализован ввод данных из **командной строки**;
- В программу добавлен **ввод** данных из **файла** и **вывод** результатов в **файл**;
- Представлен **набор тестов**, на которых **корректно** отработала программа на языке C++;
- Приведены входные и выходные **файлы** с различными результатами выполнения программы;