

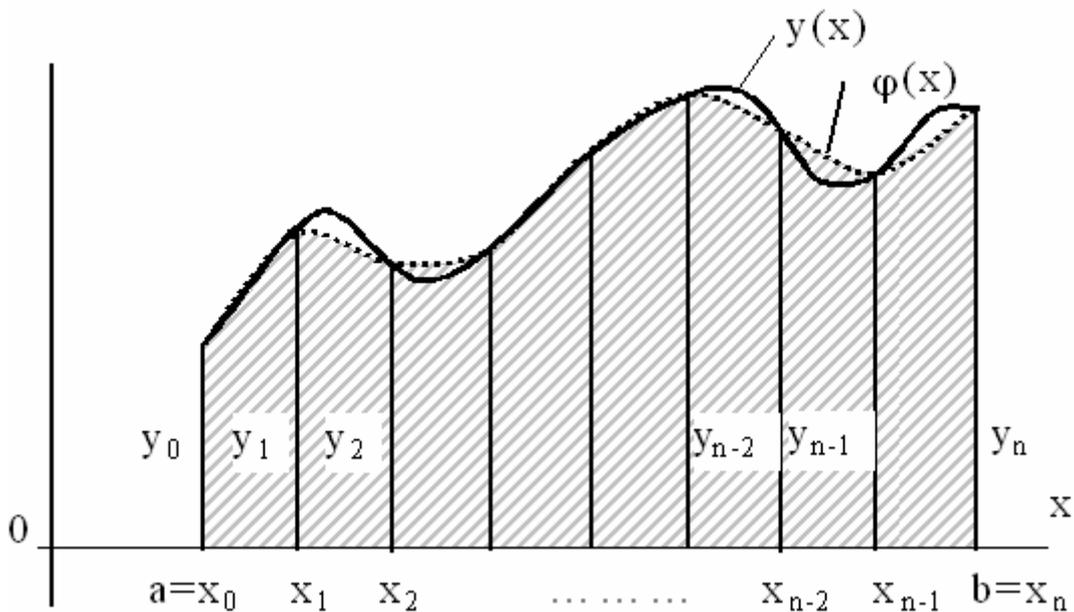
# Лабораторная работа по VBA

## ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ

**Цель работы:** составить программу для вычисления определенного интеграла методом Симпсона.

### Формула Симпсона

Пусть требуется вычислить определенный интеграл на интервале  $[a; b]$ , т.е.  $\int_a^b f(x)dx$



С геометрической точки зрения означает, что график функции  $y(x)$  заменен другой кривой  $\varphi(x)$ , состоящей из дуг парабол: каждая двоянная дуга кривой  $y(x)$  заменяется параболой. Отрезок  $[a, b]$  разделен на **четное число**  $n$ ,  $n=1, 2, \dots$  равных отрезков точками  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ ;  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$  значения функции  $y(x)$  в точках  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ . Точки  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$  – середины двоянных отрезков  $[x_0, x_2], [x_2, x_4], \dots, [x_{n-2}, x_n]$ . Здесь  $a=x_0, b=x_n$ . Пусть  $h = (b - a) / n$ .

В качестве аппроксимирующей функции используют полином второй степени (**метод Симпсона**).

$$\int_a^b y(x) dx \approx \frac{h}{3} [(y_a + y_b) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2}) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1})] \quad (*)$$

### Задание

1. В соответствии с вариантом разработать программу VBA для решения задачи: «Вычислить по формуле Симпсона интеграл». Интеграл рассчитать в MathCAD и сравнить результаты.
2. Оформить отчет о работе, в который включить:
  - формализованную постановку задачи типа "Дано:", "Найти:";
  - листинг программы с комментариями.
3. Для защиты работы продемонстрировать решение задачи на компьютере.

Для написания программы рекомендуется воспользоваться блок схемой (см тему «Алгоритмизация») и ниже представленным указанием.

### Указание.

Программа должна состоять из двух процедур или одной процедуры и одной функции. В программе: подынтегральную функцию  $y(x)$  (например,  $y(x) = \frac{1}{1+x^2}$ ) оформить как отдельную функцию (**FUNCTION**) или отдельную процедуру (**SUB**);  $n$  - число частичных отрезков (**четное** значение);  $h$  – длина каждого частичного отрезка; в переменную  $s$  записывается приближенное значение интеграла, вычисленное по формуле Симпсона.

**Примечание.** При разработке программы на VBA можно воспользоваться информацией приложения 1.

## Общая структура программы

Программа состоит из двух частей:

- задается пользовательская функция (подынтегральная функция  $y(x)$ )
- реализуется метод Симпсона для расчета интеграла.

В части программы, где реализуется метод Симпсона, выделяются следующие блоки:

- описание величин, используемых при расчетах, а именно,  $n, x, a, b, h, s$
- ввод входных параметров (например,  $a, b, n$ );
- реализация метода Симпсона;
- вывод результата.

### Реализация метода Симпсона

В ниже представленном алгоритме, использовалась формула (\*), но приведенная к виду:

$$\int_a^b y(x) dx \approx \frac{h}{3} \left[ \{ (4y_1 + 2y_2) + (4y_3 + 2y_4) + \dots + (4y_{n-1} + 2y_n) \} + (y_a - y_b) \right] (**)$$

- Рассчитывается  $h$  (а именно,  $h = (b - a) / n$ ).
- Задается начальное значение суммы  $s=0$ , которое будет в дальнейшем изменяться в процессе накопления (т.е. в результате сложения).
- Задается значение  $x=x+h$ , что соответствует значению  $x_1$  (см формулу (3), где  $y_1=y(x_1)$ ).
- В блоке условие **While ... Wend (структура VBA)** (или структура Pascal **while ...begin ... end**), «пока  $x < b$ », (т.е. пока значение  $x$  не превышает верхней границы интегрирования  $b$ ), происходит накопление суммы  $s$ , причем в рамках указанной структуры сначала формируется первое слагаемое, стоящее в первой паре круглых скобок (т.е.  $s=s+4*y(x)$  при нечетных значениях  $x$ , см формулу (\*\*)). Обратим внимание что, на первом витке цикла рассчитывается только “ $4 \cdot y_1$ ”.
- Затем изменяется значение  $x$ , переходя от нечетного к четному как  $x=x+h$ , и формируется содержимое первой пары круглых скобок (см формулу (3)), т.е.  $s=s+2*y(x)$  при четных значениях  $x$ . Здесь на первом витке цикла рассчитывается величина “ $2 \cdot y_2$ ” плюс, выше рассчитанная, хранимая в  $s$ , величина “ $4 \cdot y_1$ ”.
- После этого изменяется значение  $x$ , как  $x=x+h$ , чтобы вновь стать нечетным. Затем происходит возвращение к началу структуры (т.к. «пока  $x < b$ ») и рассчитывается  $s=s+4*y(x)$ , где уже в качестве слагаемого  $s$  используется рассчитанное в конце первого витка цикла величина “ $4 \cdot y_1 + 2 \cdot y_2$ ”. И так, по циклу в рамках структуры («пока  $x < b$ ...»), повторяются указанные выше расчеты с учетом изменения величин  $s, x$ . Заметим, что на каждом витке цикла происходит накопление суммы  $s$  в разных операторах для нечетных и четных значений функции.
- Как только условие «пока  $x < b$ » не выполняется, то последующим и заключительным действием в определении интеграла является  $s=h/3*(s+Y(a)-Y(b))$  (см формулу (\*\*)).

**Sub BBBB()**

**блок описания переменных**

**Блок ввода исходных значений**

**Оператор.....** ‘Рассчитывается  $h$  (а именно,  $h = (b - a) / n$ )

$S = 0$

$x = a + h$

**While**  $x < b$  ‘пока  $x < b$

$s = s + 4 * y(x)$

$x = x + h$

$s = s + 2 * y(x)$

$x = x + h$

**Wend**

$s = h / 3 * (s + y(a) + y(b))$

**ВЫВОД** результата

**End Sub**

**Function**  $y$ ( **By ? x As ?**) ‘указать способ передачи значения  $x$  и указать тип переменной  $x$

**блок описания и блок ввода данных при необходимости**

$y = ?$

**End Function**

### *Примечание*

В **приложении 2** представлены примеры, которые можно использовать в качестве образца при формировании общей структуры программы и при реализации метода Симпсона, где используется управляющая структура **While – Wend**.

В **приложении 3** представлена программа для вычисления определенного интеграла методом Симпсона на языке **Pascal**.

В **приложении 3** представлены варианты заданий.

## Процедуры и функции

Процедуры имеют стандартное оформление:

```
Sub <имя_процедуры> (аргументы)
    блок описания
    тело процедуры (операторы)
End Sub
```

```
Function <имя_функции> (аргументы)
    блок описания
    тело функции (операторы)
End Function
```

**Передача аргументов из одной программы в другую осуществляется двумя способами:**

- по ссылке (**by reference**);
- по значению (**by value**)

**По ссылке** – передается сама переменная (имя переменной), поэтому ее значение в подпрограмме можно изменить.

**По значению** – передается только значение переменной; изменить это значение в вызванной подпрограмме нельзя.

Выбор способа передачи – с помощью ключевых слов **ByRef** и **ByVal**

### Примеры ввода и вывода значений

#### ВВОД:

- $x=5.7$  (оператор присваивания)
- $x = \text{Worksheets}(1).\text{Range}("A1").\text{Value}$  (значение считывается из ячейки A1)
- $x = \text{InputBox}(\text{"Enter Number: "}, \text{"Calculate Factorial"})$  (создается окно ввода значений переменной  $x$ )



#### ВЫВОД

- $\text{Cells}(1,2).\text{Value}=5$

присваивает ячейке B1 текущего рабочего листа активной рабочей книги значение 5;

- $\text{Worksheets}(1).\text{Range}("A1:B2").\text{Value} = 10$

присваивание блоку ячеек значения, равного 10;

- $\text{MsgBox}(x)$

## Управляющая инструкция **While - Wend**

Группа инструкций выполняется до соблюдения определенного условия.

Пример: выделение значения, когда  $M = 7$  из последовательности случайных чисел

```
Sub CCCC()
```

```
  Dim M As Integer
```

```
  Dim n As Integer
```

```
  M = 0
```

```
  n=0
```

```
  Randomize
```

```
  While M <> 7
```

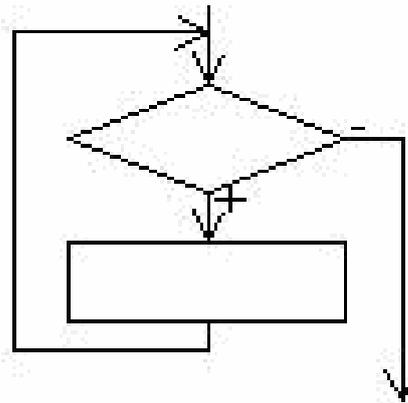
```
    M = Int(10 * Rnd())
```

```
    n = n + 1
```

```
  Wend
```

```
  MsgBox " Number of iterations n=" & n
```

```
  End Sub
```



## Примеры

## Использование обращений к функции и процедуре

## Пример 1.

```
Sub Call_Function()
```

```
Dim var1 As Integer
```

```
Dim var2 As Integer
```

```
Dim var3 As Integer
```

```
var1 = 5
```

```
var2 = 10
```

```
var3 = Multiply(var1, var2)
```

```
MsgBox (var3)
```

```
End Sub
```

```
Function Multiply(ByVal var1 As Integer, ByVal var2 As Integer)
```

```
    Multiply = var1 * var2
```

```
End Function
```

## Пример 2.

```
Sub DDDD()
```

```
    Dim x As Double
```

```
    Dim y As Double
```

```
    Dim z As Double
```

```
    x = 1.1
```

```
    y = 2.2
```

```
    TTTT x,y
```

```
    z= FFF(x)
```

```
    MsgBox (z)
```

```
End Sub
```

```
Function FFF(ByVal x As Double)
```

```
    FFF = 1/x^2
```

```
' FFF=1/1.1^2
```

```
End Function
```

```
Sub TTTT(ByVal x As Double, ByRef y As Double)
```

```
    y=x+y
```

```
' y=1.1+2.2
```

```
End Sub
```

## Пример 2.

```
Sub PassArgumentByReference()
```

```
    Dim Username As String
```

```
    Username = "Mike"
```

```
    ChangeName Username
```

```
    MsgBox Username
```

```
End Sub
```

```
Sub ChangeName(ByRef Username)
```

```
    Username = "Kate"
```

```
End Sub
```

## Использования управляющей структуры **While ... Wend**

### Пример 4.

```
Sub WhileWend()  
  Dim Number As Integer  
  Number = 0  
  n = 0 'number of iterations  
  Randomize  
  While Number <> 7  
    Number = Int(10 * Rnd())  
    n = n + 1  
  Wend  
  MsgBox "Your number is " & Number & ". " & " Number of iterations " & n  
End Sub
```

Программа для вычисления определенного интеграла методом **Симпсона** на языке **Pascal**

```

Borland Pascal 7.0
File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
\USERS\OLGA\METPAS\PASC\K222.PAS
PROGRAM Simpson;
USES crt;
VAR x,a,b,h,s:real;
    n:integer;
FUNCTION Y(p:real):real;
begin
    Y:=1/(1+p*p);
end;
BEGIN
    clrscr;
    write('Otrezok integrirvanija [a,b]? ');
    read(a,b);
    write('Na skolko chastej razbivaem otrezok integrirvanija? n=');
    read(n);
    h:=(b-a)/n;
    s:=0;x:=a+h;
    while x<b do
        begin
            s:=s+4*Y(x);
            x:=x+h;
            s:=s+2*Y(x);
            x:=x+h;
        end;
    s:=h/3*(s+Y(a)-Y(b));
    writeln;
    writeln(' Integral raven I=',s);
END.

```

```

Output
5
Na skolko chastej razbivaem otrezok integrirvanija? n=20

Integral raven I= 5.8800317496E-01

```

Интеграл, рассчитанный в MathCAD.

$$\int_1^5 \frac{1}{1+x^2} dx = 0.588$$

**Варианты заданий.** Вычислить по формуле Симпсона интеграл

1) $\int_0^{1,8} \sqrt{1+x^3} dx$	2) $\int_0^1 e^{x^2} dx$	
3) $\int_{0,8}^{1,8} \frac{\cos x}{x} dx$	4) $\int_0^1 \frac{\ln(1+x)}{1+x^2} dx$	
5) $\int_2^7 \frac{1}{\ln x} dx$	6) $\int_2^3 \frac{1}{\sqrt{x} \ln x} dx$	
7) $\int_2^3 \frac{1}{t^2 \ln t} dt$	8) $\int_{40}^{43} \ln \cos \frac{x}{2} dx$	
9) $\int_0^4 \frac{1}{1+x^4} dx$	10) $\int_{1,5}^{1,6} \ln \operatorname{tg} \frac{x}{\pi} dx$	
11) $\int_0^1 \frac{3x}{\sqrt{1+x^3}} dx$	12) $\int_0^{\pi/3} \sqrt[3]{2,1 \cos \varphi} d\varphi$	
13) $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{1+t^3}} dt$	14) $\int_{1,7}^{2,7} \ln \cos \frac{x}{31} dx$	
15) $\int_0^1 e^{-x^2} dx$	16) $\int_0^{1,2} \sqrt{1+3,1x^3} dx$	
17) $\int_2^6 \ln \sin \frac{\pi x}{10} dx$	18) $\int_{10}^{16} \ln \sin \frac{x}{e^2} dx$	
19) $\int_2^3 \ln \operatorname{tg} \frac{x}{\sqrt{10}} dx$	20) $\int_2^3 \frac{0,2 t^2}{\lg t} dt$	
21) $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{1+t^4}} dt$	22) $\int_0^1 \frac{\sin^2 t}{\sqrt{1+t^3}} dt$	
23) $\int_1^2 \frac{t+t^2}{\sqrt{1+t^3}} dt$	24) $\int_{1,2}^{2,187} \frac{1}{\sqrt{t^3-1}} dt$	
25) $\int_{-0,6}^{0,397} t^2 \sqrt{1+t^4} dt$	26) $\int_1^{2,212} \sqrt{4+t^3} dt$	29) $\int_{0,2}^{1,815} \sqrt{1+t^2+t^4} dt$
27) $\int_1^{2,483} \sqrt{1+\lg^2 t} dt$	28) $\int_{0,108}^{1,232} e^{\sqrt{x}} dx$	30) $\int_{0,8}^{1,8} \sqrt[3]{1+x^5} dx$