

Лабораторная работа № 8

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

Цель лабораторной работы: Изучить итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции.

Используемое оборудование: ПК, среда программирования Lazarus.

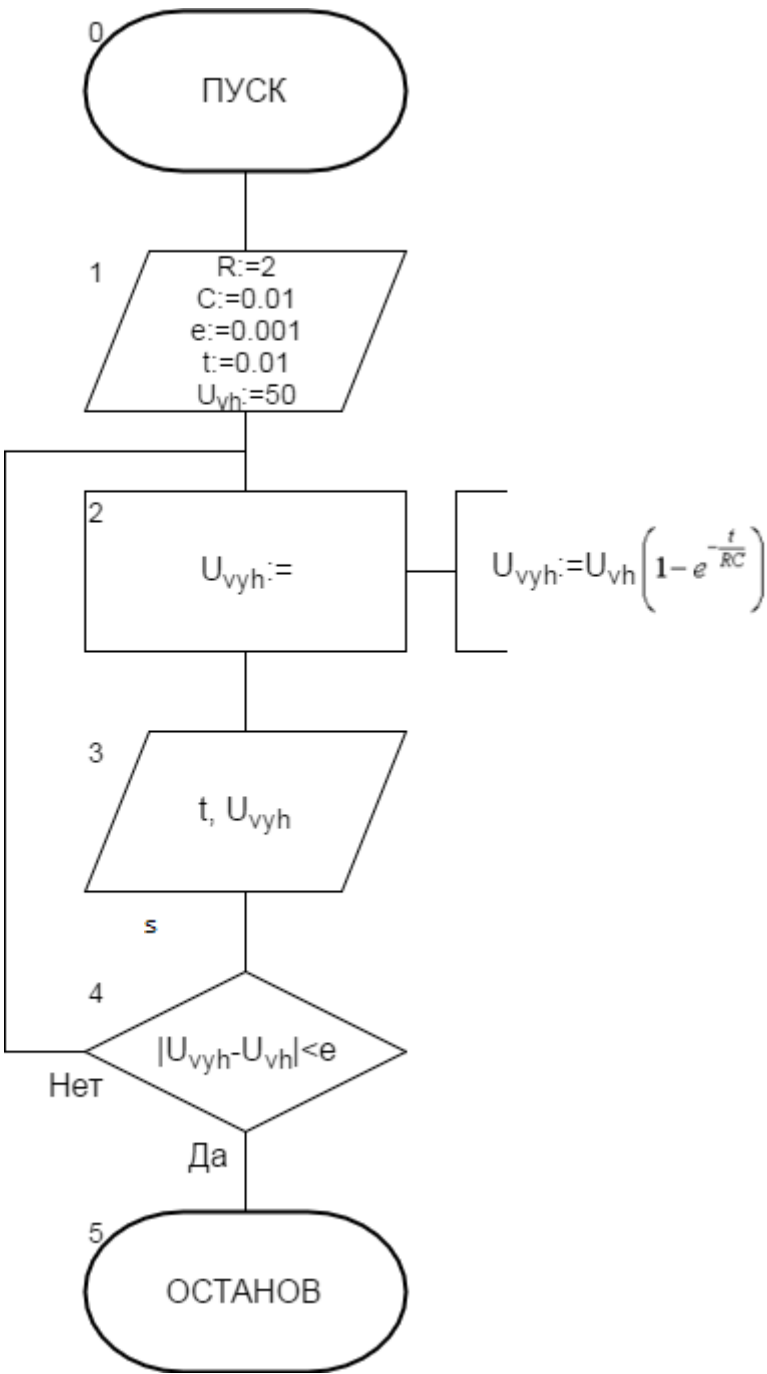
Задача 1

Постановка задачи: 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

Математическая модель:

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

Блок схема:



Список идентификаторов:

Таблица 1

Имя	Смысл	Тип
C	Емкость конденсатора	real
t	Время	real

e	Точность	real
R	Активное сопротивление	integer
Uvh	Входное напряжение	integer
Uvyh	Выходное напряжение	real

Код программы:

```

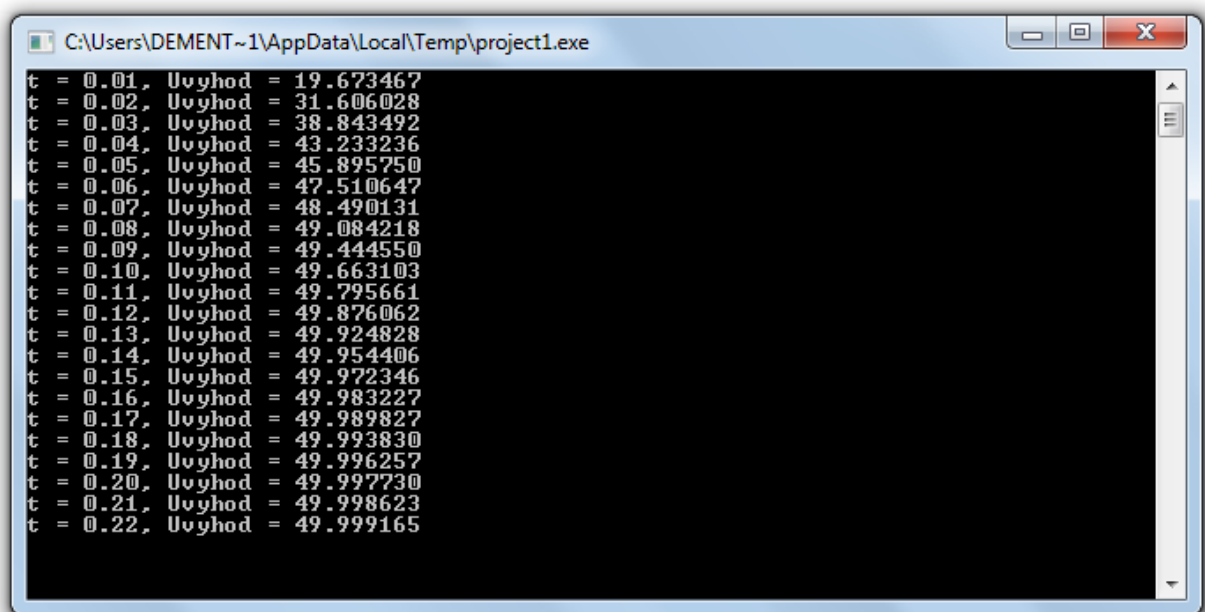
program zadacha1;

var
  C,Uvyh,t,e:real;
  R,Uvh:integer;

begin
  R:=2;
  C:=0.01;
  e:=0.001;
  t:=0.01;
  Uvh:=50;
  repeat
    Uvyh:=Uvh*(1-exp((-t)/(R*C)));
    writeln('t = ',t:1:2,', Uvyhod = ',Uvyh:1:6);
    t:=t+0.01;
  until abs(Uvyh-Uvh)<e;
  readln();
end.

```

Результаты выполненной работы:



```
C:\Users\DEMENT~1\AppData\Local\Temp\project1.exe
t = 0.01, Uuyhod = 19.673467
t = 0.02, Uuyhod = 31.606028
t = 0.03, Uuyhod = 38.843492
t = 0.04, Uuyhod = 43.233236
t = 0.05, Uuyhod = 45.895750
t = 0.06, Uuyhod = 47.510647
t = 0.07, Uuyhod = 48.490131
t = 0.08, Uuyhod = 49.084218
t = 0.09, Uuyhod = 49.444550
t = 0.10, Uuyhod = 49.663103
t = 0.11, Uuyhod = 49.795661
t = 0.12, Uuyhod = 49.876062
t = 0.13, Uuyhod = 49.924828
t = 0.14, Uuyhod = 49.954406
t = 0.15, Uuyhod = 49.972346
t = 0.16, Uuyhod = 49.983227
t = 0.17, Uuyhod = 49.989827
t = 0.18, Uuyhod = 49.993830
t = 0.19, Uuyhod = 49.996257
t = 0.20, Uuyhod = 49.997730
t = 0.21, Uuyhod = 49.998623
t = 0.22, Uuyhod = 49.999165
```

Анализ результатов вычисления: Программа вычисляет и выводит на экран переходную характеристику заряда конденсатора по схеме RC цепочки с заданной точностью.

Задача 2

Постановка задачи: Вычислить $e(x)$ с точностью 10^{-4} . Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = 1$, $S_0 = 1$, $x = 0,5$.

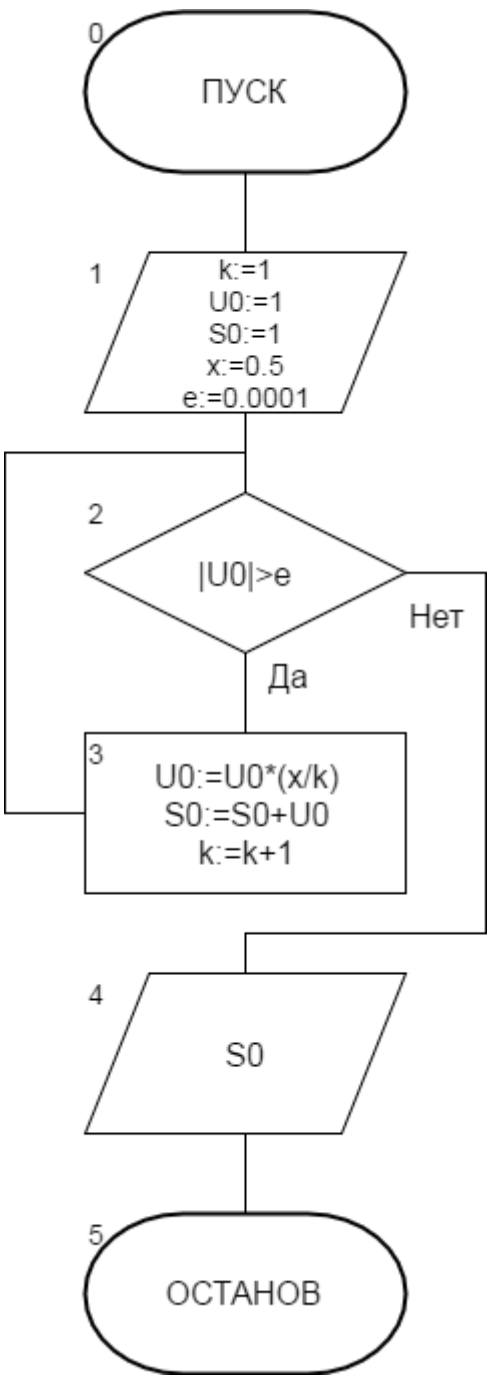
Математическая модель:

Математическое обоснование вывода ряда:

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$$

$$U_n = \frac{x^n}{n!}; M = \frac{U_n}{U_{n-1}} = \frac{x^{n \cdot (n-1)!}}{n! \cdot x^{n-1}} = \frac{x^{n \cdot n! \cdot x}}{n! \cdot x^{n \cdot n}} = \frac{x}{n}$$

Блок схема:



Список идентификаторов:

Таблица 2

Имя	Смысл	Тип
U0	Текущее значение	real
S0	Следующее значение	real

x	Степень	real
e	Точность	real
k	Знаменатель из мат. обоснования	integer

Код программы:

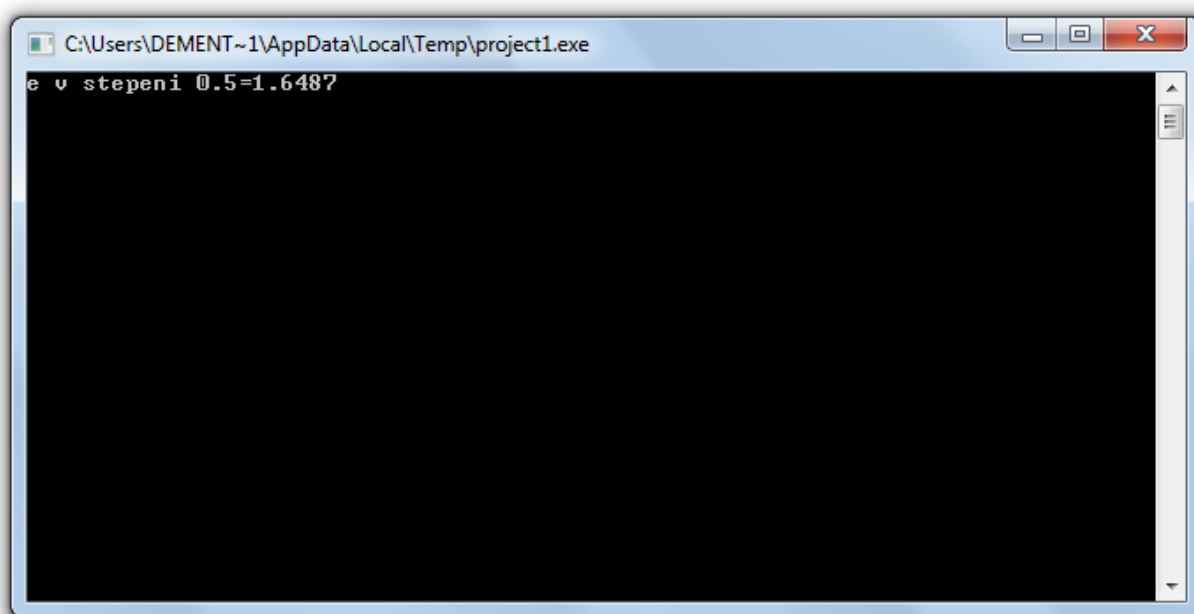
```

program zadacha2;

var
  U0,S0,x,e:real;
  k:integer;
begin
  k:=1;
  U0:=1;
  S0:=1;
  x:=0.5;
  e:=0.0001;
  while abs(U0)>e do begin
    U0:=U0*(x/k);
    S0:=S0+U0;
    k:=k+1;
  end;
  writeln('e v stepeni ',x:1:1,'=',S0:1:4);
  readln;
end.

```

Результаты выполненной работы:



Анализ результатов вычисления: Программа вычисляет и выводит на экран $e(x)$ с точностью 10^{-4} .

Задача 3

Постановка задачи: Вычислить $\sin(x)$ с точностью 10^{-4} . Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = x$, $S_0 = x$, $x = \pi/6$

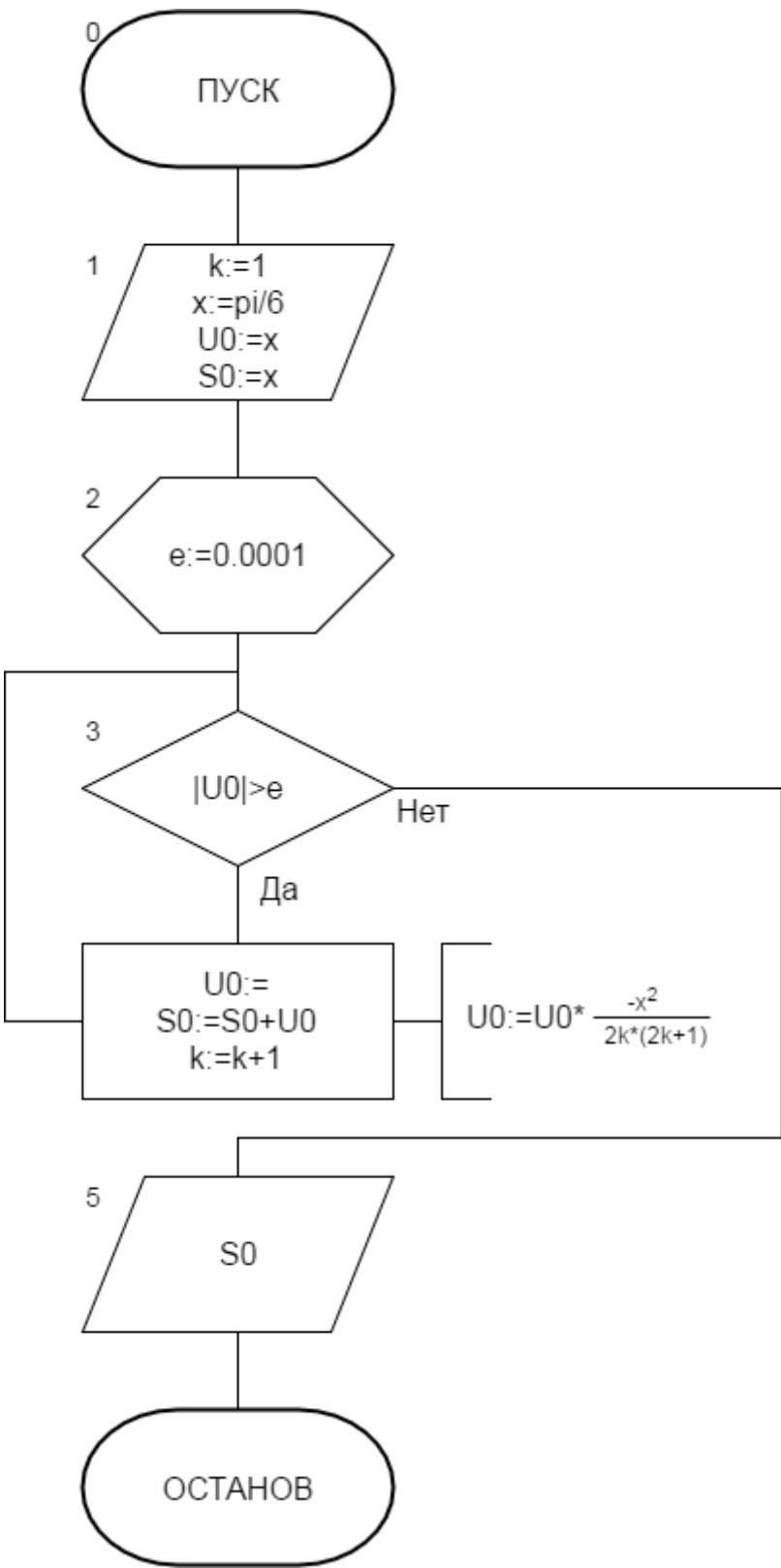
$$\sin x \approx (-1)^k \cdot \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

Математическая модель:

Математическое обоснование вывода ряда:

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

Блок схема:



Список идентификаторов:

Таблица 3		
Имя	Смысл	Тип

U0	Текущее значение	real
S0	Следующее значение	real
x	Значение под знаком sin	real
e	Точность	real
k	Знаменатель из мат. обоснования	integer

Код программы:

```

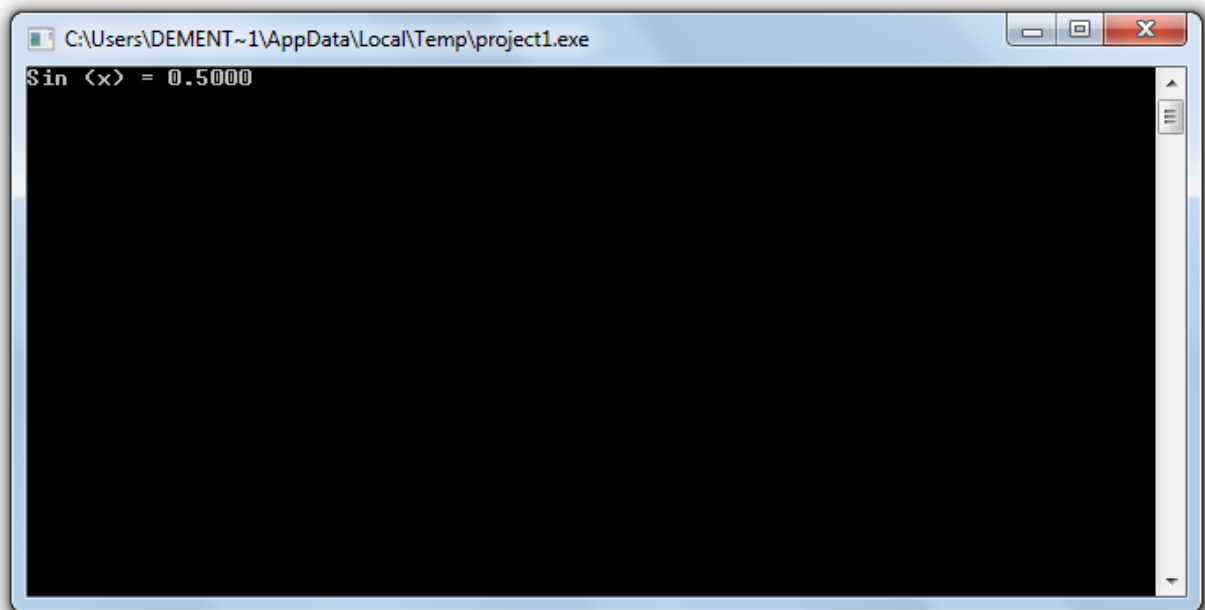
program zadacha3;

var
  U0,S0,x,e:real;
  k:integer;
begin
  k:=1;
  x:=pi/6;
  U0:=x;
  S0:=x;
  e:=0.0001;
  while abs(U0)>e do begin
    U0:=U0*((-x*x)/(2*k*(2*k+1)));
    S0:=S0+U0;
    k:=k+1;
  end;
  writeln('Sin (x) = ',S0:1:4);
  readln;

```

end.

Результаты выполненной работы:



Анализ результатов вычисления: Программа вычисляет и выводит на экран $\sin(x)$ с точностью 10^{-4} .

Задача 4

Постановка задачи: Вычислить $\cos(x)$ с точностью 10^{-4} . Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = 1$, $S_0 = 1$, $x = \pi/6$

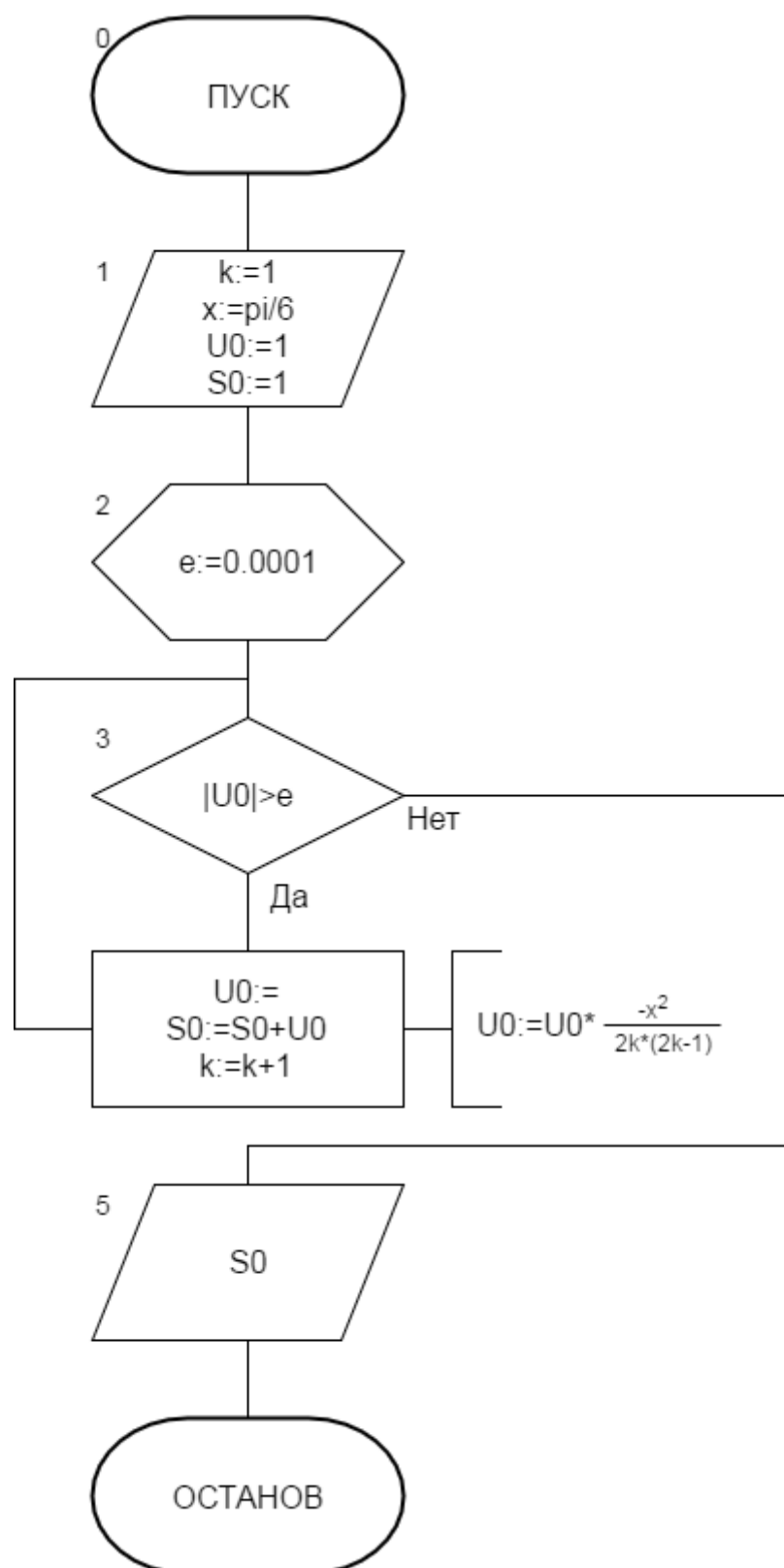
$$\cos x \approx (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!}$$

Математическая модель:

Математическое обоснование вывода ряда:

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

Блок схема:



Список идентификаторов:

Имя	Смысл	Тип
U0	Текущее значение	real
S0	Следующее значение	real
x	Значение под знаком cos	real
e	Точность	real
k	Знаменатель из мат. обоснования	integer

Код программы:

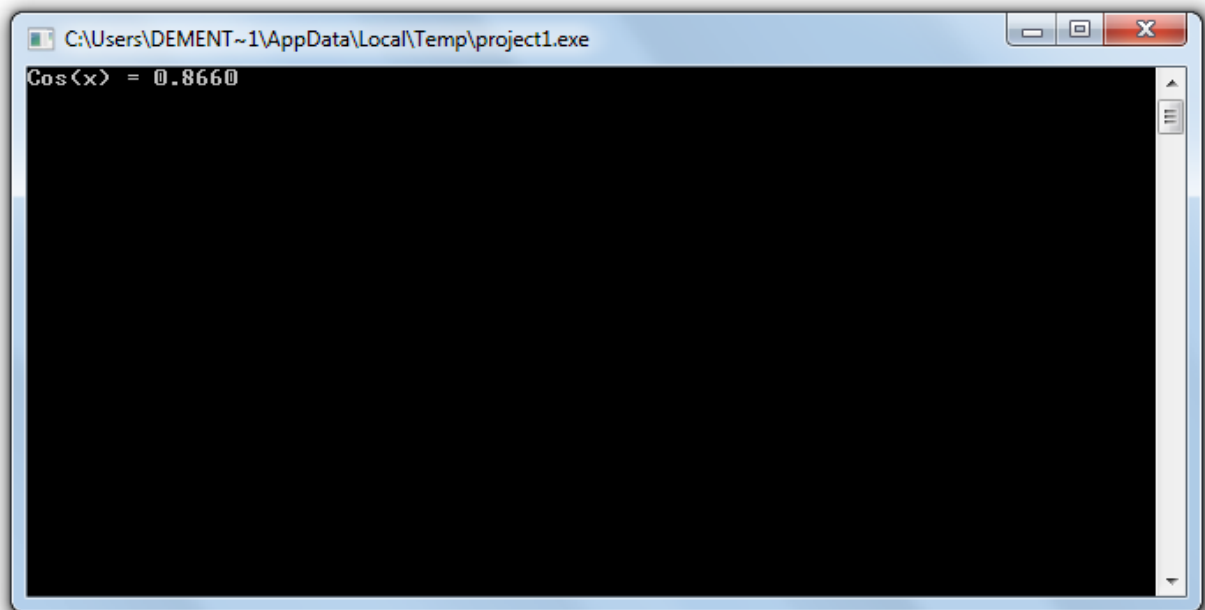
```

program zadacha4;
var x,U0,S0,e:real;
    k :integer;
begin
  x:=pi/6;
  U0:=1;
  S0:=1;
  k:=1;
  e:=0.0001;
  while abs(U0)>e do
  begin
    U0:=U0*((-x*x)/(2*k*(2*k-1)));
    S0:=S0+U0;
    k:=k+1;
  end;
  writeln('Cos(x) = ',S0:0:4);
  readln();

```

end.

Результаты выполненной работы:



Анализ результатов вычисления: Программа вычисляет и выводит на экран $\cos(x)$ с точностью 10^{-4} .

Вывод:

Таким образом, были изучены методы реализации итерационные циклических вычислительных процессов с управлением по индексу/аргументу и функции средствами Free Pascal.