

## Лабораторная работа № 3

### **Детерминированные вычислительные процессы с управлением по аргументу. Численное интегрирование.**

**Цель работы:** научиться реализовывать алгоритмы численного интегрирования посредством детерминированных циклических вычислительных процессов с управлением по аргументу с помощью Free Pascal.

**Оборудование:** PC, Lazarus

### **Задача № 1**

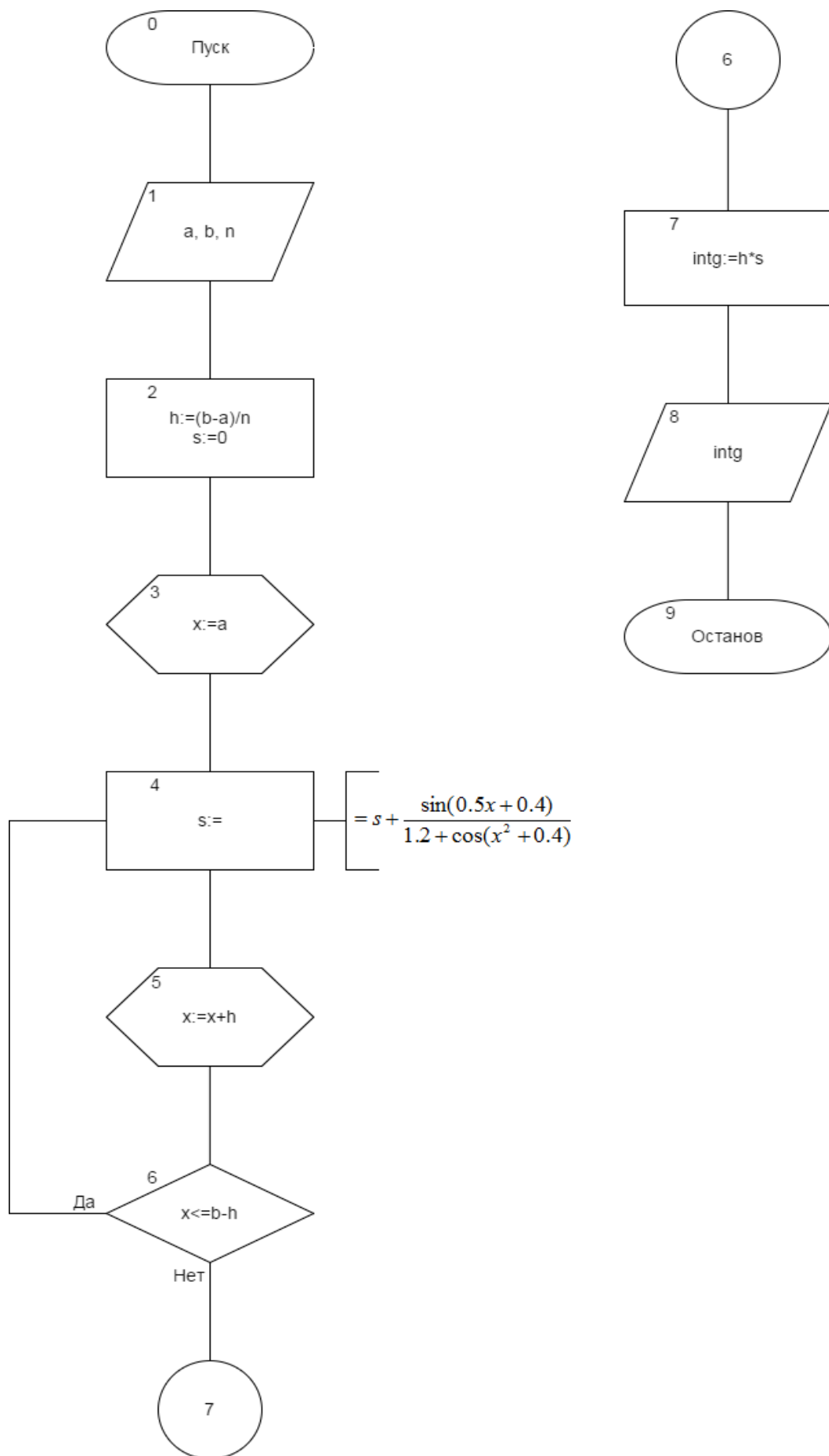
**Постановка задачи:** написать программу для вычисления определенного интеграла из индивидуального задания методом прямоугольника левых частей. Протестировать программу на определенном интеграле, вычисленным в ходе выполнения самостоятельной работы 3.

**Математическая модель:**

$$\int_{0.5}^{1.3} \frac{\sin(0.5x + 0.4)dx}{1.2 + \cos(x^2 + 0.4)} \approx h * \sum_{i=a}^{b-h} f(i);$$

$$f(i) = \frac{\sin(0.5i + 0.4)}{1.2 + \cos(i^2 + 0.4)};$$

## Блок-схема:



## **Список идентификаторов (обозначение переменных):**

*Таблица 1*

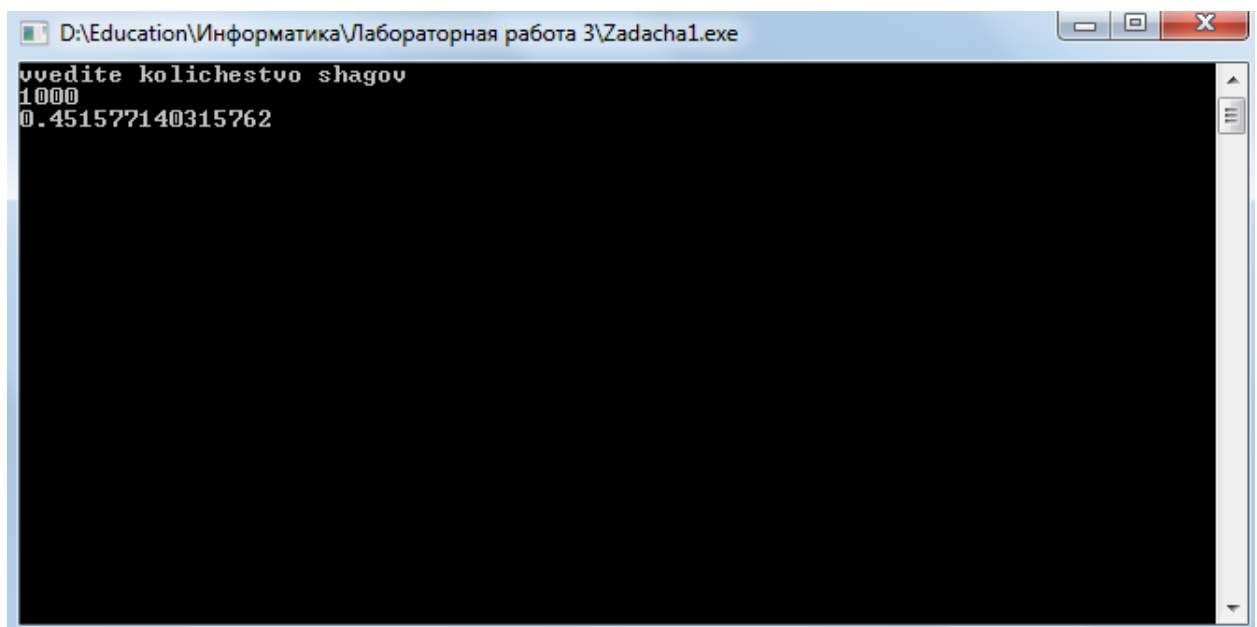
Имя	Смысл	Тип
a	real	Значение нижнего предела интегрирования
b	real	Значение верхнего предела интегрирования
n	real	Кол-во шагов
h	real	Величина шага
s	real	Сумма значений функции
x	real	Параметр цикла
intg	real	Значение интеграла

## **Код программы:**

```
program Zadacha1;  
var h,x,a,b,s, intg, n:real;  
  
begin  
    a:=0.5;  
    b:=1.3;  
  
    writeln('vvedite kolichestvo shagov');  
    readln (n);  
  
    h:= (b-a)/n;  
  
    s:=0;  
  
    x:=a;
```

```
while x<=(b-h) do
    begin
        s:= s+(sin(0.5*x+0.4)/(1.2+cos(x*x+0.4)));
        x:= x+h;
    end;
    intg:= h*s;
    writeln(intg:3:10);
    readln;
end.
```

### ***Результаты выполненной работы:***



***Анализ результатов вычисления:*** Программа вычисляет определенный интеграл методом левых частей и выводит его на экран. Чем больше количество отрезков разбиения, тем точнее результат.

## Задача №2

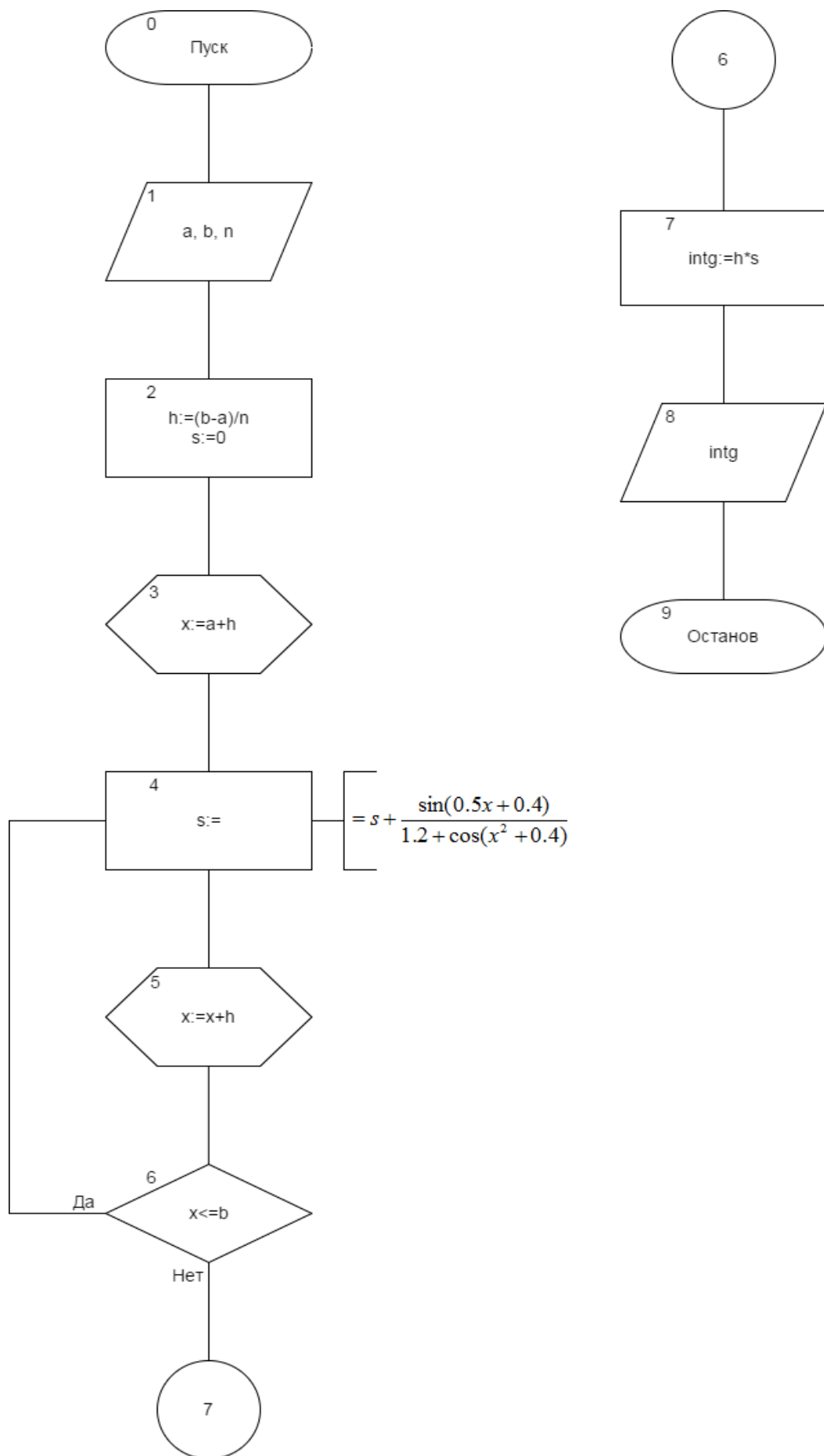
**Постановка задачи:** Написать программу для вычисления определенного интеграла из индивидуального задания методом прямоугольника левых частей. Протестировать программу на определенном интеграле, вычисленным в ходе выполнения самостоятельной работы 3..

**Математическая модель:**

$$\int_{0.5}^{1.3} \frac{\sin(0.5x + 0.4)dx}{1.2 + \cos(x^2 + 0.4)} \approx h * \sum_{i=a+h}^b f(i);$$

$$f(i) = \frac{\sin(0.5i + 0.4)}{1.2 + \cos(i^2 + 0.4)};$$

## Блок-схема:



## **Список идентификаторов (обозначение переменных):**

*Таблица 2*

Имя	Смысл	Тип
a	real	Значение нижнего предела интегрирования
b	real	Значение верхнего предела интегрирования
n	real	Кол-во шагов
h	real	Величина шага
s	real	Сумма значений функции
x	real	Параметр цикла
intg	real	Значение интеграла

## ***Код программы:***

```
program Zadacha2;

var h,x,a,b,s, intg, n:real;

begin

  a:=0.5;

  b:=1.3;

  writeln('vvedite kolichestvo shagov');

  readln (n);

  h:= (b-a)/n;

  s:=0;

  x:=a+h;

  while x<=b do

    begin

      s:= s+(sin(0.5*x+0.4)/(1.2+cos(x*x+0.4)));

      x:= x+h;

    end;

  intg:= h*s;

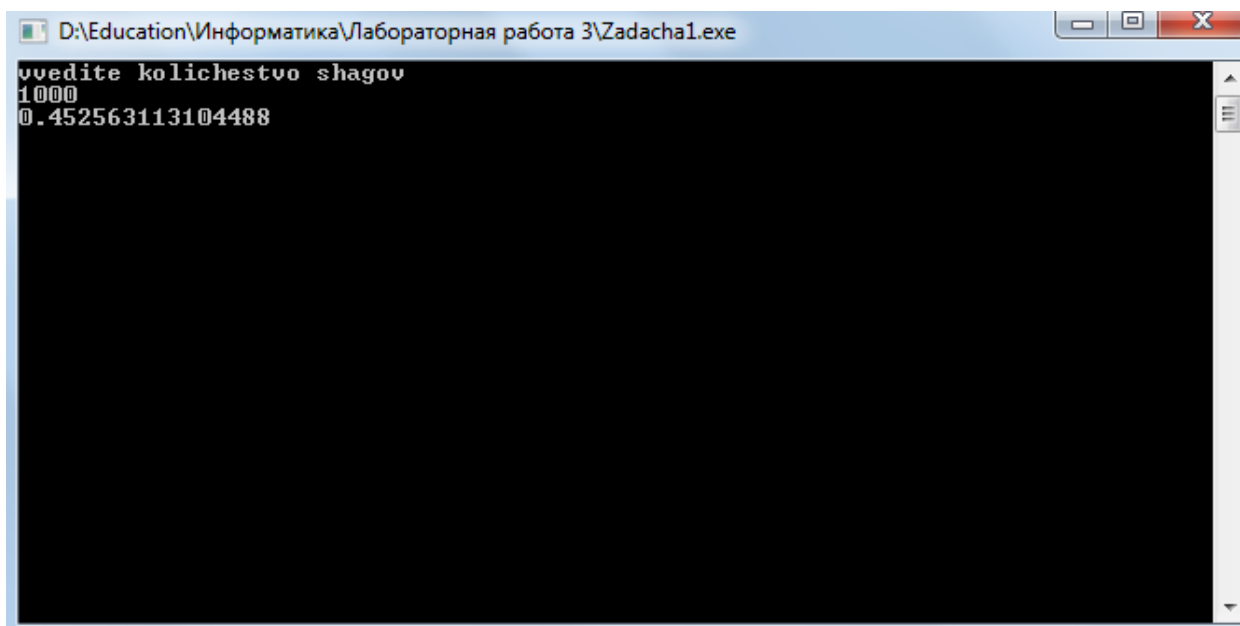
  writeln(intg:3:15);

  readln;

end.
```



## Результаты выполненной работы:



```
D:\Education\Информатика\Лабораторная работа 3\Zadacha1.exe
vvedite kolichestvo shagov
1000
0.452563113104488
```

**Анализ результатов вычисления:** Программа вычисляет определенный интеграл методом правых частей и выводит его на экран. Чем больше количество отрезков разбиения, тем точнее результат.

## Задача №3

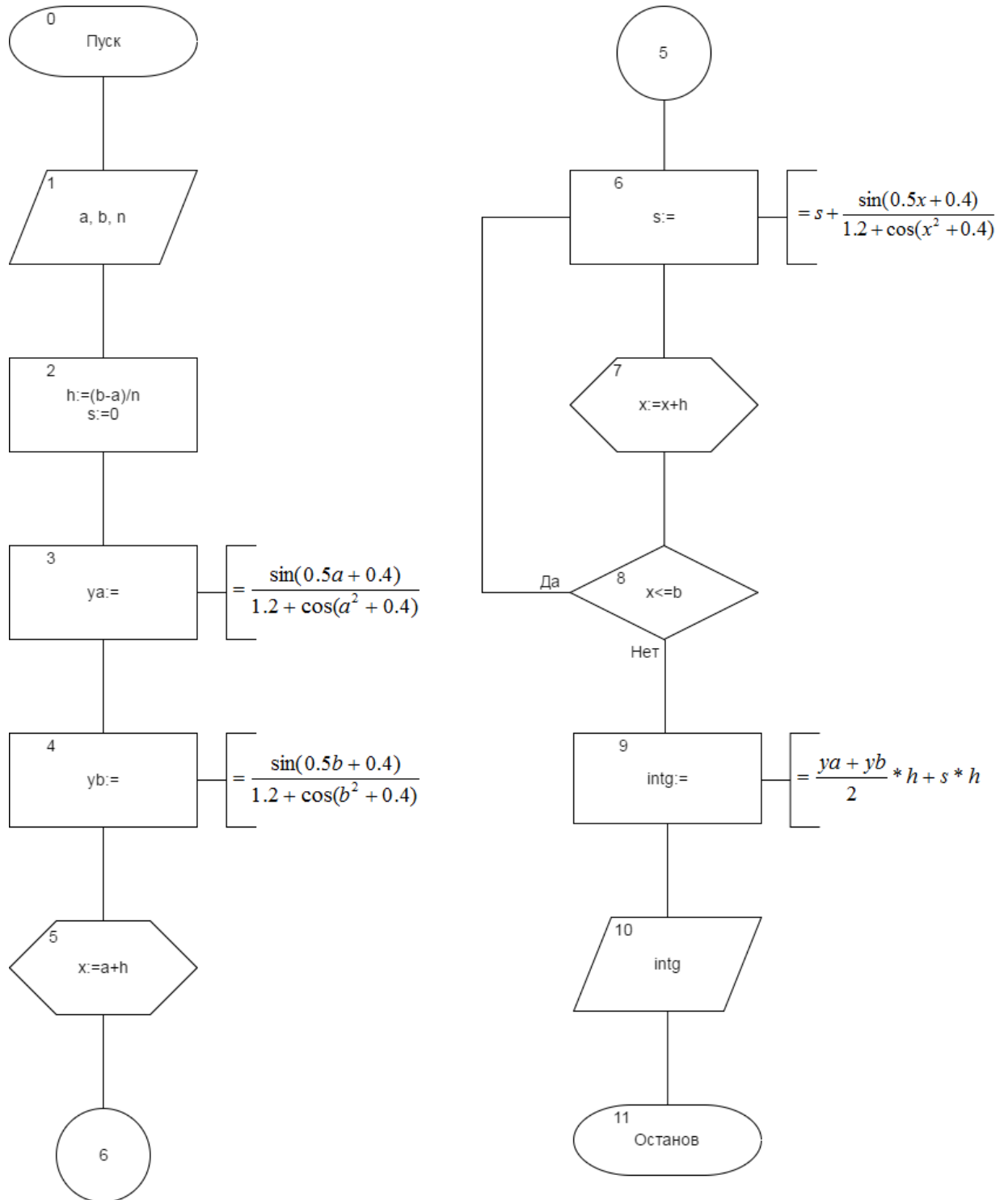
**Постановка задачи:** Написать программу для вычисления определенного интеграла из индивидуального задания методом трапеций. Протестировать программу на определенном интеграле, вычисленным в ходе выполнения самостоятельной работы.

**Математическая модель:**

$$\int_{0.5}^{1.3} \frac{\sin(0.5x + 0.4)dx}{1.2 + \cos(x^2 + 0.4)} \approx h * \left( \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=a+h}^{b-h} f(i) \right);$$

$$f(i) = \frac{\sin(0.5i + 0.4)}{1.2 + \cos(i^2 + 0.4)};$$

## Блок-схема:



**Список идентификаторов (обозначение переменных):**

*Таблица 3*

Имя	Смысл	Тип
a	real	Значение нижнего предела интегрирования
b	real	Значение верхнего предела интегрирования
n	real	Кол-во шагов
h	real	Величина шага
s	real	Сумма значений функции
x	real	Параметр цикла
intg	real	Значение интеграла
ya	real	Значение функции при аргументе равном a
yb	real	Значение функции при аргументе равном b

## ***Код программы:***

```
program Zadacha3;

var h,x,a,b,s,intg,n,ya,yb :real;

begin

  a:=0.5;

  b:=1.3;

  writeln('vvedite kolichestvo shagov');

  readln (n);

  h:= (b-a)/n;

  s:=0;

  x:=a+h;

  ya:=(sin(0.5*a+0.4)/(1.2+cos(a*a+0.4)));

  yb:=(sin(0.5*b+0.4)/(1.2+cos(b*b+0.4)));

  while x<=(b-h) do

    begin

      s:= s+(sin(0.5*x+0.4)/(1.2+cos(x*x+0.4)));

      x:= x+h;

    end;

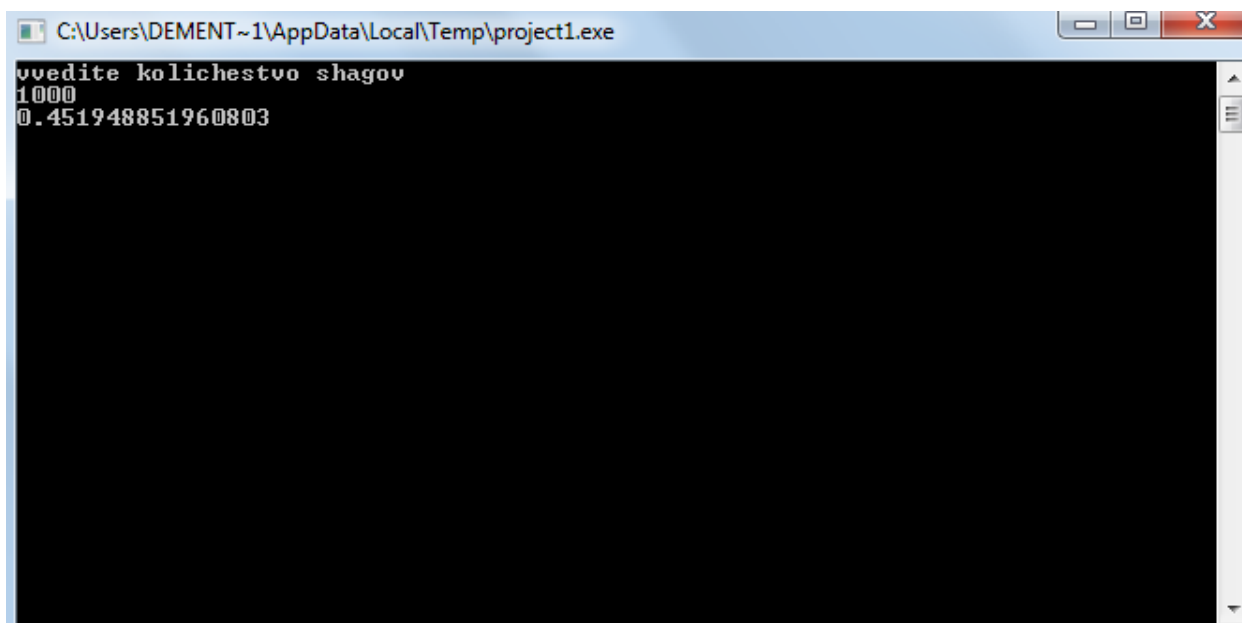
  intg:= h*(((ya+yb)/2)+s);

  writeln(intg:3:15);

  readln;

end.
```

## Результаты выполненной работы:



```
C:\Users\DEMENT~1\AppData\Local\Temp\project1.exe
vvedite kolichestvo shagov
1000
0.451948851960803
```

**Анализ результатов вычисления:** Программа вычисляет определенный интеграл методом трапеций и выводит его на экран. Чем больше количество отрезков разбиения, тем точнее результат.

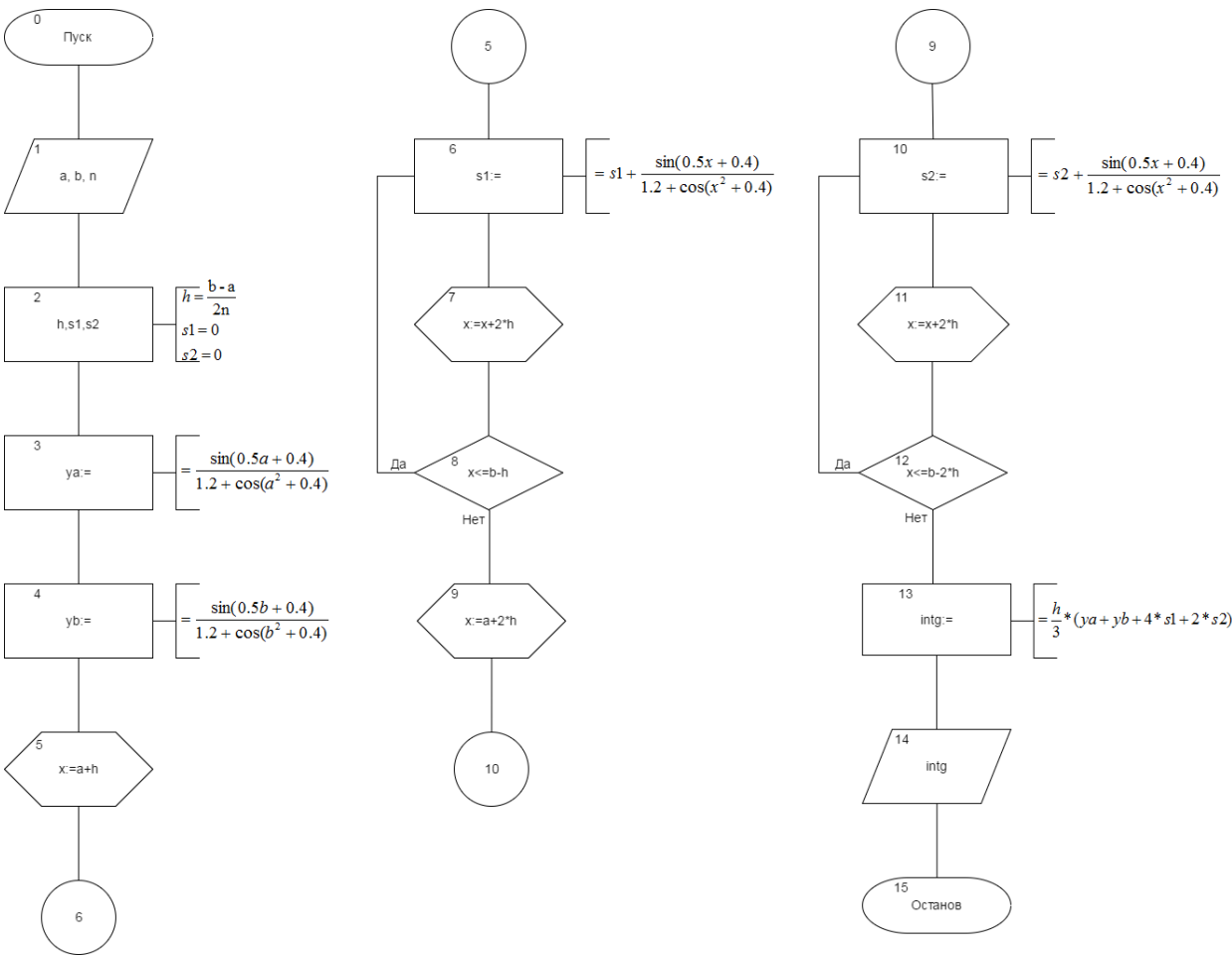
## Задача №4

**Постановка задачи:** Написать программу для вычисления определенного интеграла из индивидуального задания методом парабол. Протестировать программу на определенном интеграле, вычисленном в ходе выполнения самостоятельной работы.

**Математическая модель:**

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} (f(a) + 4 * (f(a+h) + f(a+3h) + \dots + f(b-h)) + 2 * (f(a+2h) + f(a+4h) + \dots + f(b-2h)) + f(b))$$

**Блок-схема:**



**Список идентификаторов (обозначение переменных):**

Таблица 4

Имя	Смысл	Тип
a	real	Значение нижнего предела интегрирования
b	real	Значение верхнего предела интегрирования
n	real	Кол-во шагов
h	real	Величина шага
x	real	Параметр цикла

intg	real	Значение интеграла
ya	real	Значение функции при аргументе равном a
yb	real	Значение функции при аргументе равном b
s1	real	Сумма значений функции в нечетных шагах
s2	real	Сумма значений функции в четных шагах

### ***Код программы:***

```

program Zadacha4;

var h,x,a,b,s1,s2,intg,n,ya,yb :real;

begin
  a:=0.5;

  b:=1.3;

  writeln('vvedite kolichestvo shagov');

  readln (n);

  h:= (b-a)/(2*n);

  s1:=0;

  s2:=0;

  ya:=(sin(0.5*a+0.4)/(1.2+cos(a*a+0.4)));

  yb:=(sin(0.5*b+0.4)/(1.2+cos(b*b+0.4)));

  x:=a+h;

```

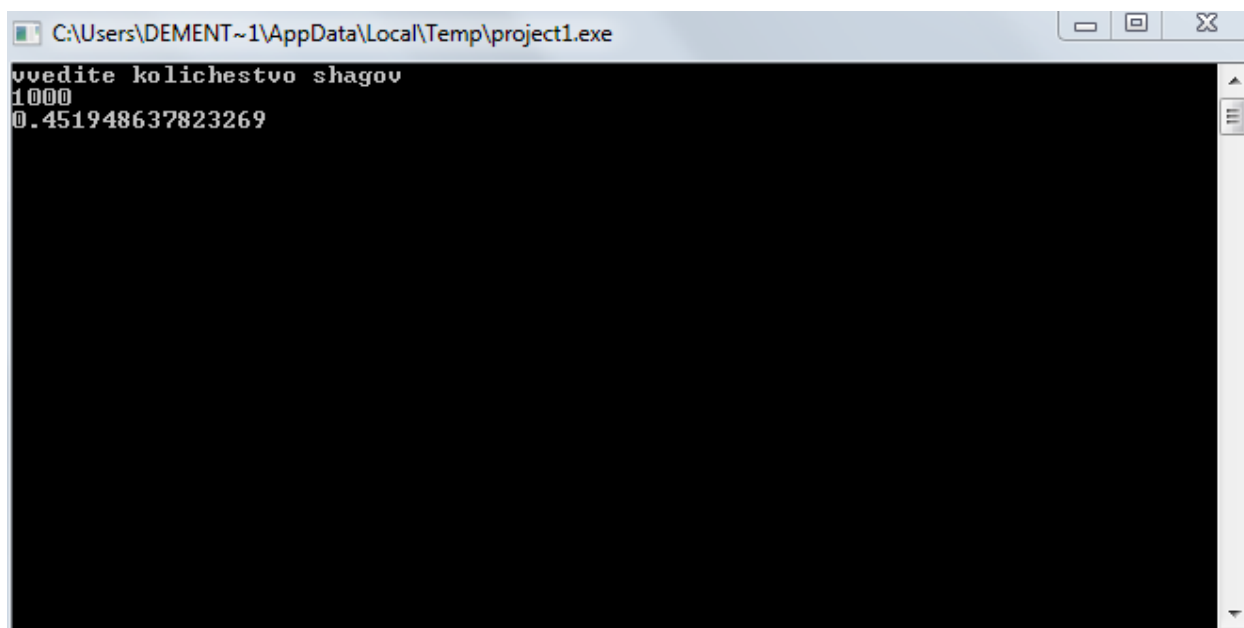
```

while x<=(b-h) do
    begin
        s1:=s1+(sin(0.5*x+0.4)/(1.2+cos(x*x+0.4)));
        x:=x+2*h;
    end;
x:=a+2*h;
while x<=(b-2*h) do
    begin
        s2:=s2+(sin(0.5*x+0.4)/(1.2+cos(x*x+0.4)));
        x:=x+2*h;
    end;
intg:= (h/3)*(ya+4*s1+2*s2+yb);
writeln(intg:3:15);
readln;
end.

```



## Результат выполненной работы:



```
C:\Users\DEMENT~1\AppData\Local\Temp\project1.exe
vvedite kolichество shagov
1000
0.451948637823269
```

**Анализ результатов вычисления:** Программа вычисляет определенный интеграл методом парабол и выводит его на экран. Чем больше количество отрезков разбиения, тем точнее результат.

## Таблица сравнений результатов

Таблица 5

N Количество разбиений	H шаг	I Метод левых частей прямоугольника	I Метод правых частей прямоугольника	I Метод трапеций	I Метод парабол
10	0,08	0.5155068634267	0.4912519135624	0.4540807490	0.451950951168
100	0,008	0.4482529342067	0.4458274392203	0.4423797770	0.442269563193
1000	0,0008	0.4525631131044	0.4523205636058	0.4519488519	0.451948637832
10000	0,00008	0.4519114688000	0.4518872138502	0.4518500702	0.451850058915

## **Вывод.**

**Вывод:** Наиболее точным способом вычисления определенного интеграла является метод Симпсона (метод парабол). Для того, чтобы повысить точность любого метода, необходимо задать большее количество отрезков разбиения.