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 4 / 2 / 2

Выполнил:
студент 104 группы
Хомский Д. В.

Преподаватель:
Гуляев Д. А.

Москва
2019

Постановка задачи

С заданной точностью e вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной тремя кривыми, уравнения которых f1(x)=exp(x)+2, f2(x)=-1/x и f3(x)=-2(x+1)/3 а именно:

- реализовать численный метод, позволяющий вычислять площадь плоской фигуры, ограниченной тремя кривыми,
- площадь была посчитана через метод трапеций,
- вершины фигуры были найдены методом хорд,
- отрезок для применения метода нахождения корней был вычислен аналитически.

Математическое обоснование

В данном разделе проводится анализ заданного набора кривых, приводятся их графики, обоснование выбора значений ε_1 и ε_2, а также отрезков для поиска точек пересечения кривых.

Рассмотрим данные функции. f1(x),f2(x),f3(x). Кривые заданные функциями f1(x) и f2(x), f1(x) и f3(x) имееют лишь одну точку пересечения. Кривые заданные функциями f2(x) и f3(x) имеют 2 точки пересечения, но нас сейчас волнует только одна точка, благодаря которая огранчиевается часть координатной площадью тремя функциями. Рассмотрим функции F1=f2(x)-f1(x), F2=f2(x)-f3(x) и F3=f1(x)-f3(x). Для метода хорд возьмем две производные всех трех вспомогательных функций. Убеждаемся что F'(x)F"(x)>0 во всех трех рассматриваемых случаях. Значит в методе хорд для рассмотренного отрезка [a,b] мы всегда выбираем новый отрезок [c,b] до тех пор, пока мы не найдем значение x, такое что F1(x)=0 или F2(x)=0 или F(x)=0 с заданной точностью.

Теперь объясню выбор отрезков для нахождения корней. Рассмотрим данные функции F1(x),F2(x),F3(x). Для каждой функции мы доказали, что на интересующем нас отрезке(в котором находится площадь, которую ограничивают функции f1(x),f2(x),f3(x)) функции F(x) имеют лишь одно решение уравнения F(x)=0. Значит выбрав такие значения a,b, что F(a)<0 и F(b)>0, мы получим отрезок [a,b] в котором мы можем рассматривать нахождение корня, согласно методу хорд мы получим верный ответ.

e=0.001 дается по условию. Из учебника по маетматическому анализу [1] можем найти, что n для метода трапеций будет равно $n = \frac{\sqrt{(b-a)^3}}{\sqrt{E}}$. Т.к a и b я вычислил с точностью e1=0.00001, то n - натуральное и не повлияет на результат вычислений результата с погрешностью e2=0.0001. Общая погрешность e=0.001 точно не будет привышена.

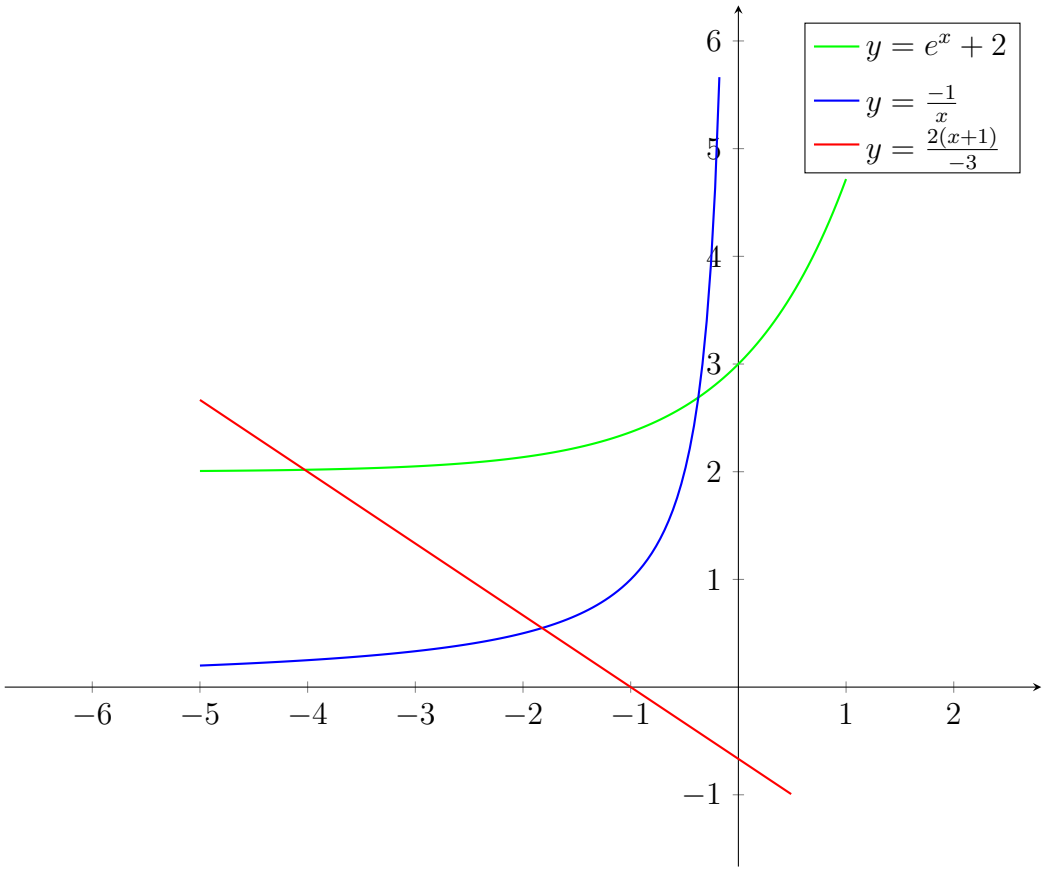

Рис. 1: Плоская фигура, ограниченная графиками заданных уравнений

Результаты экспериментов

В данном разделе вы можете увидеть результаты проведенных вычислений: координаты точек пересечения (таблица 1) и площадь полученной фигуры.

Кривые	x	y
1 и 2	-0.3719	2.6894
2 и 3	-1.8232	0.5485
1 и 3	-4.0268	2.0178

Таблица 1: Координаты точек пересечения

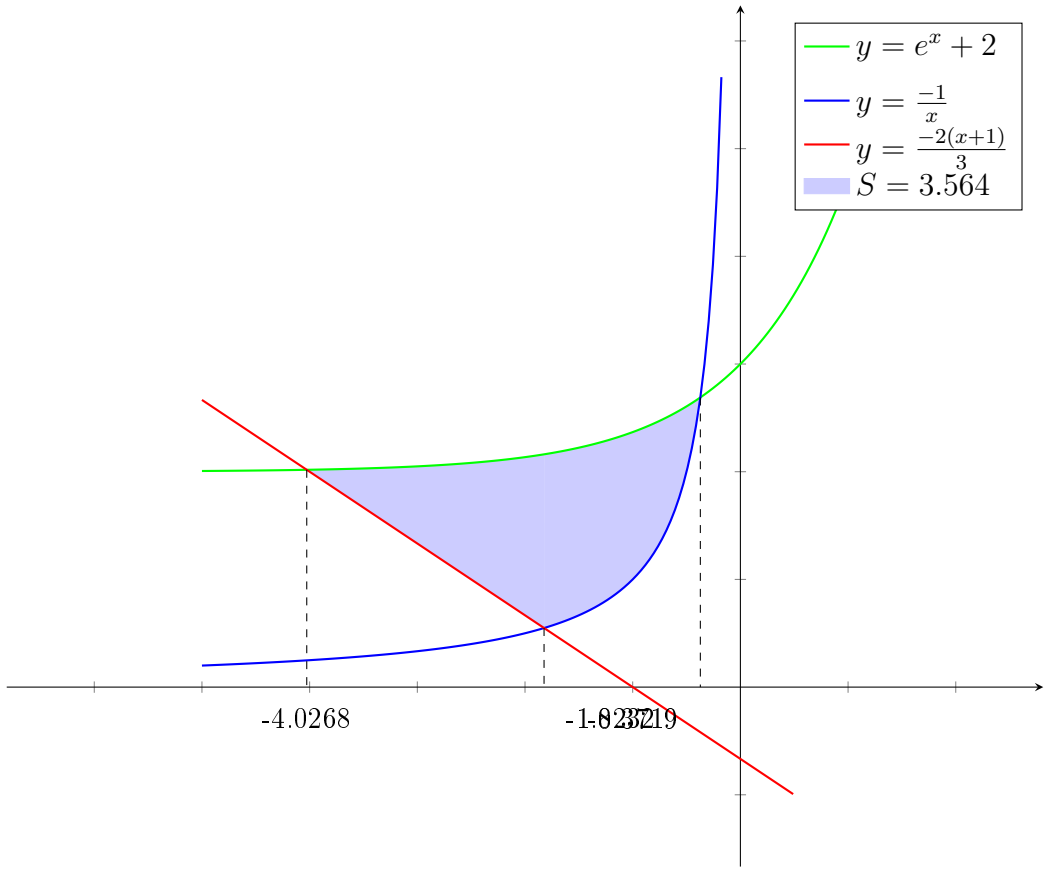

Рис. 2: Плоская фигура, ограниченная графиками заданных уравнений

Структура программы и спецификация функций

Программа состоит из нескольких функций: 1)int main(int argc,char **argv) - основаная функция, в которой есть вызов описанных для решения задачи функций

2)double integral(double f(double),double a,double b,double eps2) - функция для подсчета интеграла функции f(x) на [a,b] с точность eps2

3)void root(double f(double), double g(double), double a, double b, double eps1) - рекурсивная функция для поиска корней уравнения f(x)-g(x)=0. передает найденное значение в глобальную переменную q

4)double F(double x,double s,double f(double),double g(double)) - вспомогательная функция, для поиска корней методом хорд возвращает значение s(f(x)-g(x))

5)double (*mas[4]) (double) = NULL, f1, f2, f3; - массив указателей на функций, объявленный глобально для вызова определенных функций в зависимости от нужды пользователя

6)а)double q; б)int iter=0; - глобальные переменные, необходимые а)для поиска корней уравнения, б)для нахождения кол-ва итераций, после которых находится верный корень с заданной точностью

Сборка программы (Make-файл)

Текст Make-файла all:prog

main.o:main.c gcc -o main.o -c main.c -m32 func.o:func.asm nasm -f elf32 -o func.o func.asm prog: main.o func.o gcc -o prog main.o func.o -m32 clean: rm -f *.o prog

Исходные файлы: main.c func.asm gcc -o main.o -c main.c -m32 - зависит только от main.c, из которого делается объектный файл main.o. Никак не влияет на func.asm

nasm -f elf32 -o func.o func.asm - зависит только от func.asm, из которого делается объектный файл func.asm. Никак не вляет на main.c

gcc -o prog main.o func.o -m32 - зависит от main.o и func.o, из двух объектных файлов делается исполняемый файл prog, который готов к запуску ./prog

rm -f *.o prog - удаляет все объектные файлы для пересборки программ

Отладка программы, тестирование функций

Сперва я написал полностью программу на языке C. Описав функции на языке C, которые возвращают значение f(x), я првоерял значения функций в этих точках с калькулятором Написав функцию root я проверял ее на значениях и сверял свои результаты с калькулятором, рассматривая функцию F(x)=f(x)-g(x) Далее я написал функцию integral, и опять же проверял нахождение площади под графиком при помощи интернет-сайтов, который достаточно точно могут выщитывать площадь под графиков. Результаты совпадали. Далее я закоментил описанные на C функции и описал эти же функции на языке ассемблера. закинул файлы main.c и func.asm в один файл. Сперва компоновал отдельно. Потом Объектные файлы объединял в один - исполняемый. В итоге: программа рабоатет и считает верно площадь графика, ограниченного тремя функциями. Во время написаний каждой функции я отлаживал программу по мере нахождения в ней ошибок.

Программа на Си и на Ассемблере

Исходные тексты программы: main.c и func.asm, а также Makefile для сборки имеются в архиве, который приложен к этому отчёту.

Анализ допущенных ошибок

При написании программы я столкнулся только с одной ошибкой, которую мне пришлось анализировать и переписывать часть кода. При написании функций на ассемблере, у меня неправильно выдавала значения функция f1, оказалось, что при тех командах, что я написал изначально на верхушке стека лежали не те числа, с которыми я хотел проводить операции, поэтому функция f1 выдавала неверные значения. После чего программа была переписана и заработала корректно.

Список литературы

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