ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Курс «Алгоритмизация и программирование»

Тема: Простые алгоритмы сортировки. Анализ алгоритмов.

Цель: Научиться программировать простейшие алгоритмы сортировки элементов в массиве; научиться оценивать сложность алгоритмов, усвоить основы О-нотации.

Ход работы

Вариант 8

Вариант 8

Общественный транспорт			
Вид транспорта	№ маршрута	Протяженность маршрута (км)	Время в дороге (мин)
Тр	12	27.55	75
Т-с	17	13.6	57
А	12а	57.3	117
Перечисляемый тип: Тр - трамвай, Тс - троллейбус, А - автобус			

1. Дополнить код из лабораторной работы №5 возможностью сортировки записей в таблице по одному из числовых ключей (выберите произвольно). В качестве алгоритма сортировки четным номерам вариантов использовать сортировку выбором, нечетным номерам – вставками.

Новая функция для сортировка таблицы:

```
// Метод для сортировки таблицы
static void SortTable(ref Transport[] transports, int count)
    {
        // Создаем экземпляр Stopwatch для измерения времени
        Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();

        // Запускаем таймер перед сортировкой
        stopwatch.Start();

        Console.WriteLine("\nВыберите столбец для сортировки:");
        Console.WriteLine("1 - По длине маршрута");
        Console.WriteLine("2 - По времени маршрута");
        Console.Write("Введите номер столбца: ");
        int sortChoice = Convert.ToInt32(Console.ReadLine());

        // Сортировка выбором
        for (int i = 0; i < count - 1; i++)
        {
            int minIndex = i;
            for (int j = i + 1; j < count; j++)
            {
                bool condition = false;

                // Условие сортировки по длине маршрута
                if (sortChoice == 1 && transports[j].Length < transports[minIndex].Length)
                {
                    condition = true;
                }
                // Условие сортировки по времени маршрута
                else if (sortChoice == 2 && transports[j].Time < transports[minIndex].Time)
                {
                    condition = true;
```

```
            }

            if (condition)
            {
                minIndex = j;
            }
        }

        // Меняем элементы местами
        if (minIndex != i)
        {
            Transport temp = transports[i];
            transports[i] = transports[minIndex];
            transports[minIndex] = temp;
        }
    }
    stopwatch.Stop();

    Console.WriteLine($"\nВремя сортировки: {stopwatch.ElapsedMilliseconds} миллисекунд.");

    // После сортировки показываем таблицу
    ViewTable(transports, count);
}
```

```
Список транспорта
---------------------------------------------------------------------------------
Тип транспорта  Маршрут         Дистанция (км)                  Длительность (мин)
---------------------------------------------------------------------------------
A               56              2                               10
Тр              31а             10                              23
М               3               10                              24
Тр              1               10                              25
М               35              12                              30
A               20              12                              34
A               2               20                              60
Тр              10              12                              140
A               10              13                              20
М               13              8                               90
М               2               14                              100
---------------------------------------------------------------------------------

Доступные действия:
1 - Показать таблицу
```

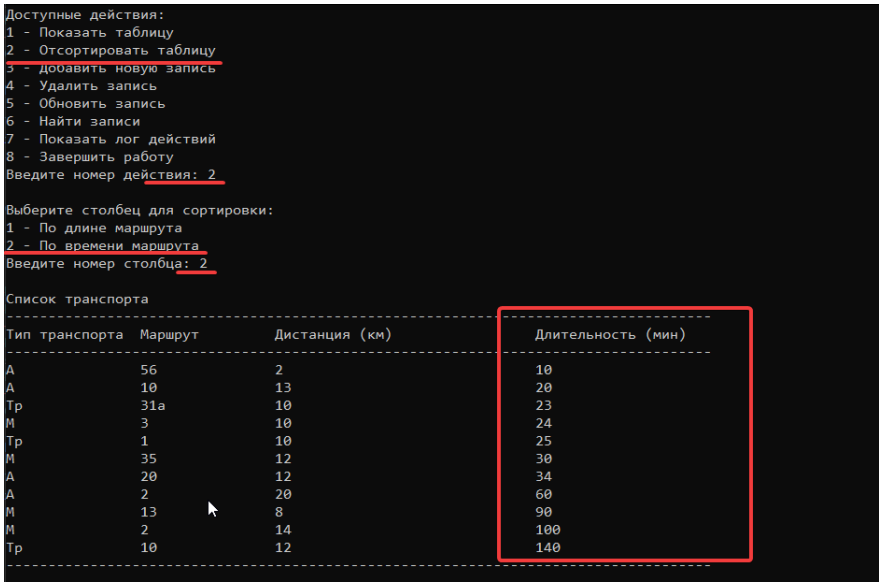
```
Доступные действия:
1 - Показать таблицу
2 - Отсортировать таблицу
3 - Добавить новую запись
4 - Удалить запись
5 - Обновить запись
6 - Найти записи
7 - Показать лог действий
8 - Завершить работу
Введите номер действия: 2

Выберите столбец для сортировки:
1 - По длине маршрута
2 - По времени маршрута
Введите номер столбца: 1

Список транспорта
---------------------------------------------------------------------------------
Тип транспорта  Маршрут         Дистанция (км)                  Длительность (мин)
---------------------------------------------------------------------------------
A               56              2                               10
М               13              8                               90
М               3               10                              24
Тр              1               10                              25
Тр              31а             10                              23
A               20              12                              34
Тр              10              12                              140
М               35              12                              30
A               10              13                              20
М               2               14                              100
A               2               20                              60
---------------------------------------------------------------------------------

Доступные действия:
```

Всё отсортировалось



2. Реализовать в виде отдельных функций алгоритмы сортировки элементов массива (четные номера вариантов – по возрастанию, нечетные номера – по убыванию): выбором, вставками, пузырьком, шейкером, Шелла. Каждую функцию вызвать три раза для разных входных данных:

1) массив из 100 000 элементов типа int, сгенерированный случайным образом;

2) тот же массив, отсортированный в порядке возрастания;

3) тот же массив, отсортированный в порядке убывания.

Вывести на консоль и сравнить время работы всех алгоритмов в каждом случае («секунды : миллисекунды»). Вывести количество сравнений и перестановок элементов для каждого метода сортировки во всех трех случаях. Результаты сортировки программно записать в файл sorted.dat. Написать также код, который считывает данные из этого файла и проверяет, что данные были действительно отсортированы.

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.IO;

class Program
{
    static void Main()
    {
        // Выполнение сортировки и запись данных в файл
        RunSortingAlgorithm("Сортировка выбором", SelectionSort);
        RunSortingAlgorithm("Сортировка вставками", InsertionSort);
        RunSortingAlgorithm("Сортировка пузырьком", BubbleSort);
        RunSortingAlgorithm("Сортировка шейкером", ShakerSort);
        RunSortingAlgorithm("Сортировка Шелла", ShellSort);
    }

    // Генерация случайного массива
    static int[] GenerateRandomArray(int size)
    {
```

```
        Random random = new Random();
        int[] array = new int[size];
        for (int i = 0; i < size; i++)
        {
            array[i] = random.Next();
        }
        return array;
    }

    // Функция для выполнения сортировки и сбора информации о времени и количестве операций
    static void RunSortingAlgorithm(string algorithmName, Action<int[]> sortingAlgorithm)
    {
        int[] originalArray = GenerateRandomArray(100000);

        RunSortingAndWriteToFile(algorithmName, sortingAlgorithm, (int[])originalArray.Clone());
    }

    // Функция для выполнения сортировки, записи результатов в файл и вывод времени
    static void RunSortingAndWriteToFile(string algorithmName, Action<int[]> sortingAlgorithm, int[] array)
    {
        Console.WriteLine($"{algorithmName}. Ждем-с");

        var stopwatch = Stopwatch.StartNew();
        sortingAlgorithm(array);  // Сортируем массив
        stopwatch.Stop();

        Console.WriteLine($"{algorithmName} завершена за: {stopwatch.Elapsed.Seconds} секунд и
{stopwatch.Elapsed.Milliseconds} миллисекунд.");

        // Запись отсортированного массива в файл
        string filename = $"{algorithmName}.dat";
        File.WriteAllText(filename, string.Join(",", array));

        // Проверка правильности сортировки
        CheckSortedData(filename);
    }

    // Проверка данных на правильность сортировки
    static void CheckSortedData(string filename)
    {
        string fileContent = File.ReadAllText(filename);
        string[] stringNumbers = fileContent.Split(',');

        int[] numbers = Array.ConvertAll(stringNumbers, s => int.Parse(s));

        bool isSorted = true;
        for (int i = 1; i < numbers.Length; i++)
        {
            if (numbers[i] < numbers[i - 1])
            {
                isSorted = false;
                break;
            }
        }

        if (isSorted)
        {
            Console.WriteLine("Данные в файле отсортированы правильно.\n");
        }
        else
        {
            Console.WriteLine("Данные в файле НЕ отсортированы.\n");
        }
    }

    // Реализация сортировки выбором
    static void SelectionSort(int[] array)
    {
        long comparisons = 0, swaps = 0;  // Используем long т.к. иногда значения не влазиют в int
        for (int i = 0; i < array.Length - 1; i++)
        {
            int minIndex = i;
            for (int j = i + 1; j < array.Length; j++)
            {
                comparisons++;
                if (array[j] < array[minIndex])
                {
                    minIndex = j;
                }
```

```
            }

            if (minIndex != i)
            {
                swaps++;
                int temp = array[i];
                array[i] = array[minIndex];
                array[minIndex] = temp;
            }
        }
        Console.WriteLine($"Сортировка выбором - Сравнений: {comparisons}, Перестановок: {swaps}");
    }

    // Реализация сортировки вставками
    static void InsertionSort(int[] array)
    {
        long comparisons = 0, swaps = 0;
        for (int i = 1; i < array.Length; i++)
        {
            int key = array[i];
            int j = i - 1;
            while (j >= 0)
            {
                comparisons++;
                if (array[j] > key)
                {
                    array[j + 1] = array[j];
                    j--;
                    swaps++;
                }
                else
                {
                    break;
                }
            }
            array[j + 1] = key; // Перемещение ключа
        }
        Console.WriteLine($"Сортировка вставками - Сравнений: {comparisons}, Перестановок: {swaps}");
    }


    // Реализация сортировки пузырьком
    static void BubbleSort(int[] array)
    {
        long comparisons = 0, swaps = 0;
        bool swapped;
        for (int i = 0; i < array.Length - 1; i++)
        {
            swapped = false;
            for (int j = 0; j < array.Length - 1 - i; j++)
            {
                comparisons++;
                if (array[j] > array[j + 1])
                {
                    swaps++;
                    int temp = array[j];
                    array[j] = array[j + 1];
                    array[j + 1] = temp;
                    swapped = true;
                }
            }
            if (!swapped) break;
        }
        Console.WriteLine($"Сортировка пузырьком - Сравнений: {comparisons}, Перестановок: {swaps}");
    }

    // Реализация сортировки шейкером
    static void ShakerSort(int[] array)
    {
        long comparisons = 0, swaps = 0;
        int left = 0, right = array.Length - 1;
        while (left < right)
        {
            for (int i = left; i < right; i++)
            {
                comparisons++;
                if (array[i] > array[i + 1])
                {
                    swaps++;
```

```
                    int temp = array[i];
                    array[i] = array[i + 1];
                    array[i + 1] = temp;
                }
            }
            right--;

            for (int i = right; i > left; i--)
            {
                comparisons++;
                if (array[i] < array[i - 1])
                {
                    swaps++;
                    int temp = array[i];
                    array[i] = array[i - 1];
                    array[i - 1] = temp;
                }
            }
            left++;
        }
        Console.WriteLine($"Сортировка шейкером - Сравнений: {comparisons}, Перестановок: {swaps}");
    }

    // Реализация сортировки Шелла
    static void ShellSort(int[] array)
    {
        long comparisons = 0, swaps = 0;
        int gap = array.Length / 2;
        while (gap > 0)
        {
            for (int i = gap; i < array.Length; i++)
            {
                int temp = array[i];
                int j = i;
                while (j >= gap && array[j - gap] > temp)
                {
                    comparisons++; // Сравнение
                    array[j] = array[j - gap];
                    j -= gap;
                    swaps++; // Перестановка
                }
                array[j] = temp;
            }
            gap /= 2; // Уменьшаем шаг
        }
        Console.WriteLine($"Сортировка Шелла - Сравнений: {comparisons}, Перестановок: {swaps}");
    }



}
```

Программа для каждого алгоритма сортировки сама генерирует числа, сортирует их, замеряет количество сравнений и перестановок, время выполнения сортировок, записывает результаты в файлы и после проверяет расположение чисел в файле по возрастанию:

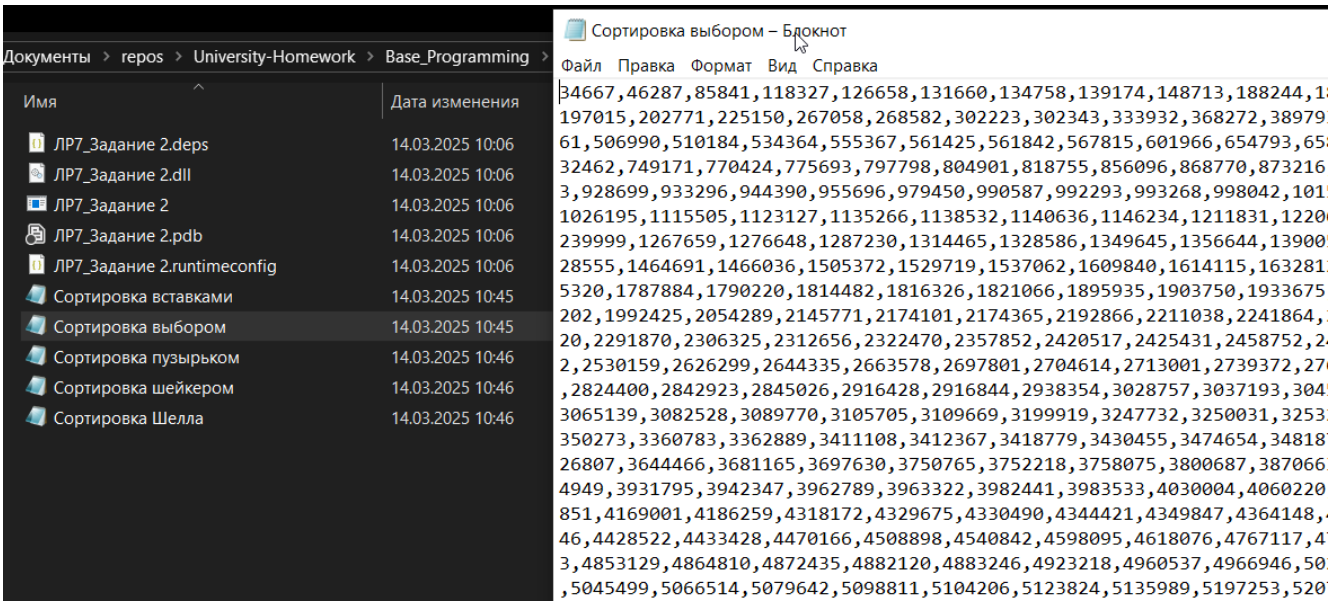
```
Сортировка выбором. Ждем-с
Сортировка выбором - Сравнений: 4999950000, Перестановок: 99987
Сортировка выбором завершена за: 10 секунд и 530 миллисекунд.
Данные в файле отсортированы правильно.

Сортировка вставками. Ждем-с
Сортировка вставками - Сравнений: 2504517646, Перестановок: 2504417657
Сортировка вставками завершена за: 6 секунд и 594 миллисекунд.
Данные в файле отсортированы правильно.

Сортировка пузырьком. Ждем-с
Сортировка пузырьком - Сравнений: 4999865334, Перестановок: 2511744556
Сортировка пузырьком завершена за: 27 секунд и 502 миллисекунд.
Данные в файле отсортированы правильно.

Сортировка шейкером. Ждем-с
Сортировка шейкером - Сравнений: 4999950000, Перестановок: 2499404049
Сортировка шейкером завершена за: 22 секунд и 128 миллисекунд.
Данные в файле отсортированы правильно.

Сортировка Шелла. Ждем-с
Сортировка Шелла - Сравнений: 2775894, Перестановок: 2775894
Сортировка Шелла завершена за: 0 секунд и 23 миллисекунд.
Данные в файле отсортированы правильно.
```



3. Произвести расчет временной сложности всех алгоритмов, разработанных в лабораторных работах №2, 3 и 4.

Для подсчёта времени работы программ был написан код:

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.IO;

class Program
{
    static void Main()
    {
        Console.WriteLine("Введите путь к исполняемой программе:");
        string programPath = Console.ReadLine();

        // Проверка, существует ли файл по указанному пути
        if (File.Exists(programPath))
        {
            // Засекаем время выполнения программы
            MeasureExecutionTime(programPath);
        }
        else
        {
            Console.WriteLine("Ошибка: Указанный файл не существует.");
```

```
        }
    }

    // Метод для измерения времени выполнения программы
    static void MeasureExecutionTime(string programPath)
    {
        Stopwatch stopwatch = Stopwatch.StartNew();

        // Настройка процесса для запуска программы
        Process process = new Process();
        process.StartInfo.FileName = programPath;
        process.StartInfo.RedirectStandardOutput = true; // Перенаправление вывода программы в консоль
        process.StartInfo.RedirectStandardError = true; // Перенаправление ошибок в консоль

        try
        {
            process.Start();
            process.WaitForExit();
            stopwatch.Stop();

            Console.WriteLine($"Программа завершена. Время выполнения: {stopwatch.ElapsedMilliseconds / 1000}
секунд и {stopwatch.ElapsedMilliseconds % 1000} миллисекунд.");
        }
        catch (Exception ex)
        {
            Console.WriteLine($"Ошибка при запуске программы: {ex.Message}");
        }
    }
}
```

Время выполнения сортировки в Задании 1:

```
Выберите столбец для сортировки:
1 - По длине маршрута
2 - По времени маршрута
Введите номер столбца: 2

Время сортировки: 1799 миллисекунд.

Список транспорта
-------------------------------------------------------------------------------
Тип транспорта  Маршрут         Дистанция (км)              Длительность (мин)
-------------------------------------------------------------------------------
А               56              2                           10
А               10              13                          20
Тр              31а             10                          23
М               3               10                          24
Тр              1               10                          25
М               35              12                          30
А               20              12                          34
А               2               20                          60
М               13              8                           90
М               2               14                          100
Тр              10              12                          140
-------------------------------------------------------------------------------
```

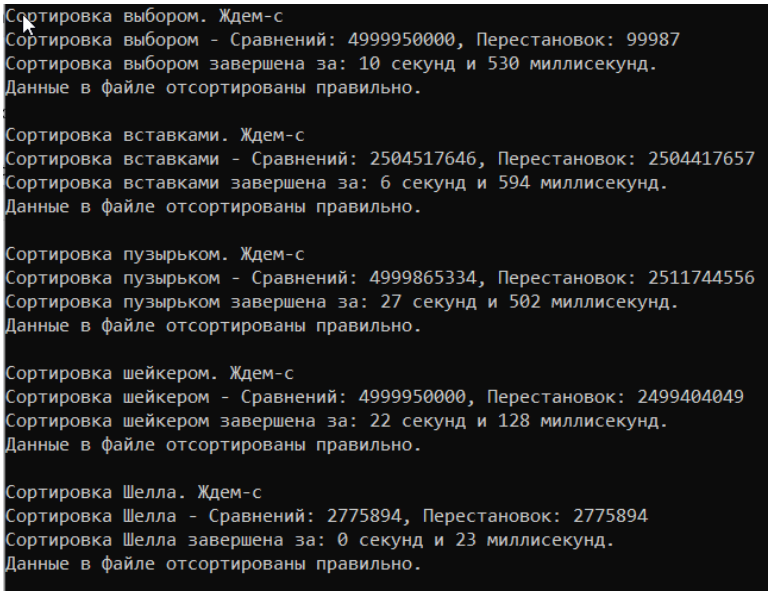
Загрузка данных, сохранение данных и поиск имеют линейную сложность O(n).

Сортировка выбором имеет сложность $O(n^2)$ так как для каждой позиции в массиве программа каждый раз находит минимальный элемент.

Время выполнения Задания 2:

```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
ведите путь к исполняемой программе:
:\Users\Mikhail\Documents\repos\University-Homework\Base_Programming\ЛР7\ЛР7_Задание_2\bin\Debug\net8.0\ЛР7_Задание 2.e
e
рограмма завершена. Время выполнения: 67 секунд и 740 миллисекунд.

:\Users\Mikhail\Documents\repos\University-Homework\Base_Programming\ЛР7\ЛР7_Задание_3\bin\Debug\net8.0\ЛР7_Задание_3.e
```



Загрузка данных, сохранение данных и поиск имеют линейную сложность O(n). Сортировка выбором имеет сложность $O(n^2)$, так как для каждой позиции в массиве программа каждый раз находит минимальный элемент.

Сортировка вставками также имеет сложность $O(n^2)$ в худшем случае, так как для каждого элемента нужно сравнивать его с предыдущими элементами.

Сортировка пузырьком имеет такую же сложность $O(n^2)$, так как алгоритм несколько раз проходит по массиву, сравнивая соседние элементы и меняя их местами, если они в неправильном порядке.

Сортировка шейкером также имеет сложность $O(n^2)$. Алгоритм проходит по массиву в обе стороны.

Сортировка Шелла имеет зависимость от шага, однако в худшем случае её сложность также составляет $O(n^2)$. В зависимости от того как изменяется шаг эта сортировка может быть быстрее сортировки пузырьком или выбором, но всё равно в худшем случае остаётся квадратичной.

Контрольные вопросы на следующей странице

Контрольные вопросы

Лабораторная работа №7

Тема: простые алгоритмы сортировки. Анализ алгоритмов

Цель: научиться прогр. простейшие ала. сортировки элементов в массиве; научиться оценивать сложность алгоритмов, узнать основы О-нотации.

Контрольные вопросы

1. Осн. понятия, связанные с сортировкой:

- Сортировка - процесс упоряд. элементов коллекции по опр. критерию (напр., по возрастанию);
- Алгоритм сортировки - послед. действий, к-я приводит коллекцию данных к отсортированному состоянию;
- Сложность сортировки - изм. в терминах времени и пространства (памяти). Сложность об. выражена через большие и

Кролько Михаил ИУ7-4

малые малые O-нотации.

2. Классификация алг. сортировки:

- сравнительные алг. сортировки: исп. сравнение элементов для их упорядочивания;
- несравн. алг. сорт.: сортируют эл. без исп. сравнения (напр., поразрядная сортировка);
- алг. сортировки на месте: не требуют доп. памяти (например, сортировка выбором, вставками);
- алг. сорт. с обменами: эл. обмениваются местами (напр., пузырьковая сортировка, сортировка Шелла).

3. Суть алг. сорт. выбором в том, чтобы на каждом шаге находить мин. эл. из оставшейся неотсорт. части массива и обменивать его с первым эл.

этой части.

Пример.

```
for (int i=0; i<n-1; i++)
{
    int minIndex = i;
    for (int j=i+1; j<n; j++)
    {
        if (arr[j] < arr[minIndex]) minIndex = j;
    }
    Swap (arr, i, minIndex;
}
```

4. Алг. пузырьковой сортировки: алг. сравнивает соседние элементы и меняет их местами, если они идут не в порядке. Процесс повт., пока массив не отсортирован.

Пример

```
for (int i=0; i<(n-1); i++)
{
    for (int j=0; j<(n-1 i-1); j++)
```

Кравченко Михаил ИВТ-4

3

```
        if (arr[j] > arr[j+1])
            Swap(arr, j, j+1);
    }
```

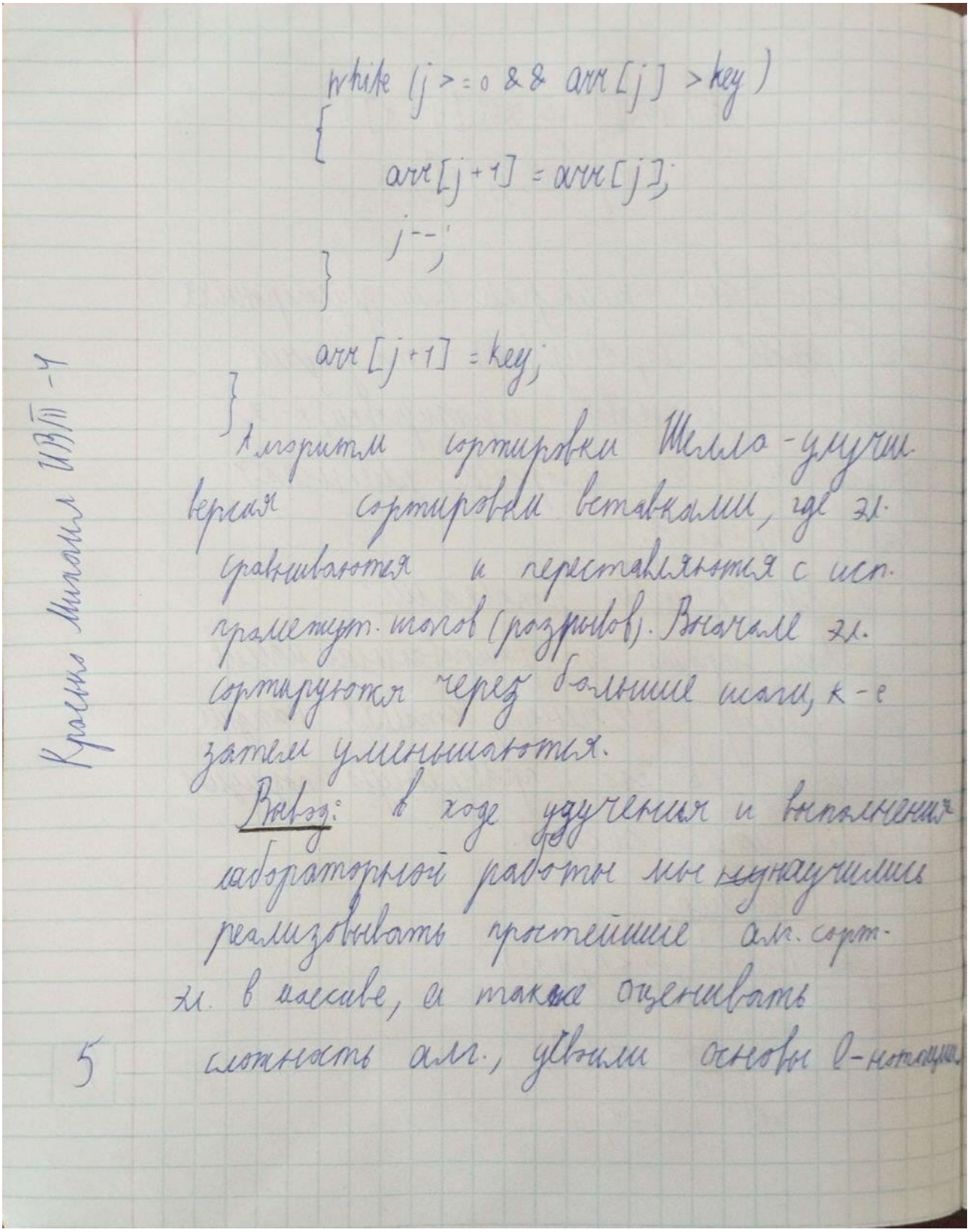
Сортировка шейкерам (или двусторонняя пузырьковая сортировка) - это улучш. версия пузырьковой сортировки, к-я двигается в обе стороны, уменьшая кол-во проходов.

5. Алг. сортировки вставками:

Алг. строит отсортированный массив по одному элементу, вставляя каждый элемент в его правильную позицию среди уже отсорт.

Пример:

```
for (int i=1; i<n; i++)
{
    int key = arr[i];
    int j = i-1;
```



```
while (j >= 0 && arr[j] > key)
{
    arr[j+1] = arr[j];
    j--;
}
arr[j+1] = key;
}
```

Красина Милана ИВТ(п) -4

Алгоритм сортировки Шелла - улучшенная сортировка вставками, где эл. сравниваются и переставляются с исп. промежут. шагов (разрывов). Вначале эл. сортируются через большие шаги, к-е затем уменьшаются.

Вывод: в ходе изучения и выполнения лабораторной работы мы научились реализовывать простейшие алг. сорт. эл. в массиве, а также оценивать сложность алг., усвоили основы О-нотации.

5

Вывод: в ходе изучения и выполнения лабораторной работы мы научились реализовывать простейшие алгоритмы сортировки элементов в массиве, а также оценивать сложность алгоритмов, усвоили основы О-нотации.