

Комплексное задание

Моргаль Н.А.

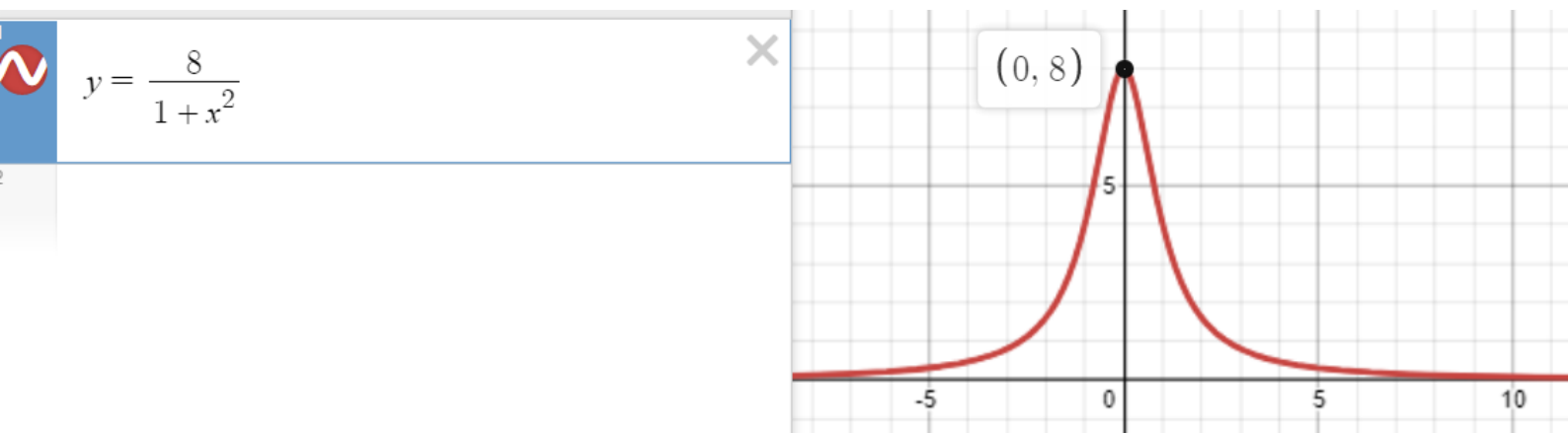
ИБТ-12м

Вариант 13

<https://github.com/MorgalNikita/IPS>

Варианты	$\int_{-1}^1 \frac{4}{(1+x^2)^2} dx$	$\int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx$	$\int_{\frac{1}{2}}^1 \frac{6}{\sqrt{x(2-x)}} dx$	$\int_0^1 \frac{8}{1+x^2} dx$	$\int_0^1 \frac{4}{\sqrt{4-x^2}} dx$
Методы правых и левых прямоугольников	1	2	3	4	5
Метод центральных прямоугольников	8	21	12	23	19
Метод трапеций	9	11	27	13	28
Метод Симпсона	10	22	20	24	14

1) Построим график функции, находящийся под знаком интеграла:



2) Решим данный интеграл аналитически:

$$\begin{aligned}\int_0^1 \frac{8}{1+x^2} dx &= 8 \operatorname{arctg} x \Big|_0^1 = \\ &= 8 \operatorname{arctg} 1 - 8 \operatorname{arctg} 0 = \\ &= 8 \operatorname{tg} 45^\circ - 0 = 2\pi\end{aligned}$$

3) Производим запуск программы:

I) Оценим время и точность (относительно аналитического значения) расчета интеграла в зависимости от количества интервалов (равномерное разбиение, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000).

```
Значение интеграла : 6,2831520 количество интервалов : 100
Продолжительность : 0.003343 секунд

Значение интеграла : 6,2831850 количество интервалов : 1000
Продолжительность : 0.0023635 секунд

Значение интеграла : 6,2835853 количество интервалов : 10000
Продолжительность : 0.0034037 секунд

Значение интеграла : 6,2832253 количество интервалов : 100000
Продолжительность : 0.003889 секунд

Значение интеграла : 6,2831853 количество интервалов : 1000000
Продолжительность : 0.007778 секунд

Значение интеграла аналитически : 6,2831853
Продолжительность : 0.001871 секунд
```

Вывод: по результатам работы программы следует отметить, что метод трапеции при увеличении числа интервалов обеспечивает высокую точность, но при этом имеется проигрыш в скорости работы программы относительно аналитического.

II) Добавить метод расчета интеграла с отключенным векторизатором и сравнить полученные результаты

```
Значение интеграла : 6,2831520 количество интервалов : 100
Продолжительность : 0.0051802 секунд

Значение интеграла : 6,2831850 количество интервалов : 1000
Продолжительность : 0.002161 секунд

Значение интеграла : 6,2835853 количество интервалов : 10000
Продолжительность : 0.0020274 секунд

Значение интеграла : 6,2832253 количество интервалов : 100000
Продолжительность : 0.0025829 секунд

Значение интеграла : 6,2831853 количество интервалов : 1000000
Продолжительность : 0.0135677 секунд
```

Вывод: По умолчанию автоматический векторизатор включен. Если необходимо сравнить производительность кода при использовании векторной обработки, можно использовать цикл `#pragma (no_vector)` для отключения вектора любого заданного цикла. При этом наблюдается увеличение времени работы программы относительно предыдущего пункта.

III) Добавить метод по расчету интеграла с автоматической параллелизацией (`/Qpar`)

```
Значение интеграла : 6,2831520 количество интервалов : 100
Продолжительность : 0.002511 секунд

Значение интеграла : 6,2831850 количество интервалов : 1000
Продолжительность : 0.0023314 секунд

Значение интеграла : 6,2835853 количество интервалов : 10000
Продолжительность : 0.0021846 секунд

Значение интеграла : 6,2832253 количество интервалов : 100000
Продолжительность : 0.0029731 секунд

Значение интеграла : 6,2831853 количество интервалов : 1000000
Продолжительность : 0.0058079 секунд
```

Вывод: при добавлении параметра `hint_parallel(0)` – на максимальном количестве потоков, мы подсказываем, но не указываем компилятору, что цикл должен быть распараллелен. Нет никакой гарантии что данный цикл будет распараллелен. Однако, исходя из результатов работы следует тот факт, что мы получили существенный прирост к скорости работы программы, что указывает на распараллеленный процесс цикла расчета интеграла.

IV) Добавить метод по расчету интеграла в разных потоках и использованием библиотеки <thread>

Для того чтобы вычислить интеграл в разных потоках, необходимо создать 4 области (считаем в 4-х потоках), передать в функцию границы интегрирования, причём функция в каждом потоке модифицирует свою переменную. Потом эти переменные мы складываем и получаем всю площадь

```
cout << "Метод трапеций на 4-х потоках:" << endl;
for (int i = 100; i <= 1000000; i = i * 10)
{
    double area1 = 0;
    double area2 = 0;
    double area3 = 0;
    double area4 = 0;
    high_resolution_clock::time_point t1 = high_resolution_clock::now();
    std::thread thr1(trapezium_p, 0, 0.25, i, std::ref(area1));
    std::thread thr2(trapezium_p, 0.25, 0.5, i, std::ref(area2));
    std::thread thr3(trapezium_p, 0.5, 0.75, i, std::ref(area3));
    std::thread thr4(trapezium_p, 0.75, 1, i, std::ref(area4));
    thr1.join();
    thr2.join();
    thr3.join();
    thr4.join();
    double area = area1 + area2 + area3 + area4;
    printf("Значение интеграла : %.7f количество интервалов : %d\n", area, i);
    chrono::high_resolution_clock::time_point t2 =
    chrono::high_resolution_clock::now();
    chrono::duration <double> duration = (t2 - t1);
    cout << " Продолжительность : " << duration.count() << " секунд\n" << endl;
}
```

```
Метод трапеций на 4-х потоках:
Значение интеграла : 6,3736068 количество интервалов : 100
Продолжительность : 0.0216625 секунд

Значение интеграла : 6,2938276 количество интервалов : 1000
Продолжительность : 0.0053912 секунд

Значение интеграла : 6,2842098 количество интервалов : 10000
Продолжительность : 0.005635 секунд

Значение интеграла : 6,2832718 количество интервалов : 100000
Продолжительность : 0.0061101 секунд

Значение интеграла : 6,2831937 количество интервалов : 1000000
Продолжительность : 0.0131625 секунд
```

Вывод: при подсчете значений интеграла на 4-ех потоках, наблюдается ухудшение точности относительно метода с автоматической параллелизацией и незначительное увеличение времени.