Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное

Образовательное учреждение высшего образования

ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт инженерных наук

Кафедра информационно-коммуникационных технологий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ПОИСК КОРНЕЙ СЛОЖНОЙ ФУНКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДПРОГРАММ

Вариант 7

Выполнили: студенты
Антонова П.С., Разгонова Е.В.

Группа: 0432-04

Проверил: Трофимов В.М.

Псков

2021

Постановка задачи

Часто при решении задач численного анализа используются ку-сочно-непрерывные функции, функции, описанные рядом, интегралы и так далее, которые нельзя описать в одном операторе. Поэтому необходимо использовать подпрограммы, в частности подпрограммы-функции. Примером данной задачи является поиск корней уравнения, заданного интегралом.

Целью лабораторной работы является написание программы для решения уравнения, заданного интегралом вида $\int_{0.1}^{a} \frac{ln0.4x+e^{0.3x}}{sinx+1.5} dx$ с помощью подпрограмм.

Теоретическая справка

Найти корень уравнения $f(\alpha) = 0$, соответствующего функции согласно варианту задания, методом половинного деления на указанном отрезке с заданной точностью.

Здесь вычисление $f(\alpha)$ необходимо оформить в виде подпрограммы-функции с аргументами α и ε (точность вычисления интеграла). Интеграл вычисляется методом Симпсона с заданной точностью. Начальная точность вычисления интеграла 0.2, затем увеличивается в 2 раза на каждом шаге по мере уменьшения отрезка, на котором находится корень. Когда корень найден, значение функции выводится с точностью 10^{-5}.

Программа должна состоять из основной программы и подпрограммы-функции. Описание функции оформляется в виде подпрограммы. Так же необходимо в подпрограмме предусмотреть увеличение точности вычисления интеграла (не путать с точностью вычисления корня) при каждом последующем приближении. Значения α и $f(\alpha)$ (контрольные точки) выводить в каждом цикле, чтобы определить правильность работы программы. Входными параметрами будут являться верхняя граница интегрирования и заданная точность. Все остальные значения, в том числе и подынтегральная функция, могут задаваться локально внутри подпрограммы

Разработка программного решения

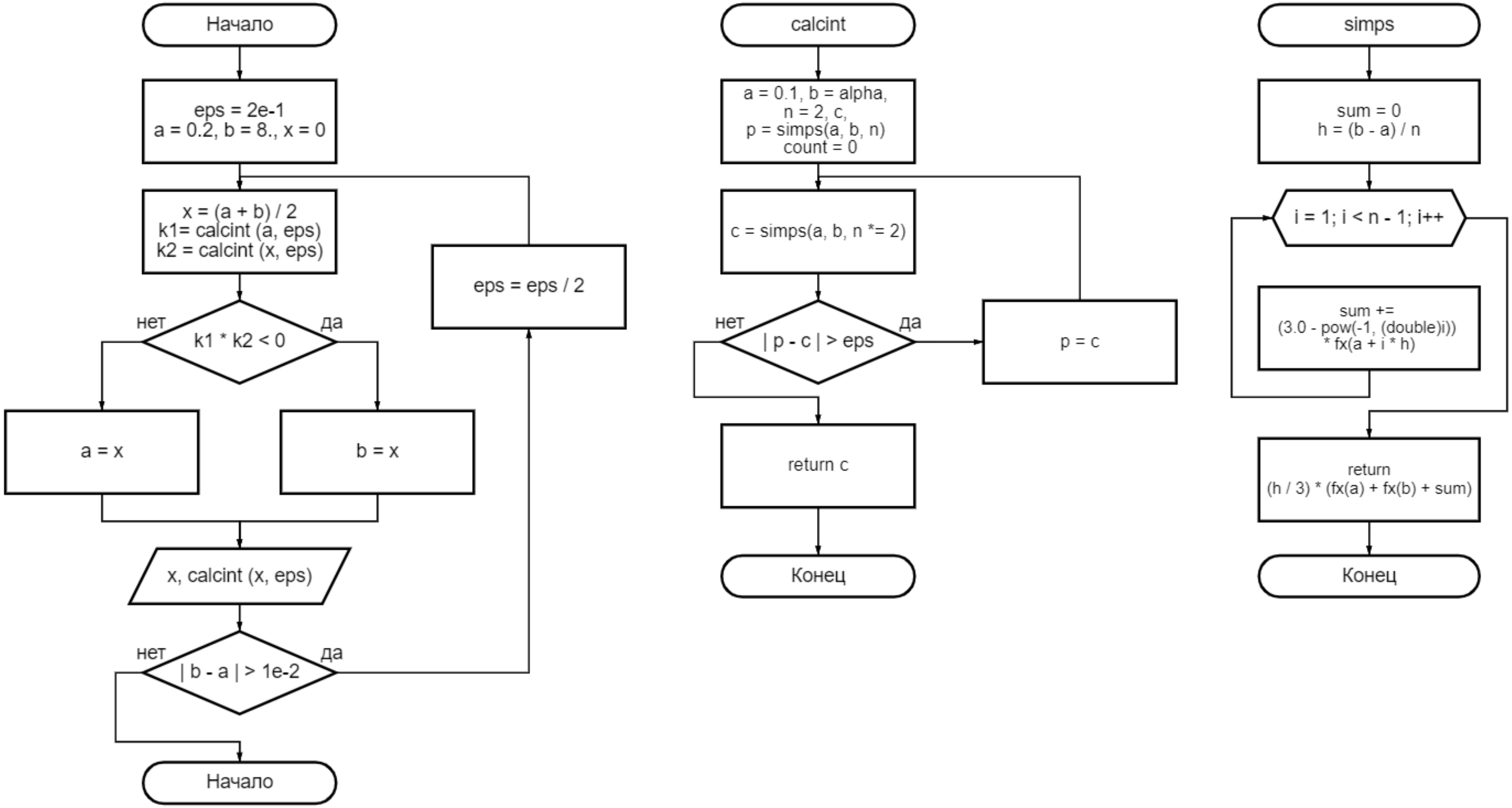


Рис. 1. Блок-схема программы

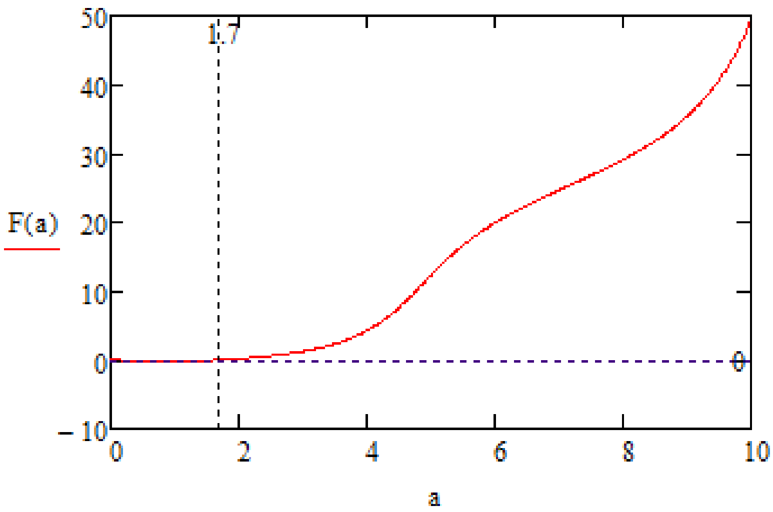
```
// Поиск корней сложной функции с использованием подпрограмм

#include<iostream>
#include<cmath>
#include<string>
#include<iomanip>

using namespace std;

const double e = 2.7182818284;

double fx(double x)
{
	return (log(0.4*x) + pow(e, 0.3 * x)) / (sin(x) + 1.5);
}

double simps(const double a, const double b, const int n) {
	double sum = 0;
	double h = (b - a) / n;
	for (int i = 1; i < n - 1; i++) {
		sum += (3.0 - pow(-1, (double)i)) * fx(a + i * h);
	}
	return (h / 3) * (fx(a) + fx(b) + sum);
}

double calcint(const double alpha, const double eps) {
	const double a = 0.1, b = alpha;

	int n = 2;
	double c, p = simps(a, b, n);

	int count = 0;
	do {
		c = simps(a, b, n *= 2);
	} while (fabs(p - c) > eps && (p = c));
	return c;
}

int main() {
	double eps = 2e-1;
	double a = 0.2, b = 8., x = 0;

	do {
		x = (a + b) / 2;
		if ((calcint(a, eps) * calcint(x, eps)) < 0.)
			b = x;
		else
			a = x;
		printf("x: %.2f, f(x) = %8.5f\n", x, calcint(x, eps));

	} while (fabs(b - a) > 1e-2 && (eps /= 2));

	return 0;
}
```

Консоль отладки Microsoft Visual Studio

```
x: 4.10, f(x) =  4.61931
x: 2.15, f(x) =  0.16232
x: 1.18, f(x) = -0.24901
x: 1.66, f(x) = -0.20782
x: 1.91, f(x) =  0.10140
x: 1.78, f(x) =  0.03691
x: 1.72, f(x) =  0.00669
x: 1.69, f(x) = -0.00792
x: 1.71, f(x) =  0.00042
x: 1.70, f(x) = -0.00323
```

Рис. 2. Результат работы программы

$$F(a) := \int_{0.1}^{a} \frac{\ln(0.4\cdot x) + \exp(0.3\cdot x)}{\sin(x) + 1.5}\,dx$$



$a := 1.70$

$\mathrm{root}(F(a), a) = 1.706$

Рис. 3. Проверка решения в MathCAD

<u>Вывод:</u> в итоге, для точности $\varepsilon = 1e - 2$ и, как следствие, количества итераций $i = 9$ найденное значение функции совпадает со значением, вычисленным в MathCAD. Можно сказать, что поиск корней сложной функции с использованием подпрограмм является рациональным решением задач.