

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

ОТЧЕТ ПО ЗАДАНИЮ №6

**«Сборка многомодульных программ.
Вычисление корней уравнений и определенных
интегралов.»**

Вариант 8 / 4 / 3

Выполнил:
студент 102 группы
Шутков Г. А.

Преподаватель:
Кулагин А. В.

Москва
2020

Содержание

Постановка задачи	2
Математическое обоснование	3
Результаты экспериментов	4
Структура программы и спецификация функций	5
Сборка программы (Make-файл)	6
Отладка программы, тестирование функций	7
Программа на Си и на Ассемблере	8
Анализ допущенных ошибок	9
Список цитируемой литературы	10

Постановка задачи

Требуется реализовать численный метод приближенного вычисления площади фигуры, ограниченной тремя кривыми. Для определения координат пересечения кривых используется комбинированный метод хорд и касательных, при этом отрезки для поиска корней должны быть заданы вручную. Для подсчета площади фигуры применяется Формула Симпсона.

Математическое обоснование

На основе оценки погрешности в формуле Симпсона,

$$|E(f)| \leq \frac{(b-a)^5}{2880} \max |f^{(4)}(x)| \quad x \in [a, b]$$

было получено неравенство $4(\varepsilon_2)^4 + 14\varepsilon_1 < 0.001$. После этого, учитывая, что ε_1 и ε_2 положительны, получим, что достаточно принять $\varepsilon_1 = 0.00001$, а $\varepsilon_2 = 0.01$. Отрезки для поиска выбирались вручную, с учетом монотонности первой и второй производных функции на данном участке. График заданного набора кривых приведен ниже (рис. 1).

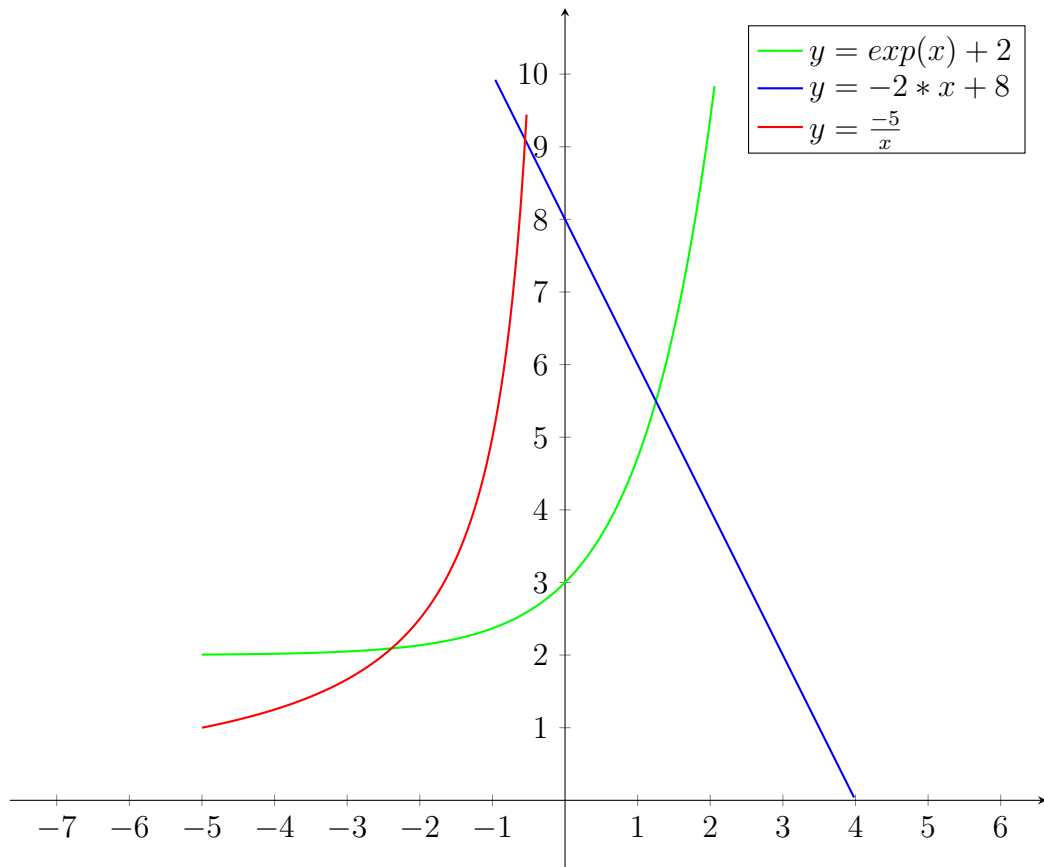


Рис. 1: Плоская фигура, ограниченная графиками заданных уравнений

Результаты экспериментов

В результате вычислений найдены следующие координаты точек пересечения кривых (таблица 1) и площадь полученной фигуры.

Кривые	x	y
1 и 2	1.2517	5.4962
2 и 3	-0.5495	9.099
1 и 3	-2.3905	2.0915

Таблица 1: Координаты точек пересечения

Результат проиллюстрирован на графике (рис. 2).

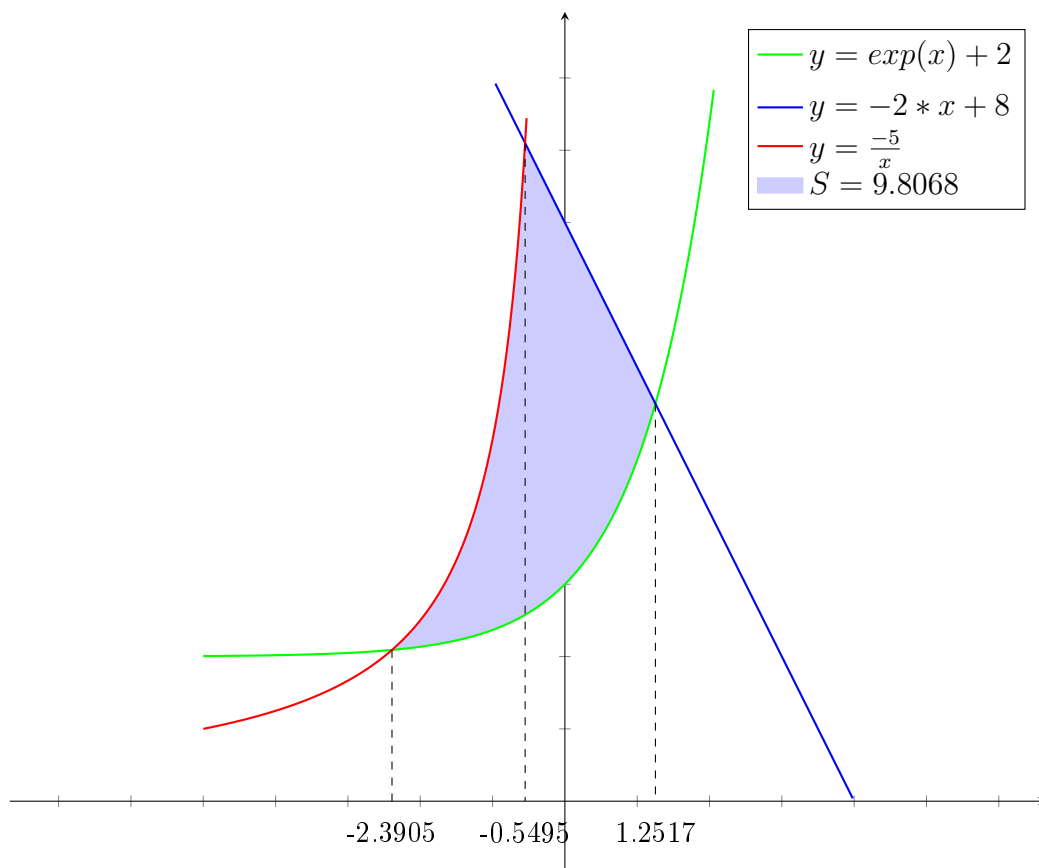


Рис. 2: Плоская фигура, ограниченная графиками заданных уравнений

Структура программы и спецификация функций

Список функций программы:

Ассемблер

- `double f1(double x)`
 - вычисление значения первой функции в точке x
- `double f2(double x)`
 - вычисление значения второй функции в точке x
- `double f3(double x)`
 - вычисление значения третьей функции в точке x
- `double df1(double x)`
 - вычисление производной первой функции в точке x
- `double df2(double x)`
 - вычисление производной второй функции в точке x
- `double df3(double x)`
 - вычисление производной третьей функции в точке x
- `double d2f1(double x)`
 - вычисление второй производной первой функции в точке x
- `double d2f2(double x)`
 - вычисление второй производной второй функции в точке x
- `double d2f3(double x)`
 - вычисление второй производной третьей функции в точке x

Си

- `double root(double (*f)(double), double (*g)(double),
double (*df)(double), double (*dg)(double),
double (*d2f)(double), double (*d2g)(double),
double a, double b, double eps1, int *comp)`
 - вычисление абсциссы точки пересечения двух заданных функций на указанном отрезке
- `double integral(double (*f)(double), double a, double b, double eps2)`
 - вычисление приближенного значения определенного интеграла от заданной функции в заданных пределах
- `void key_detect(int argc, char **argv, double (*func[])(double))`
 - работа с ключами командной строки и выполнение необходимых команд

Сборка программы (Make-файл)

Код Make-файла приведен ниже:

```
all: task

task: task6_c.o task6_asm.o
@ gcc -m32 task6_c.o task6_asm.o -o task6

task6_c.o: task6.c
@ gcc -m32 -c task6.c -o task6_c.o

task6_asm.o: task6.asm
@ nasm task6.asm -f elf32 -o task6_asm.o

clean:
@ rm -rf *.o task6
```

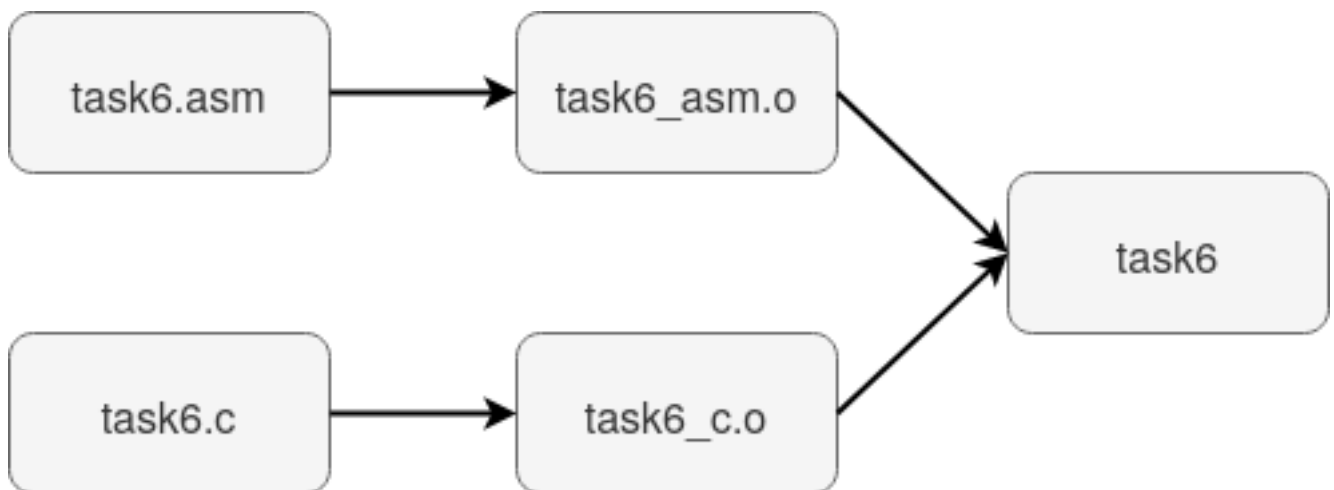


Рис. 3: Diagram

В данной программе есть два отдельных модуля. Один из них реализован на языке Си, а другой на Ассемблере. Данные блоки компилируются отдельно и полученные объектные файлы собираются в исполняемый файл при компоновке программы.

Отладка программы, тестирование функций

При отлаке программы было использовано по 3 теста для каждого из численных методов.

Вычисление абсциссы корня:

1. Пересечение функций $\exp(x) + 2$ и $-2 * x + 8$. Абсцисса - 1.2517
2. Пересечение функций $-2 * x + 8$ и $\frac{-5}{x}$. Абсцисса - -0.5495
3. Пересечение функций $\frac{-5}{x}$ и $\exp(x) + 2$. Абсцисса - -2.3905

Вычисление интеграла по формуле Симпсона:

1. Интеграл от функции $\exp(x) + 2$ на $[0, 1] = 3.6712$
2. Интеграл от функции $-2 * x + 8$ на $[2, 4] = 3.9999$
3. Интеграл от функции $\frac{-5}{x}$ на $[-8, -4] = 3.4533$

Для каждого из тестов решение было так же вычислено аналитически и сверено с полученным в результате работы программы решением. Во всех тестах погрешность не превышала необходимой.

Для каждого теста необходимо привести уравнения кривых и нужных производных, аналитическое вычисление корней и отрезков применения методов, результаты работы численных методов.

Программа на Си и на Ассемблере

Исходные тексты описанных выше программ имеются в архиве, который приложен к этому отчету.

Анализ допущенных ошибок

При написании программы на Ассемблере была допущена ошибка, при которой в сопроцессоре не освобождались все выделенные для расчетов ячейки. Это приводило к возникновению ошибки при попытке вызвать данную функцию более 7 раз.

Список литературы

- [1] Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. Т. 1 — Москва: Наука, 1985.