

## Лабораторная работа №4

Детерминированные вычислительные процессы  
с управлением по аргументу.

Численное интегрирование с использованием функции пользователя.

### 2. Цель лабораторной работы:

Научиться реализовывать алгоритмы численного интегрирования посредством детерминированных циклических вычислительных процессов с управлением по аргументу с помощью FreePascal.

### 3. Используемое оборудование:

ПК, среда программирования Lazarus

### Задача 1

### 4. Постановка задачи:

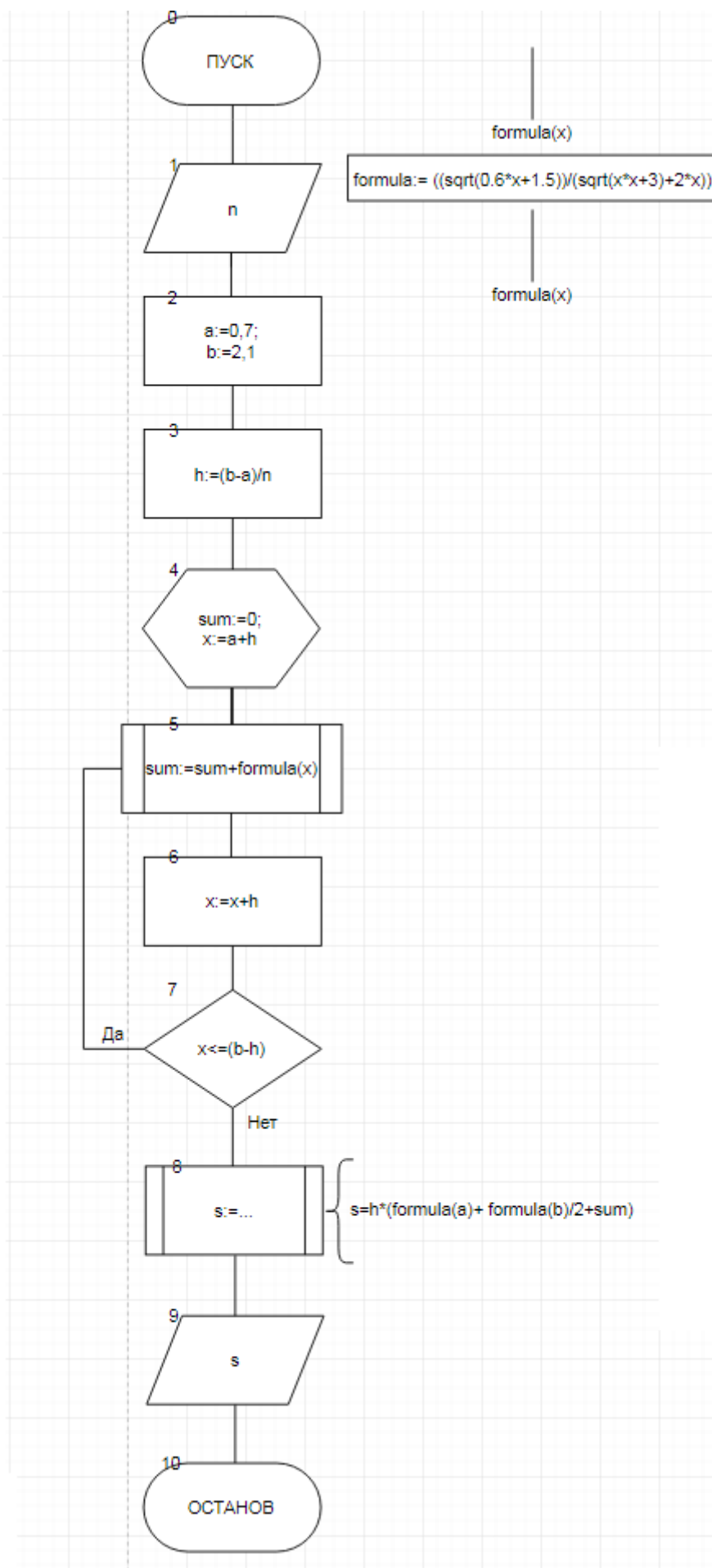
Написать программу для вычисления определенного интеграла из индивидуального задания методом трапеций с использованием пользовательской функции.

### 5. Математическая модель:

Вычислить данный интеграл методом трапеций.

$$\int_{0,7}^{2,1} \frac{\sqrt{0,6x + 1,5} dx}{2x + \sqrt{x^2 + 3}}$$

### 6. Блок схема:



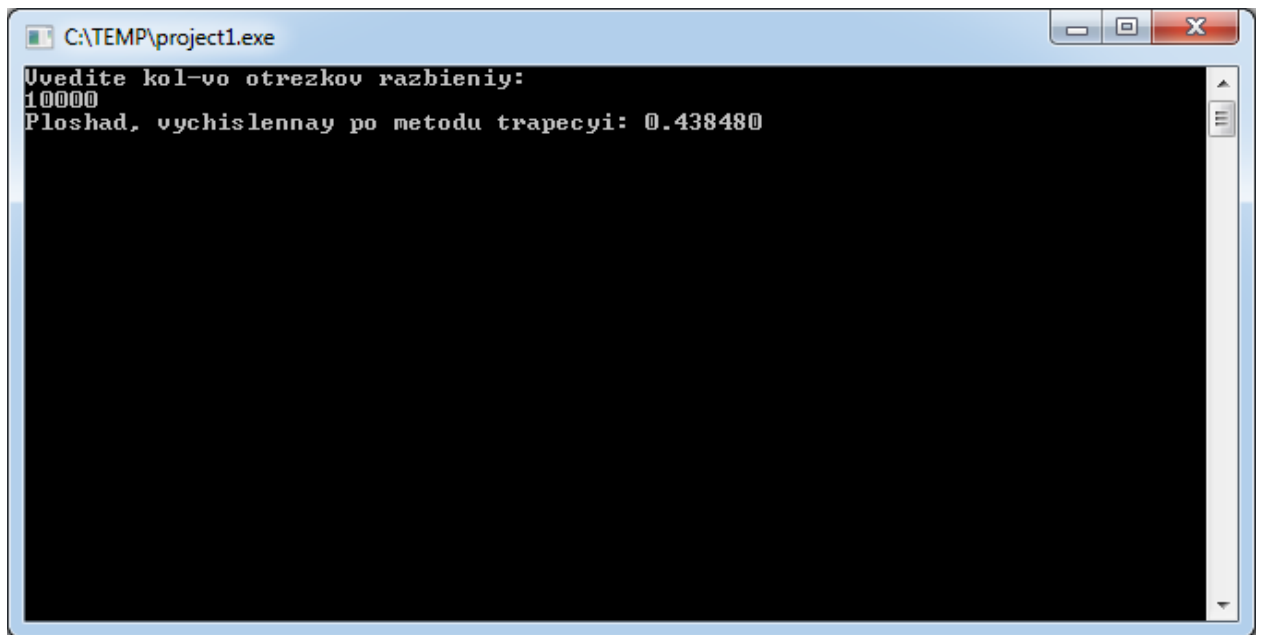
## 7. Список идентификаторов:

Имя	Смысл	Тип
n	Кол-во отрезков разбиения	integer
a	Пределы интегрирования	real
b	Пределы интегрирования	real
h	Длина каждого отрезка n	real
sum	Сумма	real
x	Параметр цикла	real
s	Площадь	real
formula(x)	Функция	real

## 8. Код программы:

```
program zadanie1;
var
a,b,n,h,sum,x,s:real;
function formula(x:real):real;
begin
formula:=((sqrt(0.6*x+1.5))/(sqrt(x*x+3)+2*x));
end;
begin
a:=0.7;
b:=2.1;
writeln('Vvedite kol-vo otrezkov razbieniy: ');
readln(n);
h:=(b-a)/n;
x:=a+h;
sum := 0;
while x <=(b-h) do begin
sum := sum+formula(x);
x:=x+h;
end;
s:=h*((formula(a)+formula(b))/2+sum);
writeln('Ploshad, vychislennay po metodu trapecyi: ',s:3:6);
readln();
end.
```

## 9. Результаты выполненной работы:



```
C:\TEMP\project1.exe
Uvedite kol-vo otrezkov razbieniy:
10000
Ploshad, vychislennay po metodu trapecyi: 0.438480
```

#### 10. Анализ результатов вычисления:

Мы задаем функцию, к которой впоследствии программа будет обращаться, пределы интегрирования, с клавиатуры читается кол-во отрезков разбиения. Вычисляем интеграл по методу трапеций, обращаясь к функции.

### Задача 2

#### 4. Постановка задачи:

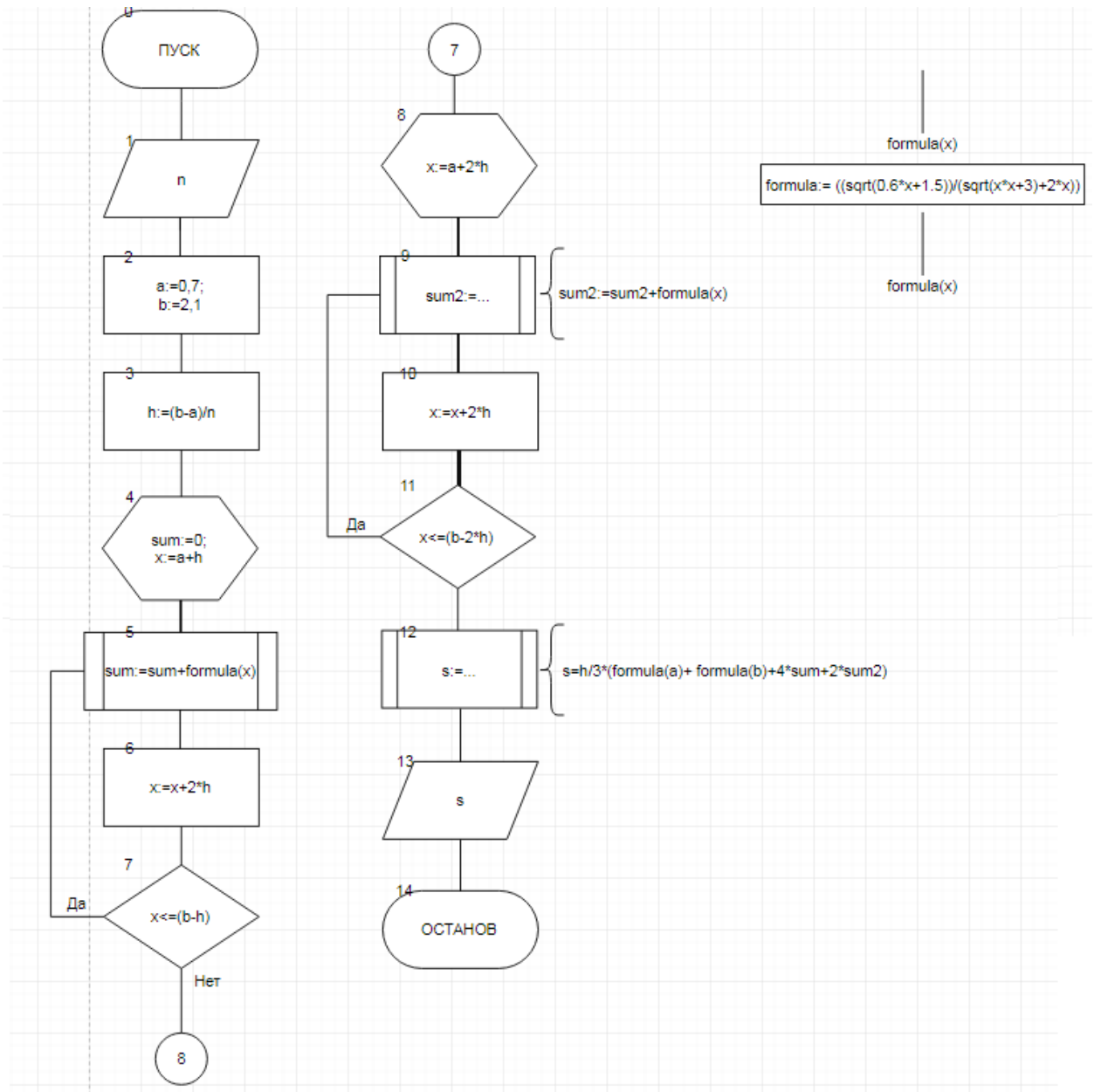
Написать программу для вычисления определенного интеграла методом парабол с использованием пользовательской функции.

#### 5. Математическая модель:

Вычислить данный интеграл методом парабол.

$$\int_{0,7}^{2,1} \frac{\sqrt{0,6x + 1,5} dx}{2x + \sqrt{x^2 + 3}}$$

## 6. Блок схема:



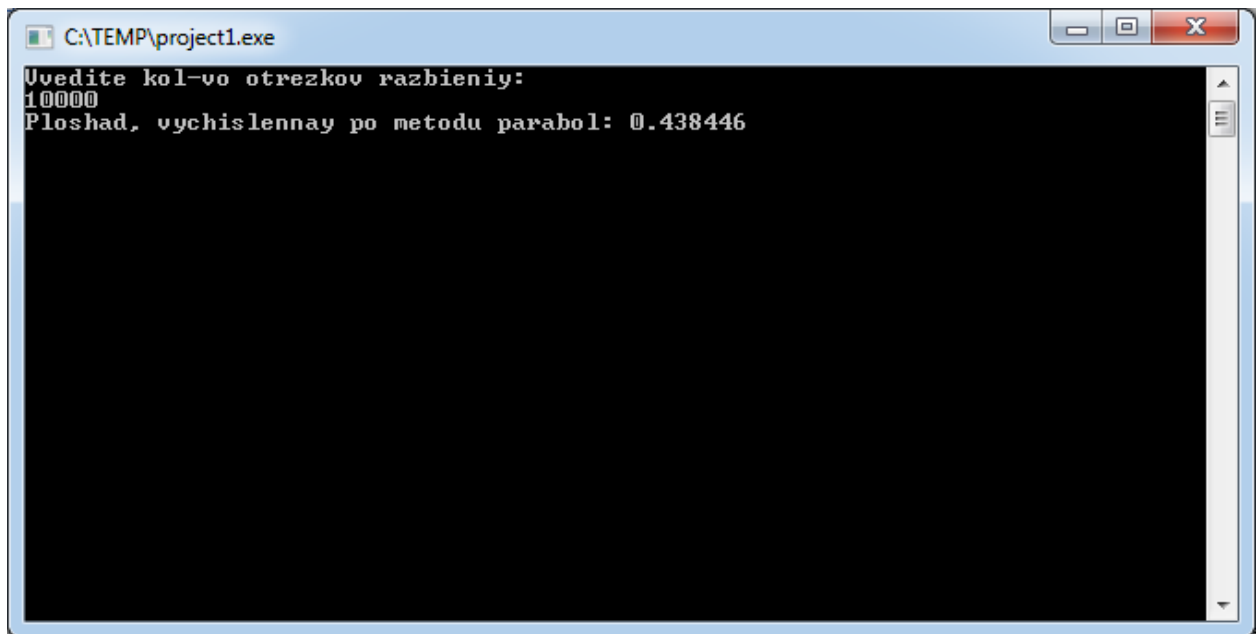
## 7. Список идентификаторов:

Имя	Смысл	Тип
n	Кол-во отрезков разбиения	integer
a	Пределы интегрирования	real
b	Пределы интегрирования	real
h	Длина каждого отрезка n	real
sum	Сумма	real
sum2	Сумма 2	real
x	Параметр цикла	real
s	Площадь	real
Formula(x)	Функция	real

### 8. Код программы:

```
program zadanie2;
var
  n:integer;
  a,b,h,sum, sum2,x,s:real;
function formula(x:real):real;
begin
  formula:= ((sqrt(0.6*x+1.5))/(sqrt(x*x+3)+2*x));
end;
begin
  a := 0.7;
  b := 2.1;
  writeln('Vvedite kol-vo otrezkov razbieniy: ');
  readln(n);
  h:=(b-a)/n;
  x:=a+h;
  sum:= 0;
  sum2:= 0;
  while x <= (b-h) do begin
    sum:=sum+formula(x);
    x:=x+2*h;
  end;
  x:=a+2*h;
  while x <= (b-2*h) do begin
    sum2:= sum2+formula(x);
    x:=x+2*h;
  end;
  s:=h/3*(formula(a)+ formula(b)+4*sum+2*sum2);
  writeln('Ploshad, vychislennay po metodu parabol: ',s:3:6);
  readln();
end.
```

## 9. Результаты выполненной работы:



```
C:\TEMP\project1.exe
Vvedite kol-vo otrezkov razbieniy:
10000
Ploshad, vychislennay po metodu parabol: 0.438446
```

## 10. Анализ результатов вычисления:

Мы задаем функцию, к которой впоследствии программа будет обращаться. Наша программа получает в качестве входных данных кол-во отрезков разбиения, которое определяет точность вычислений. Затем она присваивает переменным суммы значение 0, а переменной  $x$  значение  $a+h$ . В теле цикла происходит вычисление суммы до предела  $b-h$  с шагом  $2 \cdot h$ . Затем переменной  $x$  присваивается значение  $a+2 \cdot h$ . Начинается второй цикл, который вычисляет вторую сумму до предела  $b-2 \cdot h$  с шагом  $2 \cdot h$ . После этого программа подставляет необходимые переменные и вычисляет по формуле нужное нам значение.

## Задача 3

### 4. Постановка задачи:

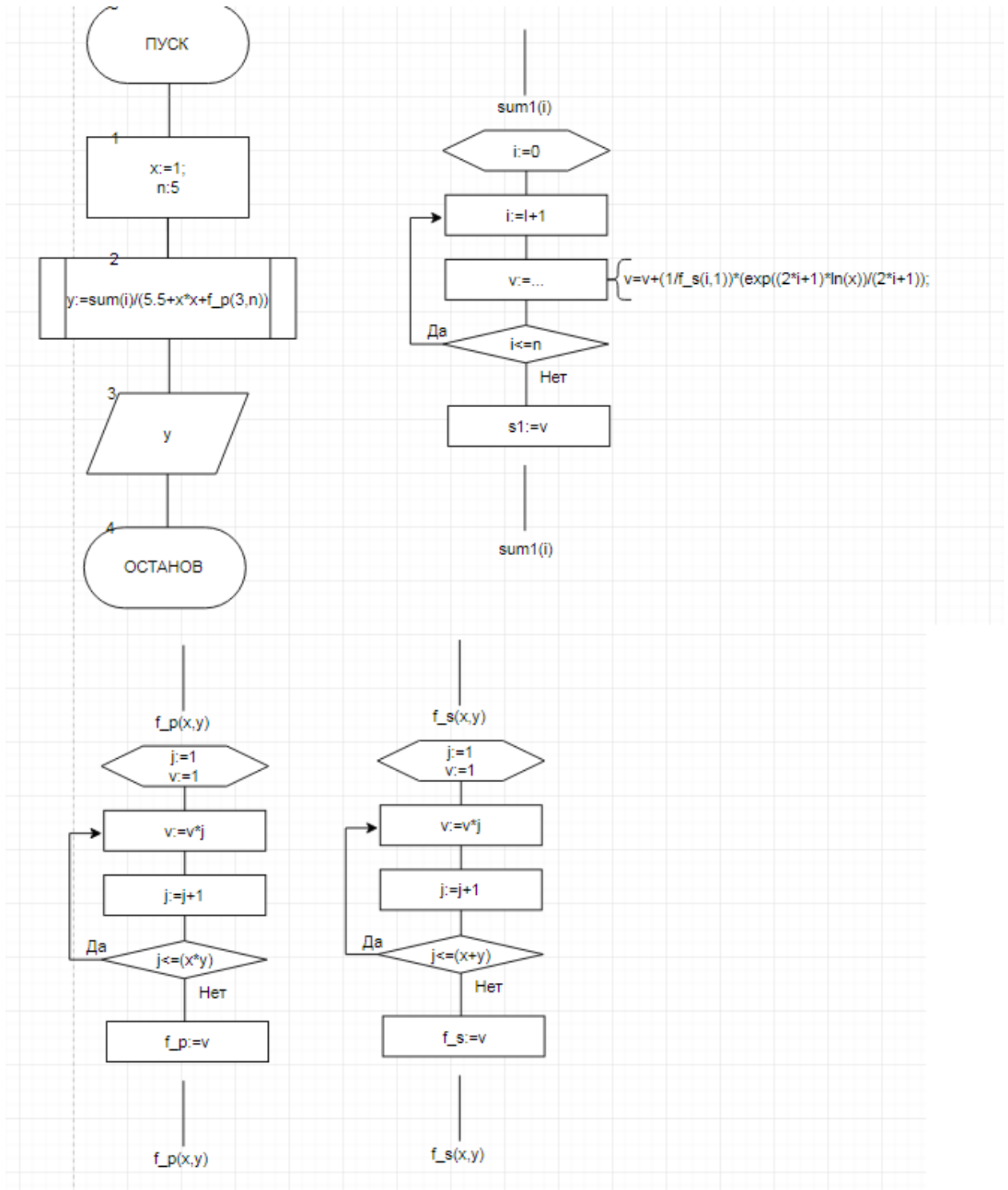
Написать программу для вычисления данного выражения с помощью пользовательской функции.

### 5. Математическая модель:

Вычислить при  $x=1$ ,  $n=5$ :

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{(i+1)!} \cdot \frac{x^{2i+1}}{2i+1} \right)}{5.5 + x^2 + (3n)!}$$

## 6. Блок-схема:





## 7. Список идентификаторов:

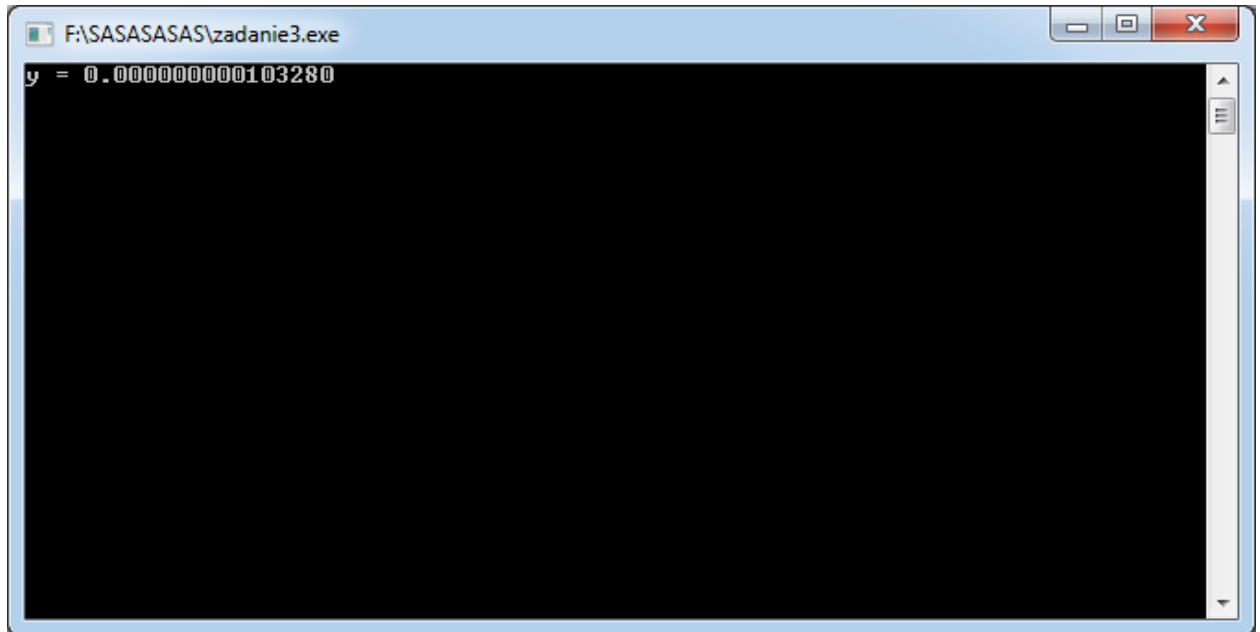
Имя	Смысл	Тип
n	Входные данные(n)	integer
y	Искомое значение	real
i	Параметр цикла	integer
x	Входные данные (x)	integer
sum	Сумма	real
j	Переменная для циклов в функциях	integer
v	Переменная для функции	real/integer
f_s(x,y)	Функция для вычисления факториала (x+y)	integer
f_p(x,y)	Функция для вычисления факториала(x*y)	integer

## 8. Код программы:

```
program zadanie3;
var
y:real;
n,i,x:integer;
function f_s(x,y:integer):integer;
var j,v:integer;
begin
v:=1;
for j :=1 to (x+y) do
v:=v*j;
f_s:=v;
end;
function f_p(x,y:integer):integer;
var j,v:integer;
begin
v:=1;
for j:=1 to (x*y) do
v:=v*j;
f_p:=v;
end;
function sum(i:integer):real;
var
v:real;
begin
for i := 1 to n do
v:=v+(1/f_s(i,1))*(exp((2*i+1)*ln(x))/(2*i+1));
sum:=v;
end;
```

```
begin
x:= 1;
n:= 5;
y:=sum(i)/(5.5+x*x+f_p(3,n));
writeln('y = ',y:2:15);
readln();
end.
```

#### 9. Результаты выполненной работы:



#### 10. Анализ результатов вычисления:

Мы задаем функции, к которым программа будет обращаться: вычисление факториала суммы, произведения и подсчёт суммы. Затем присваиваем переменным x и n нужные значения, после чего производим вычисления по формуле, используя заданные функции.

#### 11. Вывод:

Мы написали программы для вычисления различных выражений с помощью пользовательской функции.