# Задание

Написать программу, на языке С++ в среде VisualStudio “**Модель, реализующая матрицу Якоби, замкнутую в тор”:**

а) начальное воздействие прикладывается к выбранной точке (координаты точки и величина воздействия являются входными данными) и удерживаются в течение всего времени моделирования.

б) начальное воздействие прикладывается к выбранной точке (координаты точки и величина воздействия являются входными данными) в первом такте моделирования и затем снимается.

# Модель, реализующая матрицу Якоби, замкнутую в тор

Итерационные вычисления Якоби предназначены для нахождения решения дифференциальных уравнений Лапласа и представляют собой последовательность итераций вычисления значений ячеек новой матрицы равной усреднённому значения соседних ячеек предшествующей матрицы.

Итерационный процесс повторяется пока отличие новой матрицы от предшествующей станет незначительным.

В программе реализована работа с многомерными матрицами, хранящаяся в памяти в виде одномерной последовательности чисел.

Количество пространственных измерений и размерность массивов по каждому из измерений запрашивается при запуске программы.

Программа работает в 2-х режимах:

* с выводом результатов работы на экран (для демонстрации работоспособности);
* без вывода результатов работы на экран, но с определением времени, затрачиваемого на вычисления;

Листинг кода

#include "Header.hpp"

using namespace std;

/\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

Модель, реализующая матрицу Якоби, замкнутую в тор

n - количество измерений

\*m - размер сетки по каждому из измерений

\*x - вектор координат точки воздействия

value - величина воздействия

mode - режим (0 - непрерывное воздействе, 1 - однократное воздействие)

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*/

int jacobi\_tor(int n,int \*m,int \*x,double value,int mode, int demo){

double epsilon=1e-7; // минимальное изменение для продолжения итераций

int nmax=1000; // максимальное число итераций

int total = 1; for(int i = 0; i < n; i++) total\*=m[i];

double \*prevMatrix = new double[total]; // Многомерные массивы хранятся в виде одномерной последовательности

double \*nextMatrix = new double[total]; // Многомерные массивы хранятся в виде одномерной последовательности

int \*x0 = new int[n];

int \*x1 = new int[n];

if(prevMatrix==NULL) return -1; // Ошибка аллокирования памяти

if(nextMatrix==NULL) return -1; // Ошибка аллокирования памяти

for(int i = 0; i < n; i++) x[i] %= m[i]; // Нормирование координат в торе

for(int i = 0; i < total; i++) prevMatrix[i]=0;

int index = indexOf(x,m,n); // индекс точки воздействия

prevMatrix[index] = value;

for(int t=0; t<nmax; t++) {

if(demo!=0) cout << "\tШаг итерации:" << t << endl;

if(demo!=0) {

cout << "\tИсходное состояние матрицы:" << endl;

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

cout << prevMatrix[i] << '\t';

if(i%m[0]==m[0]-1) cout << endl;

}

}

// Шаг итераций

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

nextMatrix[i]=0;

vectorOf(i, x0, m, n);

// Вычисляем среднее соседних точек к точке x0 по каждому из измерений

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

for(int j1=0; j1<n; j1++) x1[j1]=(j1!=j)?x0[j1]:((x0[j]+1)%m[j]);

nextMatrix[i] += prevMatrix[indexOf(x1, m, n)];

for(int j1=0; j1<n; j1++) x1[j1]=(j1!=j)?x0[j1]:((x0[j]+m[j]-1)%m[j]);

nextMatrix[i] += prevMatrix[indexOf(x1, m, n)];

}

nextMatrix[i] /= 2\*n;

}

if(demo!=0) {

cout << "\tНовое состояние матрицы:" << endl;

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

cout << nextMatrix[i] << '\t';

if(i%m[0]==m[0]-1) cout << endl;

}

}

// Расчёт разницы (кроме точки воздействия при непрерывном воздействии)

double delta = 0;

for(int i = 0; i < total; i++)

if(i==index&&mode==0) continue;

else if(delta<abs(nextMatrix[i]-prevMatrix[i]))

delta=abs(nextMatrix[i]-prevMatrix[i]);

if(demo!=0) cout << "\tМаксимальное изменение матрицы:" << delta << endl;

if(demo!=0) {

cout << "\tНажмите ВВОД для продолжения" << endl;

getchar();

getchar();

}

// Проверка условия прекращения итераций

if(delta<epsilon) break;

double \*temp = prevMatrix; prevMatrix = nextMatrix; nextMatrix = temp;

if(mode==0) prevMatrix[index] = value;

}

delete x0;

delete x1;

delete prevMatrix;

delete nextMatrix;

return 0;

}

/\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

Преобразование вектора координат в индекс одномерного массива

int \*x; // координаты точки

int \*m; // размер сетки по каждому из измерений

int n; // количество измерений

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*/

int indexOf(int \*x, int \*m, int n) {

int index = 0;

for(int i=n;--i>0;) {

index += x[i];

index \*= m[i-1];

}

index += x[0];

return index;

}

/\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

Преобразование индекса в одномерном массиве в вектор координат

int index - индекс в одномерном массиве

int \*x; // координаты точки

int \*m; // размер сетки по каждому из измерений

int n; // количество измерений

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*/

int \*vectorOf(int index, int \*x, int \*m, int n) {

for(int i=n;--i>0;) {

x[i] = index/m[i-1];

index -= x[i]\*m[i-1];

}

x[0] = index;

return x;

# }

#include "Header.hpp"

using namespace std;

// Модель, реализующая матрицу Якоби, замкнутую в тор:

// а) начальное воздействие прикладывается к выбранной точке (координаты точки и величина воздействия являются входными данными) и удерживаются в течение всего времени моделирования.

// б) начальное воздействие прикладывается к выбранной точке (координаты точки и величина воздействия являются входными данными) в первом такте моделирования и затем снимается.

int main(){

int n; // количество измерений

int \*m; // размер сетки по каждому из измерений

int \*x; // вектор координат точки воздействия

double value; // величина воздействия

int mode; // режим

int demo; // режим программы

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

cout << "\tМодель, реализующая матрицу Якоби, замкнутую в тор" << endl;

cout << "\tВведите количество измерений:" << endl; cin >> n;

m = new int[n];

x = new int[n];

cout << "\tВведите размер сетки по каждому из измерений m["<<n<<"]:" << endl;

cout << "\tВНИМАНИЕ!!! количество точек == размер сетки + 1" << endl;

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

cin >> m[i];

cout << "\tВведите координаты точки воздействия x["<<n<<"]:" << endl;

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

cin >> x[i];

cout << "\tВведите величину воздействия:" << endl; cin >> value;

cout << "\tУкажите режим (0 - непрерывное воздействе, 1 - однократное воздействие):" << endl; cin >> mode;

cout << "\tДемонстрационный режим програмы (0 - замер времени, 1 - демонстрация работоспособности):" << endl; cin >> demo;

clock\_t t = clock();

if(jacobi\_tor(n,m,x,value,mode, demo)!=0) cout << "\tОшибка аллокирования памяти" << endl;

t = clock()-t;

double seconds = ((double)t)/CLOCKS\_PER\_SEC;

cout << "\tВремя выполнения: " << seconds << "sec" << endl;

delete m;

delete x;

getchar();

getchar();

return 0;

}

# Контрольные примеры работы программы

Пример 1.

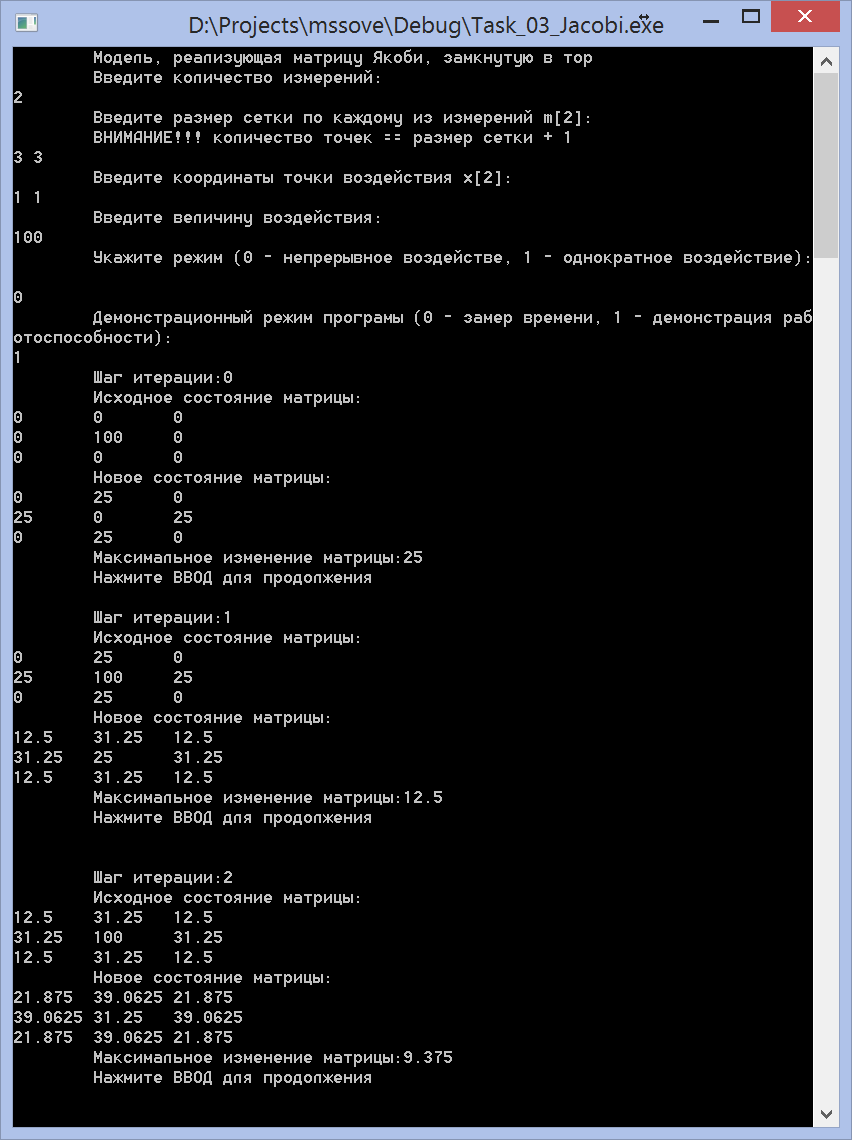


Рис.1..

# Заключение

В ходе данной лабораторной был изучены алгоритм итерационных вычислений Якоби для нахождения решения дифференциальных уравнений Лапласа. Была сделана программная реализация данного алгоритма. Для данной программной реализации были проведены ряд тестов, показывающие правильность работы алгоритма.