**Лабораторна робота №4**

**Визначення інтеграла методом чисельного інтегрування**

Теоретичні відомості

Основні формули:

1. Метод лівих прямокутників:
2. Метод правих прямокутників:
3. Метод середніх прямокутників:
4. Метод трапецій:
5. Метод парабол:
6. Метод Боде:

**Код програми:**

program integral;

function F(x:real):real;

begin

F:=x\*x;

end;

function fx1(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i:integer;

h,s1,s2,r:real;

begin

s1:=(b-a)\*F(a);

m:=1;

repeat

m:=m\*2;

s2:=0;

h:=(b-a)/m;

for i:=0 to m-1 do

s2:=s2+F(a+i\*h);

s2:=s2\*h;

r:=abs(s2-s1);

s1:=s2;

until r<e;

fx1:=s2;

end;

function fx2(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i:integer;

h,s1,s2,r:real;

begin

s1:=(b-a)\*F(b);

m:=1;

repeat

m:=m\*2;

s2:=0;

h:=(b-a)/m;

for i:=1 to m do

s2:=s2+F(b-i\*h);

s2:=s2\*h;

r:=abs(s2-s1);

s1:=s2;

until r<e;

fx2:=s2;

end;

function fx3(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i:integer;

h,s1,s2,r:real;

begin

s1:=(b-a)\*F((a+b)/2);

m:=1;

repeat

m:=m\*2;

s2:=0;

h:=(b-a)/m;

for i:=0 to m-1 do

s2:=s2+F(a+(i\*h)+h/2);

s2:=s2\*h;

r:=abs(s2-s1);

s1:=s2;

until r<=e;

fx3:=s2;

end;

function fx4(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i:integer;

h,s1,s2,r:real;

begin

s1:=(b-a)\*(F(a)+F(b))/2;

m:=1;

repeat

m:=m\*2;

s2:=0;

h:=(b-a)/m;

for i:=0 to m-1 do

s2:=s2+(F(a+i\*h)+F(a+(i+1)\*h));

s2:=s2\*h/2;

r:=abs(s2-s1);

s1:=s2;

until r<=e;

fx4:=s2;

end;

function fx5(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i,k:integer;

h,s1,s2,r:real;

begin

s1:=(b-a)\*(F(a)+F(b))/3;

m:=1;

repeat

m:=m\*2;

s2:=0;

h:=(b-a)/m;

for i:=0 to m do

begin

if (i=0) or (i=m) then k:=1

else

if (i mod 2)=0 then k:=2

else k:=4;

s2:=s2+k\*F(a+i\*h);

end;

s2:=s2\*h/3;

r:=abs(s1-s2);

s1:=s2;

until r<=e;

fx5:=s2;

end;

function fx6(a,b,e:real; var m:integer):real;

var i,j:integer;

h,s1,s2,r,d,k:real;

begin

m:=1;

h:=(b-a);

s1:=h\*s1/90;

repeat

m:=m\*2;

h:=(b-a)/m;

s2:=0;

for i:=0 to m-1 do

for j:=0 to 4 do

begin

if (j=0) or (j=4) then

k:=7

else

if (j=1) or (j=3) then

k:=32

else

if j=2

then

k:=12;

s2:=s2+k\*(F(a+h\*i+j\*d));

end;

s2:=h\*s2/90;

r:=abs(s1-s2);

s1:=s2;

until r<=e;

fx6:=s2;

end;

var a,b,e,r1,r2,r3,r4,r5,r6:real;

m:integer;

begin

writeln('enter left limit a');

readln(a);

writeln('enter right limit b');

readln(b);

writeln('enter accuracy');

readln(e);

writeln('Integral from a=',a:3:2,' to b=',b:3:2,' :');

r1:=fx1(a,b,e,m);

writeln('1) left rectangle=',r1:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

writeln;

r2:=fx2(a,b,e,m);

writeln('2) right rectangle=',r2:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

writeln;

r3:=fx3(a,b,e,m);

writeln('3) middle rectangle=',r3:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

writeln;

r4:=fx4(a,b,e,m);

writeln('4) trapezoid=',r4:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

writeln;

r5:=fx5(a,b,e,m);

writeln('5) parabola=',r5:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

writeln;

r6:=fx6(a,b,e,m);

writeln('6) Bode=',r6:7:2);

writeln('Number of interations=',m);

readln

end.

**Висновок**

В ході роботи було використано 6 методів знаходження інтегралів:

1. Метод лівих прямокутників;
2. Метод правих прямокутників;
3. Метод середніх прямокутників;
4. Метод трапецій;
5. Метод парабол;
6. Метод Боде.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Левых | Правых | Средних | Трапеции | Параболы | Боде |
| a | 0 | | | | | |
| b | 3 | | | | | |
| e | 0.001 | | | | | |
| S2 | 8.99917 | 9.00082 | 8.99986 | 9.00027 | 9 | 9 |
| m | 16384 | 16384 | 128 | 128 | 2 | 4 |

Оскільки точність обчислення ми вводили з клавіатури, то оцінювати ці методи будемо за кількістю повторень в циклі для однієї і тієї ж самої заданої точності, але в різних методах, хоча найточніший результат видає метод парабол та Боде, потім трапецій,далі середніх прямокутників і інші.

Найбільше повторів у циклі в методах лівих та правих прямокутників, тому для дуже точних результатів, вони потребують більше повторів у циклі.. Методи середніх прямокутників більш складніші за методи прямокутників, але залишаються дещо простішими ніж методи парабол та Боде. За кількістю повторів вони виграють у методів прямокутників, але програють методам парабол та Боде. Найточніші результати отримуємо при методах парабол та Боде, особливо методом парабол. Вони набагато складніші за інші методи, але можна задавати велику точність.