

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

**И.Н. Шапова, В.А. Шапов**

# **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММ РЕШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

*Методические рекомендации*

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета  
2024

УДК 004.421.021

Щ25

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент кафедры оборудования  
и автоматизации химических производств *М.В. Ваталева*  
(Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет)

**Щапова, И.Н.**

Щ25 Разработка алгоритмов и программ решения вычислительных задач : методические рекомендации / И.Н. Щапова, В.А. Щапов; ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2024. – 24 с.

ISBN 978-5-398-03204-8

Рассмотрены вопросы разработки алгоритмов и программ решения вычислительных задач, приведены примеры выполнения заданий на языках программирования PascalABC.NET и Python.

Предназначены для студентов, изучающих дисциплины «Учебно-исследовательская работа» и «Информатика».

УДК 004.421.021

ISBN 978-5-398-03204-8

© ПНИПУ, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические рекомендации .....	4
Лабораторная работа № 1 .....	5
Лабораторная работа № 2 .....	10
Лабораторная работа № 3 .....	15
Лабораторная работа № 4 .....	17
Контрольные вопросы.....	21
Список литературы.....	22
Приложение .....	23

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Цель лабораторных работ** – овладение практическими навыками разработки и программирования алгоритмов решения задач.

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Проанализировать задание, установить, какие величины являются входными параметрами, какие выходными.
2. Составить блок-схему алгоритма решения задачи.
3. По разработанному алгоритму составить программу на языке программирования PascalABC.NET.
4. В редакторе среды программирования ввести программу и отредактировать ее.
5. Осуществить компиляцию и отладку программы.
6. Получить результаты работы программы.
7. Оформить отчет по работе и ответить на контрольные вопросы.

### **Содержание отчета**

1. Титульный лист (приложение).
2. Оглавление.
3. Номер и тема лабораторной работы.
4. Содержание задания.
5. Математическая постановка задачи, то есть представление ее в виде уравнений, соотношений, ограничений и т.п. (если необходимо).
6. Блок-схема алгоритма решения задачи.
7. Текст программы на языке программирования PascalABC.NET с описанием используемых переменных и с комментариями к отдельным частям программы.
8. Результаты выполнения программы.
9. Список использованной литературы.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [1].

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### Программирование алгоритмов разветвляющейся и циклической структуры

Реализация приема программирования – табулирования функции от одного аргумента (вычисления значений функции при изменении значения аргумента в заданном диапазоне  $[x_n; x_k]$  с шагом  $\Delta x$ ) [2].

**Задание.** Разработать алгоритм табулирования функции. Вычислить значение функции при изменении аргумента в указанном диапазоне и с заданным шагом. Организовать вывод значения аргумента и вычисленного значения функции в виде таблицы с заголовками:

Таблица функции  $y(x)$

$x$	$y$
.....	.....
.....	.....
.....	.....

Варианты заданий:

$1. y = \begin{cases} 1, & \text{если } x < 1, \\ a \cdot x^2 \cdot \ln(x), & \text{если } 1 \leq x \leq 2, \\ e^{ax} \cdot \cos(b \cdot x), & \text{если } x > 2, \end{cases}$ $a = -0,5 \quad x \in [0;3]$ $b = 2 \quad \Delta x = 0,2$	$2. y = \begin{cases} \frac{a+b \cdot x}{\sqrt{x^2+1}}, & \text{если } x > 1,5, \\ a \cdot x^2 + b \cdot x, & \text{если } x < 1,2, \\ \frac{a}{x} + \sqrt{x^2+1}, & \text{если } 1,2 \leq x \leq 1,5, \end{cases}$ $a = -2,8 \quad x \in [1;2]$ $b = -0,3 \quad \Delta x = 0,05$
$3. y = \begin{cases} \lg(x+7 \cdot \sqrt{x}), & \text{если } x > 1,5, \\ \pi \cdot x^2 - \frac{7}{x^2}, & \text{если } x < 1, \\ a \cdot x^3 + 7 \cdot \sqrt{x}, & \text{если } 1 \leq x \leq 1,5, \end{cases}$ $a = 1,5 \quad x \in [0,8;2]$ $\Delta x = 0,1$	$4. y = \begin{cases} 1,5 \cdot \cos^2(x), & \text{если } x < 1, \\ 1,8 \cdot a \cdot x, & \text{если } 1 \leq x \leq 2, \\ (x-2)^2 + 6, & \text{если } x > 2, \end{cases}$ $a = 2,3 \quad x \in [0,2;2,8]$ $\Delta x = 0,2$

$5. y = \begin{cases} \ln(x + 7 \cdot \sqrt{ x+a }), & \text{если } x > 1,4, \\ \pi \cdot x - \frac{7}{x}, & \text{если } x < 1, \\ a \cdot x + 7 \cdot \sqrt{x}, & \text{если } 1 \leq x \leq 1,4, \end{cases}$ $a = 1,65 \quad x \in [0,7;2]$ $\Delta x = 0,1$	$6. y = \begin{cases} x \cdot \sqrt[3]{x-a}, & \text{если } x < 3,2, \\ x \cdot \sin(a \cdot x), & \text{если } 3,2 \leq x \leq 4, \\ e^{-ax} + \cos(a \cdot x), & \text{если } x > 4, \end{cases}$ $a = 2,5 \quad x \in [3;5]$ $\Delta x = 0,2$
$7. y = \begin{cases} 1, & \text{если } x < 0,2 \\ b \cdot x - \lg(b \cdot x), & \text{если } 0,2 \leq x \leq 1, \\ b \cdot x + \lg(b \cdot x), & \text{если } x > 1, \end{cases}$ $b = 1,5 \quad x \in [0;1,4]$ $\Delta x = 0,1$	$8. y = \begin{cases} \sqrt{a \cdot x^2 + b \cdot \sin(x)}, & \text{если } x < 1,6, \\ a \cdot x + b, & \text{если } 1,6 \leq x \leq 2, \\ \sqrt{a \cdot x^2 + b \cdot \cos(x)}, & \text{если } x > 2, \end{cases}$ $a = 1,5 \quad x \in [1;3]$ $b = 0,4 \quad \Delta x = 0,2$
$9. y = \begin{cases} a \cdot \lg(x) + \sqrt[3]{ x }, & \text{если } x < 1, \\ 2 \cdot a \cdot \cos(x), & \text{если } 1 \leq x \leq 1,4, \\ x^2, & \text{если } x > 1,4 \end{cases}$ $a = 0,9 \quad x \in [0,8;2]$ $\Delta x = 0,1$	$10. y = \begin{cases} \frac{a+b}{e^x + \cos(x)}, & \text{если } x < 3, \\ e^x + \sin(x), & \text{если } x > 6, \\ \frac{a+b}{x+1}, & \text{если } 3 \leq x \leq 6, \end{cases}$ $a = 2,6 \quad x \in [0;7]$ $b = -0,39 \quad \Delta x = 0,5$

### Методические указания к выполнению задания

Таблица функции состоит из заголовка и строк, содержащих значение аргумента в некоторой точке заданного диапазона, соответствующее значение функции. Поэтому сначала программируем вывод заголовка, затем в цикле вычисляем значение функции в зависимости от значения аргумента и выводим текущую строку таблицы функции.

**Пример.** Разработать алгоритм табулирования функции:

$$y = \begin{cases} x \cdot \sqrt[3]{x-a}, & \text{если } x < 3,2, \\ x \cdot \sin(a \cdot x), & \text{если } 3,2 \leq x \leq 4, \\ e^{-ax} + \cos(a \cdot x), & \text{если } x > 4, \end{cases}$$

$$a = 2,5 \quad x \in [3;5]$$

$$\Delta x = 0,2$$

Блок-схема алгоритма решения задачи табулирования функции приведена на рис. 1.

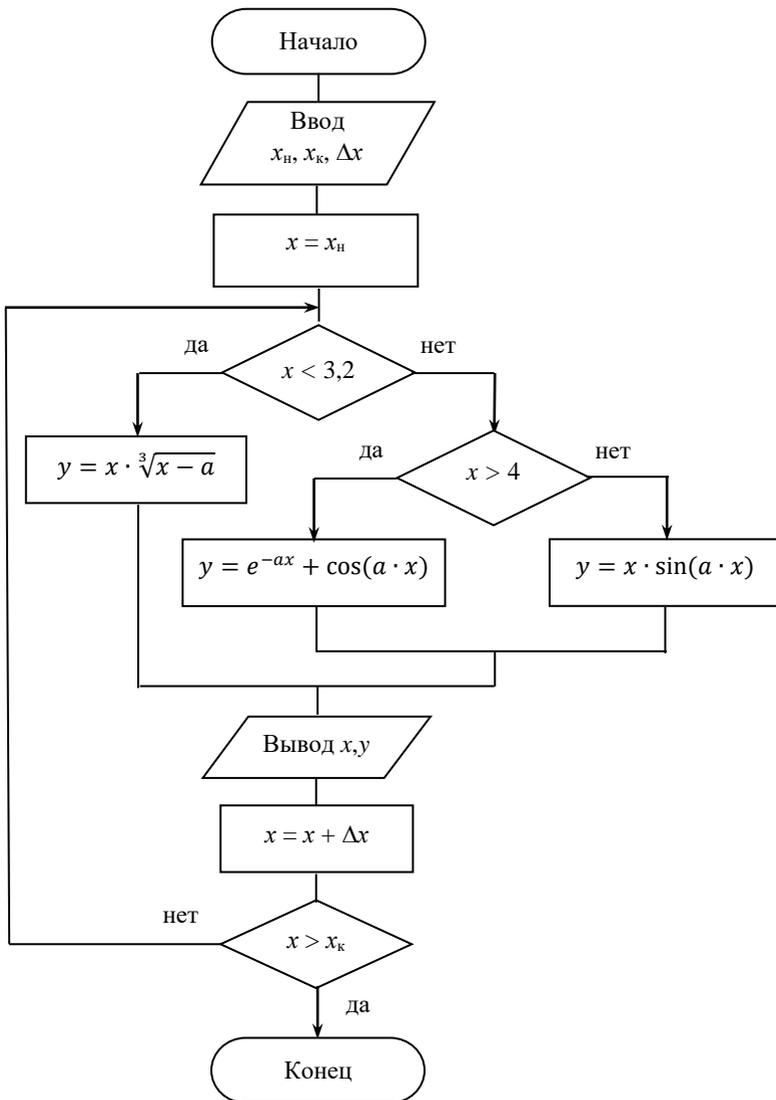


Рис. 1. Блок-схема алгоритма решения задачи табулирования функции

Список переменных:

$a$  – коэффициент функции;

$x_0$ ,  $x_k$  – начальное и конечное значения диапазона изменения аргумента;

$dx$  – шаг изменения аргумента;

$y$  – значение функции в точке  $x$ .

Текст программы, реализующей указанный алгоритм на языке программирования PascalABC.NET:

```
program z1;
var  a, x, y, x0, xk, dx : real;
begin
    write ('Введите a, x0, xk, dx');
    readln (a, x0, xk, dx); //Ввод исходных данных
    writeln ('Таблица функции y(x)');
    writeln ('x', '          ', y(x) ');
    x:=x0;
    repeat //Вычисление значений функции
        if      x<3.2 then y:=x*power(x-a,1/3)
        else if x>4   then y:=exp(-a*x)+cos(a*x)
        else          y:=x*sin(a*x);
        writeln (x:8:3, '      ', y:8:3);
        x:=x+dx;
    until  x>xk;
end.
```

С помощью оператора вывода:

```
writeln (x:8:3, '      ', y:8:3);
```

осуществляется форматный вывод на экран значений  $x$  и  $y$ . Под каждое из этих значений выделяется по восемь позиций, три из них – под дробную часть.

Текст программы, реализующей указанный алгоритм на языке программирования Python:

```
#!/usr/bin/env python3

import math

# Ввод исходных данных
a = float(input("Введите a: "))
x0 = float(input("Введите x0: "))
xk = float(input("Введите xk: "))
dx = float(input("Введите dx: "))

print("Таблица функции y(x)");
print("x", "\t", "y(x)")
x = x0
while x <= xk:
    # Вычисление значений функции
    if x < 3.2:
        y = x * math.pow(x-a,1/3)
    elif x > 4:
        y = math.exp(-a*x)+math.cos(a*x)
    else:
        y = x*math.sin(a*x)

    print(x, "\t", y)
    x += dx
```

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Программирование вычисления суммы и произведения

**Задание.** Вычислить сумму и произведение членов ряда по приведенным ниже формулам.

Варианты заданий:

<p>1. <math display="block">\sum_{i=1}^7 \frac{(-1)^{i+1}}{i(i+1)(i+2)}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^7 \frac{(-1)^{j+1}}{j(j+1)}</math></p>	<p>2. <math display="block">\sum_{i=1}^{10} \frac{1}{4^i + 5^{i+2}}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^{12} \frac{j^2}{j^2 + 2 \cdot j + 3}</math></p>
<p>3. <math display="block">\sum_{i=1}^8 \frac{x + \cos(i \cdot x)}{2^i}; x = 0,6</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^6 \frac{j+1}{j+2}</math></p>	<p>4. <math display="block">\sum_{i=1}^6 \frac{(-1)^i}{(2 \cdot i + 1)i}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^5 \left( \frac{j}{j+1} - \cos^j  x  \right); x = 0,3</math></p>
<p>5. <math display="block">\sum_{i=1}^{10} \frac{i+2}{i(i+1)}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^5 \frac{j}{2^j + 3^{j+1}}</math></p>	<p>6. <math display="block">\sum_{i=1}^6 (-1)^{i+1} \frac{x^{2 \cdot i+1}}{4 \cdot i^2 + 1}; x = 0,15</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^4 \left( \frac{(-1)^j}{(2 \cdot j + 1)j} + 1 \right)</math></p>
<p>7. <math display="block">\sum_{i=1}^5 \frac{i^2}{i^2 + 3 \cdot i + 5}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^4 \frac{5^j}{3^j + 2^{j+2}}</math></p>	<p>8. <math display="block">\sum_{i=1}^4 \frac{(x-1)^{2 \cdot i+1}}{(2 \cdot i + 1)(x+1)^{2 \cdot i+1}}; x = 3</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^8 \frac{j+3}{j+5}</math></p>
<p>9. <math display="block">\sum_{i=1}^6 \frac{i^i \cdot x^{2 \cdot i}}{x^{i+1}}; x = 2</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=1}^{10} \left( 2 + \frac{1}{j^2} \right)</math></p>	<p>10. <math display="block">\sum_{i=1}^6 \frac{(-1)^{i+1}}{i(i+1)}</math></p> <p><math display="block">\prod_{j=2}^8 \left( 1 - \frac{1}{j^2} \right)^2</math></p>

## Методические указания к выполнению задания

Если необходимо вычислить, например, сумму членов ряда, то целесообразно организовать цикл, в котором не только вычисляются текущие значения членов ряда, но и накапливается их сумма путем прибавления полученного слагаемого к сумме предыдущих. Формула для вычисления суммы имеет следующий вид:

$$S_i = S_{i-1} + y_i.$$

При первом выполнении цикла вычисляется значение

$$S_1 = S_0 + y_1,$$

которое должно быть равно  $y_1$ . Поэтому перед циклом начальному значению суммы следует присвоить значение ноль, то есть  $S_0 = 0$ .

Аналогично вычисляется и произведение, с той лишь разницей, что для его накопления используется формула

$$P_j = P_{j-1} \cdot y_j,$$

а начальное значение произведения должно быть равно единице, то есть  $P_0 = 1$ .

**Пример.** Вычислить сумму и произведение по приведенным ниже формулам:

$$\sum_{i=1}^4 \frac{(x-1)^{2i+1}}{(2 \cdot i + 1)(x+1)^{2i+1}}, x = 3;$$
$$\prod_{j=1}^8 \frac{j+1}{j+5}.$$

Блок-схемы алгоритмов вычисления суммы и произведения представлены на рис. 2, 3 соответственно. Так как результат решения представляет собой одно число, то оператор вывода результата стоит за циклом, и вычисленные значения суммы и произведения выводятся один раз.

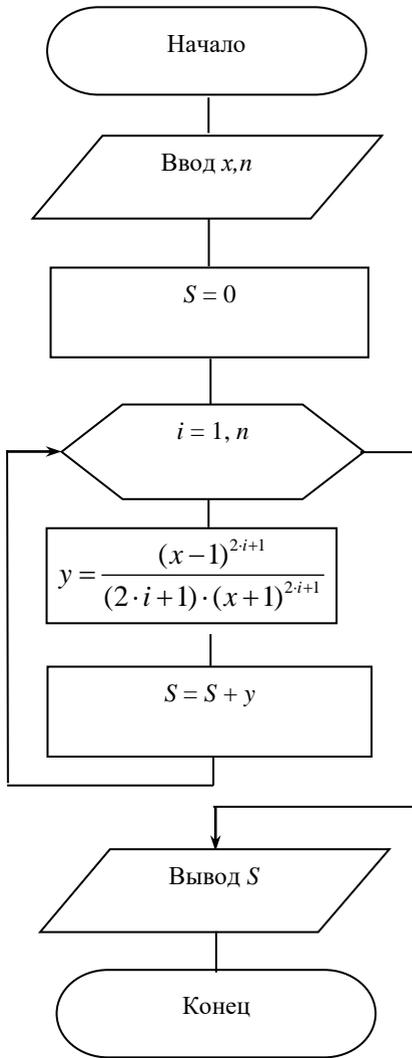


Рис. 2. Блок-схема алгоритма вычисления суммы членов ряда (циклический алгоритм)

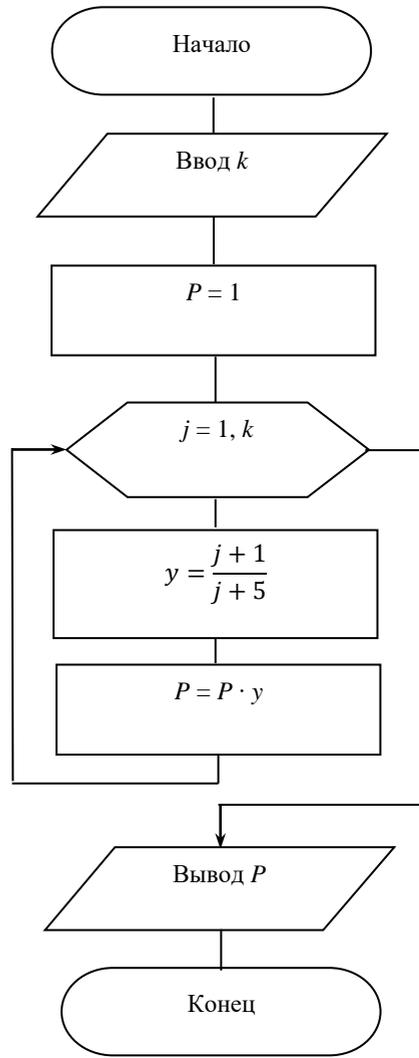


Рис. 3. Блок-схема алгоритма вычисления произведения членов ряда (циклический алгоритм)

Список переменных:

$x$  – коэффициент в формуле вычисления суммы;

$n$ ,  $k$  – количество членов ряда для вычисления суммы и произведения соответственно;

$y$  – значения членов ряда для вычисления суммы и произведения по заданным формулам;

$S$ ,  $P$  – значения суммы и произведения соответственно.

Текст программы, реализующей указанные алгоритмы вычисления суммы и произведения, на языке программирования PascalABC.NET:

```
program z2;
var   x, y, S, P: real;
      i, j, n, k: integer;
begin
    write ('Введите x'); //Ввод исходных данных
    readln (x);
    write ('Введите n,k');
    readln (n,k);
    S:=0; //Вычисление суммы
    for i:=1 to n do
    begin
        y:=power(x-1,2*i+1)/((2*i+1)*power(x+1,2*i+1));
        S:=S+y;
    end;
    writeln ('Сумма=', S);
    P:=1; //Вычисление произведения
    for j:=1 to k do
    begin
        y:=(j+1)/(j+5);
        P:=P*y;
    end;
    writeln ('Произведение=', P);
end.
```

Текст программы, реализующей указанные алгоритмы вычисления суммы и произведения, на языке программирования Python:

```
#!/usr/bin/env python3

import math

# Ввод исходных данных
x = float(input("Введите x: "))
n = int(input("Введите n: "))
k = int(input("Введите k: "))

# Вычисление суммы
S = 0
for i in range(1, n+1):
    y = math.pow(x-
1,2*i+1)/((2*i+1)*math.pow(x+1,2*i+1))
    S = S + y
print("Сумма=", S)

# Вычисление произведения
P = 1
for j in range(1, k+1):
    y = (j+1)/(j+5)
    P = P*y
print("Произведение=", P)
```

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### Программирование алгоритмов итерационной циклической структуры (вычисления с некоторой точностью)

**Циклические алгоритмы с неизвестным числом повторений.** Циклические процессы, в которых заранее неизвестно число повторений, а проверка выхода из цикла ведется по достижении требуемой точности, называются *итерационными*. Большинство численных (приближенных) методов решения многих математических задач являются итерационными: вычисления проводятся до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность, при этом заранее не известно, сколько необходимо для этого совершить циклических операций. Аналогичная задача возникает при вычислении сумм рядов с бесконечным числом слагаемых.

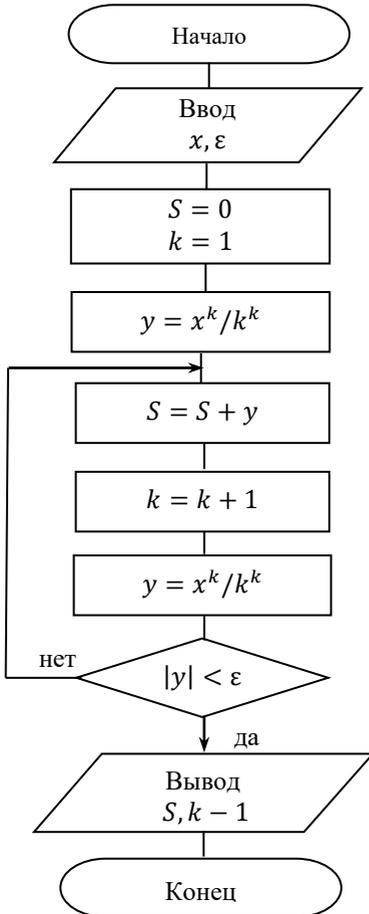
**Задание.** Дано действительное число  $x \neq 0$ . Вычислить сумму членов сходящегося ряда с заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ .

Варианты заданий:

1. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{x^3 \cdot k^2}$	2. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{x^2 + k^3}$
3. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^2}{k^{3/2}}$	4. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{ x } + k^2}$
5. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sqrt{ x }}{k^3}$	6. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{x}{k^3 + k \cdot \sqrt{ x } + 1}$
7. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot (k+1) \cdot x^k}{3^k}$	8. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot x^k}{(k+1)^2}$
9. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot x^{2k}}{k \cdot (k+1) \cdot (k+2)}$	10. $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^{2k} \cdot \sin(x^k)}{k^2}$

## Методические указания к выполнению задания

**Пример.** Вычислить сумму членов сходящегося ряда  $S = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^k}{k^k}$ ,  $x=1,1$  с заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ .



Вычисление суммы прекращается, если очередной член ряда  $y_k$  становится меньше заданной точности  $\varepsilon$ , то есть выполнится условие  $\left| \frac{x^k}{k^k} \right| < \varepsilon$ .

Блок-схема алгоритма решения этой задачи представлена на рис. 4. Блок вывода результата содержит также переменную  $k$  – количество членов ряда, вошедших в сумму.

Рис. 4. Блок-схема итерационного алгоритма вычисления суммы сходящегося ряда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Работа с графическими библиотеками (модулем GraphABC)

**Задание.** Написать программу для вывода графика заданной функции  $y = f(x)$  на отрезке  $[x_n, x_k]$  в графическом режиме ( $n$  – количество точек на заданном отрезке для построения графика функции).

Варианты заданий:

Номер варианта	$f(x)$	$x_n$	$x_k$	$n$
1	$\sin x$	$-\pi/2$	$\pi/2$	30
2	$\cos x$	0	$3 \cdot \pi/2$	40
3	$ \sin x  +  \cos x $	0	$\pi$	40
4	$ \sin x  -  \cos x $	0	$\pi$	40
5	$2 \cdot \cos x + 3 \cdot \sin x$	$-\pi$	$\pi$	50
6	$\sin x + \cos(2 \cdot x)$	$-\pi$	$\pi$	50
7	$2 - \cos x$	0	$3 \cdot \pi/2$	40
8	$\sqrt{x^2 + 2}$	3	5	40
9	$2 \cdot \sin(2 \cdot x) + 1$	$-\pi/2$	$\pi/2$	50
10	$\sin x + \cos x - 1$	$-\pi$	$\pi$	40

### Методические указания к выполнению задания

Модуль GraphABC представляет собой простую графическую библиотеку и предназначен для создания графических и анимационных программ. Рисование осуществляется в специальном *графическом окне*.

В модуле GraphABC определен ряд констант, типов, процедур, функций и классов для рисования в графическом окне. Они подразделяются на следующие группы:

- графические примитивы;
- функции для работы с цветом;
- цветовые константы;
- действия с пером: процедуры и функции;
- действия с кистью: процедуры и функции;
- стили штриховки кисти;
- действия со шрифтом: процедуры и функции;
- стили шрифта.

Графические примитивы представляют собой процедуры, осуществляющие рисование в графическом окне. Рисование осуществляется текущим пером (линии), текущей кистью (заливка замкнутых областей) и текущим шрифтом (вывод строк).

Некоторые процедуры модуля GraphABC, с помощью которых осуществляется рисование графических примитивов:

`procedure SetPixel(x, y:integer; c:Color);` – закрашивает пиксел с координатами  $(x, y)$  цветом  $c$ ;

`procedure PutPixel(x, y:integer; c:Color);` – закрашивает пиксел с координатами  $(x, y)$  цветом  $c$ ;

`function GetPixel(x, y:integer): Color;` – возвращает цвет пиксела с координатами  $(x, y)$ ;

`procedure MoveTo(x, y:integer);` – устанавливает текущую позицию рисования в точку  $(x, y)$ ;

`procedure LineTo(x, y:integer);` – рисует отрезок от текущей позиции до точки  $(x, y)$ . Текущая позиция переносится в точку  $(x, y)$ ;

`procedure LineTo(x, y:integer; c:Color);` – рисует отрезок от текущей позиции до точки  $(x, y)$  цветом  $c$ . Текущая позиция переносится в точку  $(x, y)$ ;

`procedure Line(x1, y1, x2, y2:integer);` – рисует отрезок от точки  $(x1, y1)$  до точки  $(x2, y2)$ ;

`procedure Line(x1, y1, x2, y2:integer; c:Color);` – рисует отрезок от точки  $(x1, y1)$  до точки  $(x2, y2)$  цветом  $c$ ;

`procedure DrawCircle(x, y, r:integer);` – рисует окружность с центром  $(x,y)$  и радиусом  $r$ ;

`procedure DrawRectangle(x1, y1, x2, y2:integer);` – рисует границу прямоугольника, заданного координатами противоположных вершин  $(x1,y1)$  и  $(x2,y2)$ ;

`procedure Circle(x, y, r:integer);` – рисует заполненную окружность с центром  $(x,y)$  и радиусом  $r$ ;

`procedure Rectangle(x1, y1, x2, y2:integer);` – рисует заполненный прямоугольник, заданный координатами противоположных вершин  $(x1,y1)$  и  $(x2,y2)$ ;

`procedure TextOut(x, y:integer; s:string);` – выводит строку  $s$  в прямоугольник с координатами левого верхнего угла  $(x,y)$ ;

`procedure TextOut(x, y:integer; n:integer);` – выводит целое  $n$  в прямоугольник с координатами левого верхнего угла  $(x,y)$ ;

`procedure TextOut(x, y:integer; r:real);` – выводит вещественное  $r$  в прямоугольник с координатами левого верхнего угла  $(x,y)$ .

**Пример.** Написать программу для вывода графика функции  $y = \sin \sqrt{2}x + \cos x$  на отрезке  $[0, \pi]$  в графическом режиме, количество точек на заданном отрезке для построения графика функции равно 50.

Для построения графика функции сначала необходимо вычислить значения функции в каждой точке заданного отрезка и полученные значения отобразить в осях координат с помощью процедур графической библиотеки языка программирования. График функции должен быть построен в осях координат с соответствующими подписями.

Блок-схема алгоритма решения этой задачи представлена на рис. 5.



Рис. 5. Блок-схема алгоритма построения графика функции

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Алгоритм и его свойства. Графический способ представления алгоритма.
2. Основные структуры алгоритмов.
3. Циклические алгоритмы с неизвестным числом повторений.
4. Алфавит, синтаксис и семантика языка программирования.
5. Программирование на языке PascalABC.NET: идентификаторы, типы данных, стандартные функции.
6. Структура программы на языке PascalABC.NET.
7. Программирование на языке PascalABC.NET: операторы ввода/вывода, оператор присваивания.
8. Программирование на языке PascalABC.NET: условный оператор, операторы цикла.
9. Реализация алгоритмов линейной, разветвляющейся и циклической структуры на языке программирования.
10. Модуль GraphABC – назначение, возможности, процедуры и функции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с.
2. Шапова И.Н., Шапов В.А. Информатика: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 154 с.
3. Осипов А.В. PascalABC.NET: Введение в современное программирование. – Ростов-на-Дону, 2019. – 572 с.
4. PascalABC.NET. Современное программирование на языке Pascal [Электронный ресурс]. – URL: <https://pascalabc.net/> (дата обращения: 01.09.2024).
5. Welcome to Python.org [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 01.09.2024).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

Кафедра горной электромеханики

**Отчет**  
**по лабораторным работам**  
**по дисциплине «...»**  
**по теме «Разработка алгоритмов и программ**  
**решения вычислительных задач»**  
**Вариант № \_\_\_\_**

Выполнил: студент группы ЭАГП-24-1с  
Иванов И.И.

Проверила: доцент кафедры ГЭМ  
Щапова И.Н.

Пермь 2024

Учебное издание

**Щапова** Ирина Николаевна,  
**Щапов** Владислав Алексеевич

# **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММ РЕШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

*Методические рекомендации*

---

Подписано в печать 25.09.2024. Формат 90×60/16.  
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 43 экз. Заказ № 172

---

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33

Отпечатано в типографии Издательства Пермского национального  
исследовательского политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33