МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет информационных технологий

Кафедра параллельных вычислений

ОТЧЕТ

О ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

«изучение методик измерения времени работы программы и оптимизирующих компиляторов»

студента 2 курса, группы 20203

Синюкова Валерия Константиновича

Направление 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

Преподаватель: доцент кафедры параллельных вычислений Власенко Андрей Юрьевич

Новосибирск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ 3
ЗАДАНИЕ 3
ОПИСАНИЕ РАБОТЫ 4
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 5
Приложение 1. *Листинг реализованной программы* 6
Приложение 2. *Команды для компиляции и запуска программы* 7

ЦЕЛЬ

1. Изучение методики измерения времени работы подпрограммы.

2. Изучение приемов повышения точности измерения времени работы подпрограммы.

3. Изучение способов измерения времени работы подпрограммы.

4. Измерение времени работы подпрограммы в прикладной программе.

5. Изучение основных функций оптимизирующего компилятора, и некоторых примеров оптимизирующих преобразований и уровней оптимизации.

6. Получение базовых навыков работы с компилятором GCC.

7. Исследование влияния оптимизационных настроек компилятора GCC на время исполнения программы.

ЗАДАНИЕ

Формулировка общего задания:

1. Написать программу на языке C или C++, содержащую функцию, которая реализует выбранный алгоритм из задания. Программа должна принимать значение N через параметр в командной строке.

2. Проверить правильность работы программы на нескольких тестовых наборах входных данных.

3. Выбрать значение параметра N_0 таким, чтобы время работы функции было от 30 до 60 секунд.

4. Программу скомпилировать компилятором GCC с уровнями оптимизации -O0, -O1, -O2, -O3, -Os, -Ofast, -Og под архитектуру процессора x86 (x86-64).

5. Для каждого из семи вариантов компиляции измерить время работы программы при нескольких значениях N (0.5* N_0, N_0, 1.5* N_0)**.**

6. Составить отчет по лабораторной работе.

Выбранный вариант:

1) Алгоритм вычисления числа Пи с помощью разложения в ряд (ряд Грегори-Лейбница) по формуле Лейбница N первых членов ряда:

$$\pi = 4\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{2n+1} = 4 - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \cdots + 4\frac{(-1)^n}{(2n+1)} + \cdots$$

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

1) Была написана программа на языке C, содержащая функцию, которая реализует данный алгоритм из задания. Программа принимает на вход значение N через параметр командной строки. (N – количество членов ряда Грегори-Лейбница, которые будут суммироваться)
2) Программа была проверена на нескольких наборах тестовых данных:

N	Результат (π)
1	3.041840
10	3.131593
100	3.140593
1000	3.141493

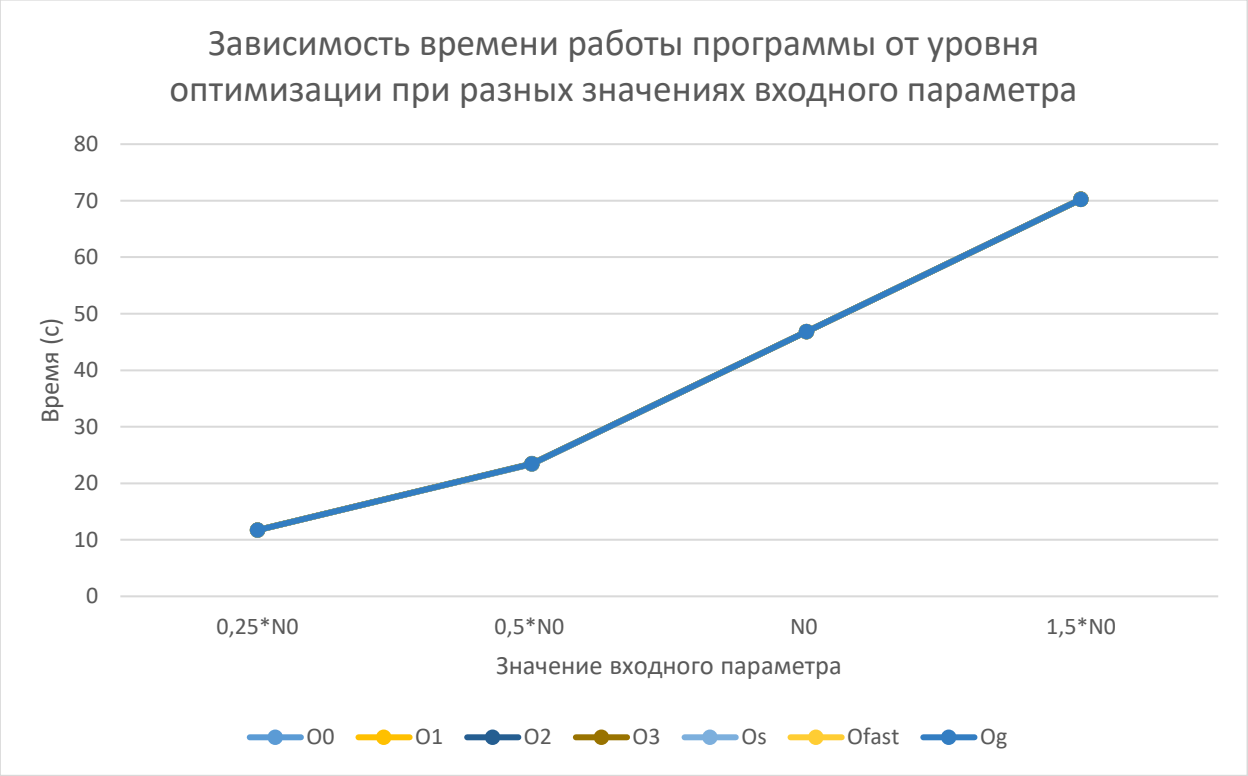
3) С помощью утилиты time было измерено время выполнения программы, выбрано значение параметра $N_0 = 10^9$, при котором время работы программы составляло 46,919 секунд.
4) Программа была скомпилирована компилятором GCC с уровнями оптимизации O0, -O1, -O2, -O3, -Os, -Ofast, -Og под архитектуру процессора x86 (x86-64). Для каждого из семи вариантов было измерено время работы программы для нескольких значений входного параметра N ($0.25*N_0 = 25*10^7$, $0.5*N_0 = 5*10^8$, $N_0 = 10^9$, $1.5*N_0 = 15*10^8$), для каждого значения было выполнено три независимых измерения времени.

	$0,25*N_0$ (c)	**c/a (c)**	**$0,5*N_0$ (c)**	**c/a (c)**	**N_0 (c)**	**c/a (c)**	**$1,5*N_0$ (c)**	**c/a (c)**
O0	11,722 11,736 11,743	11,736	23,454 23,430 23,522	23,469	46,836 46,820 46,825	46,827	70,384 70,233 70,226	70,281
O1	11,714 11,743 11,738	11,731	23,412 23,405 23,415	23,411	46,821 46,846 46,814	46,827	70,235 70,228 70,215	70,226
O2	11,718 11,717 11,713	11,716	23,421 23,416 23,424	23,420	46,815 46,822 46,820	46,819	70,233 70,231 70,220	70,228
O3	11,714 11,712 11,718	11,714	23,414 23,414 23,417	23,415	46,816 46,814 46,845	46,825	70,256 70,250 70,246	70,251
Os	11,714 11,706 11,716	11,712	23,404 23,411 23,408	23,408	46,818 46,819 46,812	46,816	70,227 70,221 70,230	70,226

Ofast	11,718 11,714 11,706	11,713	23,446 23,414 23,427	23,429	46,818 46,847 46,831	46,832	70,227 70,231 70,231	70,233
Og	11,713 11,710 11,711	11,711	23,420 23,418 23,418	23,419	46,820 46,811 46,822	46,818	70,226 70,239 70,237	70,234

с/а – среднее арифметическое трех независимых измерений, вычисляется для каждого уровня компиляции, для каждого значения входного параметра. Зеленым цветом выделено наименьшее время для данного значения входного параметра.

5) По полученным средним арифметическим значениям был построен график.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам практической работы мы можем сделать вывод, что в случае, когда наша программа имеет малый размер (~50 строк) и реализует простой алгоритм (много раз не вызываются объемные функции), время выполнения программы отличается всего на сотые доли секунды в зависимости от выбранного уровня оптимизации. Это значит, что в случае, когда наша программа запускается небольшое количество (меньше 100) раз, разница во времени выполнения программы будет несущественна.

Приложение 1. *Листинг реализованной программы*

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

double LeibnizFormula (long long N)
{
   double Pi = 0, nextMember;
   long long i;
   for (i = 0; i < N; i++)
   {
    if (i % 2)
       nextMember = -1;
    else
       nextMember = 1;
    nextMember /= 2*(double)(i) + 1;
    Pi += nextMember;
   }
   Pi *= 4;
   return Pi;
}

int fromCharToInt (char c)
{
   return (int)(c - '0');
}

long long getN (char * charN)
{
   int i, lengthN = strlen(charN);
   long long N = 0;
   for (i = 0; i < lengthN; i++)
   {
    N += (long long)(fromCharToInt(charN[i]));
    N *= 10;
   }
   return N;
}

void printAnswer(double Pi)
{
   printf("%f\n",Pi);
}

int main(int argc, char** argv)
```

```
{
    long long N = getN(argv[1]);
    double Pi = LeibnizFormula(N);
    printAnswer(Pi);
    return 0;
}
```

Приложение 2. *Команды для компиляции и запуска программы*

Команды для компиляции программы:

```
gcc lab1.c -o lab1.out
gcc –O0 lab1.c –o lab1_0.bin –Wall
gcc –O1 lab1.c –o lab1_1.bin –Wall
gcc –O2 lab1.c –o lab1_2.bin –Wall
gcc –O3 lab1.c –o lab1_3.bin –Wall
gcc –Os lab1.c –o lab1_s.bin –Wall
gcc –Ofast lab1.c –o lab1_fast.bin –Wall
gcc –Og lab1.c –o lab1_g.bin –Wall
```

Команды для запуска программы:

```
./lab1.out N
./lab1_0.bin N
./lab1_1.bin N
./lab1_2.bin N
./lab1_3.bin N
./lab1_s.bin N
./lab1_fast.bin N
./lab1_g.bin N
```