Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (СибГУТИ)

Кафедра прикладной математики и кибернетики

Современные технологии программирования

Лабораторная работа №2

«Модульное тестирование библиотеки классов на C# средствами Visual Studio»

Вариант №4

Выполнил: студент 4 курса группы ИП-111

Кузьменок Денис Витальевич

Проверил преподаватель: Зайцев Михаил Георгиевич

Новосибирск, 2024 г.

Цель:

Сформировать практические навыки разработки модульных тестов для библиотек классов C# и выполнения модульного тестирования с помощью средств автоматизации Visual Studio.

Задание:

Разработайте на языке C# класс, содержащий функции в соответствии с вариантом задания. Разработайте тестовые наборы данных для тестирования функций класса, по критерию C1. Протестируйте созданный класс с помощью средств автоматизации модульного тестирования Visual Studio. Проанализируйте результаты выполненных тестов по объёму покрытия тестируемого кода. Напишите отчёт о результатах проделанной работы.

1) Поиск максимума из трех чисел.
2) Функция получает двумерный массив вещественных переменных A. Отыскивает и возвращает произведение значений компонентов массива, у которых сумма значений индексов – чётная.
3) Функция получает двумерный массив вещественных переменных A. Отыскивает и возвращает минимальное значение компонентов массива, лежащих на и ниже главной диагонали.

Реализация

В ходе выполнения лабораторной работы мною была реализована библиотека классов C# `LibraryLab2`. Внутри данной библиотеки присутствует класс MyClass с методами в соответствии с вариантом задания, а именно:

`public static int FindMax(int a, int b, int c)` – Метод принимает три целочисленных параметра. Среди них находит максимальное значение и возвращает его.

`public static double ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(double[,] A)` – Метод принимает матрицу, заполненную данными типа чисел с плавающей точкой. В методе предусмотрено две генерации исключения:

1) Если была передана матрица, не содержащая в себе ни одного значения;
2) Если была передана матрица, у которой одно из измерений не было инициализировано.

Во вложенном цикле проходится по каждому элементу массива, и если индекс у этого элемента четный, то производится операция умножения. Таким образом, метод возвращает произведение всех элементов, у которых сумма индексов i и j является четной.

`public static double MinValueOnAndBelowDiagonal(double[,] A)` – Метод принимает матрицу, заполненную данными типа чисел с плавающей точкой. В методе предусмотрено три генерации исключения:

1) Если была передана матрица, не содержащая в себе ни одного значения;
2) Если была передана матрица, у которой одно из измерений не было инициализировано;
3) Т.к. по заданию нужно найти число в матрице, умеющую главную диагональ, то в случае, если передана матрица размера NxM, где N≠M, то генерируется исключение, потому что для данного пункта необходима квадратная матрица.

Находит и возвращает минимальное число в матрице, находящееся на или ниже главной диагонали.

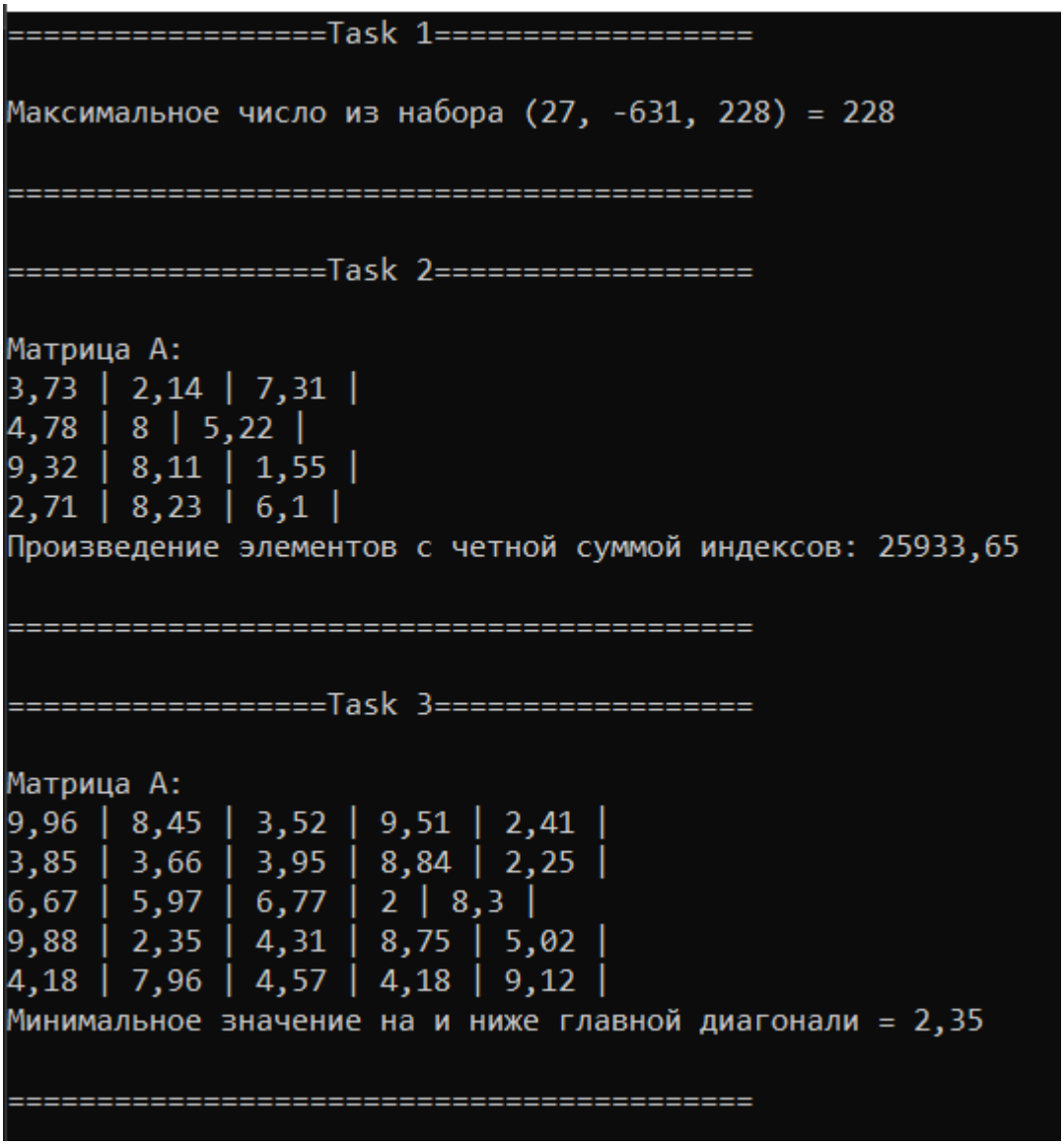
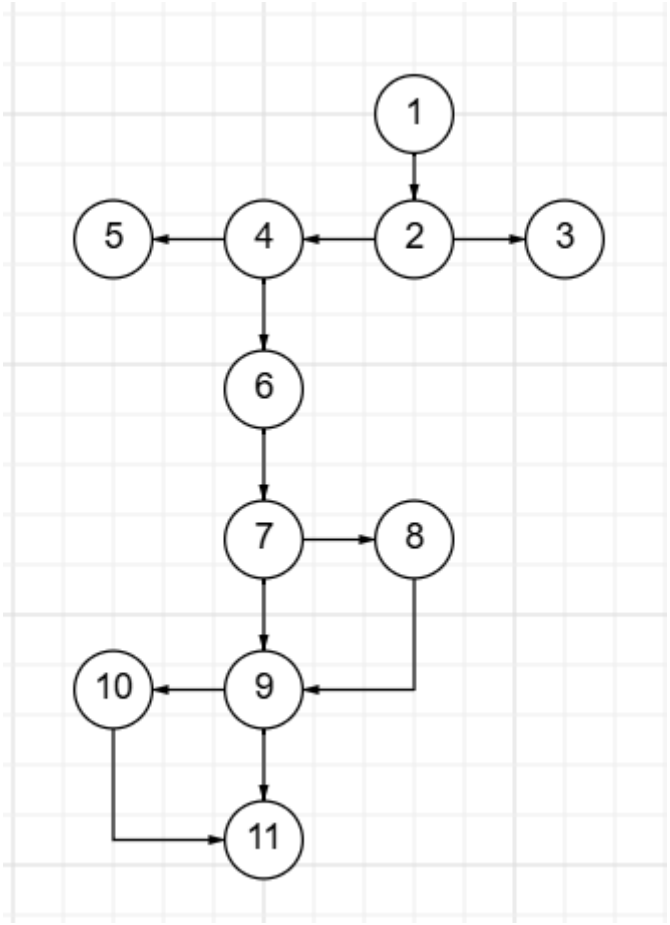


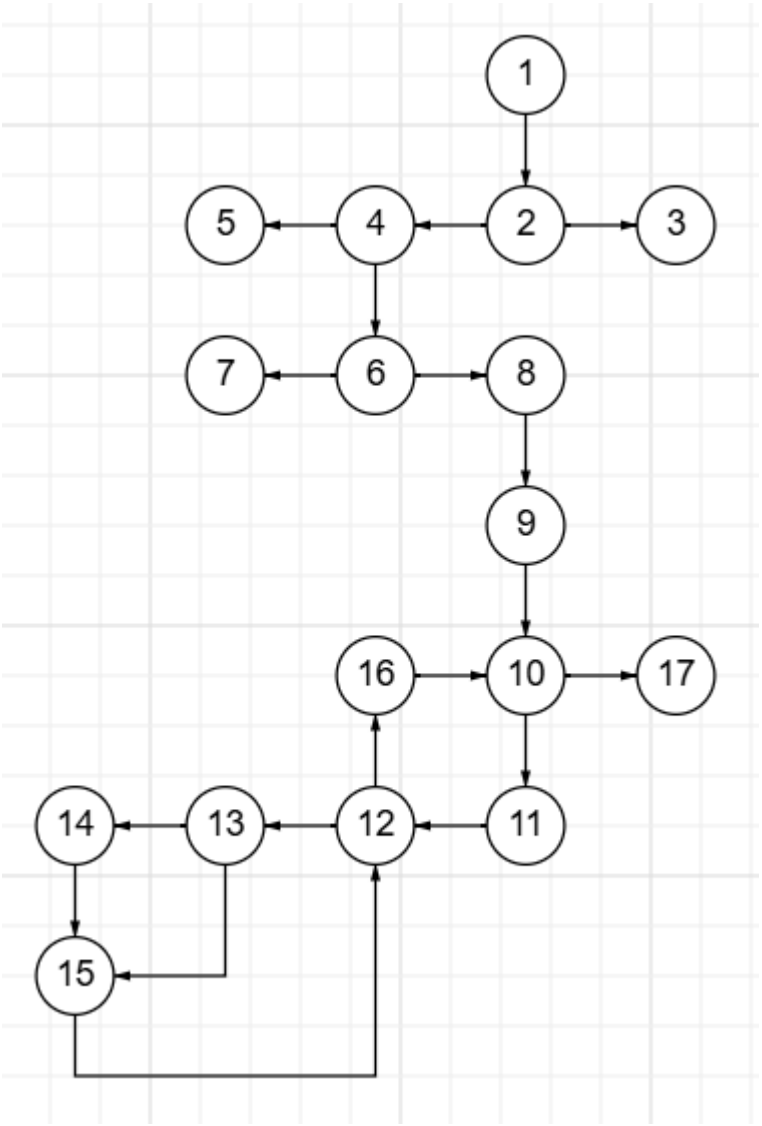
Рис. 1 – Результат запуска программы

В результате написания методов были созданы управляющие графы для каждого из них:

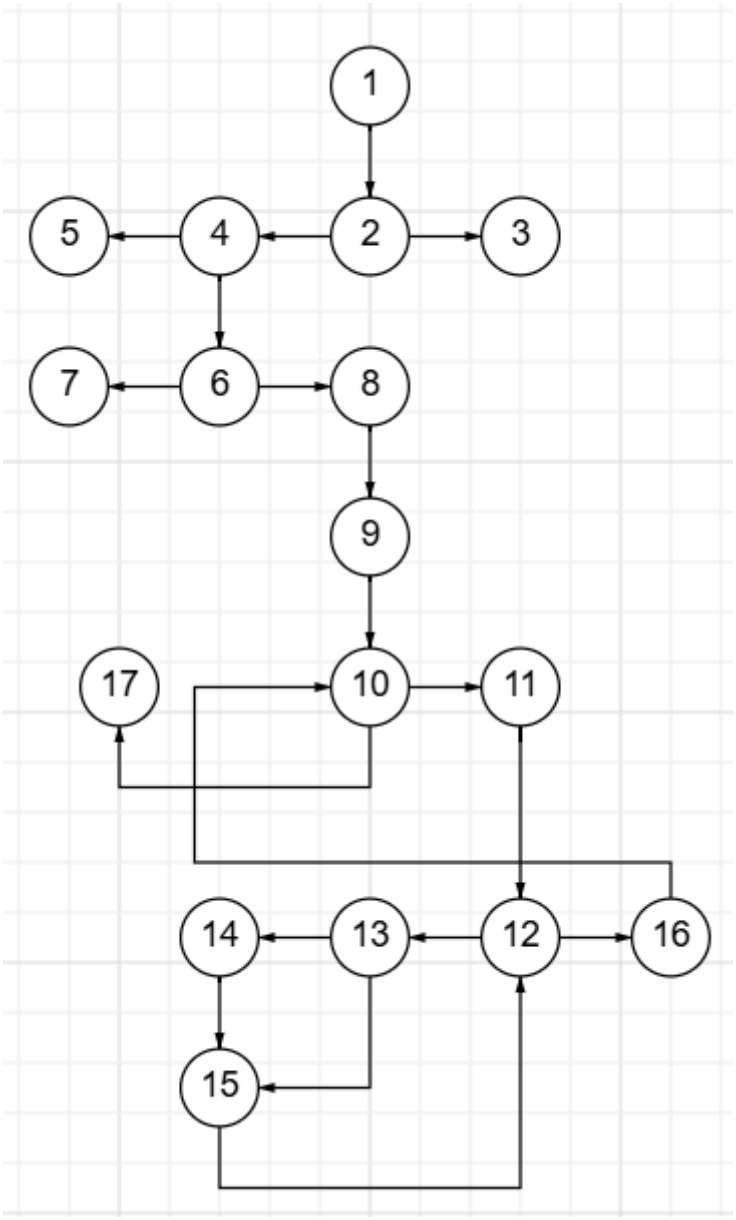
Для `public static int FindMax(int a, int b, int c):`



Для `public static double ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(double[,] A):`



Для `public static double MinValueOnAndBelowDiagonal(double[,] A):`



1. **FindMax**
    a) **Корректные данные:**
        - Входные данные: a = 5, b = -10, c = 2
        - Ожидаемый результат: максимальное значение – a = 5
    b) **Три одинаковых числа:**
        - Входные данные: a = 10, b = 10, c = 10
        - Ожидаемый результат: возвращение любого из трех значений (в моем случае возвращается переменная a)
    c) **Все числа равны нулю:**
        - Входные данные: a = 0, b = 0, c = 0
        - Ожидаемый результат: возвращение 0
2. **ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices**
    a) **Корректные данные:**
        - Входные данные: A = [[1.0, 2.0], [3.0, 4.0], [5.0, 6.0]]
        - Ожидаемый результат: нахождение произведения элементов матрицы, сумма индексов которых – четное число – 20.0
    b) **Матрица пустая:**
        - Входные данные: A = [[]]
        - Ожидаемый результат: генерация исключения `invalid_exception_2`
    c) **Матрица, у которой инициализировано лишь одно измерение:**
        - Входные данные: A = [[1.0, null], [3.0, null], [5.0, null]]
        - Ожидаемый результат: генерация исключения `invalid_exception_3`
    d) **Матрица, в которой содержится лишь один элемент:**
        - Входные данные: A = [[1.0]]
        - Ожидаемый результат: возвращение этого элемента – 1.0
3. **MinValueOnAndBelowDiagonal**
    a) **Корректные данные:**
        - Входные данные: A = [[1.0, 2.0, 3.0], [4.0, 5.0, 6.0], [7.0, 8.0, 9.0]]
        - Ожидаемый результат: нахождение минимального элемента на и ниже главной диагонали – 1.0
    b) **Матрица пустая:**
        - Входные данные: A = [[]]
        - Ожидаемый результат: генерация исключения `invalid_exception_2`
    c) **Матрица, у которой инициализировано лишь одно измерение:**
        - Входные данные: A = [[1.0, null, null], [4.0, null, null], [7.0, null, null]]
        - Ожидаемый результат: генерация исключения `invalid_exception_3`.
    d) **Матрица, у которой длина первого измерения не равна длине второго измерения (матрица не является квадратной):**
        - Входные данные: A = [[1.0, 2.0], [3.0, 4.0], [5.0, 6.0]]
        - Ожидаемый результат: генерация исключения `invalid_exception_1`.

Тестирование по структуре критериев C1 для каждого из трех методов предполагает:

1) Метод `FindMax:`
   - Можно выделить следующие ветви: (1, 2), (2, 3), (2, 4), (4, 5), (4, 6, 7), (7, 8, 9), (7, 9), (9, 10, 11), (9, 11). Необходимо будет реализовать два тестовых метода (X, Y) = {(a = 0, b = 0, c = 0, “0”), (a = 10, b = 10, c = 10, “10”)}, чтобы покрыть первые четыре ветви. Для покрытия остальных ветвей требуется реализовать три тестовых метода (X, Y, Z) = {(a = 3, b = 2, c = 1, “3”), (a = 1, b = 3, c = 2, “3”), (a = 1, b = 2, c = 3, “3”)}.
2) Метод `ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices:`
   - Можно выделить следующие ветви: (1, 2), (2, 3), (2, 4), (4, 5), (4, 6), (6, 7), (6, 8, 9, 10), (10, 17), (10, 11, 12), (12, 16, 10), (12, 13), (13, 14, 15, 12), (13, 15, 12). Необходимо будет реализовать три тестовых метода (X, Y, Z) = {(A = [[]], invalid_exception_2), (A = [[1.0, null], [3.0, null]], invalid_exception_3), (A = [[1.0]], “1.0”)}, чтобы покрыть первые шесть ветвей. Для покрытия остальных ветвей требуется реализовать лишь один тестовый метод (X) = {(A = [[1.0, 2.0], [3.0, 4.0], [5.0, 6.0]], “20.0”)}.
3) Метод `MinValueOnAndBelowDiagonal:`
   - Можно выделить следующие ветви: (1, 2), (2, 3), (2, 4), (4, 5), (4, 6), (6, 7), (6, 8, 9, 10), (10, 17), (10, 11, 12), (12, 16, 10), (12, 13), (13, 14, 15, 12), (13, 15, 12). Необходимо будет реализовать три тестовых метода (X, Y, Z) = {(A = [[]], invalid_exception_2), (A = [[1.0, null], [3.0, null]], invalid_exception_3), (A = [[1.0]], “1.0”)}, чтобы покрыть первые шесть ветвей. Для покрытия остальных ветвей требуется реализовать лишь один тестовый метод (X) = {(A = [[1.0, 2.0, 3.0], [4.0, 5.0, 6.0], [7.0, 8.0, 9.0]], “1.0”)}.

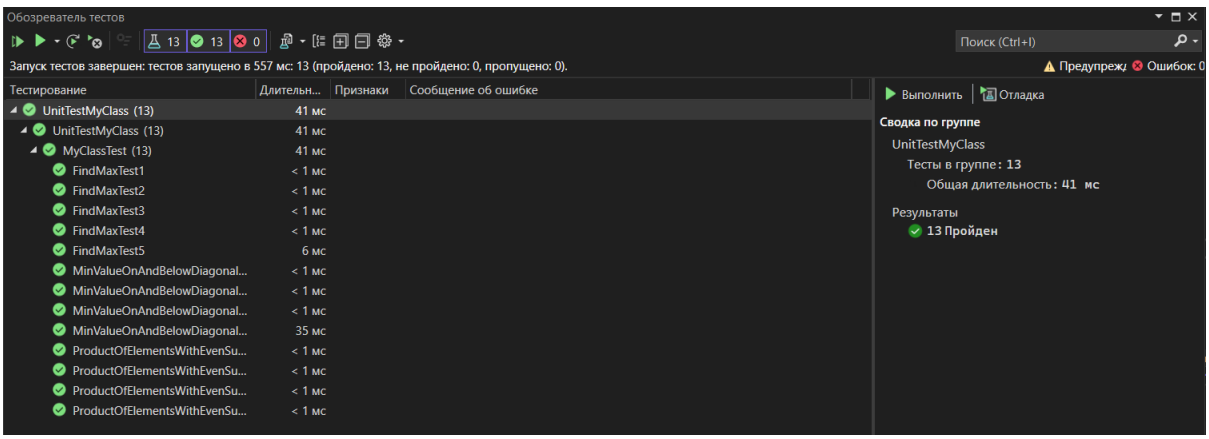


Рис. 2 – Результат выполнения модульных тестов.

Вывод:

В ходе выполнения данной работы была сформирована практическая база по разработке модульных тестов для библиотек классов C# с использованием средств автоматизации Visual Studio.

В результате проведенной работы были достигнуты следующие навыки:

1) Разработана библиотека классов C# для решения поставленной задачи;
2) Написан набор модульных тестов для проверки правильности работы библиотеки;
3) Настроен процесс автоматического выполнения модульных тестов в Visual Studio на основе критерия C1.

Листинг программы:

Program.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using LibraryLab2;

namespace MyProjectLab2
{
    class Program
    {
        const int MAX = 10;
        const int MIN = 1;
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("==================Task 1=================\n");
            int[] numbers = { 27, -631, 228, };
            int max = MyClass.FindMax(numbers[0], numbers[1], numbers[2]);
            Console.WriteLine($"Максимальное число из набора ({numbers[0]},
{numbers[1]}, {numbers[2]}) = {max}\n");
            Console.WriteLine("========================================\n");

            Random rnd = new Random();
            int rows = rnd.Next(2, 6);
            int cols = rnd.Next(2, 6);

            double[,] matrix_secondTask = new double[rows, cols];

            for(int i = 0; i < rows; i++)
            {
                for(int j = 0; j < cols; j++)
                {
                    matrix_secondTask[i, j] = Math.Round(((rnd.NextDouble() * (MAX -
MIN)) +  MIN), 2);
                }
            }

            Console.WriteLine("==================Task 2=================\n");
            Console.WriteLine("Матрица A: ");
            for(int i = 0; i < matrix_secondTask.GetLength(0); i++)
            {
                for(int j = 0; j < matrix_secondTask.GetLength(1); j++)
                {
                    Console.Write(matrix_secondTask[i, j] + " | ");
                }
                Console.WriteLine();
            }
            double product =
MyClass.ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(matrix_secondTask);
            try
            {
                Console.WriteLine("Произведение элементов с четной суммой индексов:
" + Math.Round(product, 2) + '\n');
            }
            catch (Exception ex)
            {
                Console.WriteLine("Ошибка: " + ex.Message);
            }
            Console.WriteLine("========================================\n");

            int size = rnd.Next(2, 6);
```

```
            double[,] matrix_thirdTask = new double[size, size];

            for (int i = 0; i < size; i++)
            {
                for (int j = 0; j < size; j++)
                {
                    matrix_thirdTask[i, j] = Math.Round(((rnd.NextDouble() * (MAX -
MIN)) + MIN), 2);
                }
            }

            Console.WriteLine("==================Task 3==================\n");
            Console.WriteLine("Матрица A: ");
            for (int i = 0; i < size; i++)
            {
                for (int j = 0; j < size; j++)
                {
                    Console.Write(matrix_thirdTask[i, j] + " | ");
                }
                Console.WriteLine();
            }
            double min = MyClass.MinValueOnAndBelowDiagonal(matrix_thirdTask);
            try
            {
                Console.WriteLine("Минимальное значение на и ниже главной диагонали
= " + min + '\n');
            }
            catch(Exception ex)
            {
                Console.WriteLine("Ошибка: " + ex.Message);
            }

            Console.WriteLine("==========================================\n");
        }
    }
}
```

MyClass.cs

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

namespace LibraryLab2
{
    public class MyClass
    {
        static string s1 = "Матрица должна быть квадратной!";
        static string s2 = "Матрица не может быть null!";
        static string s3 = "Матрица не может быть пустой!";
        public class invalid_exception_1 : ArgumentException
        {
            public invalid_exception_1(string message) : base(message) { }
        }

        public class invalid_exception_2 : ArgumentException
        {
            public invalid_exception_2(string message) : base(message) { }
        }

        public class invalid_exception_3 : ArgumentException
        {
            public invalid_exception_3(string message) : base(message) { }
        }

        public static int FindMax(int a, int b, int c)
        {
            if (a == 0 && b == 0 && c == 0) return 0;
            if (a == b && b == c) return a;

            int max = a;

            if(b > max)
            {
                max = b;
            }
            if(c > max)
            {
                max = c;
            }
            return max;
        }

        public static double ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(double[,] A)
        {
            if(A == null) throw new invalid_exception_2(s2);

            if (A.GetLength(0) == 0 || A.GetLength(1) == 0) throw new
invalid_exception_3(s3);

            if (A.GetLength(0) == 1 && A.GetLength(1) == 1) return A[0, 0];

            double product = 1.0;

            for(int i = 0; i < A.GetLength(0); i++)
            {
                for(int j = 0; j <  A.GetLength(1); j++)
                {
```

```
                    if ((i + j) % 2 == 0)
                    {
                        product *= A[i, j];
                    }
                }
            }
            return product;
        }

        public static double MinValueOnAndBelowDiagonal(double[,] A)
        {
            if (A == null) throw new invalid_exception_2(s2);

            if (A.GetLength(0) == 0 || A.GetLength(1) == 0) throw new
invalid_exception_3(s3);

            if (A.GetLength(0) != A.GetLength(1)) throw new invalid_exception_1(s1);


            double min = double.MaxValue;

            for(int i = 0; i < A.GetLength(0); i++)
            {
                for(int j = 0; j <= i; j++)
                {
                    if (A[i, j] < min)
                    {
                        min = A[i, j];
                    }
                }
            }
            return min;
        }

    }
}
```

MyClassTest.cs

```
using Microsoft.VisualStudio.TestTools.UnitTesting;
using System;
using LibraryLab2;

namespace UnitTestMyClass
{
    [TestClass]
    public class MyClassTest
    {
        [TestMethod]
        public void FindMaxTest1()
        {
            //arrange
            int first = 3;
            int second = 2;
            int third = 1;
            int expected = 3;
            //act
            int actual = MyClass.FindMax(first, second, third);
            //assert
            Assert.AreEqual(expected, actual);
        }

        [TestMethod]
        public void FindMaxTest2()
        {
            //arrange
            int first = 1;
            int second = 3;
            int third = 2;
            int expected = 3;
            //act
            int actual = MyClass.FindMax(first, second, third);
            //assert
            Assert.AreEqual(expected, actual);
        }

        [TestMethod]
        public void FindMaxTest3()
        {
            //arrange
            int first = 1;
            int second = 2;
            int third = 3;
            int expected = 3;
            //act
            int actual = MyClass.FindMax(first, second, third);
            //assert
            Assert.AreEqual(expected, actual);
        }

        [TestMethod]
        public void FindMaxTest4()
        {
            //arrange
            int first = 0;
            int second = 0;
            int third = 0;
            int expected = 0;
            //act
            int actual = MyClass.FindMax(first, second, third);
            //assert
            Assert.AreEqual(expected, actual);
```

```
}

[TestMethod]
public void FindMaxTest5()
{
    //arrange
    int first = 10;
    int second = 10;
    int third = 10;
    int expected = 10;
    //act
    int actual = MyClass.FindMax(first, second, third);
    //assert
    Assert.AreEqual(expected, actual);
}

[TestMethod]
public void ProductOfElementsWithEvenSumOfIndicesTest1()
{
    //arrange
    double[,] matrix = { { 1.0, 2.0 }, { 3.0, 4.0 }, { 5.0, 6.0} };
    double expected = 20.0;
    //act
    double actual = MyClass.ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(matrix);
    //assert
    Assert.AreEqual(expected, actual);
}

[TestMethod]
public void ProductOfElementsWithEvenSumOfIndicesTest2()
{
    //arrange
    double[,] matrix = { { 4.0} };
    double expected = 4.0;
    //act
    double actual = MyClass.ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(matrix);
    //assert
    Assert.AreEqual(expected, actual);
}

[TestMethod]
[ExpectedException(typeof(MyClass.invalid_exception_2))]
public void ProductOfElementsWithEvenSumOfIndicesTest3()
{
    //arrange
    double[,] matrix = null;
    //act
    double actual = MyClass.ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(matrix);

}

[TestMethod]
[ExpectedException(typeof(MyClass.invalid_exception_3))]
public void ProductOfElementsWithEvenSumOfIndicesTest4()
{
    //arrange
    int row = 3, col = 0;
    double[,] matrix = new double[row, col];
    //act
    double actual = MyClass.ProductOfElementsWithEvenSumOfIndices(matrix);

}

[TestMethod]
public void MinValueOnAndBelowDiagonalTest1()
```

```
        {
            //arrange
            double[,] matrix = { { 43.0, 63.0, 87.0 }, { 1.0, 0.5, 0.4 }, { 115.0, -
62.0, 193.0 } };
            double expected = -62.0;
            //act
            double actual = MyClass.MinValueOnAndBelowDiagonal(matrix);
            //assert
            Assert.AreEqual(expected, actual);
        }

        [TestMethod]
        [ExpectedException(typeof(MyClass.invalid_exception_1))]
        public void MinValueOnAndBelowDiagonalTest2()
        {
            //arrange
            double[,] matrix = { { 43.0, 63.0}, { 1.0, 0.5}, { 115.0, -62.0} };
            //act
            double actual = MyClass.MinValueOnAndBelowDiagonal(matrix);

        }

        [TestMethod]
        [ExpectedException(typeof(MyClass.invalid_exception_2))]
        public void MinValueOnAndBelowDiagonalTest3()
        {
            //arrange
            double[,] matrix = null;
            //act
            double actual = MyClass.MinValueOnAndBelowDiagonal(matrix);

        }

        [TestMethod]
        [ExpectedException(typeof(MyClass.invalid_exception_3))]
        public void MinValueOnAndBelowDiagonalTest4()
        {
            //arrange
            int rows = 0, cols = 3;
            double[,] matrix = new double[rows, cols];
            //act
            double actual = MyClass.MinValueOnAndBelowDiagonal(matrix);

        }

    }
}
```