



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»
(национальный исследовательский университет)**

**ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА**

**ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)**

О т ч е т

**по домашнему заданию № 1
варианта №7**

Название лабораторной работы:

Вычисления. Погрешности вычислений

Программирование разветвляющегося вычислительного процесса

Программирование циклического процесса. Типы циклов

Дисциплина:

Основы программирования

Студент гр. ИУ6-12

(Подпись, дата)

Векшин Роман

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Черноусова Татьяна Геннадьевна

(И.О. Фамилия)

Часть 1

Задание 1

1. Создайте новый проект в отдельной папке и введите программу, представленную ниже, заменив выражения в фигурных скобках соответствующими операторами.

```
program example2;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
Var
  y:real;
begin
  WriteLn('До преобразований y=',y:20:16);
  {y=1}
  { y= y/60000}
  y:= exp(y);           {y = ex}
  y:= sqrt(y);          {Квадратный корень}
  { y = y / 14}
  { y = 14y}
  Y:= sqr(y)             {Y = y2}
  { y = ln y}
  { y = 6000y}
  WriteLn('После преобразований =', y:20:16);
end.
```

2. Выполните оценку абсолютной и относительной погрешности представления числа 1 и вычислений над числами типа **real**. К каким типам относятся данные погрешности?
3. Текст программы и результаты занесите в отчет.

Задание 2

Из математики известно, что $\text{ch}^2 x - \text{sh}^2 x = 1$, где $\text{ch} x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$, $\text{sh} x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$.

1. Разработайте программу, которая вычисляет левую часть этого равенства.

Указание. Программа должна реализовывать следующую последовательность вычислений: $y_1 = \text{sh } x$, $y_2 = \text{ch } x$, $y = y_2^2 - y_1^2$, где x , y , y_1 , y_2 – переменные типа **real**.

Полученные значения y_1 , y_2 и y вывести на экран, указав ширину поля вывода не менее 20 и количество дробных цифр не менее 16.

2. Текст программы и ее результаты занесите в отчет.

3. Последовательно вводя указанные значения аргумента и рассчитывая погрешности вычислений, заполните таблицу.

x	y1	y2	y	^	≅
8,25					
8,32					
8,45					
8,55					
8,65					
8,75					

4. Поясните полученный результат и объяснения включите в отчет.

5. Измените в программе типы переменных на **double**. Объясните полученный результат. Типы каких переменных реально влияют на точность результата и почему?

Задание 3

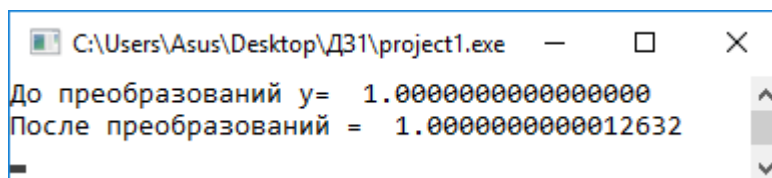
Разработайте программу, которая проверяет равенство $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$. Убедитесь, что погрешность достаточно мала. Поясните полученный результат.

Решение задания 1

Программа для среды Turbo Delphi

```
program project1;  
{$APPTYPE CONSOLE}  
Uses SysUtils;  
var  
    y: real;  
begin  
    y := 1;  
    writeln(UTF8toANSI('До преобразований y='), y: 20: 16);  
    y := y / 6000;  
    y := exp(y);           {y = e^x}  
    y := sqrt(y);          {Квадратный корень}  
    y := y / 14;  
    y := 14 * y;  
    y := sqr(y);           {Y = y^2}  
    y := ln(y);  
    y := 6000 * y;  
    writeln(UTF8toANSI('После преобразований ='), y: 20: 16);  
    readln();  
end.
```

Результат работы



Абсолютная погрешность: 0,0000000000012632

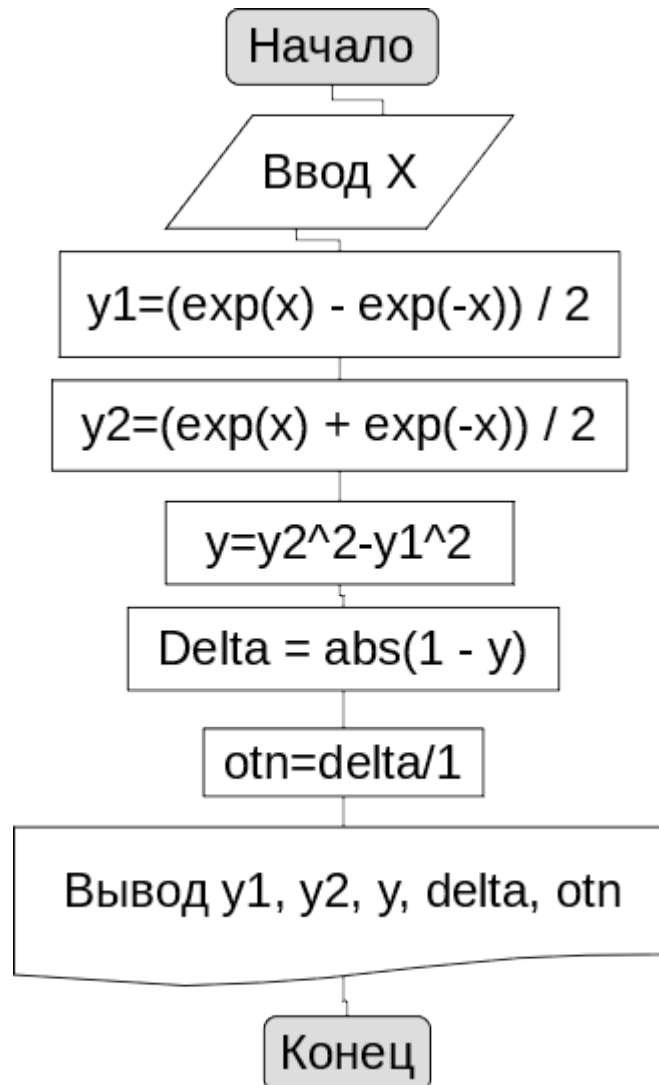
Относительная погрешность: 0,0000000000012632

Данные погрешности относятся к погрешностям округления данных вещественного типа.

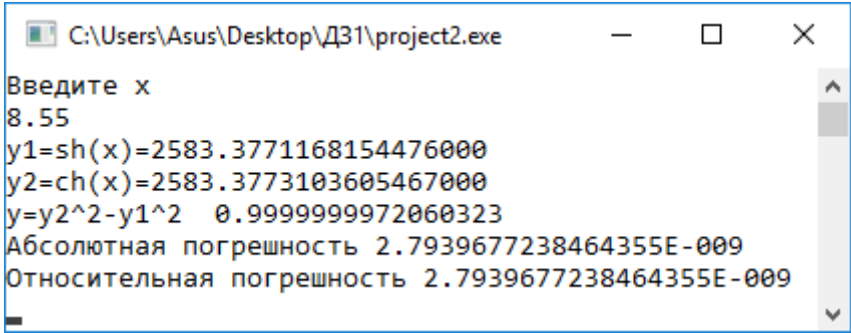
Решение задания 2

1) Программа для среды Turbo Delphi

```
program project2;  
{$APPTYPE CONSOLE}  
uses  
    SysUtils;  
  
var  
    x, y1, y2, y, delta, otn: real;  
begin  
    writeln(UTF8toANSI('Введите x'));  
    readln(x);  
    y1 := (exp(x) - exp(-x)) / 2;  
    y2 := (exp(x) + exp(-x)) / 2;  
    y := sqr(y2) - sqr(y1);  
    delta := abs(1 - y);  
    otn := delta / 1;  
    writeln(UTF8toANSI('y1=sh(x)'), y1: 20: 16);  
    writeln(UTF8toANSI('y2=ch(x)'), y2: 20: 16);  
    writeln(UTF8toANSI('y=y2^2-y1^2'), y: 20: 16);  
    writeln(UTF8toANSI('Абсолютная погрешность'), delta);  
    writeln(UTF8toANSI('Относительная погрешность'), otn);  
    readln();  
end.
```



2)Пример работы программы



3)Таблица работы программы для некоторых значений x

x	y1	y2	y	E	ε
8, 25	1913.8127800906746000	1913.8130413492318000	0.9999999995343387	4.6566128730773926E-010	4.6566128730773926E-010
8, 32	2052.5798823391638000	2052.5801259350278000	0.9999999990686774	9.3132257461547852E-010	9.3132257461547852E-010
8, 45	2337.5362608056844000	2337.5364747060999000	1.0000000009313226	9.3132257461547852E-010	9.3132257461547852E-010
8, 55	2583.3771168154476000	2583.3773103605467000	0.9999999972060323	2.7939677238464355E-009	2.7939677238464355E-009
8, 65	2855.0732793133302000	2855.0734544401785000	1.0000000009313226	9.3132257461547852E-010	9.3132257461547852E-010
8, 75	3155.3439748138489000	3155.3441332751745000	1.0000000037252903	3.7252902984619141E-009	3.7252902984619141E-009

^ и ε - абсолютная и относительная погрешности соответственно

4)Функции ch(x) и sh(x) быстро возрастают с увеличением x(т.к. содержат в себе показательную функцию вида e^x). Несмотря на то, что различие y1 и y2 видно уже на 2 символе дробной части, при возведении этих чисел в квадрат разрядной сетки перестаёт хватать и младшие разряды мантиссы, в которых хранятся различные значения sh(x) и ch(x), отбрасываются, в результате чего мы получаем практически равные результаты.

5)При изменении типа данных с real на double результаты не изменились, т.к. количество десятичных значащих цифр и диапазон изменения значения у типов real и double совпадают.

x	Real	Single	Extended
1	0.00000000000000000000	0.0000002384185791	0.00000000000000000000
2	0.00000000000000000001	0.0000009536743164	0.00000000000000000018
4	0.00000000000000001137	0.0000610351562500	0.00000000000000001137
8	0.00000000000000000000	0.25000000000000000000	0.00000000000000000000
16	0.00781250000000000000	1.00000000000000000000	0.00781250000000000000
32	1.00000000000000000000	1.00000000000000000000	1.00000000000000000000

Решение задания 3

Программа для среды Turbo Delphi

```
program project3;

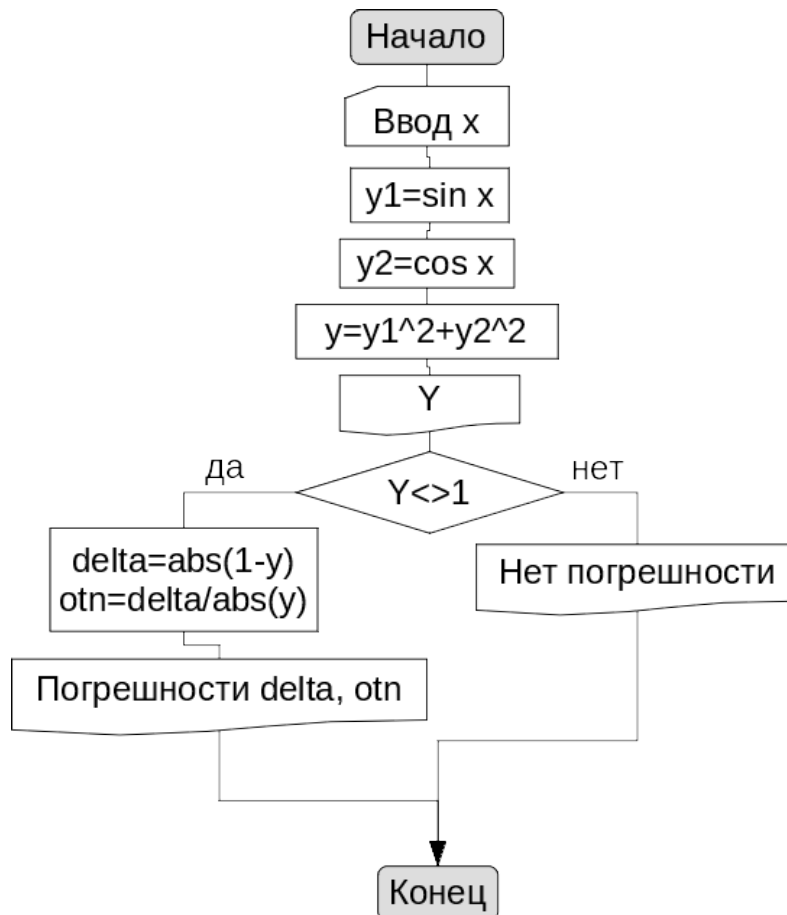
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;

var
  x, y1, y2, y, delta, otn: real;
begin
  writeln(utf8toansi('Введите x'));
```

```

readln(x);
y1 := sin(x);
y2 := cos(x);
y := sqr(y1) + sqr(y2);
writeln(utf8toansi('Значение '), y: 20: 16);
if y <> 1 then
begin
    delta := abs(1 - y);
    otn := delta / abs(y);
    writeln(utf8toansi('Абсолютная погрешность'), delta: 20: 16);
    writeln(utf8toansi('Относительная погрешность'), otn: 20: 16);
end
else
    writeln(utf8toansi('Погрешность равна нулю или незначительна'));
readln();
end.

```



X	Результат	Абсол. Погрешность	Относит. погрешность
0	1.0000000000000000	Погрешность равна нулю или незначительна	
0.5	1.0000000000000000	Погрешность равна нулю или незначительна	
15	1.0000000000000000	Погрешность равна нулю или незначительна	
85	1.0000000000000000	Погрешность равна нулю или незначительна	

Вывод

Для решения поставленной задачи была написана программа для среды Turbo Delphi. Погрешности найдено не было, так как тесты проводились в 64-разрядной операционной системе.

Часть 2. Программирование разветвляющегося вычислительного процесса

Даны действительные числа X, Y и W. Определить $\min(X, Y, W) - Y^2 - W^2$.

Программа для среды Turbo Delphi:

```
program project3;

{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;

function min(a, b, c: real): real;
begin
  if (a <= b) and (a <= c) then min := a
  else
    if (b <= a) and (b <= c) then min := b
    else
      min := c;
end;

var
  x, y, w, znach: real;

begin
  writeln('Введите x, y, w:');
  readln(x, y, w);
  znach := min(x, y, w) - sqr(y) - sqr(w);
  writeln(znach:20:16);
  readln();
end.
```

Вывод

Для решения поставленной задачи была написана программа, содержащая оператор условной передачи управления, для среды Turbo Delphi.

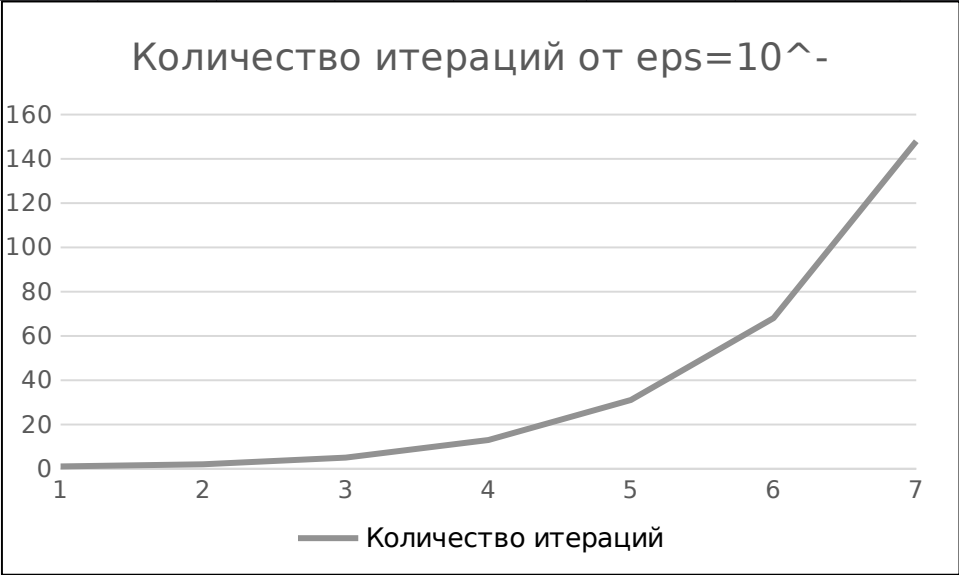
Часть 3. Программирование циклического процесса. Типы циклов.

Решить задачу, организовав итерационный цикл.

$$S = \sum_{k=1}^{\infty} 1/[k(k+1)(k+2)(k+3)]$$
 с точностью ϵ .

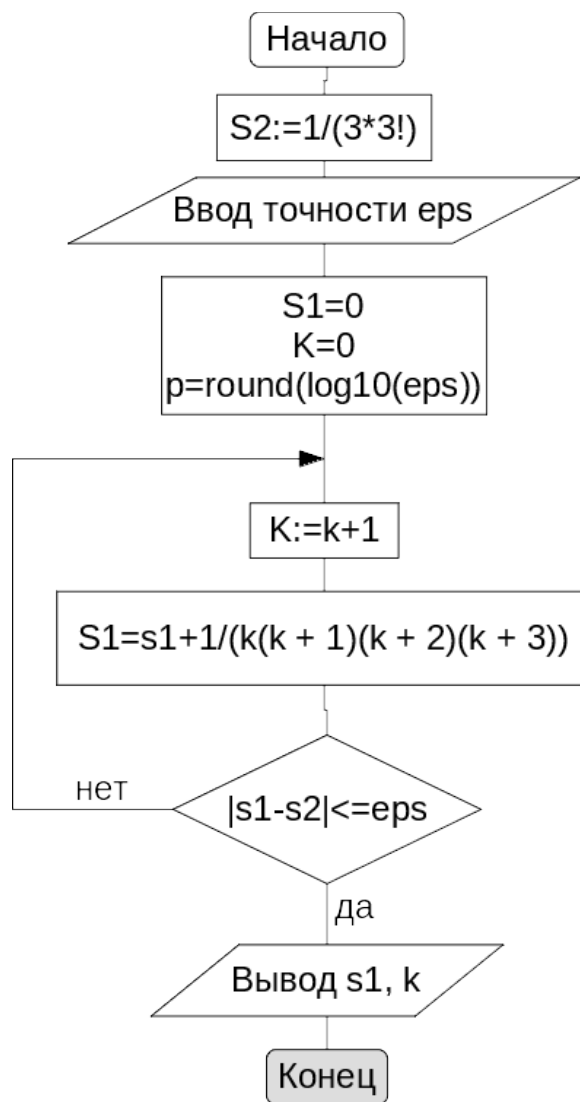
Вычислить сумму ряда $\epsilon=10^{-2}, 10^{-3}$. Проверить программу для точности $\epsilon=10^{-2}, 10^{-3}$. Определить, как изменяется число итераций при изменении точности. Для проверки правильности решения считать точным значением: $\frac{1}{3 \cdot 3!}$.

Eps	10^-1	10^-2	10^-3	10^-4	10^-5	10^-6	10^-7
Результат	0.0	0.05	0.055	0.0555	0.05555	0.055555	0.0555555
Кол-во итер.	1	2	5	13	31	68	148



Программа для среды Turbo Delphi

```
program project3;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
var
  k, p: integer;
  eps, s1, s2: real;
begin
  s2 := 1 / (3 * 1 * 2 * 3);
  writeln('Введите точность');
  readln(eps);
  s1 := 0;
  k := 0;
  p := round(log10(eps)); // расчёт количества знаков после запятой
  repeat
    k := k + 1;
    s1 := s1 + 1 / (k * (k + 1) * (k + 2) * (k + 3));
  until abs(s1 - s2) <= eps;
  writeln('Результат: ', s1:p + 1:p);
  writeln('Количество итераций: ', k);
end.
```

Вывод

Для решения поставленной задачи была написана программа, содержащая итерационный цикл, для среды Turbo Delphi. Вычислены суммы рядов для точностей 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} . Построен график зависимости количества итераций от точности расчетов.