Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Дисциплина: Основы алгоритмизации и программирования (ОАиП)

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 7

Тема работы: Работа с процедурным параметром

Выполнил

студент: гр.551004 Довыдёнок М.А.

Проверил: Фадеева Е.П.

Минск 2016

Содержание

[1 Постановка задачи 3](#_Toc450152536)

[2 Описание алгоритмов 4](#_Toc450152537)

[3 Основные расчетные формулы 6](#_Toc450152538)

[3.1 Метод левых прямоугольников 6](#_Toc450152539)

[3.2 Метод центральных прямоугольников 6](#_Toc450152540)

[4 Структура типов 7](#_Toc450152541)

[4.1 Структура типов основной программы 7](#_Toc450152542)

[5 Структура данных 8](#_Toc450152543)

[5.1 Структура данных основной программы 8](#_Toc450152544)

[5.2 Структура данных подпрограмм 8](#_Toc450152545)

[6 Схема алгоритма решения задачи по ГОСТ 19.701-90 11](#_Toc450152546)

[6.1 Схема основного алгоритма 11](#_Toc450152547)

[6.2 Схема алгоритма firstFunction(result, x) 11](#_Toc450152548)

[6.3 Схема алгоритма secondFunction(result, x) 12](#_Toc450152549)

[6.4 Схема алгоритма calcLeftRectangle(result, func, a, b, n) 12](#_Toc450152550)

[6.5 Схема алгоритма calcMidRectangle(result, func, a, b, n) 13](#_Toc450152551)

[6.6 Схема алгоритма calcWithEps(result, method, func, eps, a, b) 14](#_Toc450152552)

[6.7 Схема алгоритма calcTable(result, method1, method2, func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2) 15](#_Toc450152553)

[7 Результаты расчетов и тестирование программы 16](#_Toc450152554)

[Приложение А 18](#_Toc450152555)

# Постановка задачи

Разработать программу для вычисления интегралов:

Методами левых и центральных прямоугольников, до точностей 10-3,10-4,10-5.

Для вычисления подынтегральных функций и непосредственно интеграла использовать функции и процедуры с процедурными параметрами. Проверку правильности расчётов выполнить в среде MathCad.

Построить графики поведения подынтегральных функций на отрезке интегрироваия.

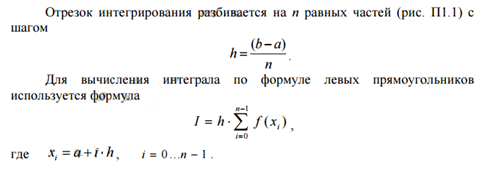
# Описание алгоритмов

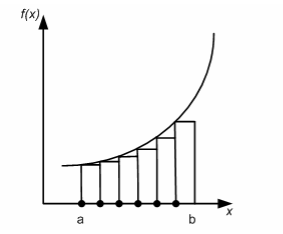
Таблица – Описание алгоритмов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование  алгоритма | Назначение  алгоритма | Формальные  параметры | Рекомендуемый тип |
|  | Основной алгоритм | Вызов следующих алгоритмов: calcTable, outputTable |  |  |
|  | firstFunction  (result, x) | Первая подынтегральная функция | result, x.  Возвращаемый параметр: result | Функция.  Возвращаемый параметр: result |
|  | secondFunction  (result, x) | Вторая подынтегральная функция | result, x.  Возвращаемый параметр: result | Функция.  Возвращаемый параметр: result |
|  | calcLeftRectangle  (result, func,  a, b, n) | Алгоритм вычисления интеграла от функции func методом левых прямоугльников | result, func, a, b, n  Возвращаемый параметр: result | Функция. Возвращаемый параметр: Result |
|  | calcMidRectangle  (result, func,  a, b, n) | Алгоритм вычисления интеграла от функции func методом центральных прямоугльников | result, func, a, b, n  Возвращаемый параметр: result | Функция. Возвращаемый параметр: Result |
|  | calcWithEps  (result, method, func, eps, a, b) | Вычисление интеграла от функции func методом method до заданной точности eps | result, mehod, func, eps, a, b  Возвращаемый параметр: result | Функция. Возвращаемый параметр: Result |
|  | calcTable  (result, method1, method2, func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2) | Заполнение таблицы result значениями интегралов и количествами разбиений отрезка интегрирования | result, method1, method2, func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2  Возвращаемый параметр: result | Функция. Возвращаемый параметр: Result |
|  | outputTable  (table, eps) | Вывод таблицы table | table, eps | Процедура |

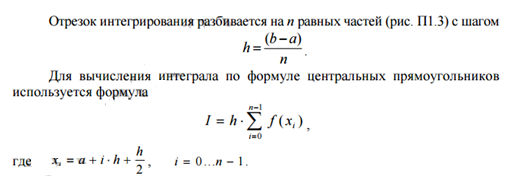
# Основные расчетные формулы

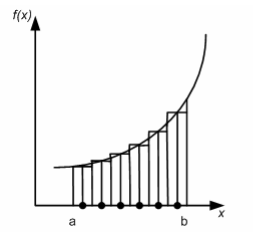
## Метод левых прямоугольников





## Метод центральных прямоугольников





# Структура типов

## Структура типов основной программы

Таблица 2 – Структура типов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование типа | Рекомендуемый тип | Назначение |
| TFunc | Function | Подынтегральная функция |
| TMethod | Function | Метод вычисления интеграла |
| TEPS | Array | Массив точностей |
| TResult | Record | Запись из 2 полей:  - значения интеграла,  - количества отрезков разбиения |
| TResults | Array | Таблица результатов для двух функций, двух методов и всех точностей |

# Структура данных

## Структура данных основной программы

Таблица 3 – Структура данных

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| NUM\_OF\_EPS[[1]](#footnote-1) | 3 | Количество точностей вычисления |
| EPS[[2]](#footnote-2) | TEPS = (0.001, 0.0001, 0.00001) | Массив точностей |
| table | TResults | Таблица результатов для 2 функций, 2 методов и всех точностей |

## Структура данных подпрограмм

Таблица 4 – Структура данных алгоритма firstFunction(result, x)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | Real | Значение функции в точке x |
| x | Real | Значение x |

Таблица 5– Структура данных алгоритма secondFunction(result, x)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | Real | Значение функции в точке x |
| x | Real | Значение x |

Таблица 6 – Структура данных алгоритма calcLeftRectangle(result, func,

a, b, n)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | Real | Значение интеграла |
| func | TFunc | Подынтегральная функция |
| a, b | Real | Пределы интегрирования |
| n | Integer | Количество отрезков разбиения |
| h | Real | Длина отрезка разбиения |
| i | Integer | Счетчик цикла |

Таблица 7 – Структура данных алгоритма calcMidRectangle(result, func,

a, b, n)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | Real | Значение интеграла |
| func | TFunc | Подынтегральная функция |
| a, b | Real | Пределы интегрирования |
| n | Integer | Количество отрезков разбиения |
| h | Real | Длина отрезка разбиения |
| i | Integer | Счетчик цикла |

Таблица 8 – Структура данных алгоритма calcWithEps(result, method,

func, eps, a, b)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | TResult | Значение интеграла и количество отрезков разбиения |
| method | TMethod | Метод вычисления интеграла |
| func | TFunc | Подынтегральная функция |
| eps | Real | Точность вычисления |
| a, b | Real | Пределы интегрирования |
| lastValue | Real | Значение интеграла при предыдущем значении количества разбиений |

Таблица 9 – Структура данных алгоритма calcTable(result, method1, method2,

func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| result | TResults | Таблица результатов |
| method1, method2 | TMethod | Методы вычисления интегралов |
| func1, func2 | TFunc | Подынтегральные функции |
| eps | TEPS | Массив точностей |
| a1, b1, a2, b2 | Real | Пределы интегрирования для первого и второго интеграла |

Таблица 10 – Структура данных алгоритма outputTable(table, eps)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы данных | Рекомендуемый тип | Назначение |
| table | TResults | Таблица результатов |
| eps | TEPS | Массив точностей |
| method | Integer | Счетчик цикла по методам |
| func | Integer | Счетчик цикла по интегралам |
| i | Integer | Счетчик цикла по точностям |

# Схема алгоритма решения задачи по ГОСТ 19.701-90

## Схема основного алгоритма



Рисунок 1 – Схема основного алгоритма

## Схема алгоритма firstFunction(result, x)



Рисунок 2 – Схема алгоритма firstFunction(result, x)

## Схема алгоритма secondFunction(result, x)



Рисунок 3 – Схема алгоритма secondFunction(result, x)

## Схема алгоритма calcLeftRectangle(result, func, a, b, n)



Рисунок 4 – Схема алгоритма calcLeftRectangle(result, func, a, b, n)

## Схема алгоритма calcMidRectangle(result, func, a, b, n)



Рисунок 5 – Схема алгоритма calcMidRectangle(result, func, a, b, n)

## Схема алгоритма calcWithEps(result, method, func, eps, a, b)



Рисунок 6 – Схема алгоритма calcWithEps(result, method, func, eps, a, b)

## Схема алгоритма calcTable(result, method1, method2, func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2)



Рисунок 7 – Схема алгоритма calcTable(result,

method1, method2, func1, func2, eps, a1, b1, a2, b2)

# Результаты расчетов и тестирование программы

Ожидаемый результат:

Рисунок 8 - Расчёт интегралов в MathCad

Рисунок 9 - Графики подынтегральных функций

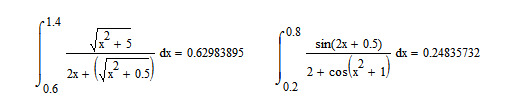


Рисунок 8 - Расчёт интегралов в MathCad

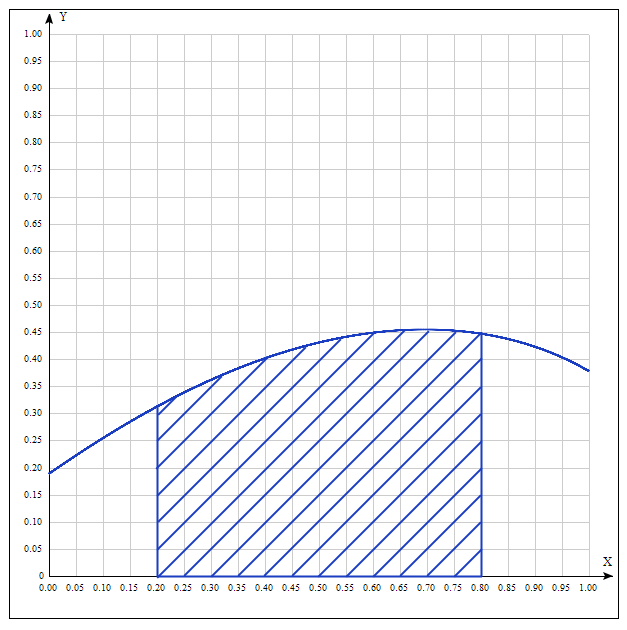
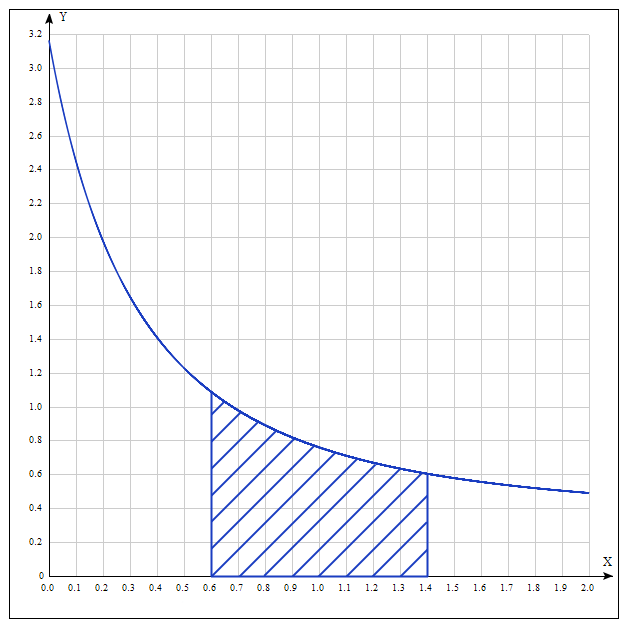


Рисунок 9 - Графики подынтегральных функций

Полученный результат:

Рисунок 10 – Результат работы программы

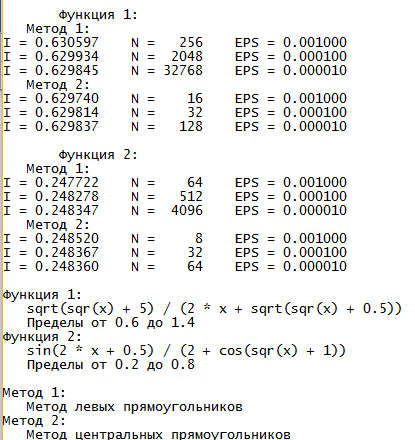


Рисунок 10 – Результат работы программы

Приложение А

(обязательное)

Исходный код программы

program Lab13;

{$APPTYPE CONSOLE}

uses

Windows;

const

{ Количество точностей вычисления }

NUM\_OF\_EPS = 3;

type

{ Подинтегральная функция }

TFunc = function(x: Real):Real;

{ Метод вычисления интеграла }

TMethod = function(func: TFunc; a, b: Real;

n: Integer):Real;

{ Массив точностей }

TEPS = array [1..NUM\_OF\_EPS] of real;

{ Результат для метода, функции и точности }

TResult = record

res: Real;

n: Integer;

end;

{ Таблица результатов для 2 функций,

2 методов и всех точностей }

TResults = array [1..2, 1..2, 1..NUM\_OF\_EPS] of TResult;

const

{ Массив точностей }

EPS: TEPS = (0.001, 0.0001, 0.00001);

var

{ Результаты }

table: TResults;

{ Первая функция }

function firstFunction(x: Real):Real;

begin

result := sqrt(sqr(x) + 5) / (2 \* x + sqrt(sqr(x) + 0.5));

end;

{ Вторая функция }

function secondFunction(x: Real):Real;

begin

result := sin(2 \* x + 0.5) / (2 + cos(sqr(x) + 1));

end;

{ Метод левых прямоугольников }

function calcLeftRectangle(func: TFunc; a, b: Real;

n: Integer):Real;

var

h: Real;

i: Integer;

begin

result := 0;

h := (b - a) / n;

for i := 0 to n - 1 do

result := result + func(a + i \* h);

result := result \* h;

end;

{ Метод центральных прямоугольников }

function calcMidRectangle(func: TFunc; a, b: Real;

n: Integer):Real;

var

h: Real;

i: Integer;

begin

result := 0;

h := (b - a) / n;

for i := 0 to n - 1 do

result := result + func(a + (i + 0.5) \* h);

result := result \* h;

end;

{ Вычисление интеграла методом до заданной точности }

{ Возвращает результат и количество отрезков }

function calcWithEps(method: TMethod;

func: TFunc;

eps, a, b: Real):TResult;

var

lastValue: Real;

begin

result.res := method(func, a, b, 1);

result.n := 1;

repeat

lastValue := result.res;

result.n := result.n \* 2;

result.res := method(func, a, b, result.n);

until abs(result.res - lastValue) <= eps;

end;

{ Заполнение таблицы результатов }

function calcTable(method1, method2: TMethod;

func1, func2: TFunc; eps: TEPS;

a1, b1, a2, b2: Real):TResults;

var

i: Integer;

begin

for i := 1 to length(eps) do

begin

result[1, 1, i] := calcWithEps

(method1, func1, eps[i], a1, b1);

result[1, 2, i] := calcWithEps

(method2, func1, eps[i], a1, b1);

result[2, 1, i] := calcWithEps

(method1, func2, eps[i], a2, b2);

result[2, 2, i] := calcWithEps

(method2, func2, eps[i], a2, b2);

end;

end;

{ Вывод таблицы результатов }

procedure outputTable(table: TResults; eps: TEPS);

var

func, method, i: Integer;

begin

for func := 1 to 2 do

begin

writeln(' Функция ', func, ':');

for method := 1 to 2 do

begin

writeln(' Метод ', method, ':');

for i := 1 to length(eps) do

writeln('I = ', table[func, method, i].res:0:6,

' N = ', table[func, method, i].n:5,

' EPS = ', eps[i]:0:6);

end;

writeln;

end;

end;

{ Вывод информации о функциях и методах }

procedure outputHelp();

begin

writeln('Функция 1: ');

writeln(' sqrt(sqr(x) + 5) /

(2 \* x + sqrt(sqr(x) + 0.5))');

writeln(' Пределы от 0.6 до 1.4');

writeln('Функция 2: ');

writeln(' sin(2 \* x + 0.5) / (2 + cos(sqr(x) + 1))');

writeln(' Пределы от 0.2 до 0.8');

writeln;

writeln('Метод 1: ');

writeln(' Метод левых прямоугольников');

writeln('Метод 2: ');

writeln(' Метод центральных прямоугольников');

end;

begin

SetConsoleCP(1251);

SetConsoleOutputCP(1251);

table := calcTable(calcLeftRectangle, calcMidRectangle,

firstFunction, secondFunction,

EPS, 0.6, 1.4, 0.2, 0.8);

outputTable(table, EPS);

outputHelp;

readln;

end.

1. Константа [↑](#footnote-ref-1)
2. Константа-массив [↑](#footnote-ref-2)