

# Лабораторная работа по VBA

## ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ

**Цель работы:** составить программу для интерполирования функции  $y(x)$ , заданной таблицей значений, используя интерполяционный полином Лагранжа.

В математике *интерполяцией* называется всякий способ, с помощью которого по таблице, содержащей некоторые числовые данные, можно найти промежуточные результаты.

### Интерполяционный полином Лагранжа

$$L_n(x) = \sum_0^n y_i \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} \quad (1)$$

$$L_n(x) = \sum_0^n y_i \prod_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^n \frac{(x-x_j)}{(x_i-x_j)},$$

$x$  – значение аргумента, для которого требуется вычислить  $y(x)$ ; значение полинома  $L_n(x)$  будет считаться искомым значением  $y(x)$ .

### Постановка задачи и ее решение

Известна функция  $y(x)$ , заданная таблицей значений:

$x$	$y(x)$
$x_0$	$y_0$
$x_1$	$y_1$
$x_2$	$y_2$
...	...
$x_n$	$y_n$

**Требуется**, используя значения функции  $y_i$ ,  $i=0, 1, 2, \dots, n$  в узлах интерполяции  $x_i$ , вычислить значение  $y(x)$  для любого  $x$  из промежутка  $[x_0; x_n]$ .

Для решения задачи использовать интерполяционный полином Лагранжа (1).

### Пример

Пусть функция  $y(x)$  задана таблицей значений

$x$	$y(x)$
1.2	6.7
1.8	9.4
6.2	10.1
...	...
12.8	34.4

Вычислить значения функции  $y(x)$  для  $x=5.3$ . Решение задачи интерполирования сводится к программированию алгоритма вычисления значения полинома Лагранжа  $L_n(x)$  (1).

Замечание:  $y(x=5.3) \in [9.4, 10.1]$ .

### Задание

1. В соответствии с вариантом, разработать программу для решения задачи: вычислить значения функции  $y(x)$  для указанных значений  $x$ , используя полином Лагранжа  $L_n(x)$ .
2. Оформить отчет о работе, в который включить:
  - формализованную постановку задачи типа "Дано:", "Найти:";
  - листинг программы с комментариями.

Для защиты работы продемонстрировать решение задачи на компьютере.

### Указание

В программе рекомендуется запрограммировать формулу (1), приведенную к виду:

$$L_n(x) = \sum_{i=1}^n y_i \left[ \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_1)(x_i-x_2)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} \right]. \quad (2)$$

### Структура программы

- описание величин, используемых при расчетах;
- ввод входных параметров;
- реализация полинома Лагранжа;
- вывод результата.

Пусть в программе  $x0$  — переменная, в которую записывается значение аргумента  $x$ .  $n$  — количество элементов в каждом массиве. Значение переменной  $s$  — значение полинома  $L_n(x)$ , которое представляет собой искомое значение функции  $y(x)$ . Организация цикла по  $i$ , где  $i = 1 \div n$ , позволяет организовать сумму посредством накопления слагаемых ( $s = s + p * y(i)$ ). Внутри этого цикла организуется еще один цикл по  $j$ , где  $j = 1 \div n$ , здесь происходит накопление произведения ( $p = p * (x0 - x(j)) / (x(i) - x(j))$ ), которое в конечном итоге (т.е. после того, как  $j$  примет значение, равное  $n$ ) реализует множитель, находящийся в квадратных скобках (см формулу (2)). При последовательном изменении  $i$  и  $j$  условие " $j < i$ " исключает при накоплении произведения величину  $\frac{(x-x_i)}{(x_i-x_i)}$ .

### Общая структура программы Интерполяционный полином Лагранжа

#### Option Base 1

Sub BBBBB()

Dim x(10) As Double

Dim Y(10) As Double

Dim XO As Double

**Dim i As Integer**

.....

**конец..блока описания**

Блок ввода исходных значений  $x(i), y(i), \dots, n$

$S = 0$

**For i = 1 To n Step 1**

**P=1**

**For i = 1 To n Step 1**

**If** {условие  $j \neq i$ } **Then**  $p = p * (x_0 - x(j)) / (x(i) - x(j))$

**Next**

$S = S + y(i) * p$

**Next**

**ВЫВОД** результата

**End Sub**

### Примечание.

При разработке программы на VBA можно воспользоваться информацией приложения 1. В **приложении 2** (см ниже) представлена программа, написанная на языке Pascal, для решения задачи интерполирования с использованием полинома Лагранжа  $L_n(x)$ . В **приложении 3** представлены фрагменты программы расчета по формуле Лагранжа для глобальной и **локальной** интерполяции для VBA (Информатика. Лабораторный практикум в 2-х частях. А.А.Хамухин: Учебно-методическое пособие.- Томск: Изд.ТПУ, 2006. (WWW. ad.cctpu.edu.ru)). В **приложении 4** представлены варианты заданий.

## УПРАВЛЯЮЩИЕ СТРУКТУРЫ

Предназначены для изменения порядка выполнения инструкций.

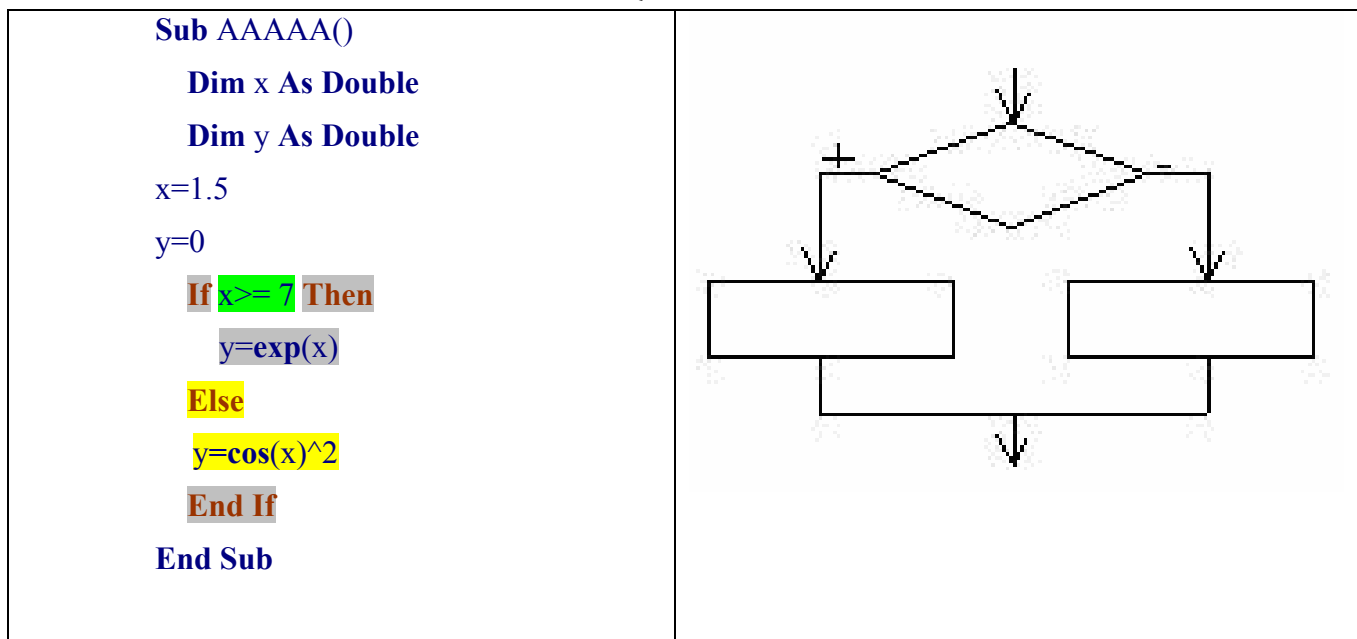
**If - Then - Else** - выполняет группу инструкций, если соблюдено некоторое условие;

**For – Next** – выполняет группу инструкций заданное число раз;

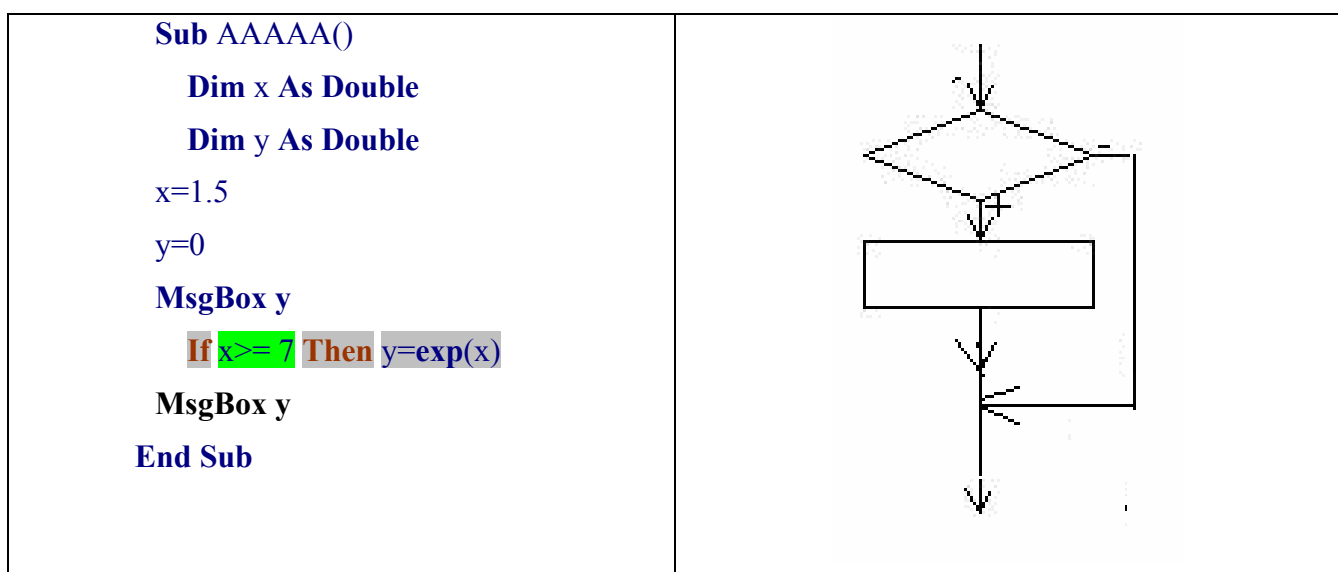
### Управляющая инструкция **If - Then – Else**

Пример:

$$y = \begin{cases} \cos(x), & x < 7 \\ e^x, & x \geq 7 \end{cases}$$



$$y = e^x \quad \text{если} \quad x \geq 7$$



## Управляющая инструкция For - Next

позволяет выполнять несколько команд заданное число раз.

Пример:

$$\sum_{i=1}^5 V_i = S, \quad V_i = i, \quad S = ?$$

### Option Base 1

Sub BBBB()

Dim V(5) As DOUBLE

Dim S As DOUBLE

Dim i As Integer

Dim n As Integer

n=5

S = 0

For i = 1 To n Step 1

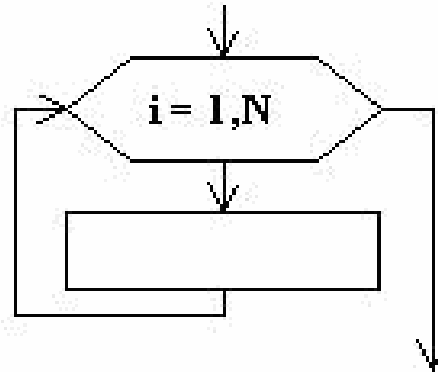
S = S + V(i)

MsgBox V(i)

Next

MsgBox S

End Sub



## Приложение 2.

Программа решения задачи интерполирования на языке **Pascal** с использованием полинома **Лагранжа**  $L_n(x)$

The image shows two screenshots from a Borland Pascal 7.0 environment. The top screenshot displays the source code of a program named 'Lagrange'. The code defines an array of points, reads a value 'x0' from the user, and calculates the Lagrange interpolation polynomial value 's' for that point. The bottom screenshot shows the program's output, where the user has entered '0.2' and the program has calculated the value '0.9799'.

```
PROGRAM Lagrange;
USES crt;
CONST n=10;
VAR x,y:array[1..n] of real;
    x0,p,s:real;
    i,j:integer;
BEGIN
  clrscr;
  x[1]:=0.1;y[1]:=0.995;
  x[2]:=0.3;y[2]:=0.9553;
  x[3]:=0.5;y[3]:=0.8776;
  x[4]:=0.7;y[4]:=0.7648;
  x[5]:=0.9;y[5]:=0.6216;
  x[6]:=1.1;y[6]:=0.4536;
  x[7]:=1.3;y[7]:=0.2675;
  x[8]:=1.5;y[8]:=0.0707;
  x[9]:=1.7;y[9]:=-0.1288;
  x[10]:=1.9;y[10]:=-0.3233;
  writeln('vvedite znachenie x dlja rascheta y=y(x):');
  read(x0);
  s:=0;
  for i:=1 to n do
    begin
      p:=1;
      for j:=1 to n do if j <> i then p:=p*(x0-x[j])/(x[i]-x[j]);
      s:=s+y[i]*p;
    end;
  writeln('iskomoe znachenie function: y(x)=',s:7:4)
END.
```

```
Output
vvedite znachenie x dlja rascheta y=y(x):
0.2
iskomoe znachenie function: y(x)= 0.9799
```

F1 Help ↑↓↔ Scroll F10 Menu

14/34 q13 1,2 Мб 820x492x246ит bmp 100% Бикубическая интерполяция Загрузка: 0,0 с

**Фрагмент программы расчета по формуле Лагранжа для глобальной интерполяции**

```

S = 0
For i = 1 To N
  p = 1
  For j = 1 To N
    If j <> i And j <> Nz Then p = p * ((X(Nz) - X(j)) / (X(i) - X(j)))
  Next j
  If i <> Nz Then S = S + Y(i) * p
Next i
Y(Nz) = S

```

Где N – это общее количество точек в ряде, Nz – номер дефектной точки

**Фрагмент программы расчета для локальной интерполяции (в т.ч. сплайнами)**

```

S = 0
For i = Nz - Nleft To Nz + Nright
  p = 1
  For j = Nz - Nleft To Nz + Nright
    If j <> i And j <> Nz Then p = p * ((X(Nz) - X(j)) / (X(i) - X(j)))
  Next j
  If i <> Nz Then S = S + Y(i) * p
Next i
Y(Nz) = S

```

Где Nleft, Nright – количество точек (узлов интерполяции) слева и справа от расчетной (дефектной) точки, участвующих в ее восстановлении

**Экстраполяция**

**Экстраполяция предназначена для расчета точек, координаты которых выходят за пределы заданного ряда данных.**

Расчетные формулы (программа) остаются такими же. Разница при составлении программы заключается только в изменении заголовков циклов:

```

For i = N- Nprog To N + 1

```

где **Nprog** – количество точек в заданном ряде данных, которое мы используем для расчета следующей точки за пределами ряда.

Размер описания массива увеличить на 1.

## Варианты заданий

1)	x	y(x)	2)	x	y(x)	3)	x	y(x)
	2,0	0,9093		6,3	0,0168		0,1	0,9093
	2,2	0,8085		6,5	0,2151		0,3	0,8085
	2,4	0,6755		6,7	0,4048		0,5	0,6755
	2,6	0,5155		6,9	0,5784		0,7	0,5155
	2,8	0,3350		7,1	0,7290		0,9	0,3350
	3,0	0,1411		7,3	0,8504		1,1	0,1411
	3,2	-0,0584		7,5	0,9380		1,3	-0,0584
	3,4	-0,2555		7,7	0,9882		1,5	-0,2555
	3,6	-0,4425		7,9	0,9989		1,7	-0,4425
	3,8	-0,6119		8,1	0,9699		1,9	-0,6119
	x=2,1	x=3,7		x=6,4	x=7,6		x=0,17	x=1,89
4)	x	y(x)	5)	x	y(x)	6)	x	y(x)
	2,0	-0,4161		0,72	0,4868		0,45	0,4831
	2,2	-0,5885		0,92	0,3985		0,50	0,5463
	2,4	-0,7374		1,12	0,3269		0,55	0,6131
	2,6	-0,8596		1,32	0,2671		0,60	0,6841
	2,8	-0,9422		1,52	0,2187		0,65	0,7602
	3,0	-0,9900		1,72	0,1791		0,70	0,8423
	3,2	-0,9668		1,92	0,1446		0,75	0,9316
	3,4	-0,8968		2,12	0,1200		0,80	1,0296
	3,6	-0,7910		2,32	0,0983		0,85	1,1383
	3,8	-0,6709		2,52	0,0805		0,90	1,2602
	x=2,1	x=3,7		x=0,75	x=2,41		x=0,48	x=0,87
7)	x	y(x)	8)	x	y(x)	9)	x	y(x)
	0,49	0,5334		0,47	0,5080		0,50	0,5463
	0,54	0,5994		0,52	0,5726		0,55	0,6131
	0,59	0,6696		0,57	0,6410		0,60	0,6841
	0,64	0,7445		0,62	0,7139		0,65	0,7602
	0,69	0,8253		0,67	0,7922		0,70	0,8423
	0,74	0,9131		0,72	0,8770		0,75	0,9316
	0,79	1,0692		0,77	0,9696		0,80	1,0296
	0,84	1,1156		0,82	1,0717		0,85	1,1383
	0,89	1,2346		0,87	1,1853		0,90	1,2602
	0,94	1,3692		0,92	1,3133		0,95	1,3984
	x=0,5	x=0,93		x=0,48	x=0,9		x=0,49	x=0,92



10) x	y(x)
0,48	0,5206
0,53	0,5859
0,58	0,6552
0,63	0,7291
0,68	0,8087
0,73	0,8949
0,78	0,9893
0,83	1,0934
0,88	1,2097
0,93	1,3409
x=0,5	x=0,9

11) x	y(x)
0,53	0,5859
0,58	0,6552
0,63	0,7291
0,68	0,8087
0,73	0,8949
0,78	0,9893
0,83	1,0934
0,88	1,2097
0,93	1,3409
0,98	1,4909
x=0,56	x=0,95

12) x	y(x)
0,71	2,0340
0,81	2,2479
0,91	2,4843
1,01	2,7456
1,11	3,0344
1,21	3,3535
1,31	3,7062
1,41	4,0960
1,51	4,5267
1,61	5,0028
x=0,75	x=1,6

13) x	y(x)
0,75	2,1170
0,85	2,3396
0,95	2,5857
1,05	2,8577
1,15	3,1582
1,25	3,4903
1,35	3,8574
1,45	4,2631
1,55	4,7115
1,65	5,2070
x=0,8	x=1,62

14) x	y(x)
0,73	2,0751
0,83	2,2933
0,93	2,5345
1,03	2,8011
1,13	3,0957
1,23	3,4212
1,33	3,7810
1,43	4,1787
1,53	4,6182
1,63	5,1039
x=0,77	x=1,59

15) x	y(x)
0,7	0,4966
0,9	0,4066
1,1	0,3329
1,3	0,2725
1,5	0,2231
1,7	0,1827
1,9	0,1496
2,1	0,1224
2,3	0,1002
2,5	0,0821
x=0,8	x=2,45

16) x	y(x)
0,74	2,0959
0,84	2,3164
0,94	2,5600
1,04	2,8292
1,14	3,1268
1,24	3,4556
1,34	3,8190
1,44	4,2207
1,54	4,6646
1,64	5,1552
x=0,79	x=1,55

17) x	y(x)
0,55	0,5782
0,65	0,6968
0,75	0,8223
0,85	0,9561
0,95	1,0995
1,05	1,2539
1,15	1,4208
1,25	1,6019
1,35	1,7991
1,45	2,0143
x=0,57	x=1,31

18) x	y(x)
1,7	2,8283
1,8	3,1075
1,9	3,4177
2,0	3,7622
2,1	4,1443
2,2	4,5679
2,3	5,0372
2,4	5,5569
2,5	6,1323
2,6	6,7690
x=1,81	x=2,56

19) x	y(x)
1,73	2,9090
1,83	3,1979
1,93	3,5173
2,03	3,8727
2,13	4,2669
2,23	4,7037
2,33	5,1876
2,43	5,7235
2,53	6,3166
2,63	6,9729

x=1,76 x=2,5

20) x	y(x)
1,71	2,8549
1,81	3,1371
1,91	3,4506
2,01	3,7987
2,11	4,1847
2,21	4,6127
2,31	5,0868
2,41	5,6119
2,51	6,1931
2,61	6,8363

x=1,74 x=2,6

21) x	y(x)
1,74	2,9364
1,84	3,2277
1,94	3,5512
2,04	3,9103
2,14	4,3085
2,24	4,7499
2,34	5,2388
2,44	5,7801
2,54	6,3793
2,64	7,0423

x=1,77 x=2,55

22) x	y(x)
1,72	2,8818
1,82	3,1669
1,92	3,4838
2,02	3,8355
2,12	4,2256
2,22	4,6580
2,32	5,1370
2,42	5,6674
2,52	6,2545
2,62	6,9043

x=1,73 x=2,6

23) x	y(x)
1,75	2,9642
1,85	3,2585
1,95	3,5855
2,05	3,9483
2,15	4,3507
2,25	4,7966
2,35	5,2905
2,45	5,8373
2,55	6,4426
2,65	7,1123

x=1,77 x=2,53

24) x	y(x)
1,35	2,4604
1,45	3,0486
1,55	3,7239
1,65	4,4921
1,75	5,3594
1,85	6,3316
1,95	7,4149
2,05	8,6151
2,15	9,9384
2,25	11,3906

x=1,4 x=2,23

25) x	y(x)
0,1	0,0998
0,3	0,2955
0,5	0,4794
0,7	0,6442
0,9	0,7843
1,1	0,8912
1,3	0,9636
1,5	0,9975
1,7	0,9917
1,9	0,9463

x=0,2 x=1,55