МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Вычислительная техника»

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №2

«Оценка времени выполнения программ.»

По дисциплине «Л и ОА в ИЗ»

Выполнили: ст. гр. 22ВВ4
Жуков Илья
Чумаев Сабит

Приняли: Юрова О.В.
Акифьев И.В.

2023

Цель работы:

Написать код программы, выполнив следующие задания:

Задание 1:

1.Вычислить порядок сложности программы (*O*-символику).

2.Оценить время выполнения программы и кода, выполняющего перемножение матриц, используя функции библиотеки time.h для матриц размерами от 100, 200, 400, 1000, 2000, 4000, 10000.

3.Построить график зависимости времени выполнения программы от размера матриц и сравнить полученный результат с теоретической оценкой.

Задание 2:

1.Оценить время работы каждого из реализованных алгоритмов на случайном наборе значений массива.

2.Оценить время работы каждого из реализованных алгоритмов на массиве, представляющем собой возрастающую последовательность чисел.

3.Оценить время работы каждого из реализованных алгоритмов на массиве, представляющем собой убывающую последовательность чисел.

4.Оценить время работы каждого из реализованных алгоритмов на массиве, одна половина которого представляет собой возрастающую последовательность чисел, а вторая, – убывающую.

5.Оценить время работы стандартной функции qsort, реализующей алгоритм быстрой сортировки на выше указанных наборах данных.

Ход работы:

Описание кода программы по заданию 1:

В данной программе производится умножение двух случайно сгенерированных матриц различных размеров. Затем измеряется время выполнения этой операции для каждого размера матрицы из заданного списка.

```
 static void Main()
        {

//объявили массив matrixSizes, который содержит размеры матриц, для которых будет выполняться умножение.
         int[] matrixSizes = { 100, 200, 400, 1000, 2000, 4000, 10000 };
```

```
//Перебираем данный массив
            foreach (int size in matrixSizes)
            {

//вызов метода GenerateRandomMatrix для генерации случайных матриц
(matrix1 и matrix2) заданного размера size x size.
                int[,] matrix1 = GenerateRandomMatrix(size, size);
                int[,] matrix2 = GenerateRandomMatrix(size, size);

//создание объекта класса Stopwatch для замера времени выполнения.
                Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();

//запуск секундомера.
                stopwatch.Start();

//вызов метода MultiplyMatrices для умножения матриц matrix1 и matrix2
и сохранения результата в переменную resultMatrix.
            int[,] resultMatrix = MultiplyMatrices(matrix1, matrix2);

//остановка секундомера.
                stopwatch.Stop();

//сохранение прошедшего времени в переменную elapsedTime типа TimeSpan.
                TimeSpan elapsedTime = stopwatch.Elapsed;

//вывод сообщения о размере матрицы на консоль.
                Console.WriteLine($"Matrix size: {size}x{size}");

//вывод сообщения о времени выполнения на консоль.
                Console.WriteLine($"Elapsed                         Time:
{elapsedTime.TotalSeconds} seconds");
            }
        }

//объявление метода GenerateRandomMatrix, который генерирует случайную
матрицу заданного размера rows x cols и возвращает ее.
        static int[,] GenerateRandomMatrix(int rows, int cols)
        {
            Random random = new Random();

//объявление двумерного массива matrix заданного размера rows x cols.
            int[,] matrix = new int[rows, cols];

//начало цикла for, который проходит по строкам матрицы.
            for (int i = 0; i < rows; i++)
            {

//начало цикла for, который проходит по столбцам матрицы.
                for (int j = 0; j < cols; j++)
                {
```

```
//генерация случайного числа от 0 до 99 и присваивание его элементу матрицы с индексами i и j.
                    matrix[i, j] = random.Next(100);
                }
            }

            return matrix;
        }

//объявление метода MultiplyMatrices, который умножает две матрицы matrix1 и matrix2 и возвращает полученную матрицу.
        static int[,] MultiplyMatrices(int[,] matrix1, int[,] matrix2)
        {
//получение количества строк в матрице
            int rows1 = matrix1.GetLength(0);

//получение количества столбцов в матрице
            int cols1 = matrix1.GetLength(1);

//получение количества столбцов в матрице
            int cols2 = matrix2.GetLength(1);

//объявление двумерного массива resultMatrix размером rows1 x cols2 для сохранения результата умножения.
            int[,] resultMatrix = new int[rows1, cols2];

//начало цикла for, который проходит по строкам матрицы resultMatrix.
            for (int i = 0; i < rows1; i++)
            {

//начало цикла for, который проходит по столбцам матрицы resultMatrix.
                for (int j = 0; j < cols2; j++)
                {

//начало цикла for, который проходит по столбцам матрицы matrix1 или строкам матрицы matrix2.
                    for (int k = 0; k < cols1; k++)
                    {

//Вычисление матрицы путем суммирования произведений соответствующих элементов матриц matrix1 и matrix2.
                  resultMatrix[i, j] += matrix1[i, k] * matrix2[k, j];
                    }
                }
            }

            Console.Write("---------------------------------\n");
```

```
            return resultMatrix;
        }
```

Порядок сложности перемножения матриц размера `NxN` составляет `O(N^3)`. Однако, в реальности время выполнения может отличаться из-за оптимизаций и особенностей компьютера.

Matrix Size	Elapsed Time (s)
100x100	0,008
200x200	0,055
400x400	0,432
1000x1000	9,181
2000x2000	73,037
4000x4000	845,229

<u>Описание кода программы по заданию 2:</u>

В данной программе производится оценка времени работы каждого из 3 реализованных алгоритмов на различных массивах

```
//Сначала пользователю предлагается ввести размер массива
Console.Write("Введите размер массивов: ");
            int N = Convert.ToInt16(Console.ReadLine());
            Console.WriteLine("\nЗадание 1.(случайный набор значений массива):\n");

            int[] mass = new int[N];
```

```
//Переменная "middleIndex" устанавливается как середина массива "mass"
            int middleIndex = N / 2;
            int value = 1;

            //int[] massTwo = new int[N];


//Создается экземпляр класса "Random" для генерации случайных чисел
            Random r = new Random();

//Далее происходит заполнение массива
            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                mass[i] = r.Next(100);
            }
//Создается экземпляр класса "Stopwatch" для измерения времени
выполнения сортировки
            Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();

            Console.WriteLine("Изначальный массив: ");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

//Создается копия массива "mass" под названием "shellSortedArray"
            int[] shellSortedArray = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, shellSortedArray, mass.Length);

//Запускается секундомер
            stopwatch.Start();

//Происходит сортировка массива "shellSortedArray" с помощью алгоритма
сортировки Шелла
            shell(shellSortedArray);

//Останавливается секундомер
            stopwatch.Stop();

//Выводится отсортированный массив "shellSortedArray" на консоль
            Console.WriteLine("\n\nМассив после сортировки Шелла:");
            for (int i = 0; i < shellSortedArray.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{shellSortedArray[i]} ");
            }

            Console.WriteLine($"\n\nВремя вработы сортировки Шелла:
{stopwatch.Elapsed.TotalMilliseconds}");
```

```
//Вызывается функция "line", которая выводит разделительную линию на консоль
            line();


            Console.WriteLine("Изначальный массив: ");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

//Создается копия массива "mass" под названием "qsSortedArray"
            int[] qsSortedArray = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, qsSortedArray, mass.Length);

            stopwatch.Start();

//Происходит сортировка массива "qsSortedArray" с помощью быстрой сортировки
            qs(qsSortedArray, 0, mass.Length - 1);
            stopwatch.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после быстрой сортировки:");
            for (int i = 0; i < qsSortedArray.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{qsSortedArray[i]} ");
            }

            Console.WriteLine($"\n\nВремя работы быстрой сортировки: {stopwatch.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

//Создается копия массива "mass" под названием "standartSortedArray"
            int[] standartSortedArray = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, standartSortedArray, mass.Length);

            stopwatch.Start();

//Происходит стандартная сортировка массива "standartSortedArray".
            Array.Sort(standartSortedArray);
```

```
            stopwatch.Stop();

         Console.WriteLine("\n\nМассив после стандартной сортировки:");
            for (int i = 0; i < standartSortedArray.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{standartSortedArray[i]} ");
            }

         Console.WriteLine($"\n\nВремя работы стандартной сортировки:
{stopwatch.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();
            stop();

            Console.WriteLine("Задание 2.(убывающая последовательность
чисел в массиве):\n");
            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

//Отсортировал массив пузырьковым алгоритмом, чтобы получить убывающую
последовательность
            BubbleSortDecreasing(mass);

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] shellSortedArray2 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, shellSortedArray2,mass.Length);

            Stopwatch stopwatch2 = new Stopwatch();

            stopwatch2.Start();

            shell(shellSortedArray2);

            stopwatch2.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после сортировки Шелла: ");

            for (int i = 0; i < shellSortedArray2.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{shellSortedArray2[i]} ");
            }
            Console.WriteLine($"\n\nВремя  вработы  сортировки  Шелла:
{stopwatch2.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");
```

```
            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] qsSortedArray2 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, qsSortedArray2, mass.Length);

            stopwatch2.Start();

            qs(qsSortedArray2, 0, mass.Length - 1);
            stopwatch2.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после быстрой сортировки:");
            for (int i = 0; i < qsSortedArray2.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{qsSortedArray2[i]} ");
            }

            Console.WriteLine($"\n\nВремя работы быстрой сортировки:
{stopwatch2.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] standartSortedArray2 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, standartSortedArray2, mass.Length);

            stopwatch2.Start();
            Array.Sort(standartSortedArray2);
            stopwatch2.Stop();

         Console.WriteLine("\n\nМассив после стандартной сортировки:");
            for (int i = 0; i < standartSortedArray2.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{standartSortedArray2[i]} ");
            }

         Console.WriteLine($"\n\nВремя работы стандартной сортировки:
{stopwatch2.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();
            stop();
```

```
        Console.WriteLine("Задание 3.(возростающая последовательность чисел в массиве):\n");
            Console.WriteLine("Изначальный массив:");
//Отсортировал массив пузырьковым алгоритмом, чтобы получить возростающую последовательность

            BubbleSortIncreasing(mass);

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] shellSortedArray3 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, shellSortedArray3, mass.Length);

            Stopwatch stopwatch3 = new Stopwatch();

            stopwatch3.Start();

            shell(shellSortedArray3);

            stopwatch3.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после сортировки Шелла: ");

            for (int i = 0; i < shellSortedArray3.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{shellSortedArray3[i]} ");
            }
            Console.WriteLine($"\n\nВремя вработы сортировки Шелла: {stopwatch3.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] qsSortedArray3 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, qsSortedArray3, mass.Length);

            stopwatch3.Start();

            qs(qsSortedArray3, 0, mass.Length - 1);
            stopwatch3.Stop();
```

```
            Console.WriteLine("\n\nМассив после быстрой сортировки:");
            for (int i = 0; i < qsSortedArray3.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{qsSortedArray3[i]} ");
            }

            Console.WriteLine($"\n\nВремя работы быстрой сортировки:
{stopwatch3.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] standartSortedArray3 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, standartSortedArray3, mass.Length);

            stopwatch3.Start();
            Array.Sort(standartSortedArray3);
            stopwatch3.Stop();

        Console.WriteLine("\n\nМассив после стандартной сортировки:");
            for (int i = 0; i < standartSortedArray3.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{standartSortedArray3[i]} ");
            }

        Console.WriteLine($"\n\nВремя работы стандартной сортировки:
{stopwatch3.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();
            stop();

        Console.WriteLine("Задание 4.(первая половина эл. - возрастает,
вторая половина эл. - убывает):\n");

            for (int i = 0; i < middleIndex; i++)
            {
                mass[i] = value;
                value++;
            }

            value -= 2;
            for (int i = middleIndex; i < N; i++)
            {
```

```
                mass[i] = value;
                value--;
            }

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] shellSortedArray4 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, shellSortedArray4, mass.Length);

            Stopwatch stopwatch4 = new Stopwatch();

            stopwatch4.Start();

            shell(shellSortedArray4);

            stopwatch4.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после сортировки Шелла: ");

            for (int i = 0; i < shellSortedArray4.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{shellSortedArray4[i]} ");
            }
            Console.WriteLine($"\n\nВремя  вработы  сортировки  Шелла:
{stopwatch4.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] qsSortedArray4 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, qsSortedArray4, mass.Length);

            stopwatch4.Start();

            qs(qsSortedArray4, 0, mass.Length - 1);
            stopwatch4.Stop();

            Console.WriteLine("\n\nМассив после быстрой сортировки:");
            for (int i = 0; i < qsSortedArray4.Length; i++)
```

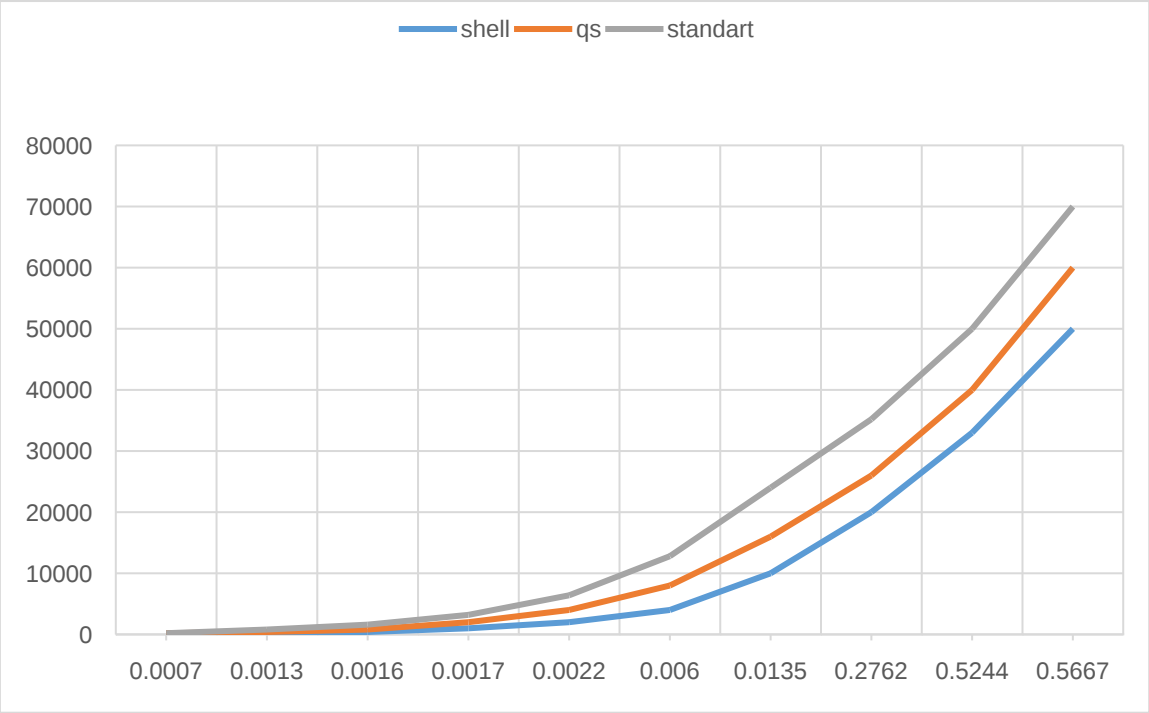
```
            {
                Console.Write($"{qsSortedArray4[i]} ");
            }

            Console.WriteLine($"\n\nВремя работы быстрой сортировки:
{stopwatch4.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();

            Console.WriteLine("Изначальный массив:");

            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{mass[i]} ");
            }

            int[] standartSortedArray4 = new int[mass.Length];
            Array.Copy(mass, standartSortedArray4, mass.Length);

            stopwatch4.Start();
            Array.Sort(standartSortedArray4);
            stopwatch4.Stop();

         Console.WriteLine("\n\nМассив после стандартной сортировки:");
            for (int i = 0; i < standartSortedArray4.Length; i++)
            {
                Console.Write($"{standartSortedArray4[i]} ");
            }

         Console.WriteLine($"\n\nВремя работы стандартной сортировки:
{stopwatch4.Elapsed.TotalMilliseconds}");

            line();
            stop();
        }

//Алгоритм Шелла
        public static void shell(int[] Array)
        {
            int j;
            int step = Array.Length / 2;
            while (step > 0)
            {
                for (int i = 0; i < (Array.Length - step); i++)
                {
                    j = i;
                    while ((j >= 0) && (Array[j] > Array[j + step]))
                    {
                        int tmp = Array[j];
                        Array[j] = Array[j + step];
```

```
                    Array[j + step] = tmp;
                    j -= step;
                }
            }
            step = step / 2;
        }
    }
//Алгоритм быстрой сортировки
    public static void qs(int[] items, int left, int right)
    {
        int i, j;
        int x, y;

        i = left;
        j = right;

        // Выбор компаранда
        x = items[(left + right) / 2];

        do
        {
            while (items[i] < x && i < right)
            {
                i++;
            }
            while (x < items[j] && j > left)
            {
                j--;
            }

            if (i <= j)
            {
                y = items[i];
                items[i] = items[j];
                items[j] = y;
                i++;
                j--;
            }
        } while (i <= j);

        if (left < j)
        {
            qs(items, left, j);
        }
        if (i < right)
        {
            qs(items, i, right);
        }
    }
    static void stop()
```

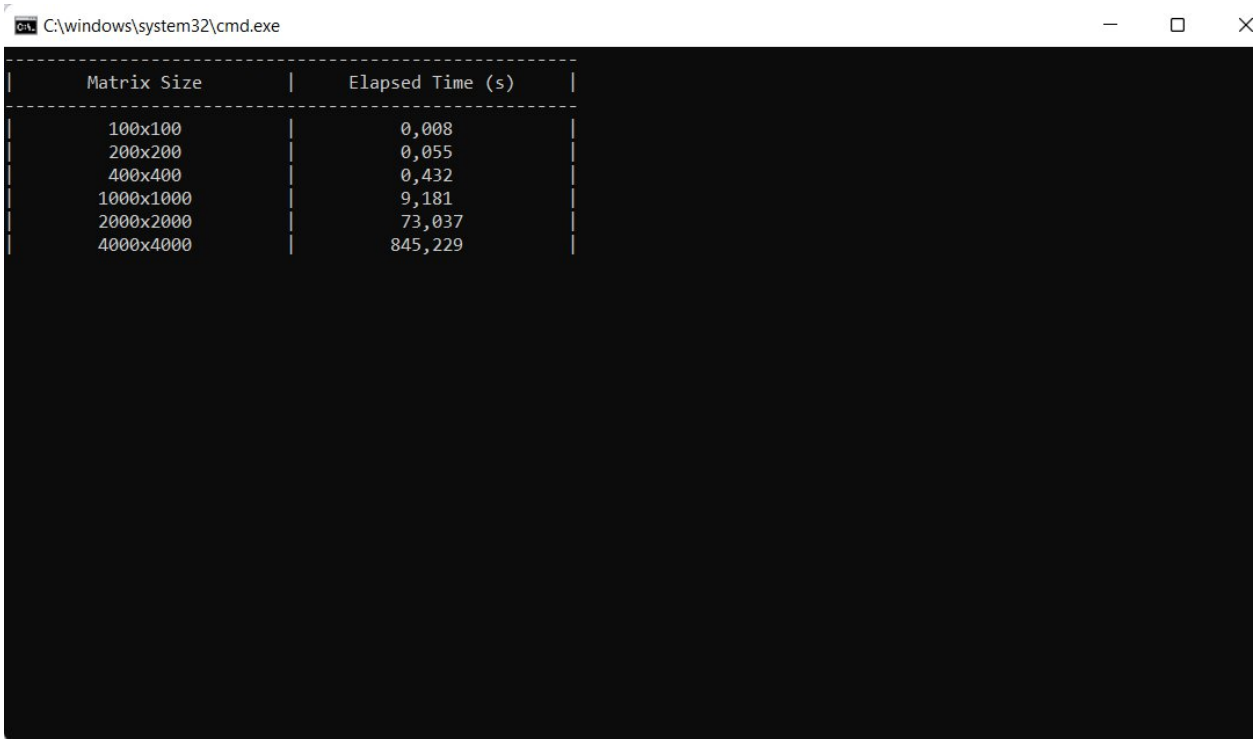
```
        {
            Console.ReadLine();
        }
        static void line()
        {
            Console.WriteLine("----------------------------------------
-");
        }
//Алгоритм пузырька, выводящий убывающую последовательность
        static int[] BubbleSortDecreasing(int[] mass)
        {
            int temp;
            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                for (int j = 0; j < mass.Length; j++)
                {
                    if (mass[i] > mass[j])
                    {
                        temp = mass[i];
                        mass[i] = mass[j];
                        mass[j] = temp;
                    }
                }
            }
            return mass;
        }
//Алгоритм пузырька, выводящий возростающую последовательность

        static int[] BubbleSortIncreasing(int[] mass)
        {
            int temp;
            for (int i = 0; i < mass.Length; i++)
            {
                for (int j = 0; j < mass.Length; j++)
                {
                    if (mass[i] < mass[j])
                    {
                        temp = mass[j];
                        mass[j] = mass[i];
                        mass[i] = temp;
                    }
                }
            }
            return mass;
        }
```

Таблица оценки времени работы алгоритмов:

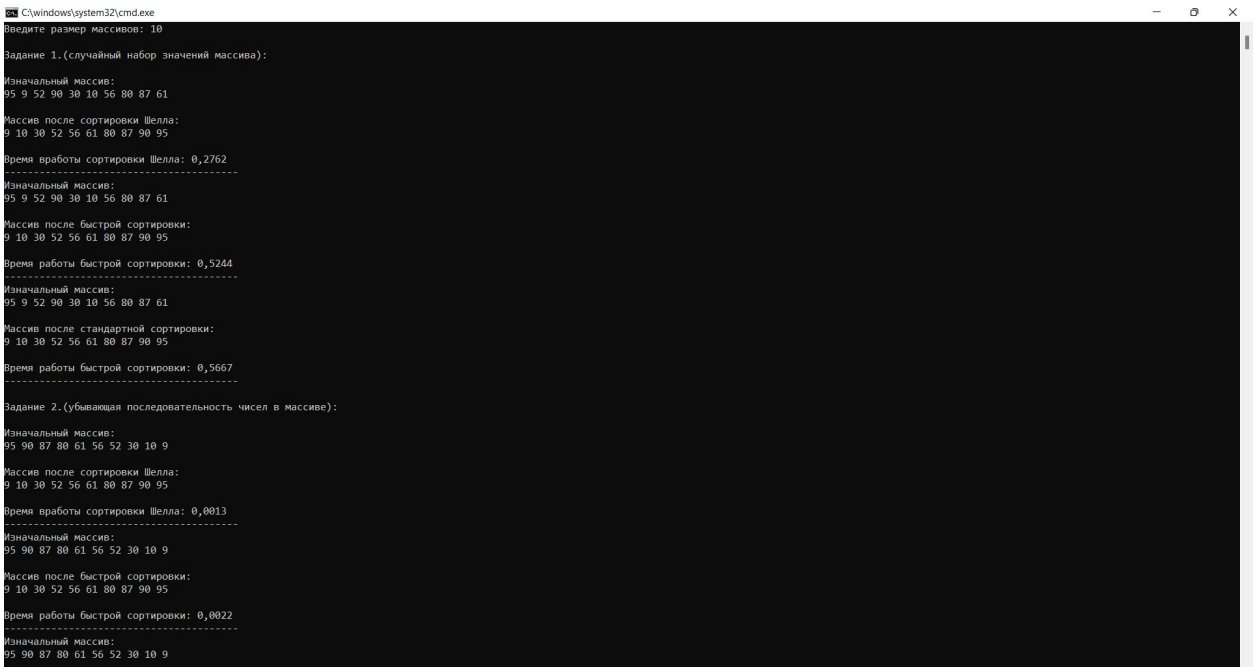
	Случайный	Убывающий	Возрастающий	50/50
shell	0,2762	0,0013	0,0007	0,0016
qs	0,5244	0,0022	0,0022	0,0017
standart	0,5667	0,0060	0,0062	0,0135

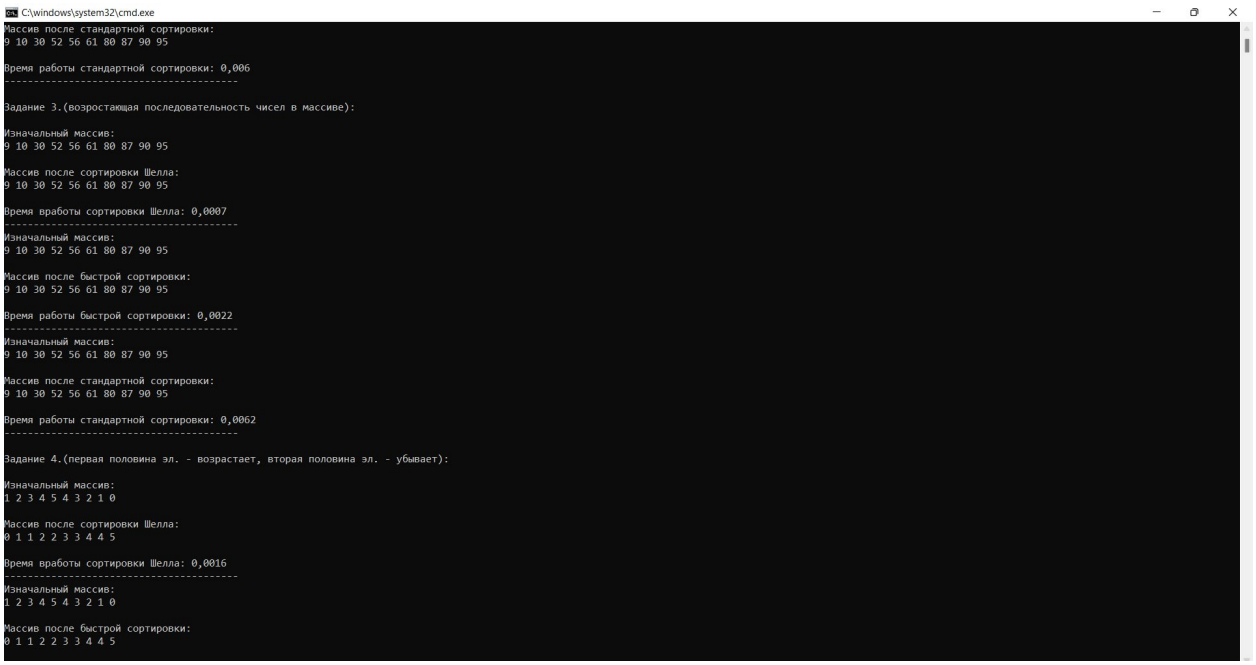


Результат работы программы 1:



Результат работы программы 2:





Вывод:

По 1 заданию: вычислили порядок сложности программы, оценили время выполнения программы и кода, выполняющего перемножение матриц, размерами: 100, 200, 400, 1000, 2000, 4000, 10000, а также построили график зависимости времени выполнения программы от размера матриц.

По 2 заданию: оценили время работы каждого из реализованных алгоритмов (Шелла, быстрой сортировки и стандартной сортировки) на следующих массивах: со случайными значениями, возрастающими значениями, убывающими значениями и массиве, где первая половина убывающая, а вторая половина возрастающая. В результате, самым быстрым алгоритмом сортировки оказался «Шелла», а самым медленным «стандартная». Построили сравнительный график функции, показывающий скорость данных алгоритмов.