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

Лабораторная работа №4

«Разработка и модульное тестирование класса Матрица на C#»

Выполнил:
Студент группы ИП-113
Шпилев Д. И.
Работу проверил:
старший преподаватель кафедры ПМиК
Агалаков А.А.

Новосибирск 2024 г.

Содержание

1. Задание

Разработайте класс Матрица (Matrix) для операций матричной алгебры в соответствии с предложенной ниже спецификацией требований.

Разработайте тестовые наборы для тестирования методов класса на основе по критерию C2 (путей).

Выполните модульное тестирование класса средствами модульного тестирования Visual Studio.

Выполните анализ покрытия кода методов тестами.

Спецификация типа данных Матрица

ADT Matrix

Данные

Матрица (тип Matrix) - это двумерная матрица со значениями целого типа.

Объект типа Матрица – не изменяемый.

Операции

Конструктор (Matrix)	
Вход:	Получает двумерный массив целых m.Число строк i и столбцов j.
Предусловия:	Число строк и столбцов должно быть больше 0.
Процесс:	Инициирует объект типа Matrix полученным массивом. Заносит число строк и столбцов в соответствующие свойства I и J.
Сложить (operator+)	
Вход:	(b) – объект тип Matrix.
Предусловия:	Число строк и столбцов в суммируемых матрицах должны совпадать
Процесс:	Создаёт новый объект типа Matrix, элементы которого, получены путём сложения элементов объектов this и b с одинаковыми индексами.
Выход:	Объект типа Matrix.
Постусловия:	Нет.
Вычесть (operator-)	

Вход:	(b) – объект тип Matrix.
Предусловия:	Число строк и столбцов в матрицах, участвующих в вычитании, должны совпадать.
Процесс:	Создаёт новый объект типа Matrix, элементы которого, получены путём вычитания элементов объектов this и b с одинаковыми индексами.
Выход:	Объект типа Matrix.
Постусловия:	Нет.
Умножить (operator*)	
Вход:	(b) – объект типа Matrix.
Предусловия:	Матрицы, участвующие в умножении, должны быть согласованы для этой операции по числу строк и столбцов.
Процесс:	Создаёт новый объект типа Matrix, элементы которого, получены путём умножения элементов объектов this и b в соответствии с правилами перемножения матриц.
Выход:	Объект типа Matrix.
Постусловия:	Нет.
Равно (operator==)	
Вход:	(b) – объект типа Matrix.
Предусловия:	Число строк и столбцов в матрицах, участвующих в вычитании, должны совпадать.
Процесс:	Возвращает значение true, если элементы объектов this и b в на одинаковых позициях равны.
Выход:	Значение типа bool.
Постусловия:	Нет.
Транспонировать (Transp)	
Вход:	Нет.
Предусловия:	Матрица, подвергаемая транспонированию, должна иметь одинаковое число строк и столбцов.
Процесс:	Создаёт новый объект типа Matrix, элементы которого, получены путём транспонирования элементов объекта this.
Выход:	Объект типа Matrix.

Постусловия:	Нет.
Минимальный элемент(Min)	
Вход:	Нет.
Предусловия:	Нет.
Процесс:	Отыскивает и возвращает минимальный среди элементов объекта this.
Выход:	Значение типа int.
Постусловия:	Нет.
ПреобразоватьВстроку(ToString)	
Вход:	Нет.
Предусловия:	Нет.
Процесс:	Преобразует элементы матрицы this в строковое представление построчно. Напрмер: {{1,2,3},{4,5,6},{7,8,9}}
Выход:	Строка.
Постусловия:	Нет.
Взять элемент с индексами i,j (this [i,j])	
Вход:	Значения i, j типа int.
Предусловия:	Значения i, j должны находиться в допустимых диапазонах.
Процесс:	Возвращает элемент матрицы с индексами ***i,j***.
Выход:	Значение типа int.
Постусловия:	Нет.
Взять число строк I	
Вход:	Нет.
Предусловия:	Нет.
Процесс:	Возвращает число строк в матрице.
Выход:	Целое – число строк.
Постусловия:	Нет.
Взять число столбцов J	
Вход:	Нет.
Предусловия:	Нет.
Процесс:	Возвращает число столбцов в матрице.
Выход:	Целое – число столбцов.
Постусловия:	Нет.

end Matrix

2. Исходный код программы

2.1. Код программы

Matrix.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Runtime.CompilerServices;
using System.Runtime.Remoting.Messaging;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Lab4
{
    public class Matrix
    {
        private readonly int[,] matrix;

        public int I { get; }
        public int J { get; }

        public Matrix(int[,] matrix)
        {
            if (matrix.GetLength(0) < 1 || matrix.GetLength(1) < 1)
            {
                throw new ArgumentException("The number of I and J must be greater
than 0");
            }
            this.matrix = (int[,])matrix.Clone();
            I = matrix.GetLength(0);
            J = matrix.GetLength(1);
        }

        public int this[int i, int j]
        {
            get
            {
                if (i < 0 || i >= I || j < 0 || j >= J)
                    throw new IndexOutOfRangeException("Indexes are out of range of
acceptable values");
                return matrix[i, j];
            }
        }

        public static Matrix operator +(Matrix a, Matrix b)
        {
            if (a.I != b.I || a.J != b.J)
            {
                throw new InvalidOperationException("Matrices must be of the same
sizes");
            }

            int[,] result = new int[a.I, a.J];

            for (int i = 0; i < a.I; ++i)
            {
                for(int j = 0; j < a.J; ++j)
                {
                    result[i, j] = a.matrix[i, j] + b.matrix[i, j];
                }
            }
            return new Matrix(result);
        }
```

```
        public static Matrix operator -(Matrix a, Matrix b)
        {
            if (a.I != b.I || a.J != b.J)
            {
                throw new InvalidOperationException("Matrices must be of the same
sizes");
            }

            int[,] result = new int[a.I, a.J];

            for (int i = 0; i < a.I; ++i)
            {
                for (int j = 0; j < a.J; ++j)
                {
                    result[i, j] = a.matrix[i, j] - b.matrix[i, j];
                }
            }
            return new Matrix(result);
        }

        public static Matrix operator *(Matrix a, Matrix b)
        {
            if (a.J != b.I)
                throw new InvalidOperationException("Matrices are not consistent for
multiplication");

            int[,] result = new int[a.I, b.J];
            for (int i = 0; i < a.I; i++)
            {
                for (int j = 0; j < b.J; j++)
                {
                    for (int k = 0; k < a.J; k++)
                    {
                        result[i, j] += a[i, k] * b[k, j];
                    }
                }
            }
            return new Matrix(result);
        }

        public static bool operator ==(Matrix a, Matrix b)
        {
            if (a.I != b.I || a.J != b.J)
                throw new InvalidOperationException("Matrices are not consistent for
multiplication");

            for (int i = 0; i < a.I; i++)
            {
                for (int j = 0; j < a.J; j++)
                {
                    if (a[i, j] != b[i, j]) return false;
                }
            }
            return true;
        }

        public static bool operator !=(Matrix a, Matrix b) => !(a == b);

        public Matrix Transp()
        {
            if (I != J)
            {
                throw new InvalidOperationException("Matrix must have the same
number of rows and columns");
```

```
            }
            int[,] result = new int[J, I];
            for (int i = 0; i < I; i++)
            {
                for (int j = 0; j < J; j++)
                {
                    result[j, i] = matrix[i, j];
                }
            }
            return new Matrix(result);
        }

        public int Min()
        {
            int min = matrix[0, 0];
            foreach (int num in matrix)
            {
                min = Math.Min(min, num);
            }
            return min;
        }

        public override string ToString()
        {
            string str = "{";
            for (int i = 0; i < I; ++i)
            {
                str += "{";
                for (int j = 0; j < J - 1; ++j)
                {
                    str += matrix[i, j].ToString() + ",";
                }
                str += matrix[i, J - 1].ToString() + "}";
                if (i != I - 1) str += ",";
            }
            str += "}";
            return str;
        }

        public override bool Equals(object obj)
        {
            if (obj == null || GetType() != obj.GetType())
                return false;

            Matrix other = obj as Matrix;

            return this == other;
        }

        public override int GetHashCode()
        {
            return base.GetHashCode();
        }
    }
}
```

2.2.Код тестов

MatrixTest.cs

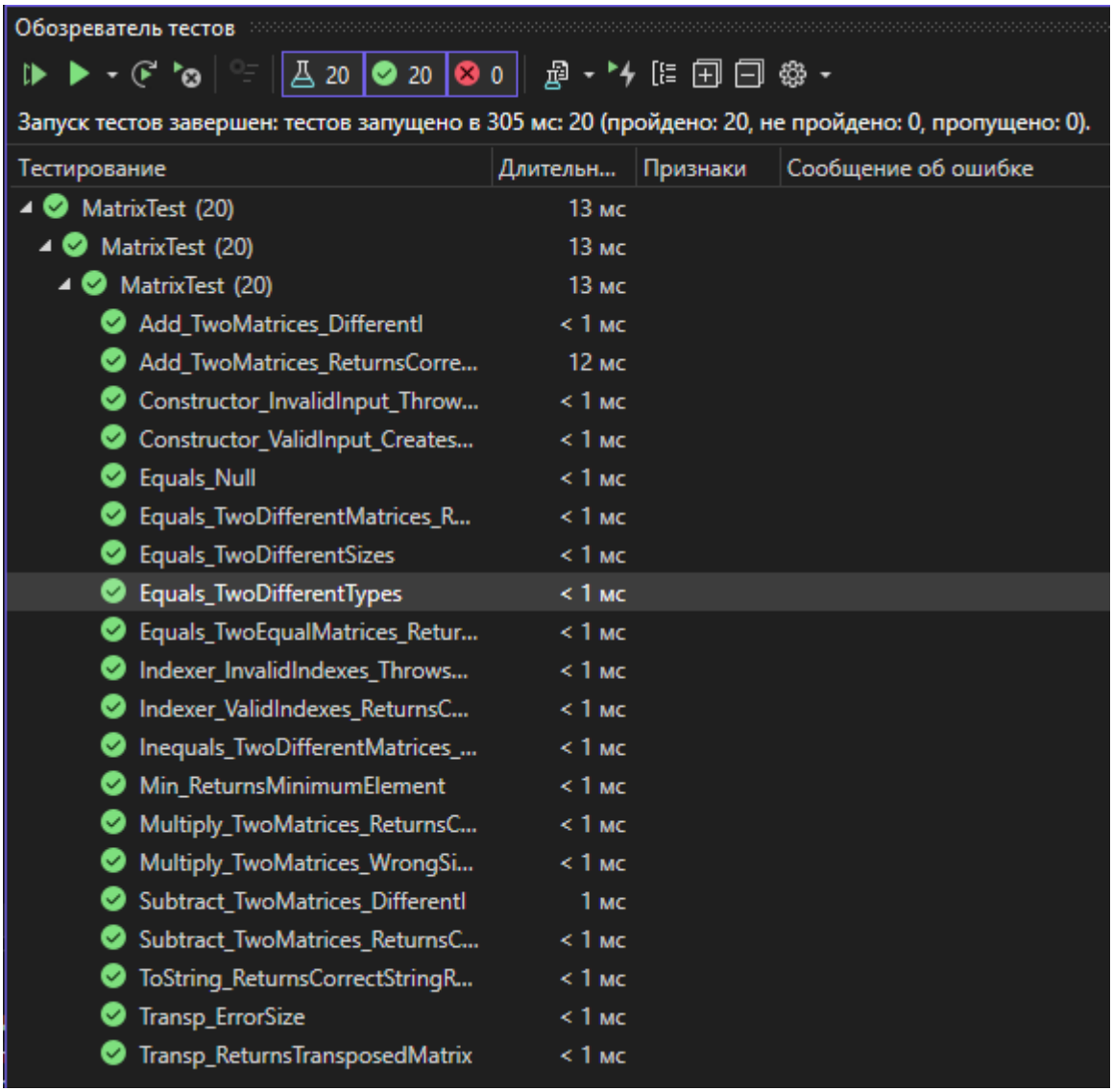
```
using Lab4;
using Microsoft.VisualStudio.TestTools.UnitTesting;
using System;

namespace MatrixTest
{
    [TestClass]
    public class MatrixTest
    {
        [TestMethod]
        public void Constructor_ValidInput_CreatesMatrix()
        {
            int[,] data = { { 1, 2 }, { 3, 4 } };
            Matrix matrix = new Matrix(data);

            Assert.AreEqual(2, matrix.I);
            Assert.AreEqual(2, matrix.J);
            Assert.AreEqual(1, matrix[0, 0]);
            Assert.AreEqual(4, matrix[1, 1]);
        }

        [TestMethod]
        public void Constructor_InvalidInput_ThrowsException_EmptyMatrix()
        {
            int[,] data = { };

            Assert.ThrowsException<ArgumentException>(() => new Matrix(data));
        }

        [TestMethod]
        public void Equals_TwoEqualMatrices_ReturnsTrue()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });

            Assert.IsTrue(matrix1.Equals(matrix2));
        }

        [TestMethod]
        public void Equals_TwoDifferentMatrices_ReturnsFalse()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 } });

            Assert.IsFalse(matrix1.Equals(matrix2));
        }

        [TestMethod]
        public void Equals_TwoDifferentSizes()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 }, { 6, 2 }
});
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });

            Assert.ThrowsException<InvalidOperationException>(() => matrix1 ==
matrix2);
        }

        [TestMethod]
        public void Equals_TwoDifferentTypes()
```

```
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });

            Assert.IsFalse(matrix1.Equals(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } }));
        }

        [TestMethod]
        public void Equals_Null()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });

            Assert.IsFalse(matrix1.Equals(null));
        }

        [TestMethod]
        public void Inequals_TwoDifferentMatrices_ReturnsTrue()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 5 } });

            Assert.IsTrue(matrix1 != matrix2);
        }

        [TestMethod]
        public void Add_TwoMatrices_ReturnsCorrectResult()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 } });
            Matrix result = matrix1 + matrix2;

            Assert.AreEqual(new Matrix(new int[,] { { 6, 8 }, { 10, 12 } }),
result);
        }

        [TestMethod]
        public void Add_TwoMatrices_DifferentI()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 }, { 6, 2} });
            Assert.ThrowsException<InvalidOperationException>(() => matrix1 +
matrix2);
        }

        [TestMethod]
        public void Subtract_TwoMatrices_ReturnsCorrectResult()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix result = matrix1 - matrix2;

            Assert.AreEqual(new Matrix(new int[,] { { 4, 4 }, { 4, 4 } }), result);
        }

        [TestMethod]
        public void Subtract_TwoMatrices_DifferentI()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 }, { 1, 2} });
            Assert.ThrowsException<InvalidOperationException>(() => matrix1 -
matrix2);
        }

        [TestMethod]
        public void Multiply_TwoMatrices_ReturnsCorrectResult()
        {
```

```
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 } });
            Matrix result = matrix1 * matrix2;

            Assert.AreEqual(new Matrix(new int[,] { { 19, 22 }, { 43, 50 } }),
result);
        }

        [TestMethod]
        public void Multiply_TwoMatrices_WrongSizes()
        {
            Matrix matrix1 = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix matrix2 = new Matrix(new int[,] { { 5, 6 }, { 7, 8 }, { 1, 2 }
});
            Assert.ThrowsException<InvalidOperationException>(() => matrix1 *
matrix2);
        }

        [TestMethod]
        public void Min_ReturnsMinimumElement()
        {
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 5, 3 }, { 7, 1 } });
            int minElement = matrix.Min();

            Assert.AreEqual(1, minElement);
        }

        [TestMethod]
        public void Transp_ReturnsTransposedMatrix()
        {
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Matrix result = matrix.Transp();

            Assert.AreEqual(new Matrix(new int[,] { { 1, 3 }, { 2, 4 } }), result);
        }

        [TestMethod]
        public void Transp_ErrorSize()
        {
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 }, { 5, 6 } });

            Assert.ThrowsException<InvalidOperationException>(() =>
matrix.Transp());
        }

        [TestMethod]
        public void ToString_ReturnsCorrectStringRepresentation()
        {
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            string result = matrix.ToString();

            Assert.AreEqual("{{1,2},{3,4}}", result);
        }

        [TestMethod]
        public void Indexer_ValidIndexes_ReturnsCorrectElement()
        {
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });
            Assert.AreEqual(1, matrix[0, 0]);
            Assert.AreEqual(4, matrix[1, 1]);
        }

        [TestMethod]
        public void Indexer_InvalidIndexes_ThrowsException()
        {
```

```
            Matrix matrix = new Matrix(new int[,] { { 1, 2 }, { 3, 4 } });

            Assert.ThrowsException<IndexOutOfRangeException>(() => { var element =
matrix[2, 2]; });
        }
    }
}
```

3. Результаты модульных тестов



Hierarchy	Covered (%Blocks)	Not Covered (%Blocks)	Covered (%Lines)	Not Covered (%Lines)
Matrix	98,53%	1,47%	97,48%	2,52%
get_I()	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
get_J()	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Matrix(int[0...,0...])	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
get_Item(int, int)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
op_Addition(Lab4.Matrix, Lab4.Matrix)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
op_Subtraction(Lab4.Matrix, Lab4.Matrix)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
op_Multiply(Lab4.Matrix, Lab4.Matrix)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
op_Equality(Lab4.Matrix, Lab4.Matrix)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
op_Inequality(Lab4.Matrix, Lab4.Matrix)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Transp()	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Min()	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
ToString()	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Equals(object)	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
GetHashCode()	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
Program	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%

4. Вывод

По итогам данной лабораторной работе были сформированы практические навыки разработки на C# и модульного тестирования классов средствами Visual Studio.