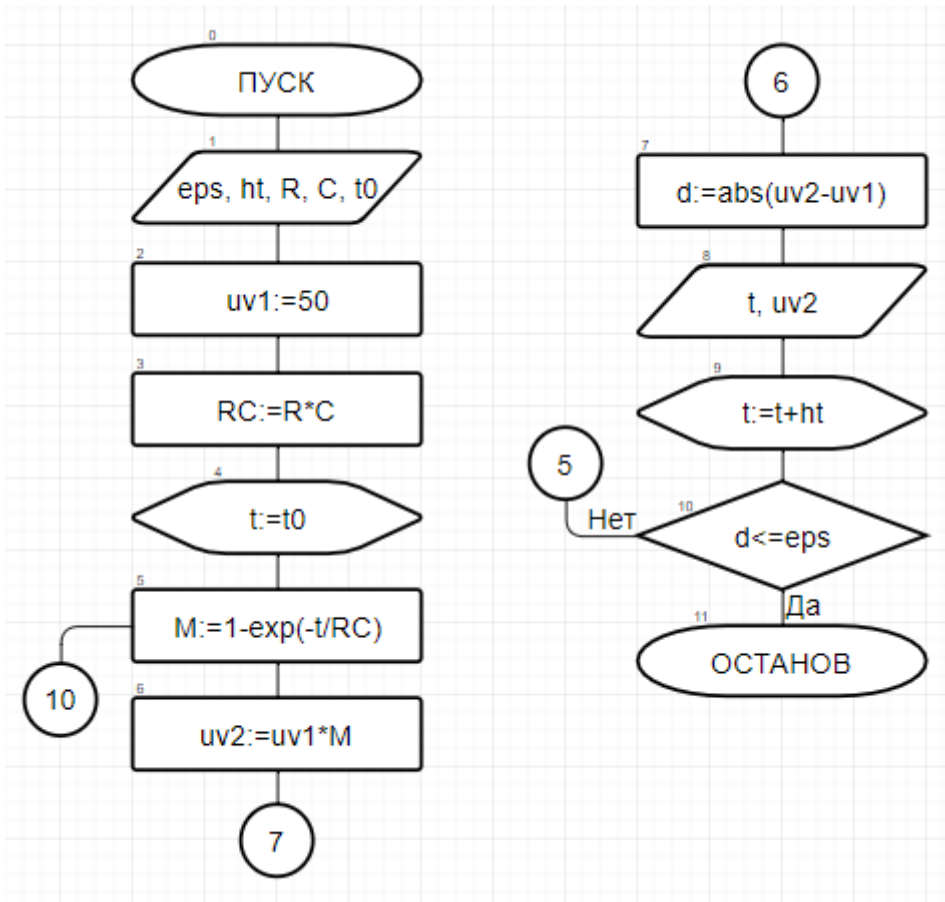


## Лабораторная работа № 8

1. Тема лабораторной работы: итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции.
2. Цель: изучение итерационных циклических вычислительных процессов с управлением по индексу/аргументу и функции с помощью среды программирования Lazarus на языке Pascal.
3. Используемое оборудование: ПК, среда программирования Lazarus.
4. Постановка задачи: построить переходную характеристику заряда конденсатора по схеме RC цепочки с заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ ,  $U_{\text{ВХ}} = 50 \text{ В}$ ,  $t_0 = 0.01$ ,  $h_t = 0.01$ ,  $R = 2 \text{ Ом}$ ,  $C = 0.01 \text{ Ф}$ .
5. Математическая модель:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

6. Блок-схема:



7. Список идентификаторов:

Имя	Тип	Смысл
eps	const	Заданная точность вычисления
ht	const	Шаг изменения времени

R	const	Сопротивление
C	const	Емкость
t0	const	Начальное время
t	real	Параметр цикла
uv1	real	Входное напряжение
uv2	real	Выходное напряжение
RC	real	Промежуточная переменная, $R \cdot C$
d	real	Промежуточная переменная, $ uv2 - uv1 $

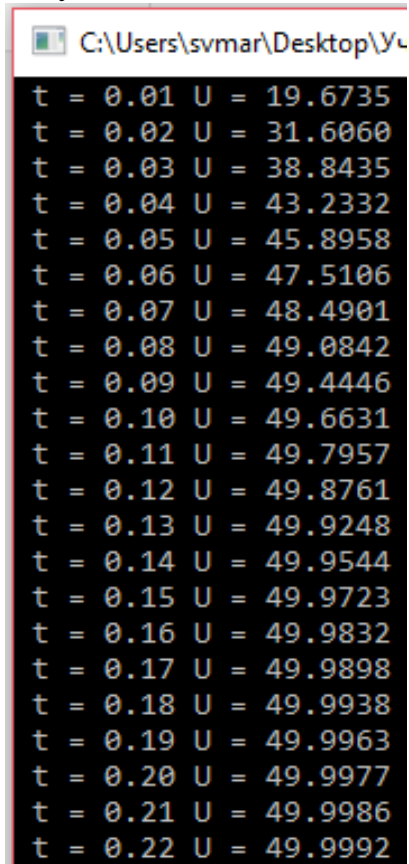
8. Код программы:

```

program zadanie1;
const
  eps=0.001;
  ht=0.01;
  R=2;
  C=0.01;
  t0=0.01;
var
  uv1, uv2, M, d, t, RC: real;
begin
  uv1:=50;
  RC:=R*C;
  t:=t0;
  repeat
  begin
    M:=1-exp(-t/RC);
    uv2:=uv1*M;
    d:=abs(uv2-uv1);
    writeln(' t = ',t:2:2, ' U = ', uv2:2:4);
    t:=t+ht;
  end;
  until d<=eps;
  readln();
end.

```

9. Результаты выполненной работы:



C:\Users\svmar\Desktop\Уч

t = 0.01	U = 19.6735
t = 0.02	U = 31.6060
t = 0.03	U = 38.8435
t = 0.04	U = 43.2332
t = 0.05	U = 45.8958
t = 0.06	U = 47.5106
t = 0.07	U = 48.4901
t = 0.08	U = 49.0842
t = 0.09	U = 49.4446
t = 0.10	U = 49.6631
t = 0.11	U = 49.7957
t = 0.12	U = 49.8761
t = 0.13	U = 49.9248
t = 0.14	U = 49.9544
t = 0.15	U = 49.9723
t = 0.16	U = 49.9832
t = 0.17	U = 49.9898
t = 0.18	U = 49.9938
t = 0.19	U = 49.9963
t = 0.20	U = 49.9977
t = 0.21	U = 49.9986
t = 0.22	U = 49.9992

10. Анализ результатов вычисления: программа выводит значения входного напряжения при различных значениях времени, которое меняется с шагом 0,01.
11. Вывод: программа вычисляет значение выходного напряжения, изменяя аргумент функции – время, входное напряжение не изменяется. Программа завершает работу, когда достигается заданная точность вычисления  $10^{-3}$ .

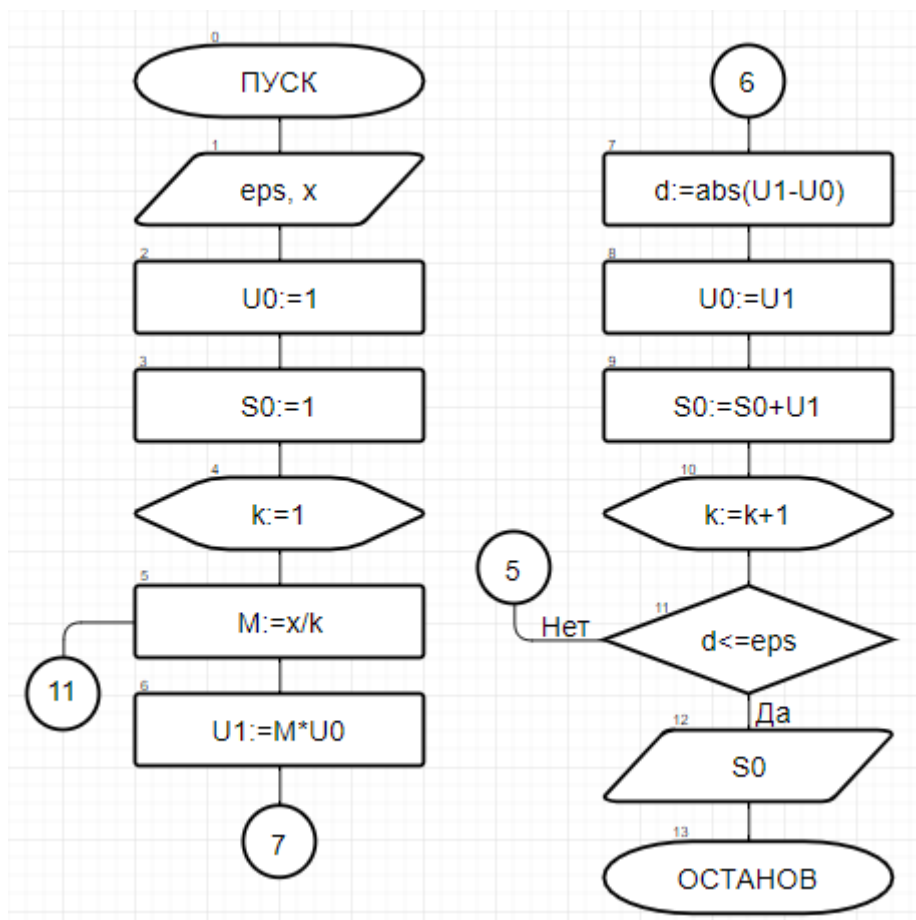
1. Тема лабораторной работы: итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции.
2. Цель: изучение итерационных циклических вычислительных процессов с управлением по индексу/аргументу и функции с помощью среды программирования Lazarus на языке Pascal.
3. Используемое оборудование: ПК, среда программирования Lazarus.
4. Постановка задачи: вычислить  $e(x)$  с точность  $10^{-4}$ . Начальные условия:  $k = 1, U_0 = 1, S_0 = 1, x = 0,5$ .
5. Математическая модель:

$$e^x \approx \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$$

$$U_k = \frac{x^k}{k!} \Rightarrow e^x \approx \sum_{k=0}^n U_k, \quad U_k = M \cdot U_{k-1}$$

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

6. Блок-схема:



7. Список идентификаторов:

Имя	Тип	Смысл
eps	const	Заданная точность вычисления
x	const	Аргумент функции
U0	real	Начальное значение, (k-1) член ряда
U1	real	k-ый член ряда
S0	real	Сумма членов ряда
k	integer	Параметр цикла
M	real	Отношение U1/U0
d	real	Точность $ U1-U0 $

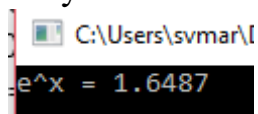
8. Код программы:

```

program zadanie2;
const
  eps=0.0001;
  x=0.5;
var
  U0, U1, S0, M, d: real;
  k: integer;
begin
  U0:=1;
  S0:=1;
  k:=1;
  repeat
    M:=x/k;
    U1:=M*U0;
    d:=abs(U1-U0);
    U0:=U1;
    S0:=S0+U1;
    k:=k+1;
  until d<=eps;
  writeln('e^x = ',S0:1:4);
  readln();
end.

```

9. Результаты выполненной работы:



C:\Users\svmar\I  
e^x = 1.6487

10. Анализ результатов вычисления: программа выводит значение  $\exp(x)$  с точностью  $10^{-4}$ .

11. Вывод: программа вычисляет значение  $\exp(x)$  до заданной точности вычисления. Для уменьшения времени вычисления используется зависимость последующего члена ряда от предыдущего.

1. Тема лабораторной работы: итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции.
2. Цель: изучение итерационных циклических вычислительных процессов с управлением по индексу/аргументу и функции с помощью среды программирования Lazarus на языке Pascal.
3. Используемое оборудование: ПК, среда программирования Lazarus.
4. Постановка задачи: вычислить  $\sin(x)$  с точность  $10^{-4}$ . Начальные условия:  $k = 1, U_0 = x, S_0 = x, x = \frac{\pi}{6}$ .
5. Математическая модель:

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

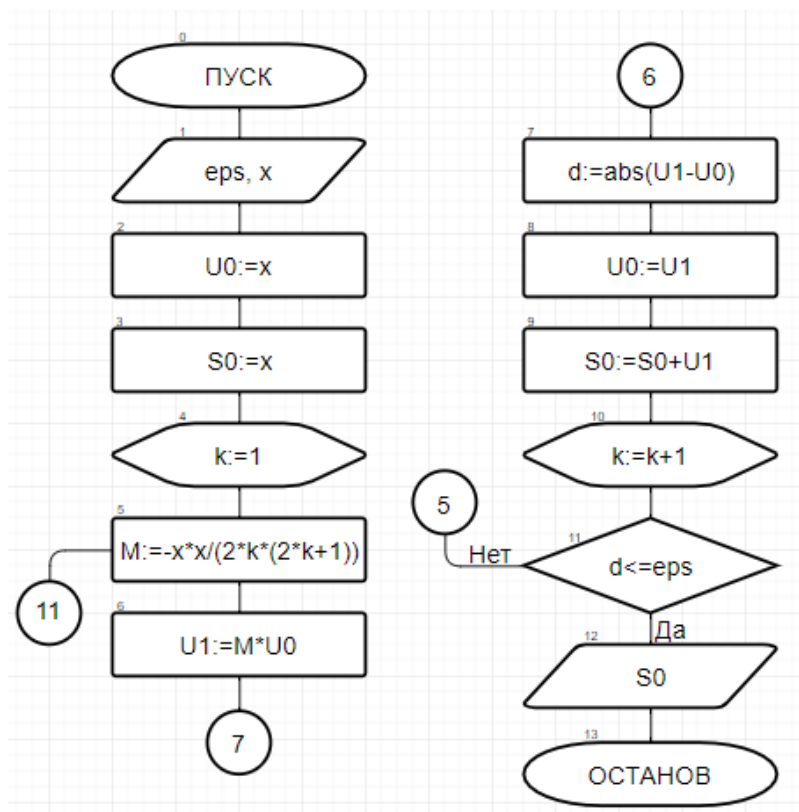
$$U_k = (-1)^k \cdot \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!} \Rightarrow \sin x \approx \sum_{k=0}^n U_k, U_k = M \cdot U_{k-1}$$

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

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

$$= (-1) \frac{x^2}{2k(2k+1)}$$

6. Блок-схема:



7. Список идентификаторов:

Имя	Тип	Смысл
eps	const	Заданная точность вычисления
x	const	Аргумент функции
U0	real	Начальное значение, (k-1) член ряда
U1	real	k-ый член ряда
S0	real	Сумма членов ряда
k	integer	Параметр цикла
M	real	Отношение U1/U0
d	real	Точность  U1-U0

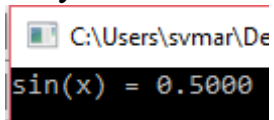
8. Код программы:

```

program zadanie3;
const
  eps=0.0001;
  x=pi/6;
var
  U0, U1, S0, M, d: real;
  k: integer;
begin
  U0:=x;
  S0:=x;
  k:=1;
  repeat
    M:=-x*x/(2*k*(2*k+1));
    U1:=M*U0;
    d:=abs(U1-U0);
    U0:=U1;
    S0:=S0+U1;
    k:=k+1;
  until d<=eps;
  writeln('sin(x) = ',S0:1:4);
  readln();
end.

```

9. Результаты выполненной работы:



```

C:\Users\svmar\Desktop
sin(x) = 0.5000

```

10. Анализ результатов вычисления: программа выводит значение  $\sin(x)$  с точностью  $10^{-4}$ .

11. Вывод: программа вычисляет значение  $\sin(x)$  до заданной точности вычисления. Для уменьшения времени вычисления используется зависимость последующего члена ряда от предыдущего.

1. Тема лабораторной работы: итерационные циклические вычислительные процессы с управлением по индексу/аргументу и функции.
2. Цель: изучение итерационных циклических вычислительных процессов с управлением по индексу/аргументу и функции с помощью среды программирования Lazarus на языке Pascal.
3. Используемое оборудование: ПК, среда программирования Lazarus.
4. Постановка задачи: вычислить  $e(x)$  с точность  $10^{-4}$ . Начальные условия:  $k = 1, U_0 = 1, S_0 = 1, x = 0,5$ .
5. Математическая модель:

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

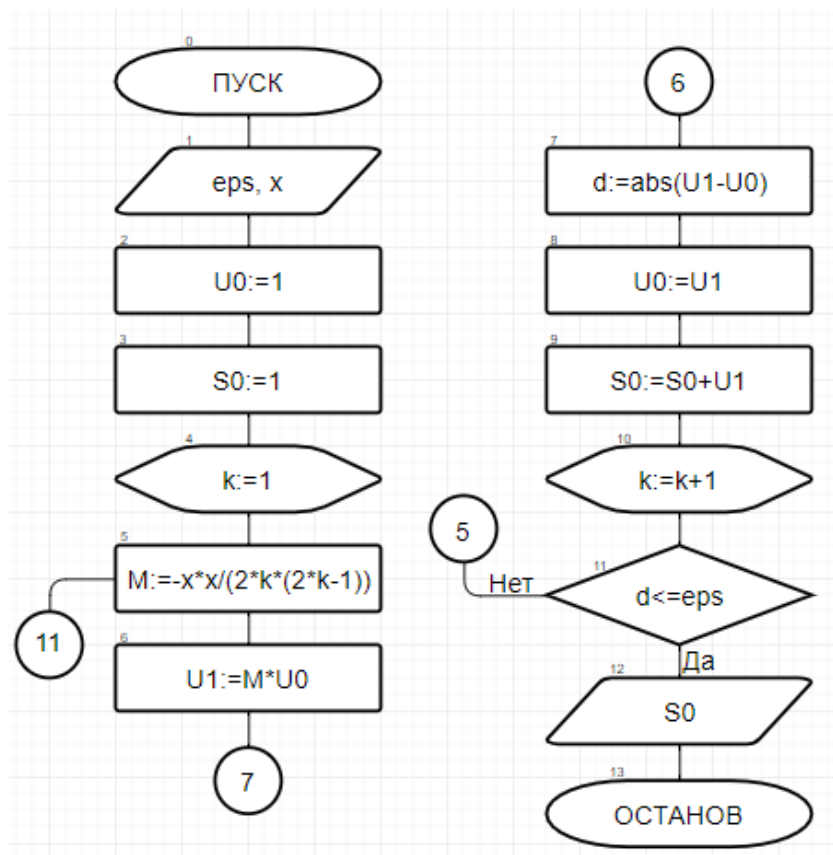
$$U_k = (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!} \Rightarrow \cos x \approx \sum_{k=0}^n U_k, \text{ т.к. } U_{k-1}$$

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

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

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

6. Блок-схема:





7. Список идентификаторов:

Имя	Тип	Смысл
eps	const	Заданная точность вычисления
x	const	Аргумент функции
U0	real	Начальное значение, (k-1) член ряда
U1	real	k-ый член ряда
S0	real	Сумма членов ряда
k	integer	Параметр цикла
M	real	Отношение U1/U0
d	real	Точность $ U1-U0 $

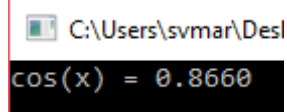
8. Код программы:

```

program zadanie4;
const
  eps=0.0001;
  x=pi/6;
var
  U0, U1, S0, M, d: real;
  k: integer;
begin
  U0:=1;
  S0:=1;
  k:=1;
  repeat
    M:=-x*x/((2*k-1)*2*k);
    U1:=M*U0;
    d:=abs(U1-U0);
    U0:=U1;
    S0:=S0+U1;
    k:=k+1;
  until d<=eps;
  writeln('cos(x) = ', S0:1:4);
  readln();
end.

```

9. Результаты выполненной работы:



```

C:\Users\svmar\Desktop
cos(x) = 0.8660

```

10. Анализ результатов вычисления: программа выводит значение  $\cos(x)$  с точностью  $10^{-4}$ .

11. Вывод: программа вычисляет значение  $\cos(x)$  до заданной точности вычисления. Для уменьшения времени вычисления используется зависимость последующего члена ряда от предыдущего.