

## Лабораторная работа №8

“Итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции”

Цель: научиться реализовывать алгоритмы с использованием ИЦВП с управлением по индексу/аргументу и функции.

Оборудование: ПК, PascalABC.NET, lucid.app

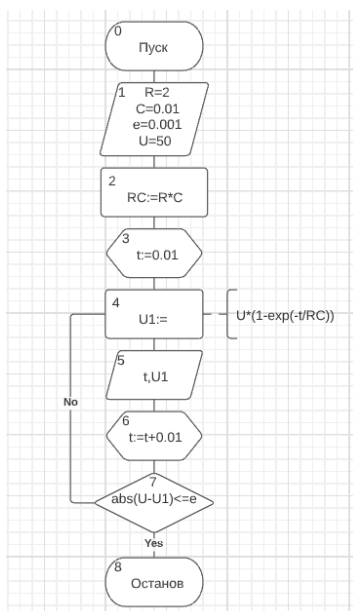
### Задание 1

1. Дан процесс, связанный с изменением выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$  на обкладках конденсатора электрической цепи, которая включает активное сопротивление  $R = 2$  Ом и конденсатор с емкостью  $C = 0.01$  Ф. Построить переходную характеристику заряда конденсатора по схеме RC цепочки с заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ ,  $U_{\text{вх}} = 50$  В, начальное значение  $t = 0.01$ , с шагом 0.01

2. Математическая модель:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right).$$

3.



4.

Имя	Смысл	Тип
R	Сопротивление	integer
C	Ёмкость конденсатора	real
e	Заданная точность вычислений	real
U	Напряжение на входе	integer
t	Время	real
U1	Напряжение на выходе	real
RC	Вспомогательная переменная	real

5.

```
const
  R=2;
  C=0.01;
  e=0.001;
  U=50;
var
  U1,t,RC:real;
begin
  RC:=R*C;
  t:=0.01;
repeat
  U1:=U*(1-exp(-t/RC));
  writeln('t=',t:0:2,' ','U=',U1:0:5);
  t:=t+0.01;
until (abs(U-U1)<=e);
end.
```

6.

```
t=0.01 U=19.67347
t=0.02 U=31.60603
t=0.03 U=38.84349
t=0.04 U=43.23324
t=0.05 U=45.89575
t=0.06 U=47.51065
t=0.07 U=48.49013
t=0.08 U=49.08422
t=0.09 U=49.44455
t=0.10 U=49.66310
t=0.11 U=49.79566
t=0.12 U=49.87606
t=0.13 U=49.92483
t=0.14 U=49.95441
t=0.15 U=49.97235
t=0.16 U=49.98323
t=0.17 U=49.98983
t=0.18 U=49.99383
t=0.19 U=49.99626
t=0.20 U=49.99773
t=0.21 U=49.99862
t=0.22 U=49.99916
```

7.

Для решения данной задачи я использовал алгоритм с ИЦВП с управлением по аргументу и функции, который реализован с помощью конструкции repeat...until. Программа выводит значение U при каждом значении t, пока не выведет его с необходимой точностью e. Значение t выводится с точностью до 2-х знаков после запятой, а значение U с точностью до 5 знаков.

## Задание 2

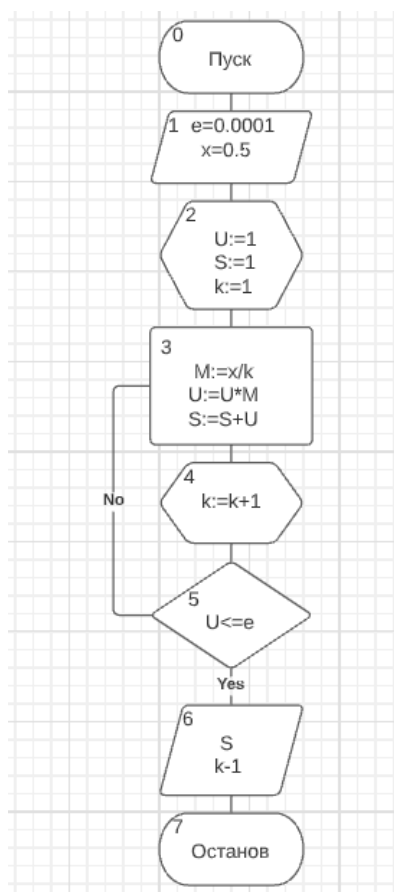
1. Вычислить  $e(x)$  с точность  $10^{-4}$ . Начальные условия:  $k = 1$ ,

$U_0 = 1$ ,  $S_0 = 1$ ,  $x = 0.5$

2.

$$e^x \approx \frac{x^0}{0!} + \frac{x^1}{1!} + \frac{x^2}{2!} - \dots + \frac{x^k}{k!}$$

3.



4.

Имя	Смысл	Тип
e	Заданная точность вычислений	real
x	Константа	real
U	Элемент ряда	real
S	Сумма элементов	real
k	Параметр цикла	integer
M	Отношение 2-х последовательных элементов ряда.	real

5.

```
const
  e=0.0001;
  x=0.5;
var
  U,S,M:real;
  k:integer;
begin
  U:=1;
  S:=1;
  k:=1;
repeat
  M:=x/k;
  U:=U*M;
  S:=S+U;
  k:=k+1;
until (U<=e);
  writeln('k=',k-1,' ', 'e^x=',S:0:5);
end.
```

6.

|k=6 e^x=1.64872

7.

Для решения данной задачи я использовал алгоритм с ИЦВП с управлением по аргументу и функции, который реализован с помощью конструкции repeat...until. Программа находит результат с заданной точностью и выводит его на экран, округляя до 5 знаков после запятой.

## Математическое доказательство вывода ряда:

Известно:

$$e^x \approx \frac{x^0}{0!} + \frac{x^1}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^k}{k!}$$

Найдем М:

$$M = \frac{U_k}{U_{k-1}} = \frac{\frac{x^k}{k!}}{\frac{x^{k-1}}{(k-1)!}} = \frac{x^k \cdot (k-1)!}{k! \cdot x^{k-1}} = \frac{x^{k-1} \cdot x \cdot (k-1)!}{(k-1)! \cdot k \cdot x^{k-1}} = \frac{x}{k}$$

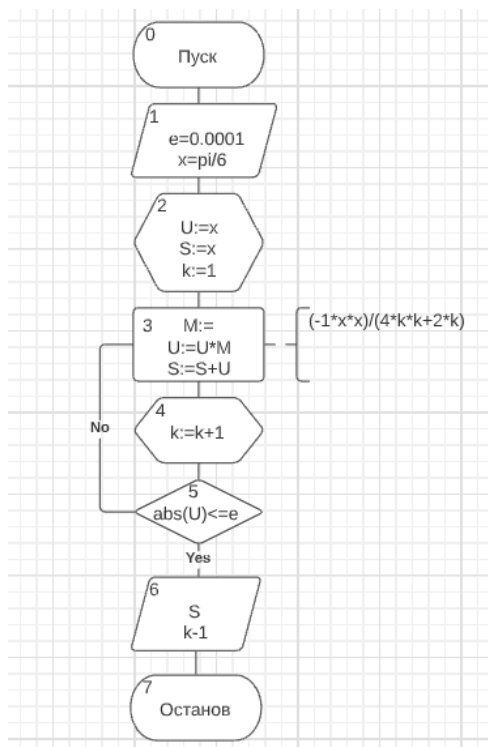
### Задание 3

1. Вычислить Sin(x) с точностью 10-4. Начальные условия: k = 1, U0 = x, S0 = x, x = π/6

2.

$$\sin x \approx (-1)^k \cdot \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

3.



4.

Имя	Смысл	Тип
e	Заданная точность вычислений	real
x	Константа	real
U	Элемент ряда	real
S	Сумма элементов	real
k	Параметр цикла	integer
M	Отношение 2-х последовательных элементов ряда.	real

5.

```
const
  e=0.0001;
  x=pi/6;
var
  U,S,M:real;
  k:integer;
begin
  U:=x;
  S:=x;
  k:=1;
repeat
  M:=(-1*x*x)/(4*k*k+2*k);
  U:=U*M;
  S:=S+U;
  k:=k+1;
until (abs(U)<=e);
  writeln('k=',k-1,' ', 'sin(x)=',s:0:5);
end.
```

6.

```
|k=3 sin(x)=0.50000
```

7.

При решении данной задачи я использовал алгоритм с ИЦВП с управлением по аргументу и функции, который реализован с помощью конструкции repeat...until. Программа находит результат с заданной точностью и выводит его на экран, округляя до 5 знаков после запятой.

## Математическое доказательство вывода ряда:

Известно:

$$\sin x \approx (-1)^k \cdot \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

Найдем М:

$$\begin{aligned} M &= \frac{(-1)^k \cdot x^{2k+1}}{(2k+1)!} \cdot \frac{(-1)^{k-1} \cdot x^{2k-1}}{(2k-1)!} = \frac{(-1)^{k-1} \cdot (-1) \cdot x^{2k+1} \cdot (2k-1)!}{(2k+1)! \cdot (-1)^{k-1} \cdot x^{2k-1}} = \\ &= - \frac{x^2 \cdot x^{2k-1} \cdot (2k-1)!}{2k(2k+1) \cdot (2k-1)! \cdot x^{2k-1}} = \frac{-x^2}{2k(2k+1)} \end{aligned}$$

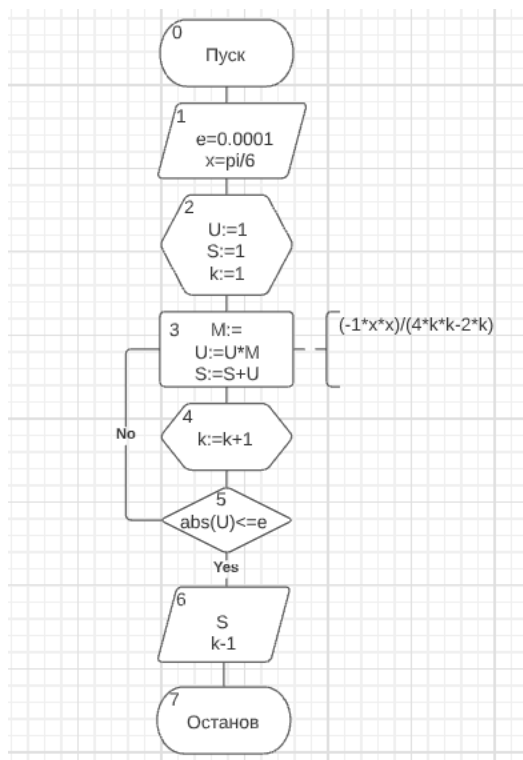
## Задание 4

1. Вычислить Cos(x) с точностью 10-4. Начальные условия: k = 1, U0 = 1, S0 = 1, x = π/6

2.

$$\cos x \approx (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!}$$

3.



4.

Имя	Смысл	Тип
e	Заданная точность вычислений	real
x	Константа	real
U	Элемент ряда	real
S	Сумма элементов	real
k	Параметр цикла	integer
M	Отношение 2-х последовательных элементов ряда.	real

5.

```
const
  e=0.0001;
  x=pi/6;
var
  U,S,M:real;
  k:integer;
begin
  U:=1;
  S:=1;
  k:=1;
repeat
  M:=(-1*x*x)/(4*k*k-2*k);
  U:=U*M;
  S:=S+U;
  k:=k+1;
until (abs(U)<=e);
  writeln('при k=',k-1,' ', 'cos(x)=',S:0:5);
end.
```

6.

```
|при k=3 cos(x)=0.86603
```

7.

При решении данной задачи я реализовал алгоритм с ИЦВП с управлением по аргументу и функции, который реализован с помощью конструкции repeat...until. Программа находит результат с заданной точностью и выводит его на экран, округляя до 5 знаков после запятой.



## Математическое доказательство вывода ряда:

Известно:

$$\cos x \approx (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!}$$

Найдем М:

$$M = \frac{(-1)^k \cdot x^{2k}}{(2k)!} \cdot \frac{(-1)^{k-1} \cdot x^{2k-2}}{(2k-2)!} = \frac{(-1)^{k-1} \cdot (-1) \cdot x^{2k-2} \cdot x^2 \cdot (2k-2)!}{2k \cdot (2k-1) \cdot (2k-2)! \cdot (-1)^{k-1} \cdot x^{2k-2}} = \frac{-x^2}{2k(2k-1)}$$

Вывод:

Я научился реализовывать алгоритмы с использованием ИЦВП с управлением по индексу/аргументу и функции, и решил с их помощью 4 задачи.