

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

Цель работы: научиться использовать ИЦВП с управлением по индексу/аргументу и функции.

Оборудование: компьютер, PascalABC, Creately.

Задание 1

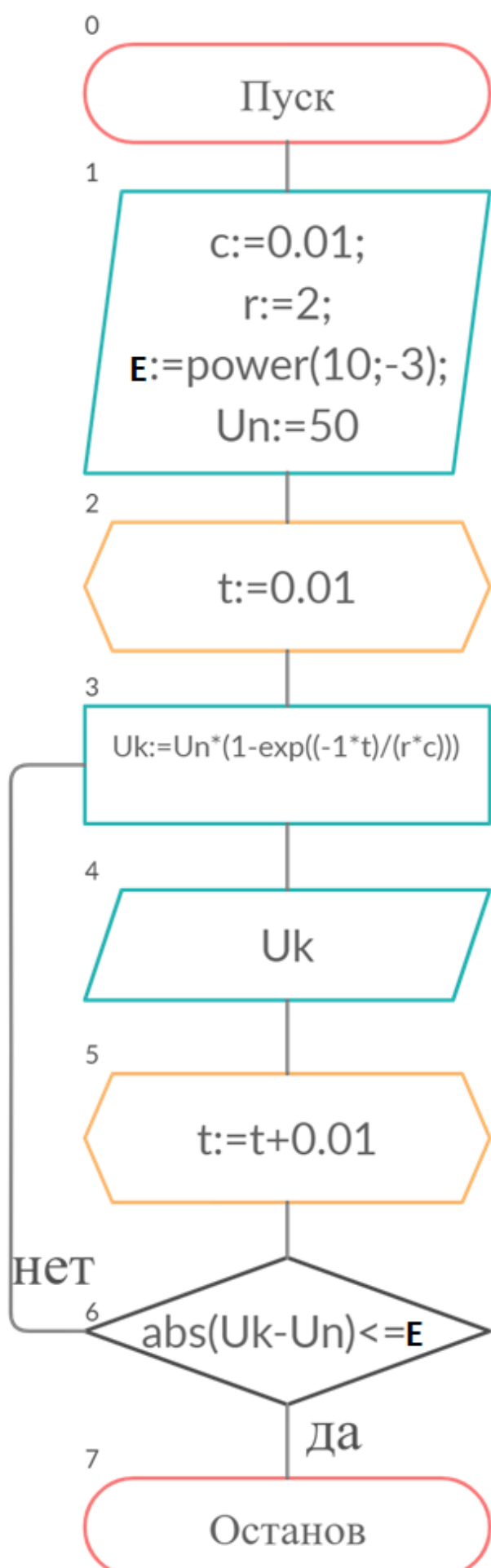
Постановка задачи: Дан процесс, связанный с изменением выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ на обкладках конденсатора электрической цепи, которая включает активное сопротивление $R = 2$ Ом и конденсатор с емкостью $C = 0.01$ Ф. Построить переходную характеристику заряда конденсатора по схеме RC цепочки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

Математическая модель:

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

начальное значение $t = 0.01$, с шагом 0.01

Блок схема:



Список идентификаторов:

Переменная	Тип	Смысл
C	real	Емкость конденсатора
R	real	Сопротивление
E	real	Точность ϵ
Un	real	Входной заряд конденсатора
Uk	real	Выходной заряд конденсатора
t	real	Время

Код программы на PascalABC.NET:

```
program zd_1;
var c, r, E, Un, t, Uk: real;
begin
    c:=0.01;
    r:=2;
    E:=power(10, -3);
    Un:=50;
    t:=0.01;
    repeat
        Uk:=Un*(1-exp((-1*t)/(r*c)));
        writeln('При t=', t:3:2, ' Uk=', Uk:10:8);
        t:=t+0.01;
    until abs(Uk-Un) <= E;
end.
```

Результат программы:

```
•Program1.pas*
program zd_1;
var c,r,e,Un,t,Uk:real;
begin
  c:=0.01;
  r:=2;
  e:=power(10,-3);
  Un:=50;
  t:=0.01;
  repeat
    Uk:=Un*(1-exp((-1*t)/(r*c)));
    writeln('При t=',t:3:2, ' Uk=',Uk:10:8);
    t:=t+0.01;
  until abs(Uk-Un)<=e;
end.
```

<

Окно вывода

```
При t=0.01 Uk=19.67346701
При t=0.02 Uk=31.60602794
При t=0.03 Uk=38.84349199
При t=0.04 Uk=43.23323584
При t=0.05 Uk=45.89575007
При t=0.06 Uk=47.51064658
При t=0.07 Uk=48.49013083
При t=0.08 Uk=49.08421806
```

Анализ:

С каждым новым проходом цикла выходное значение U увеличивается, но с каждым разом это увеличение становится меньше.

Задание 2

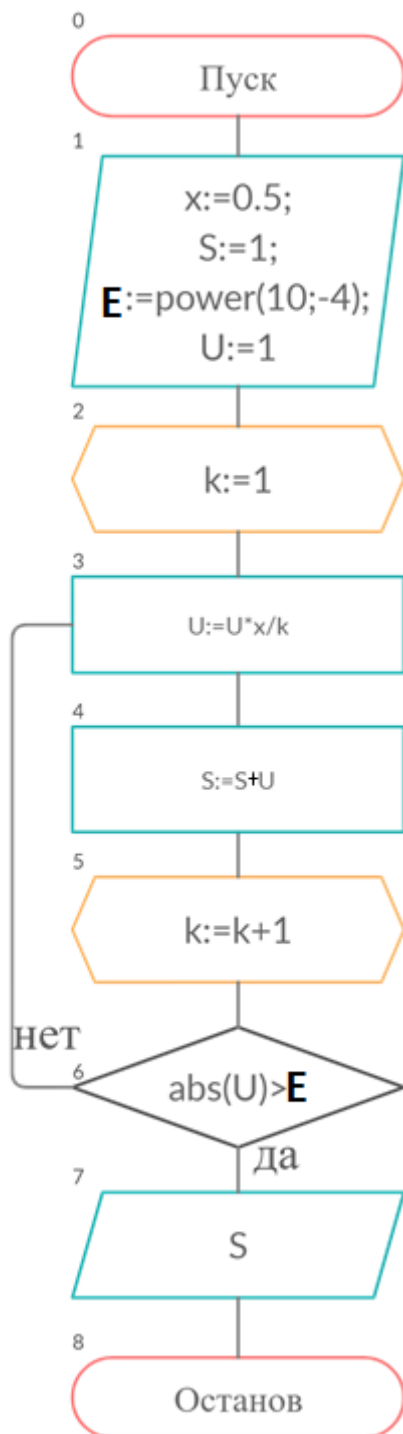
Постановка задачи: Вычислить $e(x)$ с точность 10^{-4} .

Математическая модель:

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

Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = 1$, $S_0 = 1$, $x = 0.5$

Блок схема:



Список идентификаторов:

Переменная	Тип	Смысл
k	real	Номер члена ряда
x	real	Степень e
E	real	Точность e
U	real	Значение члена ряда
S	real	Сумма членов ряда (значение e^x)

Код программы на PascalABC.NET:

```
program zd_2;  
var E, x, S, U: real;  
var k: integer;  
begin  
    k:=1;  
    E:=power(10,-4);  
    U:=1;  
    S:=1;  
    x:=0.5;  
    while abs(U)>E do begin  
        U:=U*x/k;  
        S:=S+U;  
        k:=k+1;  
    end;  
    writeln('e в степени x равно - ', S:10:8);  
end.
```

Результат программы:

```

Program1.pas* •Program2.pas*
program zd_2;
var e,x,S,U: real;
var k: integer;
begin
  k:=1;
  e:=power(10,-4);
  U:=1;
  S:=1;
  x:=0.5;
  while abs(U)>e do begin
    U:=U*x/k;
    S:=S+U;
    k:=k+1;
  end;
  writeln('e в степени x равно - ', S:10:8);
end.

```

Окно вывода

e в степени x равно - 1.64871962

Анализ:

Программа считает значение e^x с помощью разложения функции в ряд и рекуррентной зависимости для нахождения членов ряда. Погрешность данного способа высока, значение онлайн калькулятора - 1.64872

Задание 3

Постановка задачи: Вычислить $\sin(x)$ с точностью 10^{-4} .

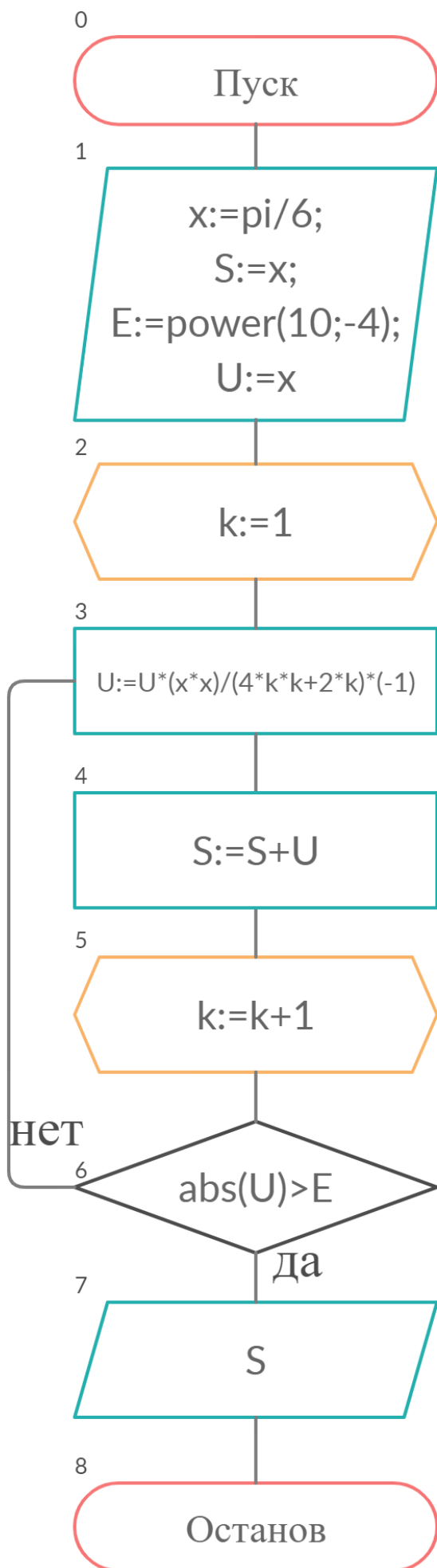
Математическая модель:

$$\sin(x) \approx (-1)^0 \cdot \frac{x^{2 \cdot 0 + 1}}{(2 \cdot 0 + 1)!} + (-1)^1 \frac{x^{2 \cdot 1 + 1}}{(2 \cdot 1 + 1)!} \dots + (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

$$\approx \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = x$, $S_0 = x$, $x = \pi/6$

Блок схема:



Список идентификаторов:

Переменная	Тип	Смысл
k	real	Номер члена ряда
x	real	Значение, из которого находят синус
E	real	Точность $\sin(x)$
U	real	Значение члена ряда
S	real	Сумма членов ряда (значение $\sin(x)$)

Код программы на PascalABC.NET:

```
program zd_3;
var e, x, S, U: real;
var k: integer;
begin
    k:=1;
    x:=pi/6;
    e:=power(10, -4);
    U:=x;
    S:=x;
    while abs(U)>e do begin
        U:=U*(x*x)/(4*k*k+2*k)*(-1);
        S:=S+U;
        k:=k+1;
    end;
    writeln('значение sin(x) равно - ', S:10:8);
end.
```

Результат программы:

```
Program1.pas* Program2.pas* •Program3.pas*
program zd_2;
var e,x,S,U: real;
var k: integer;
begin
  k:=1;
  x:=pi/6;
  e:=power(10,-4);
  U:=x;
  S:=x;
  while abs(U)>e do begin
    U:=U*(x*x)/(4*k*k+2*k)*(-1);
    S:=S+U;
    k:=k+1;
  end;
  writeln('значение sin(x) равно - ', S:10:8);
end.
```

<

Окно вывода

значение sin(x) равно - 0.49999999

Анализ:

Программа считает значение sin(x) с помощью разложения функции в ряд и рекуррентной зависимости для нахождения членов ряда. Погрешность данного способа незначительная, значение онлайн калькулятора - 0.5

Задание 4

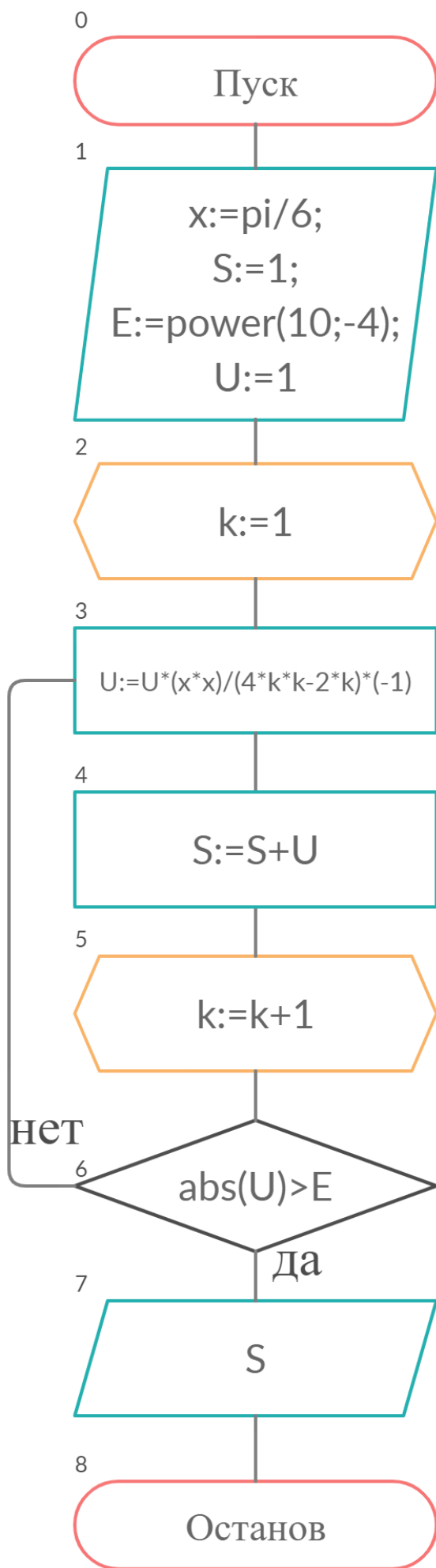
Постановка задачи: Вычислить $e(x)$ с точность 10^{-4} .

Математическая модель:

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

Начальные условия: $k = 1$, $U_0 = 1$, $S_0 = 1$, $x = 0.5$

Блок схема:



Список идентификаторов:

Переменная	Тип	Смысл
k	real	Номер члена ряда
x	real	Значение, из которого находят косинус
E	real	Точность cos(x)
U	real	Значение члена ряда
S	real	Сумма членов ряда (значение cos(x))

Код программы на PascalABC.NET:

```
program zd_4;
var E, x, S, U: real;
var k: integer;
begin
    k:=1;
    x:=pi/6;
    E:=power(10, -4);
    U:=1;
    S:=1;
    while abs(U)>E do begin
        U:=U*(x*x)/(4*k*k-2*k)*(-1);
        S:=S+U;
        k:=k+1;
    end;
    writeln('значение cos(x) равно - ', S:10:8);
end.
```

Результат программы:

```
Program1.pas* Program2.pas* Program3.pas* •Program4.pas*
program zd_4;
var E,x,S,U: real;
var k: integer;
begin
    k:=1;
    x:=pi/6;
    E:=power(10,-4);
    U:=1;
    S:=1;
    while abs(U)>E do begin
        U:=U*(x*x)/(4*k*k-2*k)*(-1);
        S:=S+U;
        k:=k+1;
    end;
    writeln('значение cos(x) равно - ', S:10:8);
end.
```

<

Окно вывода

значение cos(x) равно - 0.86602526

Анализ:

Программа считает значение $\cos(x)$ с помощью разложения функции в ряд и рекуррентной зависимости для нахождения членов ряда. Погрешность данного способа незначительная, значение онлайн калькулятора - 0.86602540378

Вывод:

С помощью составления программ по нахождению значений функций были изучены особенности ИЦВП и приобретены навыки по их использованию. Также, было обнаружено, что точность этого способа высока.