

## Индивидуальное задание по разработке параллельных программ с использованием Cilk Plus

Выполнил ст. гр. ВМ 22 Леонтьев Алексей

**Задача:** написать параллельную программу вычисления следующего интеграла с использованием дополнений *Intel Cilk Plus* языка C++:

$$\int_{-1}^1 \frac{8}{2 + 2x^2} dx$$

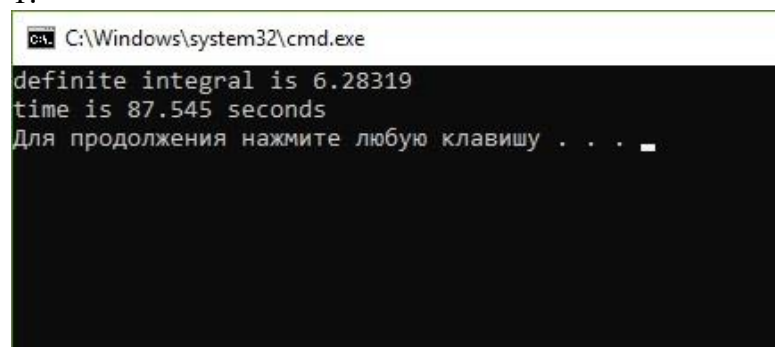
1. Данная задача основана на вычислении площади криволинейной трапеции с помощью метода прямоугольников. Область интегрирования разбивается на множество маленьких отрезков. Сумма площадей прямоугольников, образованных этими отрезками и есть искомый интеграл. Точность вычисления обусловлена выбором мелкости разбиения. Поскольку количество вычислений зависит от количества отрезков, то для оптимизации выполнения программы ее необходимо распараллелить. Для этого воспользуемся пакетом *Intel Parallel Studio XE*.

При решении задачи будем пользоваться следующими средствами:

- *Amplifier XE* – определение наиболее часто используемых участков кода программы;
- *Inspector XE* – определите тех данные (если таковые имеются), которые принимают участие в гонке данных или в других основных ошибках, возникающих при разработке параллельных программ.

2. Описание и анализ программной реализации.

Написав первоначальную версию программы, убедился в правильности нахождения интеграла и узнал время, затраченное на вычисления с помощью стандартного цикла *for*. Количество интервалов разбиения равно  $10^9$ . Результат показан на рис. 1.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
definite integral is 6.28319
time is 87.545 seconds
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рис. 1 – Найденное значение интеграла и время выполнения его вычисления с помощью цикла *for*

Проанализировал последовательный программный код с помощью инструмента INTEL VTUNE AMPLIFIER 2019, получил следующие данные (рис. 2–4).

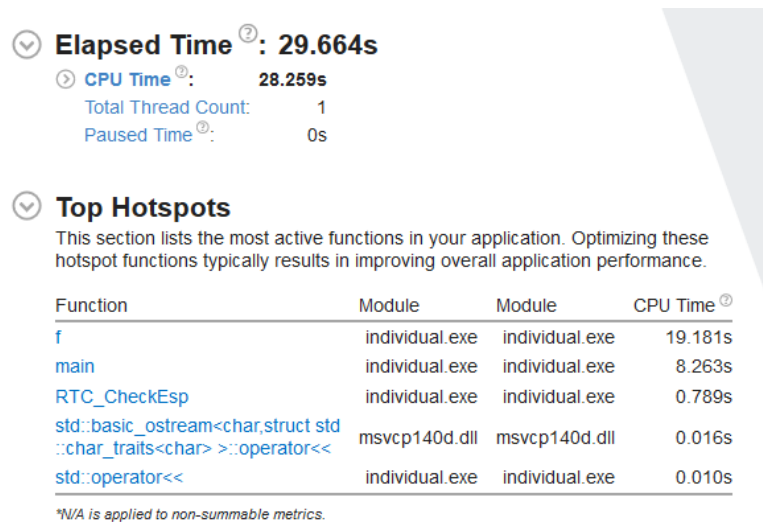


Рис. 2 – Время, потраченное на выполнение последовательного программного кода при анализе

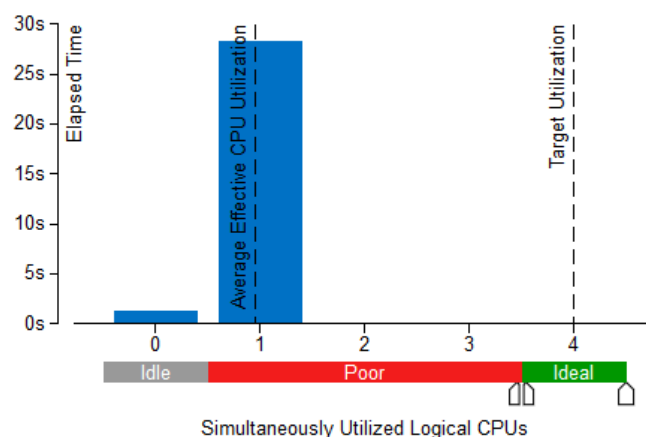


Рис. 3 – Зависимость времени выполнения программы от количества используемых процессов

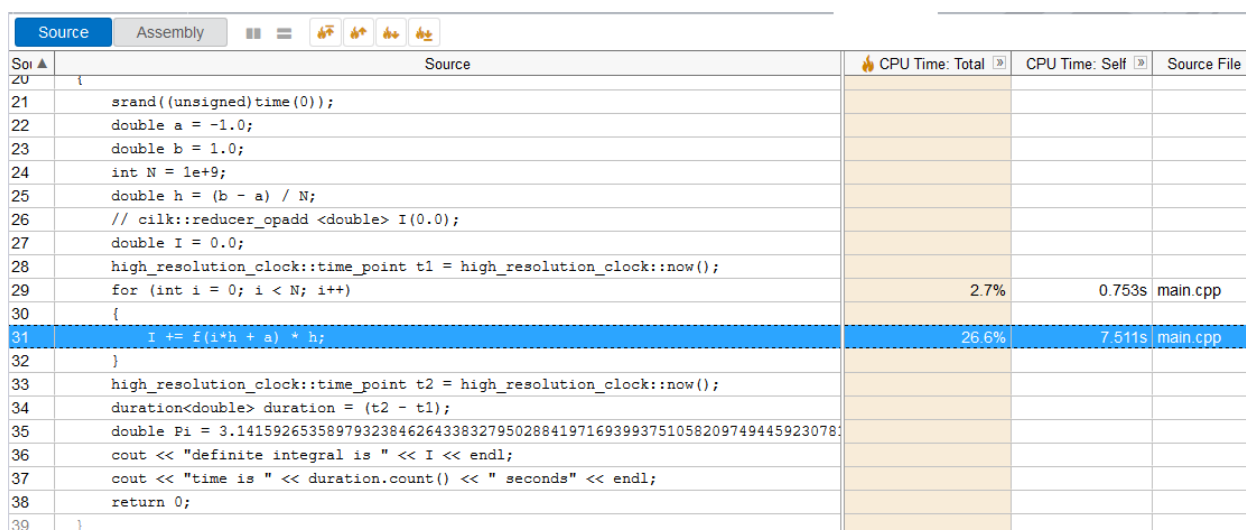
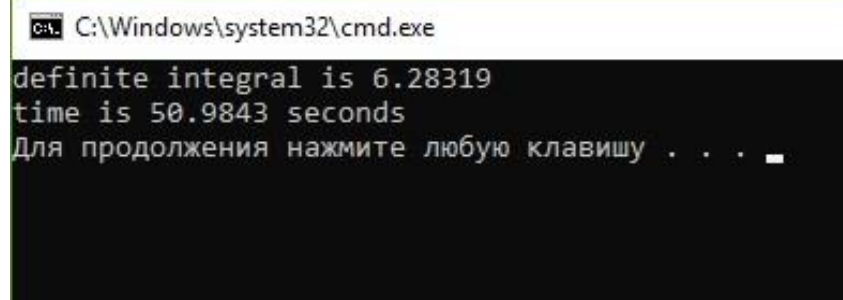


Рис. 4 – Окно с изображением наиболее часто используемых участков кода

На основании полученной информации можно сделать вывод о возможности распараллеливания стандартного цикла *for* с помощью *cilk\_for*. Результат выполнения программы с использованием *cilk\_for* приведён на рис. 5.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
definite integral is 6.28319
time is 50.9843 seconds
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рис. 5 – Результат выполнения программы после применения конструкции *cilk\_for*

Последним этапом в анализе программного кода стало использование инструмента *INTEL INSPECTOR 2019*. С помощью данного инструмента я проанализировал программу на наличие различных ошибок, таких как, например, гонка данных. Результат анализа представлен на рис. 6.

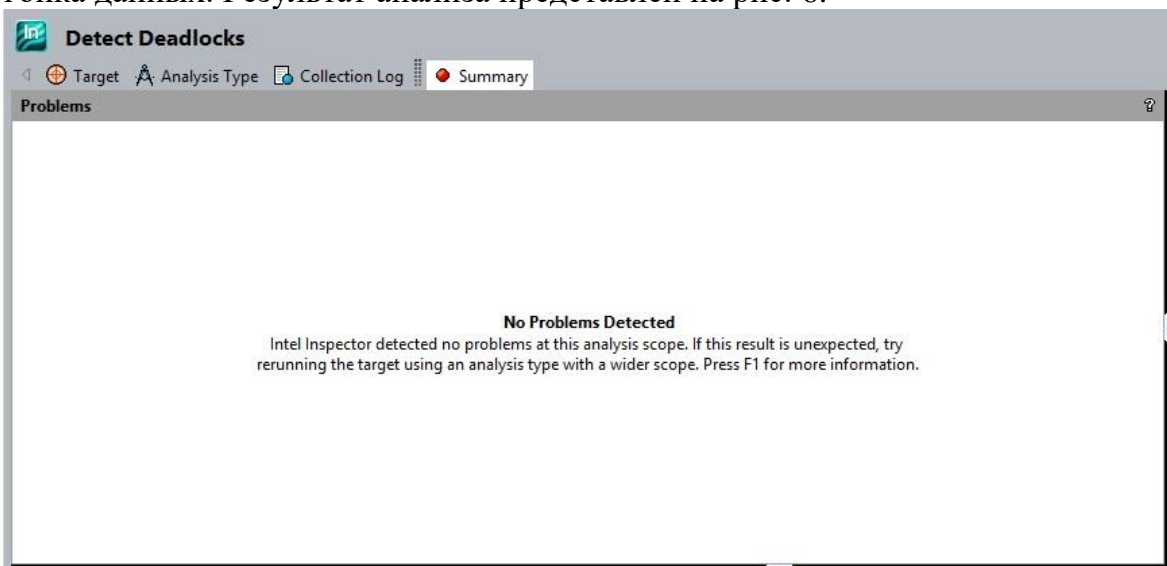


Рис. 6 Окно ошибок инструментария *INTEL INSPECTOR 2019*

В результате анализа ошибок не обнаружено.

Ссылка на GitHub: [https://github.com/alexleo20/individual\\_task1](https://github.com/alexleo20/individual_task1)