Московский Авиационный Институт (Национальный исследовательский университет) Факультет прикладной математики и информационных технологий

**Курсовая работа по дисциплине «Объектно-ориентированное программирование».**

Выполнил студент: Жилов Андрей А.

Группы : М8О-205Б-21

Руководитель: Кузнецова С.В

Оценка:

Дата:

Москва 2022

# Алгоритм №138”Создание ортогональной матрицы”

## Постановка задачи

Реализация алгоритма проблемы на C# и обеспечение визуализации выполнения алгоритма. Данный алгоритм используется для нахождения корня уравнения на отрезке. Делает она это выбирая начальную точку и троя касательную к ней которая пересекает ось OX в следующей точке дальше алгоритм запускается по новой. Алгоритм работает пока не даст заданное заранее приближение к корню функции.

## Описание алгоритма

**Algorithm 138** *Create a Uniform Orthonormal Matrix*

$n \leftarrow$ desired number of dimensions

$M \leftarrow n \times n$ matrix, all zeros
**for** $i$ from 1 to $n$ **do**
    **for** $j$ from 1 to $m$ **do**
        $M_{ij} \leftarrow$ random number chosen from the Normal distribution $N(\mu = 0,\ \sigma^2 = 1)$
**for** $i$ from 1 to $n$ **do**
    Row vector $\vec{M}_i = \vec{M}_i - \sum_{j=1}^{i-1} \langle \vec{M}_i \cdot \vec{M}_j \rangle \vec{M}_j$ ▷ Subtract out projections of previously built bases
    Row vector $\vec{M}_i = \frac{\vec{M}_i}{||\vec{M}_i||}$ ▷ Normalize
**return** $M$

Сначала мы создаем матрицу размеров nxn и заполняем её случайными числами. Затем с помощью метода Грамма Шмидта находим ортогональный вектор и нормируем его, добавляем в конечную матрицу и возвращаем итоговую матрицу

## Реализация алгоритма C#

# Controller

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace kyrs138
{
    internal class Controller
    {
        private Model model;

        public Controller(Model model_in)
        {
            this.model = model_in;
        }
        public double[,] getRandomMatrix()
        {
            return model.enterRandomNumbers();
```

```
        }
        public void SetSizeOfMatrix(int n)
        {
            model.putSizeOfMatrix(n);
        }
        //public double[,] getOrthonormalMatrix()
        //{
        //    return model.OrthonormalMatrix();
        //}
        public void getOrthonormalMatrix()
        {
            model.OrthonormalMatrix();
            return;
        }
        public double Check()
        {
            return model.checkMatrix();
        }
        public void SetMatrix(double[,] M)
        {
            model.getMatrix(M);
        }
    }
}
```

# Model

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Security.Cryptography.X509Certificates;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using static System.Windows.Forms.VisualStyles.VisualStyleElement;
using System.Threading;
using System.Collections;

namespace kyrs138
{
    public class Model
    {
        public delegate void MatrixCallback(double[,] Matrix);
        public event MatrixCallback OnUpdate;
        private ArrayList Listeners;
        double[,] M;
        Random rand;
        public int n;
        double[,] B;

        public Model()
        {
            rand = new Random();
            n = 0;
            Listeners = new ArrayList();

        }
        public void putSizeOfMatrix(int size)
        {
            n = size;
            M = new double[n, n];

        }
```

```
        public void register(Observer listener)
        {
            Listeners.Add(listener);
            //OnUpdate += listener.OnUpdate;

        }

        public void UpdateObservers()
        {
            foreach(Observer observer in Listeners)
            {
                observer.OnUpdate(B);
            }
        }
        public double checkMatrix()//проверка матрицы на ортогональность
        {
            double[] A = new double[n];
            double[] B = new double[n];
            double max = 0;
            double c=0;
            for (int i = 0; i < n - 1; i++)
            {
                for (int j = i + 1; j < n; j++)
                {
                    A = getRow(M, i);
                    B = getRow(M, j);
                    c = scalarPr(A, B);

                    if (c > max)
                        max = c;
                }

            }
            return c;
        }
        public double[,] enterRandomNumbers()//заполнение матрицы рандомными числами
        {

            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                for (int j = 0; j < n; j++)
                {
                    if (rand.Next(1, 2) == 1)
                    {
                        M[i, j] = 1.00 / rand.Next(-20, -1);

                    }
                    else
                    {
                        M[i, j] = 1.00 / rand.Next(1, 20);

                    }

                }
            }
            return M;
        }
        public void getMatrix(double[,] a)
        {
            M = a;
        }
        public double scalarPr(double[] A, double[] B)//Скалярное произведение
векторов
        {
```

```
            double c = 0;
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                c += A[i] * B[i];
            }
            return c;
        }
        public double[] vectorSub(double[] A, double[] B)//разность векторов
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                C[i] = A[i] - B[i];
            }
            return C;
        }
        public double[] getRow(double[,] A, int index)//получение строки
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int j = 0; j < n; j++)
            {
                C[j] = A[index, j];
            }
            return C;
        }
        public double[] getColl(double[,] A, int index)//получение столбца
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int j = 0; j < n; j++)
            {
                C[j] = A[j, index];
            }
            return C;
        }
        public double[] vectorSum(double[] A, double[] B)//сумма векторов
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                C[i] = A[i] + B[i];
            }
            return C;
        }
        public double[] Multiplication(double A, double[] B)//произведение вектрора
на число
        {
            double[] C = new double[n];

            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                C[i] = B[i] * A;
            }
            return C;
        }
        public double[] vectorMultiplication(double[] A, double[] B)//произведение
векторов
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                for (int j = 0; j < n; j++)
                {
                    C[i] += A[i] * B[j];
                }
```

```
            }
            return C;
        }
        public double[] sumOfscalar(int i, double[,] B)//сумма проекций векторов
        {
            double[] C = new double[n];
            for (int j = 0; j < i; j++)//summ=scalarproisv(mixmj)xmj
            {
                C = vectorSum(C, Multiplication(scalarPr(getRow(M, i), getRow(B, j))
/ scalarPr(getRow(B, j), getRow(B, j)), getRow(B, j)));// an-сумма проекция an на bj
j=1 -> n-1
            }
            return C;
        }
        public double[] normalization(double[] A)
        {
            double c = 0;
            c = Math.Sqrt(scalarPr(A, A));
            if (c != 0)
            {

                for (int i = 0; i < n; i++)
                {
                    A[i] = A[i] / c;
                }
            }
            return A;
        }

        public void OrthonormalMatrix()//вычисление с помошбю грамма-шмидта
        {
            double[] C = new double[n];
            B = new double[n, n];
            //double[,] X = new double[n, n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {

                C = vectorSub(getRow(M, i), sumOfscalar(i, B));//mi-sum
                C=normalization(C);
                //dataGridView1.Rows[i] = vectorSubtraction(dataGridView1.Rows[i],
sumOfscalar(scalarPr(scalarPr()) , i));
                for (int j = 0; j < n; j++)
                {
                    //dataGridView2.Rows[j].Cells[i].Value = C[j];
                   // X[j, i] = C[j];
                    B[i, j] = C[j];
                    //OnUpdate?.Invoke(B);
                    UpdateObservers();
                }
                Thread.Sleep(1000);
            }
            M = B;

            return;
        }
    }
}
```

## Реализация пользовательского режима

# Form1

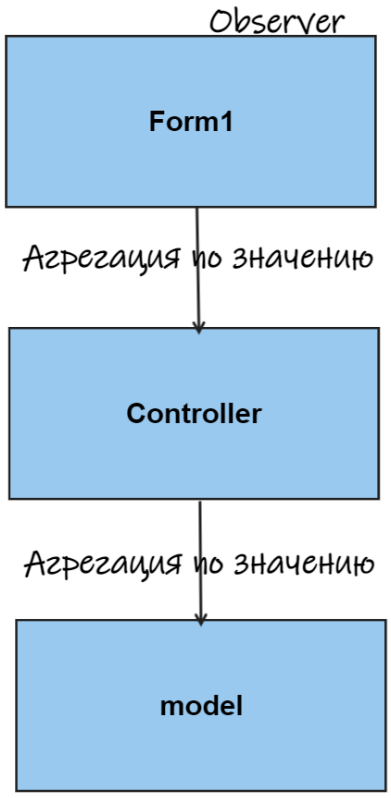
```
using System;
```

```
using System.CodeDom;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using static System.Net.Mime.MediaTypeNames;

namespace kyrs138
{
    public partial class Form1 : Form,Observer
    {

        public int n;
        private Model model;
        private Controller controller;
        public Form1(Model model_l)
        {
            n = 0;
            InitializeComponent();
            this.model = model_l;
            model.register(this);
            controller = new Controller(model);
        }

        public void MatrixInTable1(double[,]M)//v
        {
            //A = new double [n,n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                for (int j=0; j < n; j++)
                {
                    dataGridView1.Rows[j].Cells[i].Value = M[i, j];
                }
            }
        }
        public void MatrixInTable2(double[,] M)//v
        {
            //A = new double [n,n];
            for (int i = 0; i < n; i++)
            {
                for (int j = 0; j < n; j++)
                {
                    dataGridView2.Rows[j].Cells[i].Value = M[i, j];
                }
            }
        }
        //delegate void MatrixCallback(double[,] Matrix);
        //public void OnUpdate(double[,] B)
        //{
        //    if (this.dataGridView2.InvokeRequired)
        //    {
        //        MatrixCallback d = new MatrixCallback(OnUpdate);
        //        this.Invoke(d, new object[] { B });
        //    }
        //    else
        //    {
        //        label5.Text = B.ToString();
        //        MatrixInTable2(B);
        //    }
```

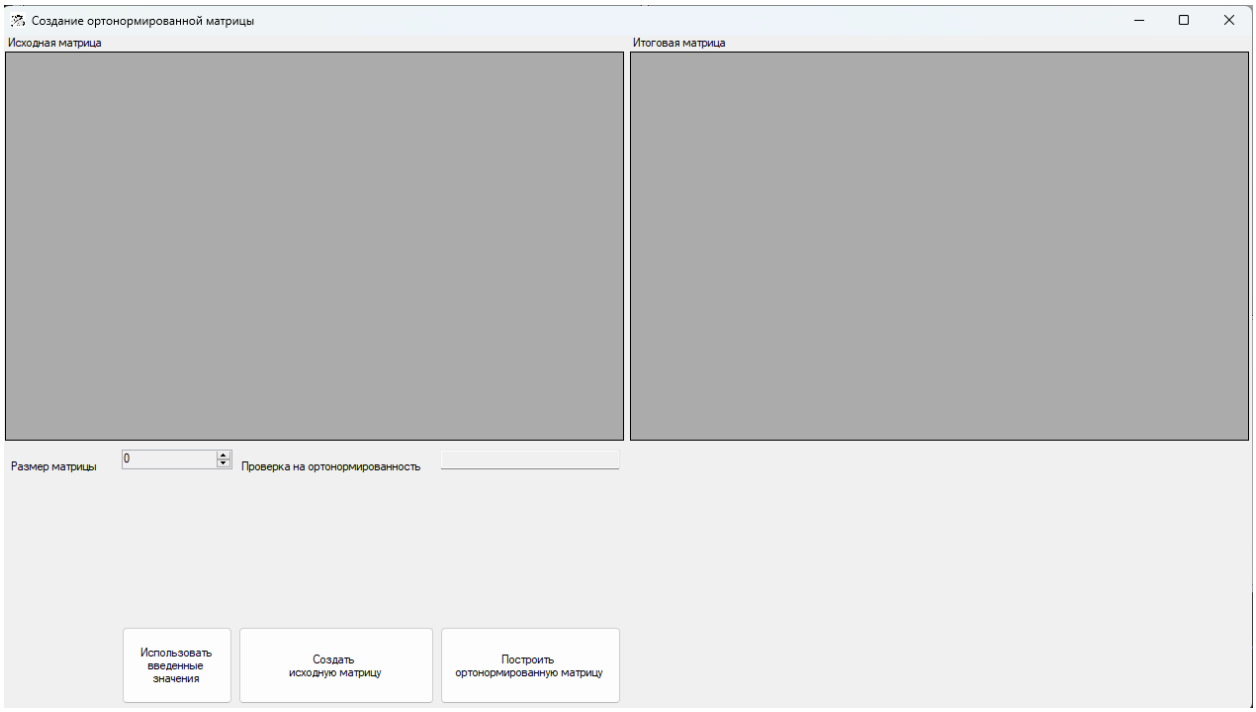
```
//}
public void OnUpdate(double[,] b)
{

    MatrixInTable2(b);
    this.dataGridView2.Refresh();
}

public double[,] Table1ToMatrix()
{
    double[,] A = new double[n, n];
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        for(int j=0;j<n;j++)
        {
            A[i, j] =Convert.ToDouble( dataGridView1.Rows[j].Cells[i].Value);
        }
    }
    return A;
}

private void button1_Click_1(object sender, EventArgs e)
{

    n = Convert.ToInt32(this.numericUpDown1.Value);
    if(n<=0)
    {
        MessageBox.Show("Введите размер матрицы больший нуля");
        return;
    }
    dataGridView1.RowCount = n;
    dataGridView1.ColumnCount = n;
    dataGridView2.RowCount = n;
    dataGridView2.ColumnCount = n;
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
        {
            dataGridView1.Rows[i].Cells[j].Value = 0;
        }
    }
    MatrixInTable1(controller.getRandomMatrix());

}

private void button2_Click_1(object sender, EventArgs e)
{



    controller.getOrthonormalMatrix();

    textBox1.Text = controller.Check().ToString("F4");

}

private void numericUpDown1_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    n = Convert.ToInt32(this.numericUpDown1.Value);
    dataGridView1.RowCount = n;
    dataGridView1.ColumnCount = n;
    dataGridView2.RowCount = n;
    dataGridView2.ColumnCount = n;
    controller.SetSizeOfMatrix(n);
```

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

                    dataGridView1.Rows[i].Cells[j].Value = 0;
                    dataGridView2.Rows[i].Cells[j].Value = 0;

                }
            }
        }

        private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            try
            {
                controller.SetMatrix(Table1ToMatrix());
                MessageBox.Show("Данные введены");
            }
            catch
            {
                MessageBox.Show("Некоректные данные");
            }
        }
    }
}
```

## Диаграмма класса:

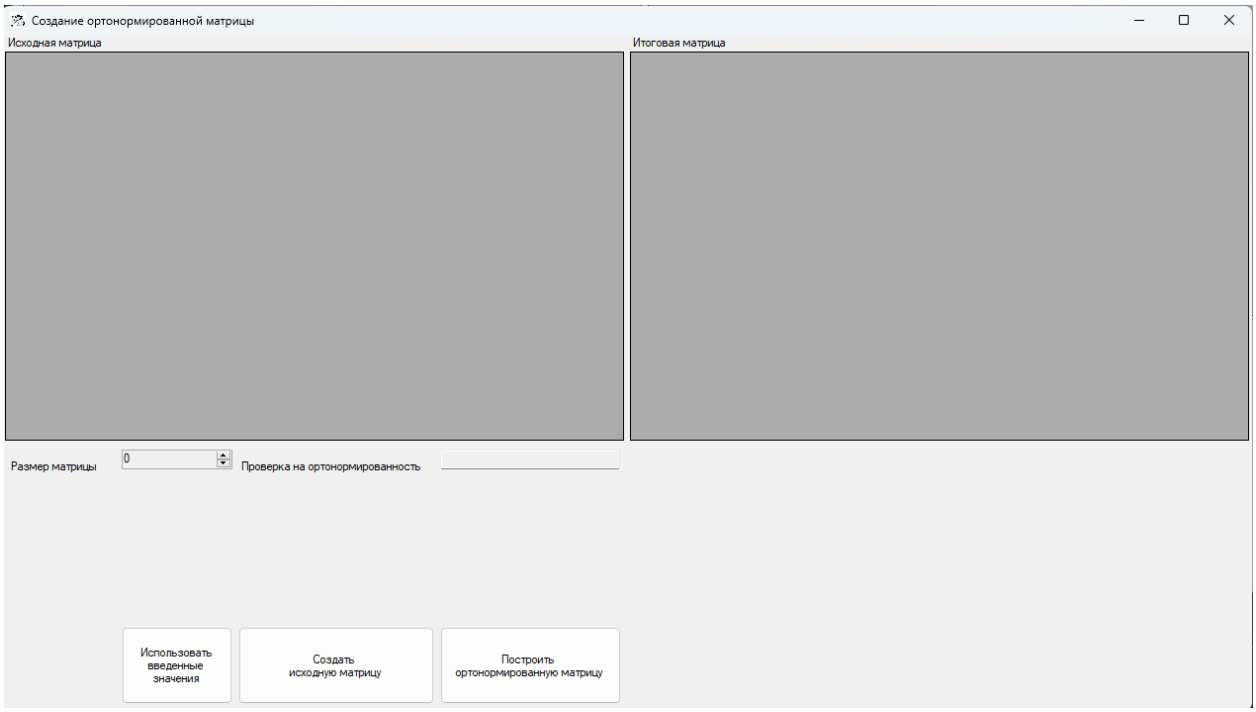


## Демонстрация функциональных возможностей приложения

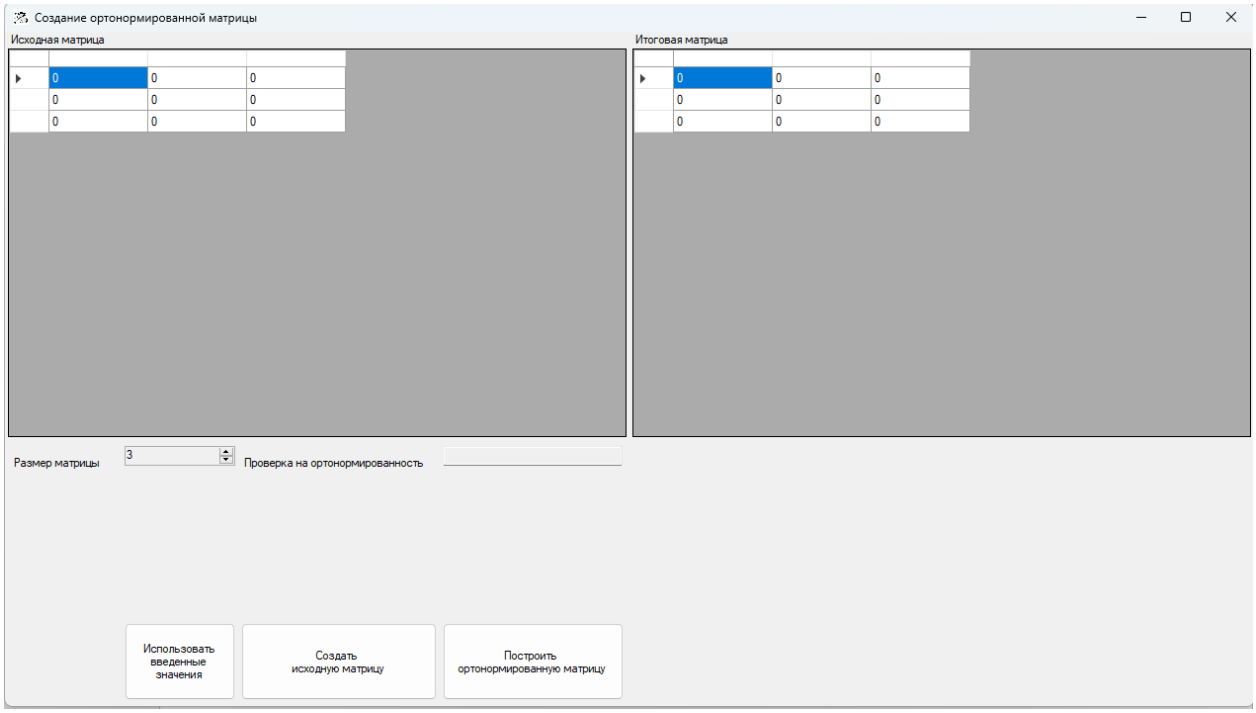



## Тесты. Протокол работы.

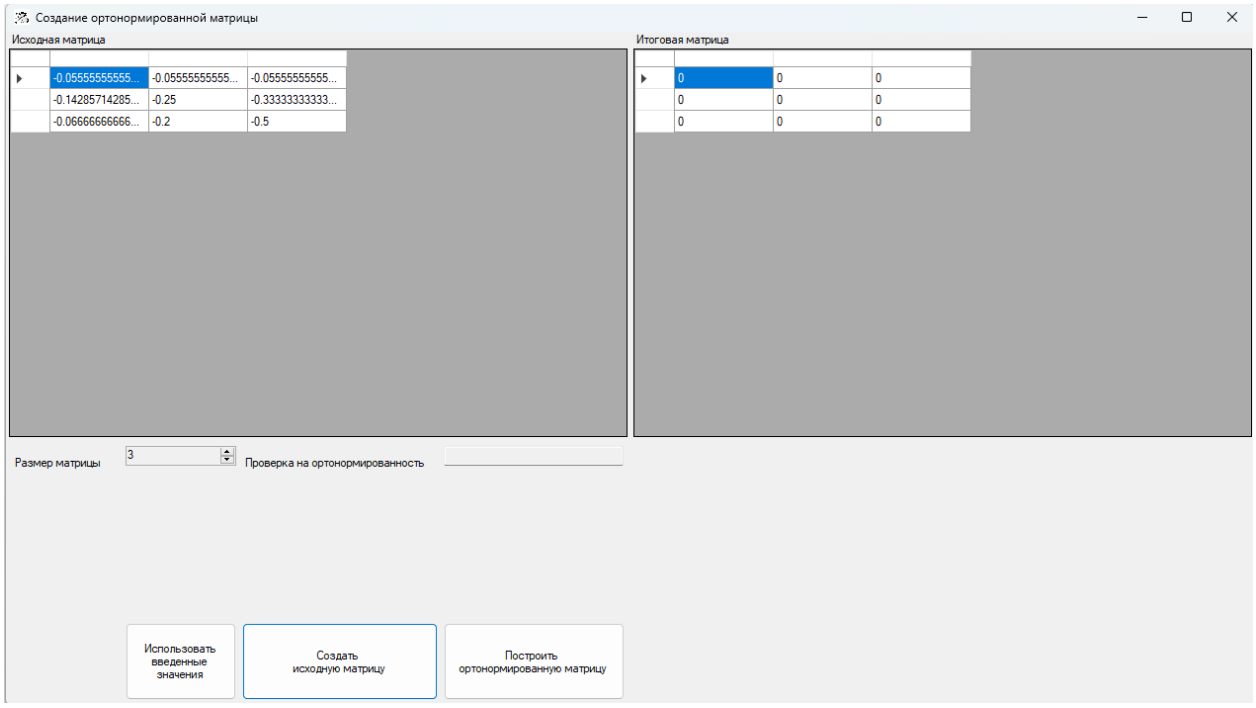
Начальный вид формы



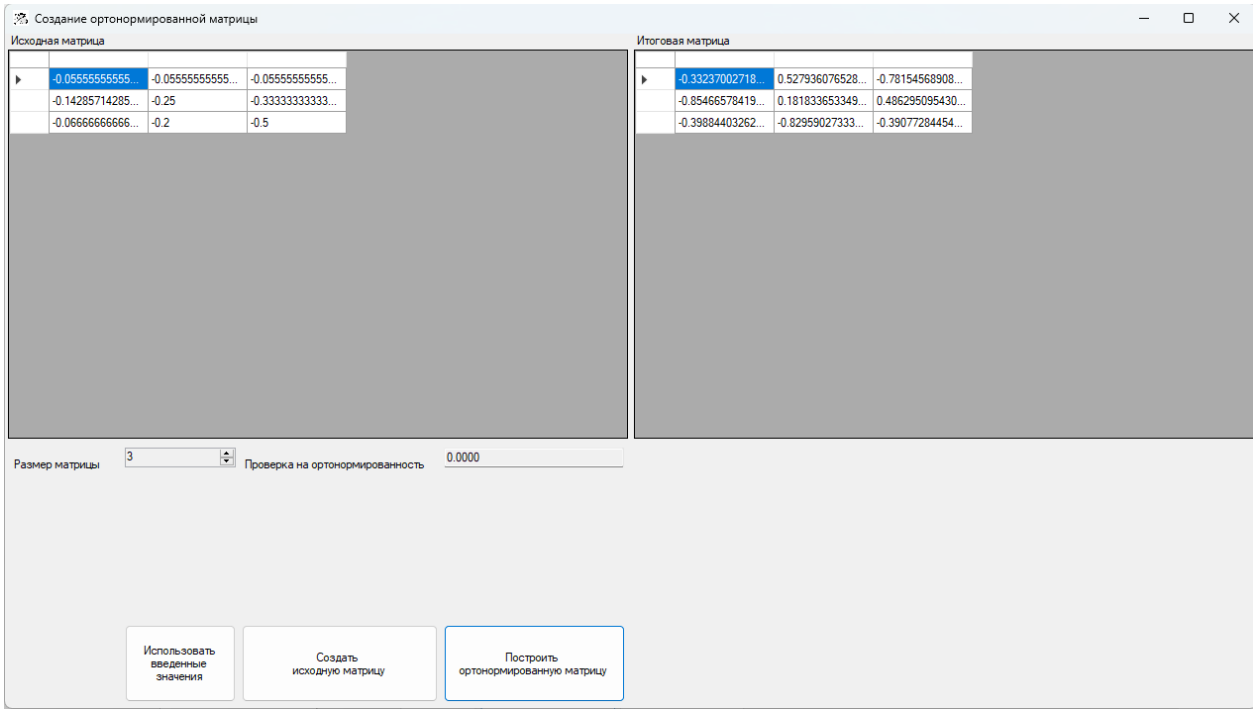

С помощью numbericUpDown можно изменить размер матрицы, сразу после изменения значения исходная матрица заполняется нулями.



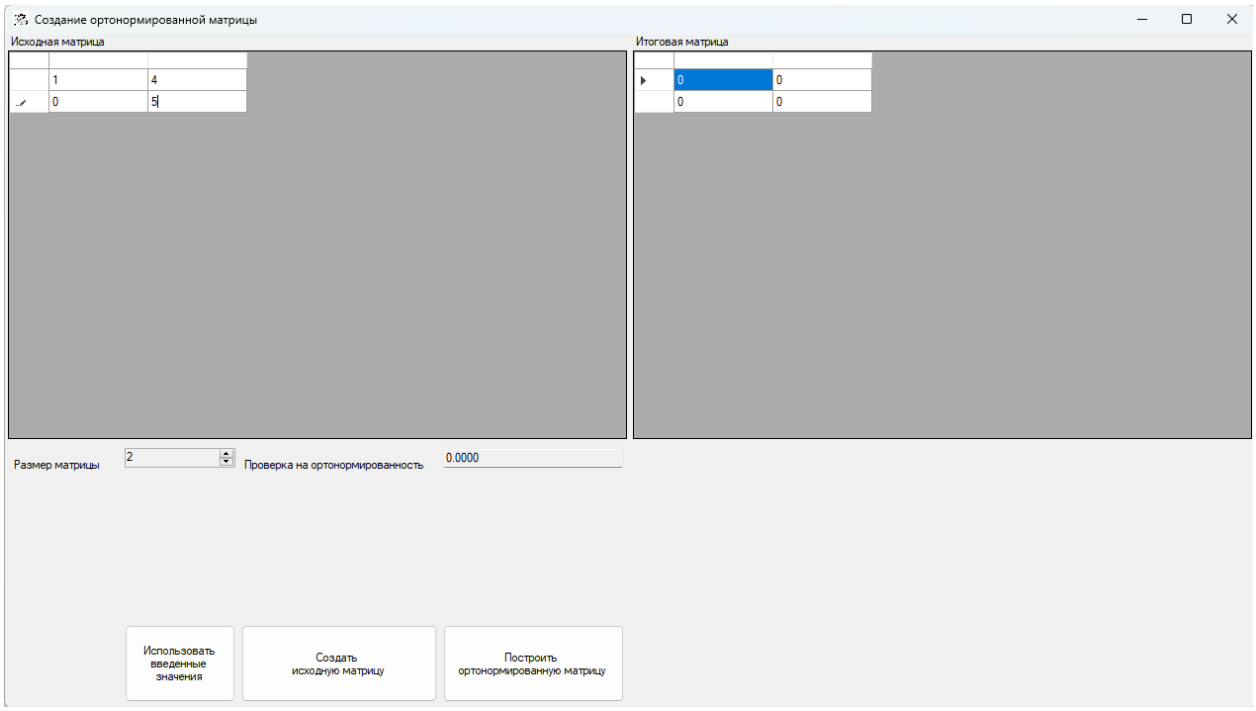

Затем с помощью button(Создать исходную матрицу) мы заполняем исходную матрицу случайными значениями.



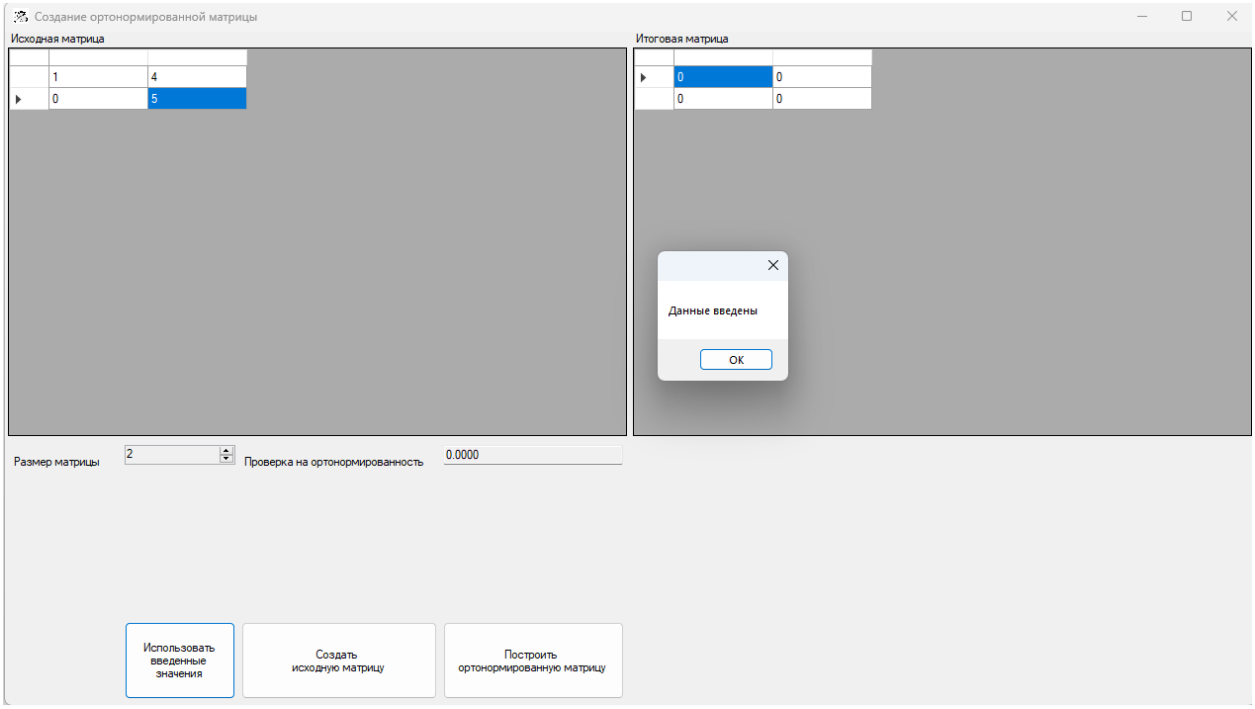

С помощью button(Построить ортонормированную матрицу выводится конечная матрица) выводится ортонормированная матрица.



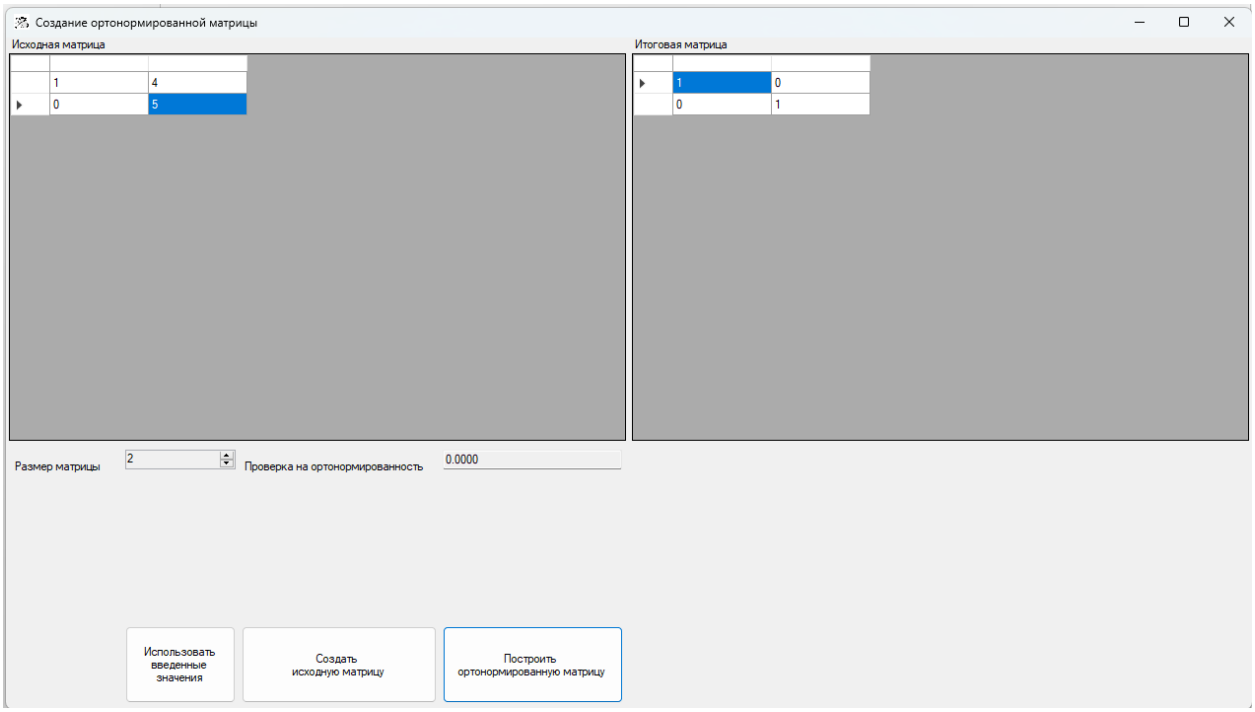

Также мы можес ввести собственные значения в исходную матрицу.




Нажав button(Использовать введенные значения) введённые данные отправляются в модель.




И с помощью button(Построить ортонормированную матрицу выводится конечная матрица)




**Необходимое программное обеспечение:** Для данного курсового проекта использовалась операционная система Windows 11 и среда разработки Microsoft Visual Studio 2022.

**Вывод:** В ходе выполнения данного курсового проекта была разработана программа создающая ортонормированная матрица с помощью метода Грамма-Шмидта. Для осуществления визуализации и пользовательского

интерфейса была использована встроенная в среду библиотека Windows.Forms, а также паттерн MVC.