МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

‘ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА’

Вариант №24

Студент:
Хоанг Ван Куан
Группа P3266

Преподаватель:
Машина Екатерина Александровна

Санкт-Петербург, 2024

Цель работы

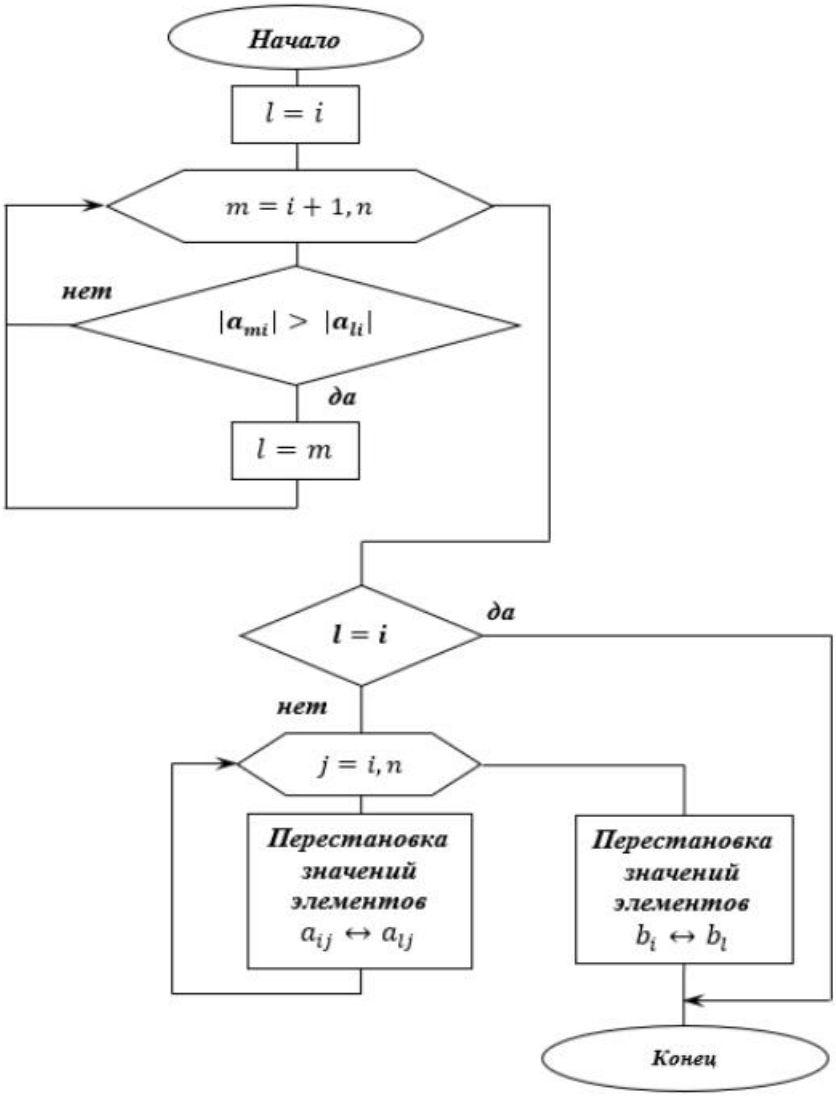
Изучить численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений и реализовать один из них средствами программирования.

Описание метода

Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцам.

Схема с выбором главного элемента является одной из модификаций метода Гаусса. Идеей является такая перестановка уравнений, чтобы на k-ом шаге исключения ведущим элементом a_{ii} оказывался наибольший по модулю элемент k-го столбца.

Блок-схема метода



Код

```
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;

public class Main {
    static final String FILE_INPUT = "src/FileInput/4.txt";
    public static void main(String[] args) {
        //Ввод матрицы из файла или с клавиатуры
        double[][] matrix = getInputMethod();

        //случай если матрица пустая
        if(checkNullMatrix(matrix)) return;

        //Исходная матрица
        System.out.println("Исходная матрица: ");
        printMatrix(matrix);

        //Если определитель = 0, тогда матрица несовсестная
        double det = Determinant(matrix);
        if (det == 0) {
            System.out.println("Матрица является несовместной"); return;
        }
        //Определитель
        System.out.print("Определитель: ");
        System.out.printf("%5.3f",det);

        //Преобразование
        System.out.println("\nПреобразованная матрица:");
        printMatrix(transpose(matrix));

        //Решение и погрешность
        Object[] answer = Solution(matrix);
        double[] roots = (double[]) answer[0];
        double[] residuals = (double[]) answer[1];

        System.out.println("Вектор неизвестных:");
        printVector(roots);

        System.out.println("Вектор невязок:");
        printVector(residuals);
    }

    static double[][] getInputMethod(){
        double[][] matrix;
        System.out.println("Метод Гаусса с выбором главного элемента по
столбцам:");
        System.out.println("Ввод матрицы из файла или с клавиатуры ?
(F:K:R)");
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        char method = scanner.next().charAt(0);
        while (method != 'F' && method != 'K' && method != 'R') {
            System.out.println("Введите 'F' или 'K' или 'R' для выбора
способа ввода.");
            method = scanner.next().charAt(0);
        }
        if (method == 'F') matrix = getMatrixFromFile();
        else {
            if (method == 'K') matrix = getMatrixFromInput();
            else matrix = randomMatrix();
```

```
        }
        return matrix;
    }
    static double[][] randomMatrix(){
        Random r = new Random();
        int n = 20;
        double[][] matrix = new double[n][n+1];
        for(int i = 0; i < n; i++){
            for(int j = 0; j < n + 1; j++){
                matrix[i][j] = r.nextInt(20);
            }
        }
        return matrix;
    }
    static double[][] getMatrixFromFile() {
        try {
            Scanner scanner = new Scanner(new File(FILE_INPUT));
            int n = scanner.nextInt();
            int m = n + 1; // Размер матрицы и вектора невязок
            double[][] matrix = new double[n][m];
            for (int i = 0; i < n; i++) {
                for (int j = 0; j < m; j++)
                    matrix[i][j] = scanner.nextDouble();
            }
            return matrix;
        } catch (FileNotFoundException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        return null;
    }
    static double[][] getMatrixFromInput() {
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        int n;
        do {
            System.out.print("Вводите размер матрицы: ");
            while (!scanner.hasNextInt()) {
                System.out.println("Размер матрицы должен быть целым
числом");
                scanner.next();
            }
            n = scanner.nextInt();
            if (n <= 0) System.out.println("Размер матрицы должен быть
положительным");
        } while (n <= 0);

        double[][] matrix = new double[n][n + 1];
        System.out.println("Коэффициенты матрицы:");
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            for (int j = 0; j < n + 1; j++)
                matrix[i][j] = scanner.nextDouble();
        }
        return matrix;
    }
    static boolean checkNullMatrix(double[][] matrix){
        if(matrix == null){
            System.out.println("Матрица пустая");
            return true;
        }
        return false;
    }
    static double Determinant(double[][] matrix) {
        int n = matrix.length;
        if (n == 1) return matrix[0][0];
        double det = 0;
```

```
        int sign = 1;

        for (int j = 0; j < n; j++) {
            double[][] minorMatrix = minorMatrxix(matrix, 0, j);
            det += sign * matrix[0][j] * Determinant(minorMatrix);
            sign *= -1;
        }
        return det;
    }
    static double[][] minorMatrxix(double[][] matrix, int row, int column){
        int newLength = matrix.length - 1;
        double[][] minor = new double[newLength][newLength];
        for(int i = 0, n_row = 0; i < matrix.length; i++){
            if(i != row) {
                for (int j = 0, n_column = 0; j < matrix.length; j++) {
                    if (j != column)
                        minor[n_row][n_column++] = matrix[i][j];
                }
                n_row++;
            }
        }
        return minor;
    }
    static double[][] transpose(double[][] matrix){
        int n = matrix.length;
        for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
            int max = i;
            for (int m = i + 1; m < n; m++) {
                if (Math.abs(matrix[m][i]) > Math.abs(matrix[max][i]))
                    max = m;
            }
            if (max != i) swapRows(matrix, max, i);

            for (int k = i + 1; k < n; k++) {
                double p = matrix[k][i] / matrix[i][i];
                for (int j = i; j <= n; j++)
                    matrix[k][j] -= p * matrix[i][j];
            }
        }
        return matrix;
    }
    static Object[] Solution(double[][] matrix){
        int n = matrix.length;
        // Решение
        double[] results = new double[n];
        for (int i = n - 1; i >= 0; i--) {
            double sum = 0;
            for (int j = i + 1; j < n; j++)
                sum += matrix[i][j] * results[j];
            results[i] = (matrix[i][n] - sum) / matrix[i][i];
        }
        // Погрешность
        double[] residuals = new double[n];
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            double sum = 0;
            for (int j = 0; j < n; j++)
                sum += matrix[i][j] * results[j];
            residuals[i] = sum - matrix[i][n];
        }
        return new Object[]{results, residuals};
    }
    static void swapRows(double[][] matrix, int row1, int row2){
        double[] temp = matrix[row1];
        matrix[row1] = matrix[row2];
```

```
        matrix[row2] = temp;
    }
    static void printMatrix(double[][] matrix){
        System.out.print("     ");
        for (int i = 1; i < matrix[0].length; i++)
            System.out.printf("X%d%8s", i, "");
        System.out.println("B");

        for (double[] row : matrix) {
            for (double col : row)
                System.out.printf("%10.3f", col);
            System.out.println();
        }
    }
    static void printVector(double[] vector){
        System.out.print("[");
        System.out.printf("%.6f", vector[0]);
        for(int i = 1; i < vector.length; i++){
            System.out.printf("%10.6f",vector[i]);
        }
        System.out.println("]");
    }
}
```

Примеры работы программы

```
Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцам:
Ввод матрицы из файла или с клавиатуры ? (Y:N)
Y
Исходная матрица:
     X1        X2        X3        B
     2.000     2.000     4.000     7.000
     6.000     9.000     3.000     5.000
     3.000     8.000     2.000     1.000
Определитель: 66.000
Преобразованная матрица:
     X1        X2        X3        B
     6.000     9.000     3.000     5.000
     0.000     3.500     0.500    -1.500
     0.000     0.000     3.143     4.905
Вектор неизвестных:
[1.030303 -0.651515  1.560606]
Вектор невязок:
[-0.000000  0.000000  0.000000]
```

```
Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцам:
Ввод матрицы из файла или с клавиатуры ? (Y:N)
N
Вводите размер матрицы: 3
Коэффициенты матрицы:
10 -7 0 7
-3 2.099 6 3.901
5 -1 5 6
Исходная матрица:
     X1        X2        X3        B
    10.000    -7.000     0.000     7.000
    -3.000     2.099     6.000     3.901
     5.000    -1.000     5.000     6.000
Определитель: -150.050
Преобразованная матрица:
     X1        X2        X3        B
    10.000    -7.000     0.000     7.000
     0.000     2.500     5.000     2.500
     0.000     0.000     6.002     6.002
Вектор неизвестных:
[0.000000 -1.000000  1.000000]
Вектор невязок:
[0.000000  0.000000  0.000000]
```

```
Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцам:
Ввод матрицы из файла или с клавиатуры ? (Y:N)
N
Вводите размер матрицы: 3
Коэффициенты матрицы:
2 2 10 14
10 1 1 12
2 10 1 13
Исходная матрица:
     X1        X2        X3        B
     2.000     2.000    10.000    14.000
    10.000     1.000     1.000    12.000
     2.000    10.000     1.000    13.000
Определитель: 946.000
Преобразованная матрица:
     X1        X2        X3        B
    10.000     1.000     1.000    12.000
     0.000     9.800     0.800    10.600
     0.000     0.000     9.653     9.653
Вектор неизвестных:
[1.000000  1.000000  1.000000]
Вектор невязок:
[0.000000  0.000000  0.000000]
```

Вывод

В результате выполнения данной лабораторной работой я познакомился с численными методами решения математических задач на примере систем алгебраических уравнений, реализовав на языке программирования Java метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцам.