**Черкасов А. А-06-19 Вариант 24**

**Условие задачи**

Двумя методами для N значений погрешности e (0,1; 0,01;0,001;..1e-N, 1≤N≤10) вычислить значение корня для двух заданных функций (№ и №+3 по табл.2) на отрезке [A, B] (0,2) и вывести их в виде таблицы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Функция** | **Методы** |
| **24** | ;  0,73153 | 1)Метод деления отрезка пополам  2) метод хорд |
| **27** | ;  0,77997 | 1)Метод деления отрезка пополам  2) метод секущих |

**Метод деления пополам**

На каждом шаге отрезок уменьшается вдвое. В начале каждой итерации находим середину нового отрезка [a , b]. Затем следует определить, с какой стороны от середины отрезка x находится корень x\*. Для этого достаточно сравнить знаки f (x) и f (b) или знаки f (x) и f (a). Если знаки f (x) и f (b) не совпадают, то это означает, что f (x) пересекает ось x на правом полуотрезке [x, b]. Заменяем a на x. Если же знаки f (x) и f (b) совпадают, то f (x) пересекает ось x на левом полуотрезке [a, x]. Заменяем b на x. Итак, в результате выполнения итерации отрезок [a, b] как и прежде, содержит единственный корень, но его длина стала меньше в два раза. Вычисления следует прекратить, если на очередном шаге длина отрезка [a, b] станет меньше ε

**Метод секущих**

Метод секущих, в отличие от метода Ньютона, использует не одно, а два начальных приближения, которые мы обозначим соответственно x1 и x2, чтобы найти третье x3. За начальные значения x1 и x2 берутся соответственно a и b.

Третья точка находится как точка пересечения отрезка, проведенного между точками (x1, f(x1)) и (x2, f (x2)) по формуле:

Из трех приближений к корню оставим два последних (отбрасываем самое старое x1). В методе секущих это делается по следующему правилу: x1 = x2; x2= x3 После чего можно заново искать третье значение по формуле (4). Выполнение итераций можно прекратить при выполнении условия: |x3– x2|< ε а полученное значение приближения x3 взять в качестве искомого значения корня.

**Метод хорд**

.Метод хорд Этот метод вместе с методом бисекции относится к методам дихотомии – как отрезок делится на две части, но на этот раз неравных. Точка деления отрезка находится как точка пересечения отрезка, проведенного между точками (a, f(a)) и (b, f (b)), с осью OX по формуле:

Новые значения a и b вычисляются так же, как и в методе бисекции – в зависимости от знаков на границах новых отрезков [a, x] и [x, b]. При выполнении итераций по методу хорд может оказаться, что к корню приближается только левая или только правая граница отрезка [a, b]. Поэтому в качестве меры близости к корню здесь следует применить величину перемещения границы при очередной итерации, которая равна: x – a, если корень справа от x и перемещаем a, d = b – x, если корень слева от x и перемещаем b.

Необходимая точность будет достигнута при выполнении после очередной итерации неравенства: |d| < ε Полученное значение приближения x надо взять в качестве искомого значения корня.

**Результат работы программы**

Отрезок [0.1,1.9]

Функция 24

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод  Точность | Деление пополам | | Метод хорд | |
| Корень | Итерации | Корень | Итерации |
| 0.1 | 0.7 | 5 | 0.7 | 3 |
| 0.5 | 0.6 | 2 | 0.7 | 3 |
| 0.01 | 0.73 | 8 | 0.73 | 4 |
| 0.05 | 0.75 | 6 | 0.73 | 3 |
| 0.001 | 0.732 | 11 | 0.732 | 4 |
| 0.005 | 0.729 | 9 | 0.732 | 4 |
| 0.0001 | 0.7315 | 15 | 0.7315 | 4 |
| 0.0005 | 0.7315 | 12 | 0.7315 | 4 |
| 0.00001 | 0.73153 | 18 | 0.73153 | 4 |
| 0.00005 | 0.73152 | 16 | 0.73153 | 4 |

Функция 27

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод  Точность | Деление пополам | | Метод секущих | |
| Корень | Итерации | Корень | Итерации |
| 0.1 | 0.8 | 5 | Нет корня | 3 |
| 0.5 | 0.6 | 2 | 0.7 | 2 |
| 0.01 | 0.78 | 8 | Нет корня | 3 |
| 0.05 | 0.80 | 6 | Нет корня | 3 |
| 0.001 | 0.779 | 11 | Нет корня | 3 |
| 0.005 | 0.779 | 9 | Нет корня | 3 |
| 0.0001 | 0.7800 | 15 | Нет корня | 3 |
| 0.0005 | 0.7798 | 12 | Нет корня | 3 |
| 0.00001 | 0.77996 | 18 | Нет корня | 3 |
| 0.00005 | 0.77997 | 16 | Нет корня | 3 |

Отрезок [0.7,0.8]

Функция 24

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод  Точность | Деление пополам | | Метод хорд | |
| Корень | Итерации | Корень | Итерации |
| 0.1 | 0.8 | 1 | 0.7 | 1 |
| 0.5 | 0.8 | 1 | 0.7 | 1 |
| 0.01 | 0.73 | 4 | 0.73 | 2 |
| 0.05 | 0.72 | 2 | 0.73 | 1 |
| 0.001 | 0.732 | 7 | 0.732 | 2 |
| 0.005 | 0.734 | 5 | 0.732 | 2 |
| 0.0001 | 0.7315 | 10 | 0.7315 | 2 |
| 0.0005 | 0.7316 | 8 | 0.7315 | 2 |
| 0.00001 | 0.73152 | 14 | 0.73153 | 3 |
| 0.00005 | 0.73149 | 11 | 0.73153 | 2 |

Функция 27

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод  Точность | Деление пополам | | Метод секущих | |
| Корень | Итерации | Корень | Итерации |
| 0.1 | 0.8 | 1 | 0.8 | 1 |
| 0.5 | 0.8 | 1 | 0.8 | 1 |
| 0.01 | 0.78 | 4 | 0.78 | 2 |
| 0.05 | 0.78 | 2 | 0.78 | 1 |
| 0.001 | 0.780 | 7 | 0.780 | 2 |
| 0.005 | 0.778 | 8 | 0.780 | 2 |
| 0.0001 | 0.7800 | 10 | Нет корня | 3 |
| 0.0005 | 0.7801 | 8 | Нет корня | 3 |
| 0.00001 | 0.77997 | 14 | Нет корня | 3 |
| 0.00005 | 0.77993 | 11 | Нет корня | 3 |

**Вывод:** на основе таблицы можно сказать, что самым лучшим методом из рассмотренных является метод хорд – наиболее точный и быстрый метод.

Метод секущих можно считать самым наихудшим – не всегда находит корень, работать может с маленьким отрезком или с небольшой точностью.

**Код**

**CMakeLists.txt**

cmake\_minimum\_required(VERSION 3.15)

project(Lab8)

set(CMAKE\_CXX\_STANDARD 17)

add\_executable(Lab8 main.cpp)

**main.cpp**

#include <cstdio>

#include <cmath>

#include <cstdlib>

#include "LabFunc.h"

**int main**() {

system("chcp 65001"); //Поддержка кириллицы Входной файл UTF-8

printf("Введите значения A, B\n");

int n;

double a,b;

try {

scanf("%lf", &a);

if (a<=0) throw 1; if (a>=2) throw 2; // Проверка на аномалии с выдачей кода ошибки

scanf("%lf", &b);

if (b<=0) throw 3; if (b>=2) throw 4;// Проверка на аномалии с выдачей кода ошибки

if (b<a) throw 5;

fflush(stdin);

printf("Введите количество итераций\n");

scanf("%d", &n); if (n<1) throw 6; if (n>10) throw 7; // Проверка на аномалии с выдачей кода ошибки

double e[n];

for (int i = 0; i < n; i++) {

printf("Точность[%d]=", i + 1);

scanf("%lf", &e[i]);

if (floor(e[i]\*pow(10,10))==0) throw 8 + i;

fflush(stdin);

}

printf("Для первой функции:\n");

TableStart(24, a, b); //Начало таблцы

for (int i = 0; i < n; i++) { //Поиск корня

int n1 = 0;

int n2 = 0;

double x1 = FindRootDiv(a, b, e[i], funcF, &n1); //Деление пополам

double x2 = FindRootChord(a, b, e[i], funcF, &n2); //Метод хорд

TableCell(e[i], x1, n1, x2, n2); //Вывод в таблицу

}

printf("Для второй функции:\n");

TableStart(27, a, b); //Начало таблцы

for (int i = 0; i < n; i++) { //Поиск корня

int n1 = 0;

int n2 = 0;

double x1 = FindRootDiv(a, b, e[i], funcS, &n1); //Деление пополам

double x2 = FindRootSec(a, b, e[i], funcS, &n2); //Метод хорд

TableCell(e[i], x1, n1, x2, n2); //Вывод в таблицу

}

}

catch (int errNum) { //Ловим код ошибки

switch (errNum){ //Обрабатываем

default:

errNum-=7;

printf("Точность[%d] сишком маленькая\n",errNum);

break;

case 1:

printf("\'А\' должна быть больше 0\n");

break;

case 2:

printf("\'А\' должна быть меньше 2\n");

break;

case 3:

printf("\'B\' должна быть больше 0\n");

break;

case 4:

printf("\'B\' должна быть меньше 2\n");

break;

case 5:

printf("\'А\' не должна быть больше \'B\'\n");

break;

case 6:

printf("\'N\' должна быть больше 1\n");

break;

case 7:

printf("\'N\' должна не превосходить 10\n");

break;

}

}

printf("------------------------------------------------------------\nPress ENTER"); getc(stdin);

return 0;

}

**LabFunc.h**

**typedef double** (\*func)(double); //Указатель на функцию типа double с принимаемым значением double

**double funcF**(double x) //Функция N24

{

return (

(double)1/(x\*sqrt(x+0.3)+exp(-x)+(double)1/(double)7)-x

);

}

**double funcS**(double x) //Функция N27

{

return (

cos(x)-exp(-pow(x+(double)1,2))+(double)1/(double)9-x

);

}

**double FindRootDiv**(double a, double b, double e, func f,int \*nIter) //Метод деления отрезка

{

double x,FA,FB,FX;

bool flag = true; //Проверка на наличие корня на отрезке

do //Цикл с постусловием

{

x = (b+a)/(double)2; //Середина отрезка

FA = f(a); //F(a) левый край

FB = f(b); //F(b) правый край

FX = f(x); //F(X)

if (FX\*FB<0) a = x; //Сравнение знаков F(x) и F(b)

else b = x;

(\*nIter)++;

if (FA\*FB>0) flag=false; //Если знак одинаковый - нет корня

} while (fabs(a-b)>=e and FX!=0 and flag); //Ищем, пока не пересечем Ox или пока отрезок не будет меньше точности(погрешности)

if (!flag) return -1;

return x;

}

**double FindRootChord**(double a, double b, double e, func f,int \*nIter) //Метод хорд

{

double x,FA,FB,FX,d;

bool flag = true; //Проверка на наличие корня на отрезке

do //Цикл с постусловием

{

FA = f(a); //F(a) левый край

FB = f(b); //F(b) правый край

x = a - (FA\*(b-a)/(FB-FA));

FX = f(x); //F(X)

if (FX\*FB<0) { //Сравнение знаков F(x) и F(b)

d = fabs(a-x);

a = x;

}

else {

d = fabs(b-x);

b = x;

}

(\*nIter)++;

if (FA\*FB>0) flag=false; //Если знак одинаковый - нет корня

}

while(d>=e and FX!=0 and flag); //Ищем, пока не пересечем Ox или пока один из отрезков не будет меньше точности(погрешности)

if (!flag) return -1;

return x;

}

**double FindRootSec**(double a, double b, double e, func f,int \*nIter) //Метод секущекй

{

double x1,x2,x3,FL,FR,FX;

x1=a; x2=b;

bool flag = true; //Проверка на наличие корня на отрезке

do //Цикл с постусловием

{

FL = f(x1); //Левый край

FR = f(x2); //Правый край

x3 = x1 - FL/(FR-FL)\*(x2-x1);

FX = f(x3);

x1=x2;x2=x3; //Переходим к следующему отрезку

(\*nIter)++;

if (FL\*FR>0) flag=false; //Если знак одинаковый - нет корня

}

while(fabs(x2-x1)>=e and FX!=0 and flag); //Ищем, пока не пересечем Ox или пока отрезок не будет меньше точности(погрешности)

if (!flag) return -1;

return x3;

}

**void TableStart**(int n,double a,double b) //Личное удобство для вывода таблицы

{

char\* fname;

if (n==24) fname =(char\*)" Метод хорд ";

else fname=(char\*)" Метод секущих ";

printf("Отрезок [%.5f, %.5f]\n",a,b);

printf("|Функция N%d | Деление отрезка |%s|\n",n,fname);

printf("|Точность |Корень |Итерации |Корень |Итерации |\n");

}

**void TableCell**(double e,double x1,int n1, double x2, int n2) //Личное удобство для вывода таблицы

{

int z = ceil(fabs(log(e)/log(10)));

char\* r1 = new char[z+2];

char\* r2 = new char[z+2];

if (x1==-1) r1 = (char\*)"Нет корня ";

else sprintf(r1,"%.\*f",z,x1);

if (x2==-1) r2 = (char\*)"Нет корня ";

else sprintf(r2,"%.\*f",z,x2);

printf("|%12.\*f|%12s|%9d|%12s|%9d|\n",z,e,r1,n1,r2,n2);

delete []r1; delete []r2;

}