Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

Дисциплина: «Программирование»

Отчёт по лабораторной работе № 2

Лабораторная работа №2. Методы сортировки

Выполнил студент группы №485:
Зобнин Илья Михайлович

Проверили:
Иван Григорьевич Корниенко
Алексей Константинович Федин

Санкт-Петербург
2019

1. Постановка задачи

Необходимо составить программу для сортировки массива данных методами: пузырька, отбора, вставки, Шелла и быстрой сортировки. Вывести на экран неупорядоченный (один раз) и упорядоченные (для каждого из методов) массивы данных. Составить сравнительную таблицу эффективности методов, в которой необходимо указать число сравнений и перестановок переменных в каждом методе сортировки. Упорядочить диагональные элементы матрицы по возрастанию.

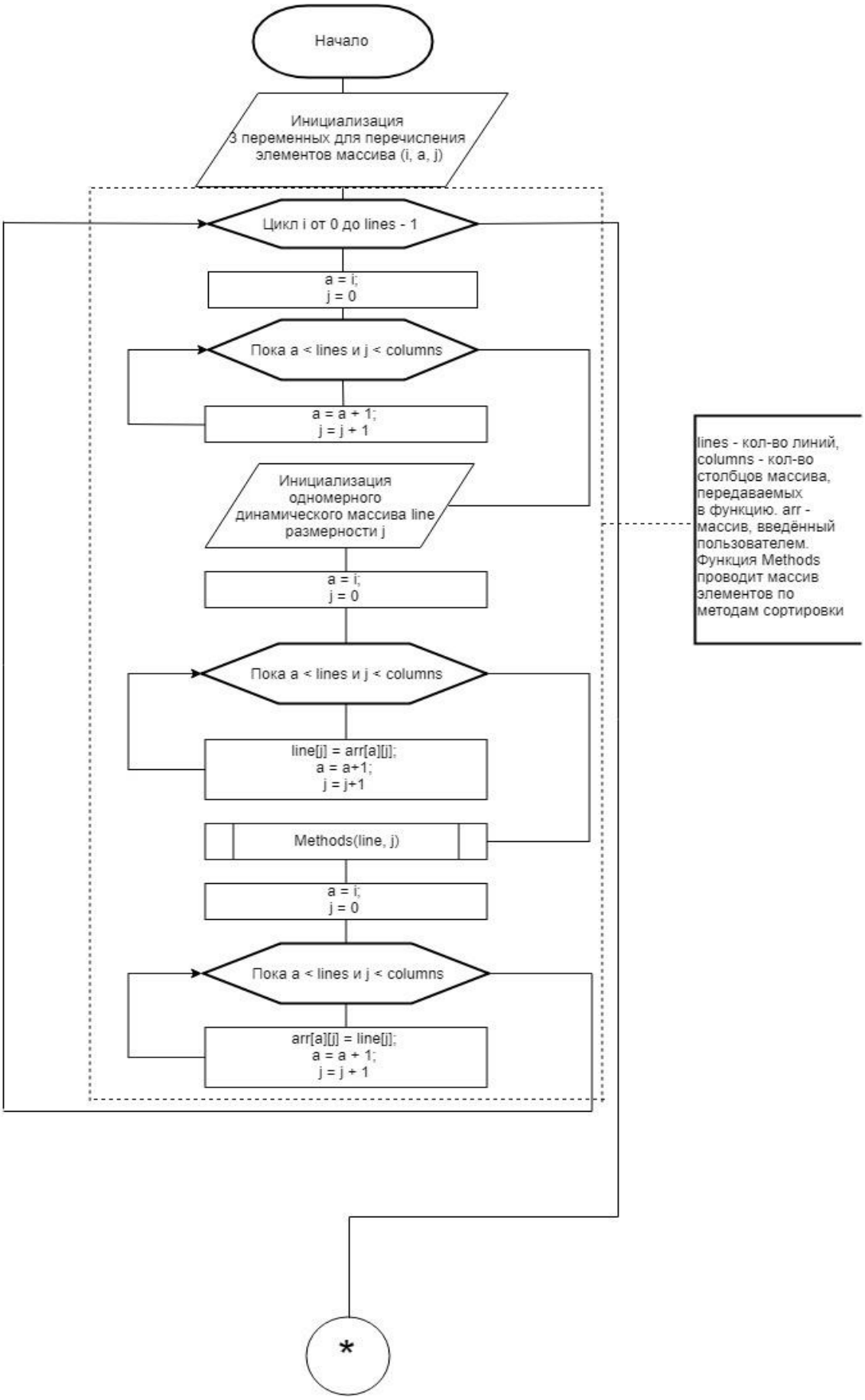
2. Исходные данные

В качестве исходных данных программа использует вводимое пользователем количество строк и столбцов. В случае выбора пользователем заполнения массива из файла, программа запросит ввести путь к этому файлу, где первыми двумя значениями должны быть количества строк и столбцов, остальные же числа – элементы массива.

3. Особые ситуации

- Если значения строк или столбцов меньше 2-х, то программа попросит ввести эти значения заново.
- Если пользователь при указании пути к файлу будет использовать запрещённые имена, например: con, aux и т.д., то программа попросит ввести путь к файлу заново.
- Если в файле, из которого должен быть заполнен массив, вместо числа будет найден символ, то программа попросит пользователя исправить файл и ввести путь заново.

4. Математические методы и алгоритмы решения задач



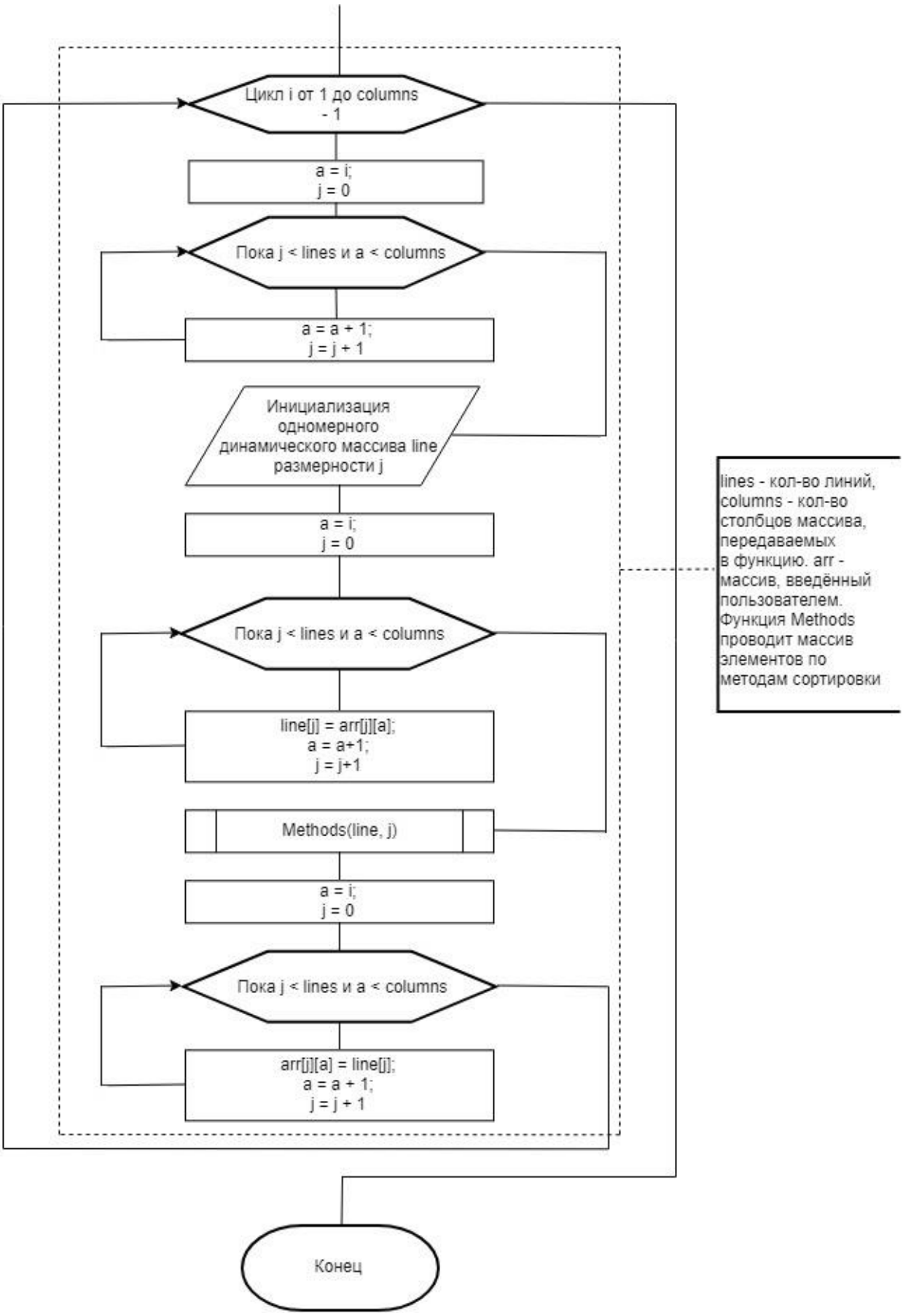


Рисунок 1 - блок-схема перевода диагонали в строку для более удобного выполнения задания

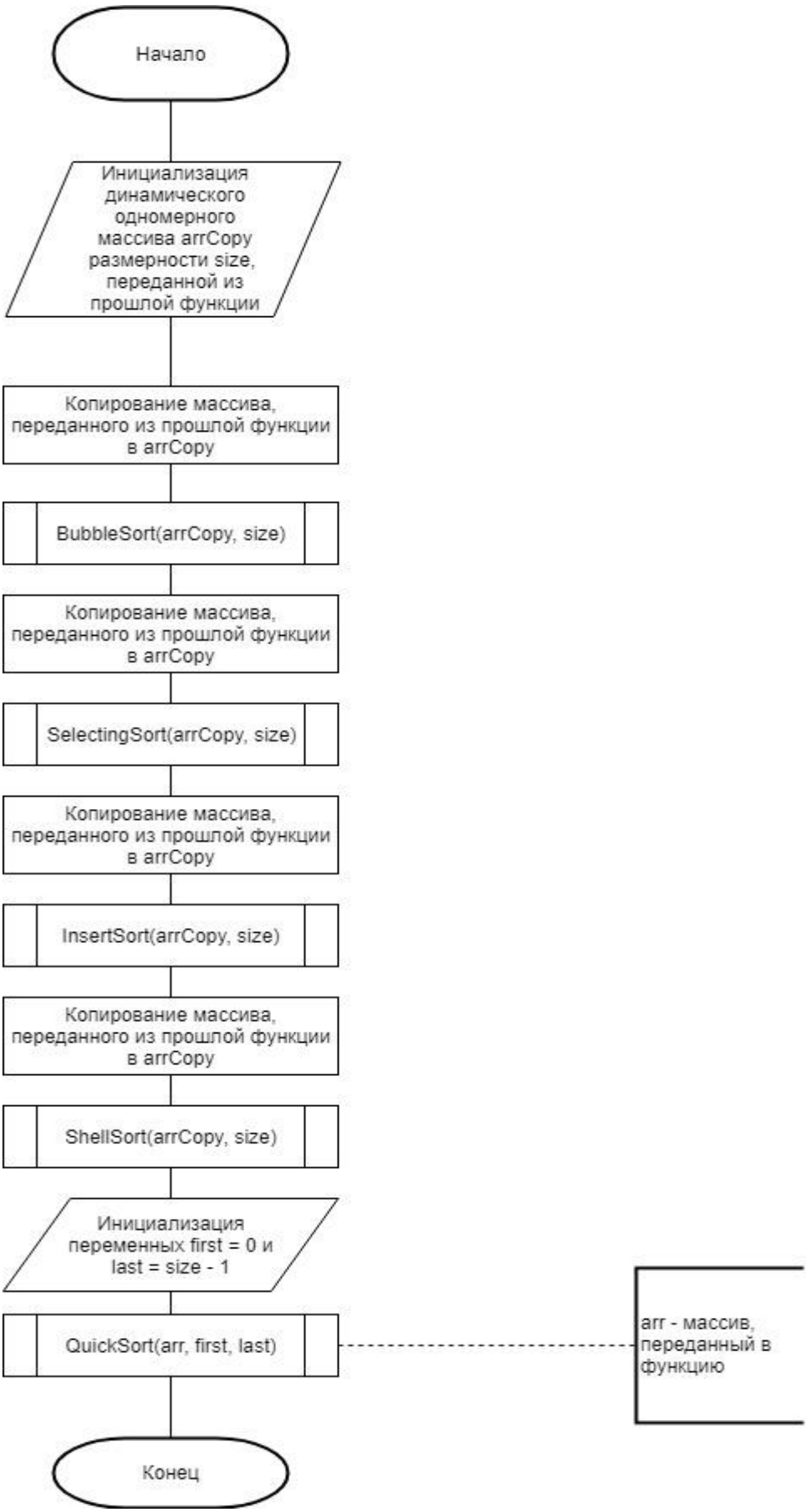


Рисунок 2 – блок-схема функции Methods, проводящей строку по всем методам сортировки

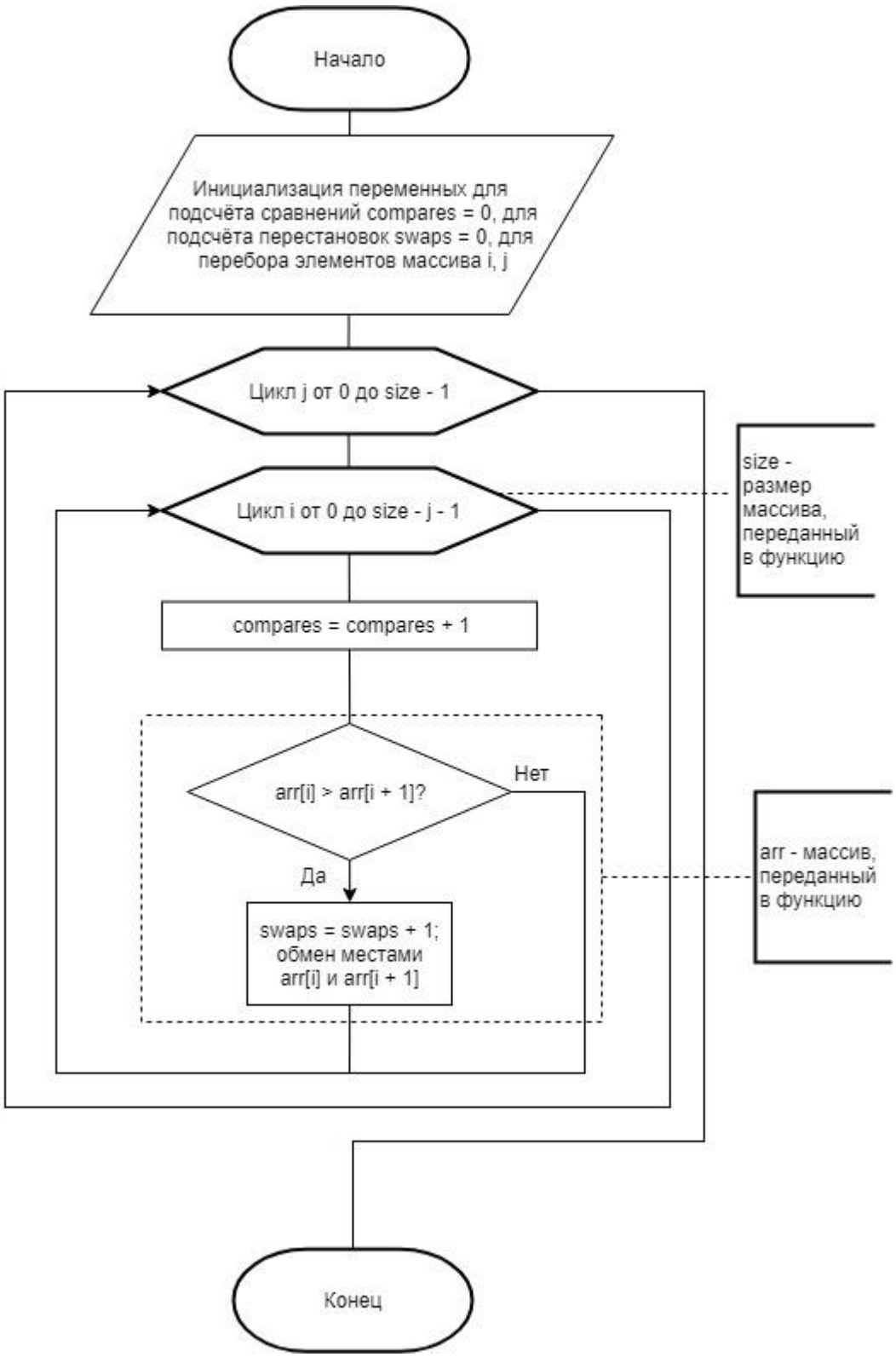


Рисунок 3 – блок-схема сортировки пузырьками

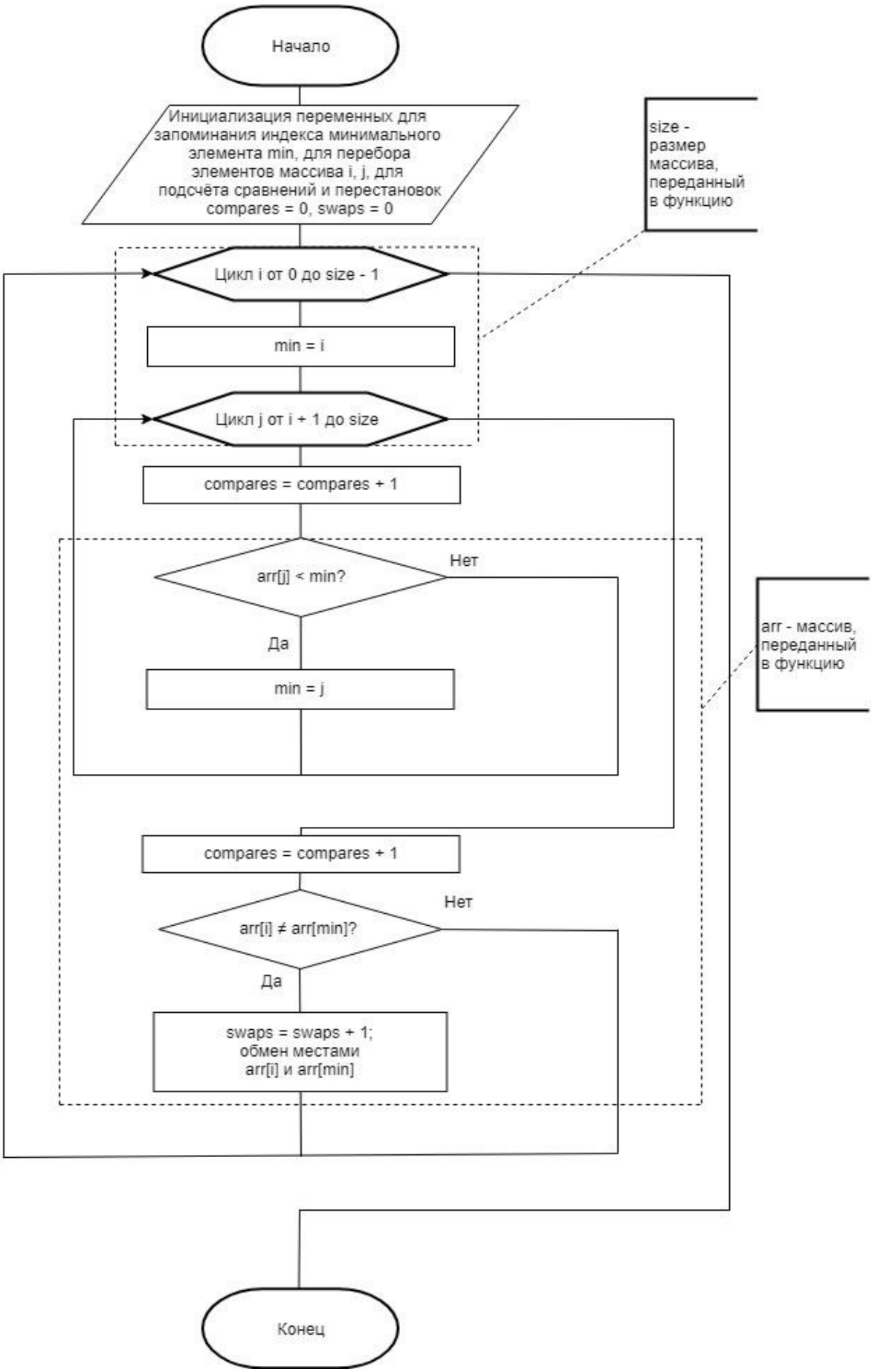


Рисунок 4 - блок-схема сортировки выборкой

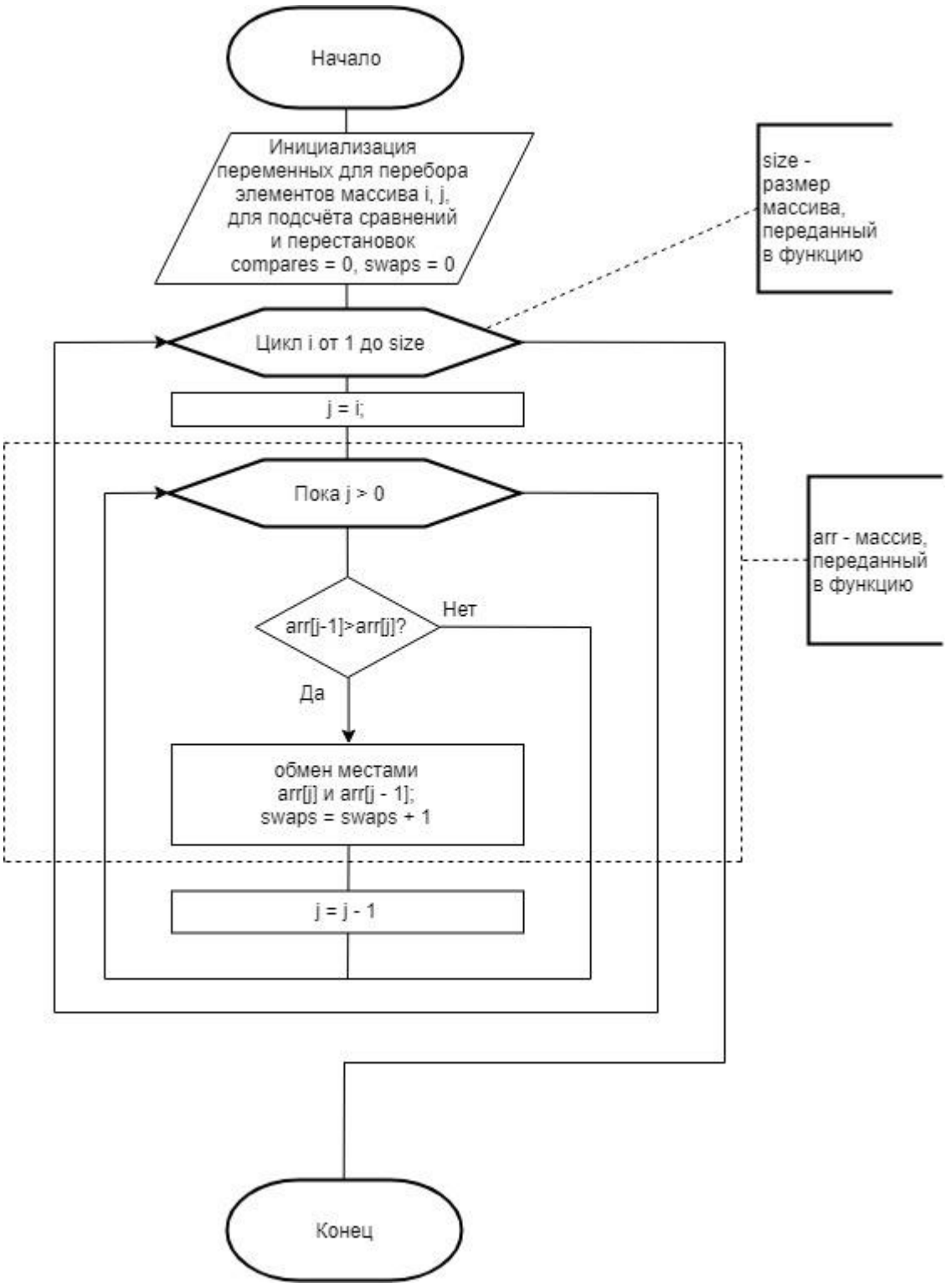


Рисунок 5 – блок-схема сортировки вставками

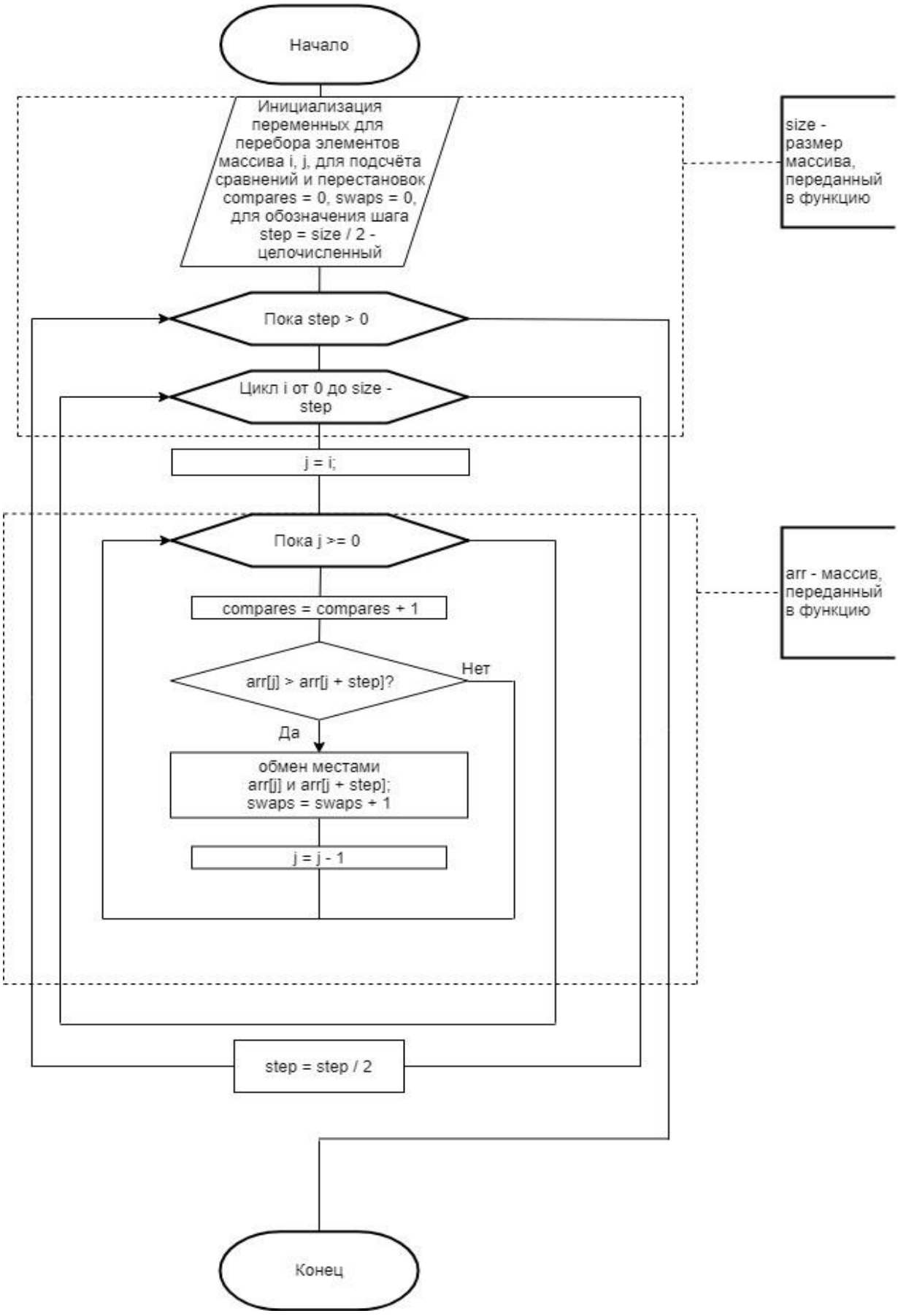
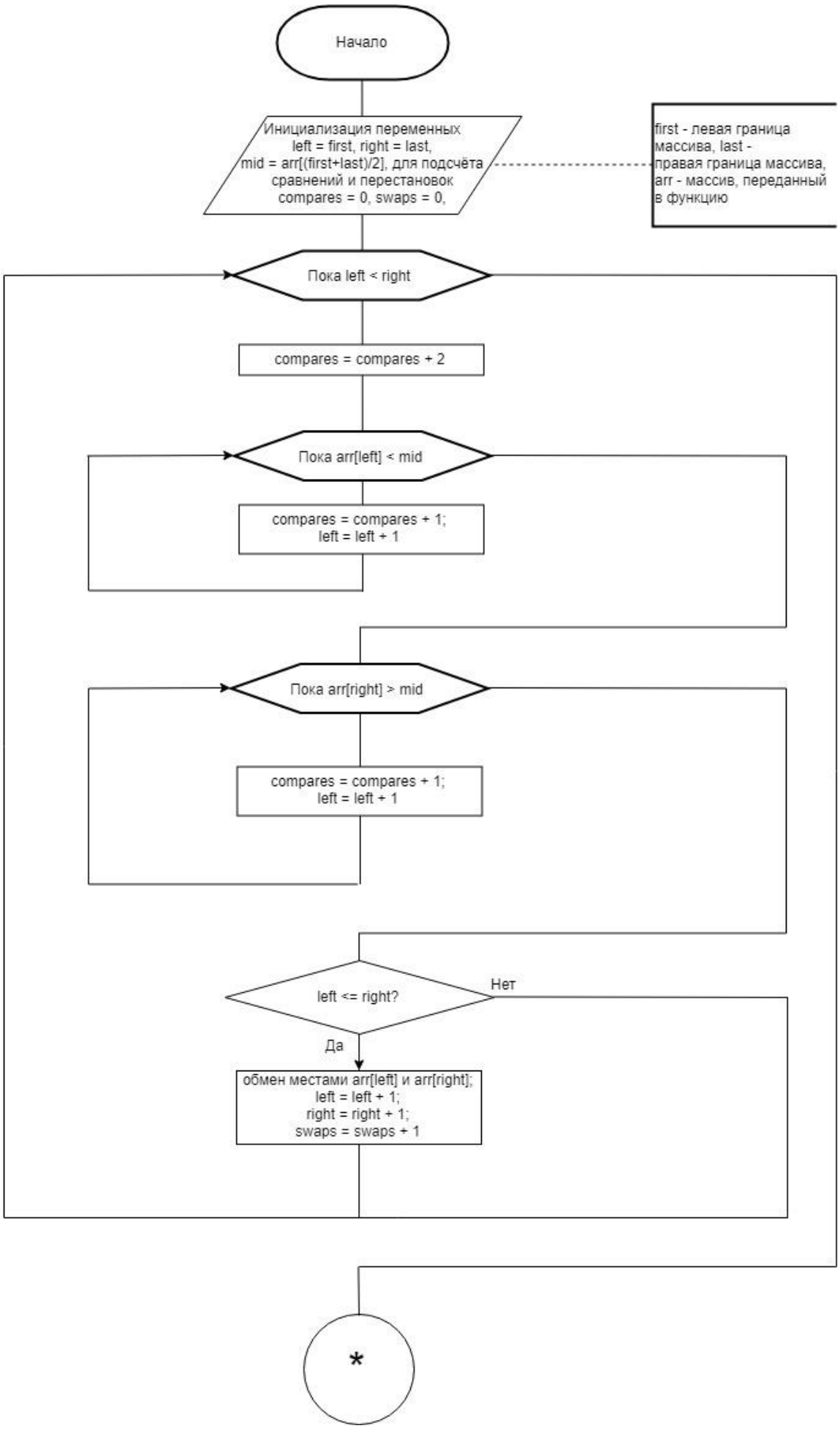


Рисунок 6 – блок-схема сортировки Шелла


Начало
Инициализация переменных
left = first, right = last,
mid = arr[(first+last)/2], для подсчёта
сравнений и перестановок
compares = 0, swaps = 0,
first - левая граница
массива, last -
правая граница массива,
arr - массив, переданный
в функцию
Пока left < right
compares = compares + 2
Пока arr[left] < mid
compares = compares + 1;
left = left + 1
Пока arr[right] > mid
compares = compares + 1;
left = left + 1
left <= right?
Нет
Да
обмен местами arr[left] и arr[right];
left = left + 1;
right = right + 1;
swaps = swaps + 1
*

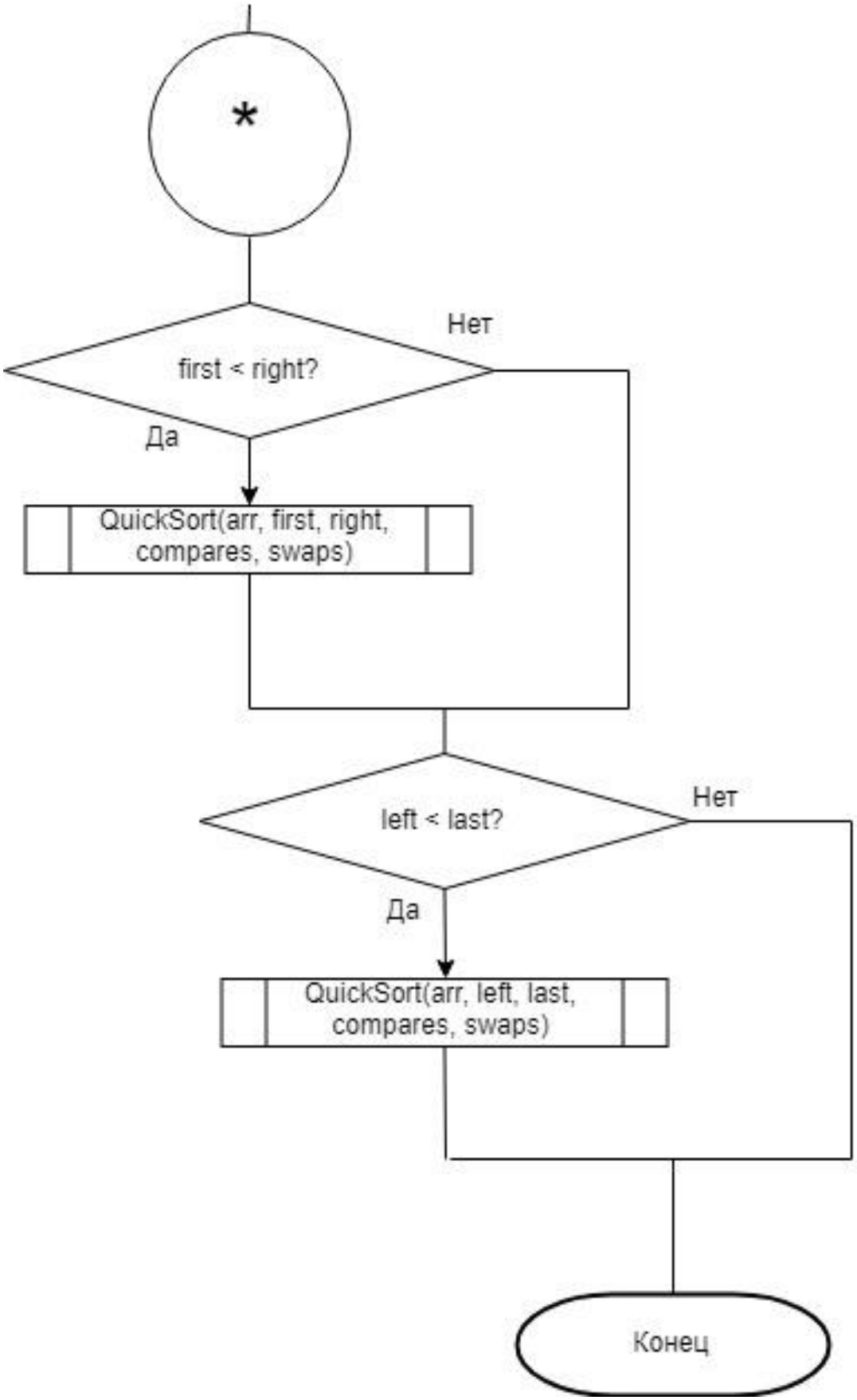


Рисунок 7 – блок-схема быстрой сортировки

Согласно постановке задачи, для составления программы будут использоваться алгоритмы, блок-схемы которых представлены выше.

5. Форматы представления данных

Программа использует следующие переменные:

Таблица 1 – Переменные, используемы в программе

Имя	Тип	Описание
lines	unsigned int	Количество строк массива
columns	unsigned int	Количество столбцов массива
running	bool	Определяет, запущена ли программа
menu	unsigned int	Для ввода пункта меню
i	int	Для цикла чередования строк
j	int	Для цикла чередования столбцов
filePath	string	Для ввода пути к файлу
isDataLoaded	bool	Для проверки, загрузились ли данные из файла
myFile	ifstream	Для считывания данных из файла
arr	int**	Массив данных, вводимый пользователем
choice	bool	Выбор пользователя сохранить данные в файл или нет
compares	int	Количество сравнений
swaps	int	Количество перестановок
line	int*	Линия из диагонали
min	int	Для задания индекса минимального эл-та в сортировке отбором
step	int	Для обозначения шага в сортировке Шелла
comparesAndSwaps	int*	Для счёта сравнений и перестановок
arrCopy	int*	Для копирования диагонали
a	int	Для чередования эл-ов диагонали
right	int	Правая граница в быстрой сортировке
left	int	Левая граница в быстрой сортировке
pivot	int	Разрешающий элемент

Продолжение Таблицы 1

Имя	Тип	Описание
toBreakAndContinue	bool	Для выхода из цикла в случае неверно прочитанных данных из файла
leftHold	int	Для удержания индекса левого элемента
rightHold	int	Для удержания индекса правого элемента
first	int	Для обозначения изначальной левой границы
last	int	Для обозначения изначальной правой границы

Для задания максимального и минимального размера массива, а также обозначения максимального пункта меню используются следующие константы:

Таблица 2 – Константы, используемы в программе

Имя	Тип	Значение	Описание
INT_MIN	const int	-2147483647	Минимальное целое число
INT_MAX	const int	2147483647	Максимальное целое число
maxMenuNumber	const int	3	Максимальный номер пункта меню
minSize	const int	2	Минимальное значение строки/столбца
name	const string	10	Массив строк из названий элементов для составления таблицы

6. Структура программы

В силу большого количества функций программа разделена на семь исполняемых модулей, из которых один является основным и отвечает за запуск программы, пять оставшихся содержат в себе функции, необходимые для работы программы. Последний файл отвечает за предкомпиляцию и сокращает время сборки программы с 10,3 до 1,3-х секунд.

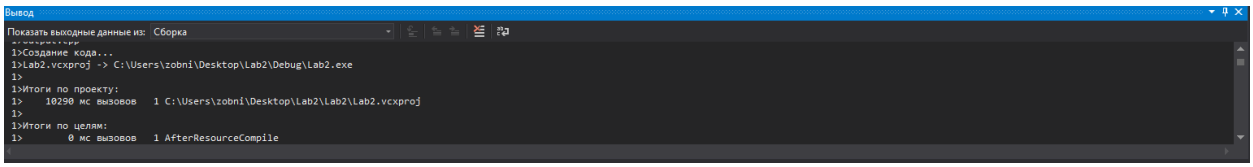


Рисунок 8 – время сборки программы с выключенным предкомпилированным заголовком

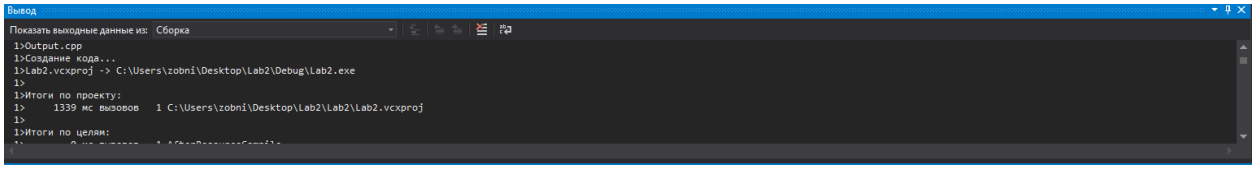


Рисунок 9 – время сборки программы с включённым предкомпилированным заголовком

Модуль Lab2:

Таблица 3 – Функции, составляющие модуль Lab2

Имя	**Описание**
main	Начало программы

Модуль Menu:

Таблица 4 – Функции, составляющие модуль Menu

Имя	**Описание**
MainMenu	Вывод главного меню, выбор пункта меню

Модуль ArrFilling:

Таблица 5 – Функции, составляющие модуль ArrFilling

Имя	**Описание**
FileInput	Ввод элементов из файла в массив
ManualInput	Ввод элементов массива из консоли вручную
RandomFilling	Заполнение массива случайными элементами

Модуль ArrChange:

Таблица 6 – Функции, составляющие модуль ArrChange

Имя	**Описание**
ArrCopy	Копирование строки, для последующего её изменения в методах сортировки
BubbleSort	Пузырьковый метод сортировки
SelectingSort	Метод отбора
InsertSort	Метод сортировки вставками
ShellSort	Метод сортировки Шелла
QuickSort	Быстрый метод сортировки
Methods	Функция, отвечающая за проход диагональю через все методы сортировки
ArrChange	Функция, отвечающая за преобразование диагонали в строку и прохождение через методы сортировки

Модуль Output:

Таблица 7 – Функции, составляющие модуль Output

Имя	**Описание**
SetColor	Изменение цвета текста, выводимого в консоль
OutputArrInFile	Вывод исходного массива в файл
OutputResultInFile	Вывод результата в файл
OutputDataInFile	Проверка на корректность введенного пути файла
OutputInConsole	Вывод массива в консоль

Модуль InputAndCheck:

Таблица 8 – Функции, составляющие модуль InputAndCheck

Имя	**Описание**
GetInput	Проверка на правильность введённых данных задаваемого типа
GetInt	Проверка на правильность введённых данных типа int
GetUnsignedInt	Проверка на правильность введённых данных типа unsigned int
GetBool	Проверка на правильность введённых данных типа bool

7. Описание хода выполнения лабораторной работы

- В ходе лабораторной работы было создано решение (Lab2) в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio C++ 2017. В нём был создан проект.
- При выполнении самого задания было принято решение напрямую работать с диагоналями массива. Однако выяснилось, что это значительно труднее, чем работа с обычным одномерным массивом данных. Поэтому было решено преобразовывать каждую диагональ в одномерный массив для её последующей более простой обработки во всех методах.
- В созданном проекте нужно было включить все библиотеки, использованные в программе, в предкомпилированный заголовок pch.h для её более быстрой сборки.
- При работе программы с файлами нужно было добавить проверки на валидность имени файла, а также на то, создан ли файл или нет при сохранении.
- При получении пользовательского ввода необходимо было добавить проверку на его соответствие предполагаемому типу данных и условиям выбора.
- Перед повторением программы необходимо очищать память для того, чтобы не возникало непредвиденных ошибок, связанных с заполнением областей памяти старыми числами.
- Программа после запуска выдавала одни и те же результаты, хотя в коде использовался вызов функции rand, возвращающей случайное число. После изучения справочной системы выяснилось, что необходимо использовать функцию srand для начальной инициализации генератора случайных чисел. После этого программа стала работать правильно.

8. Результат работы программы

В результате работы программа выводит два массива различных цветов, первый массив является исходным, а второй — результатом работы программы, а также таблица с методами сортировки и их значениями сравнений и перестановок

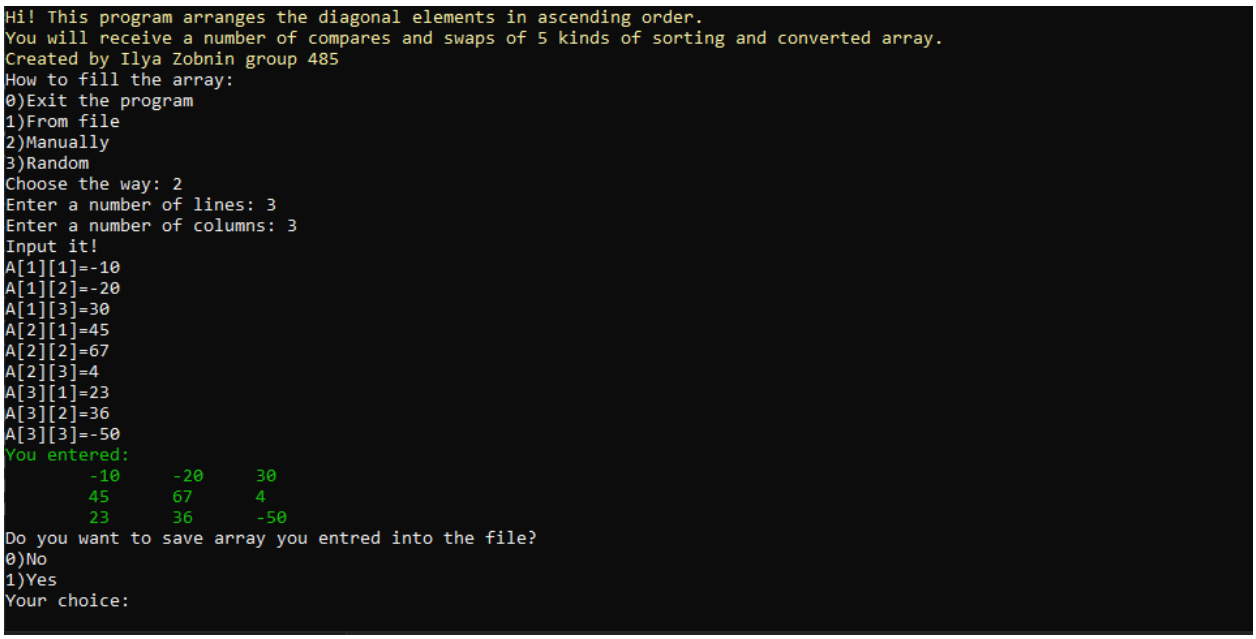


Рисунок 10 – Заполнение массива с клавиатуры

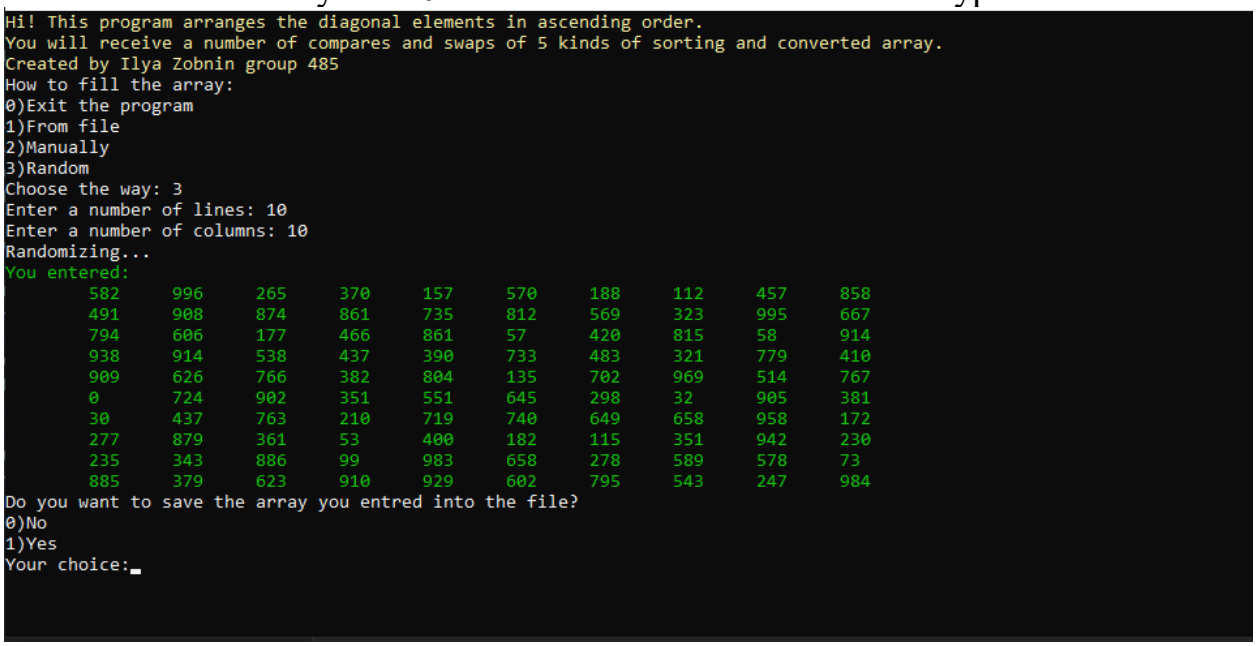


Рисунок 11 – Заполнение массива случайными числами

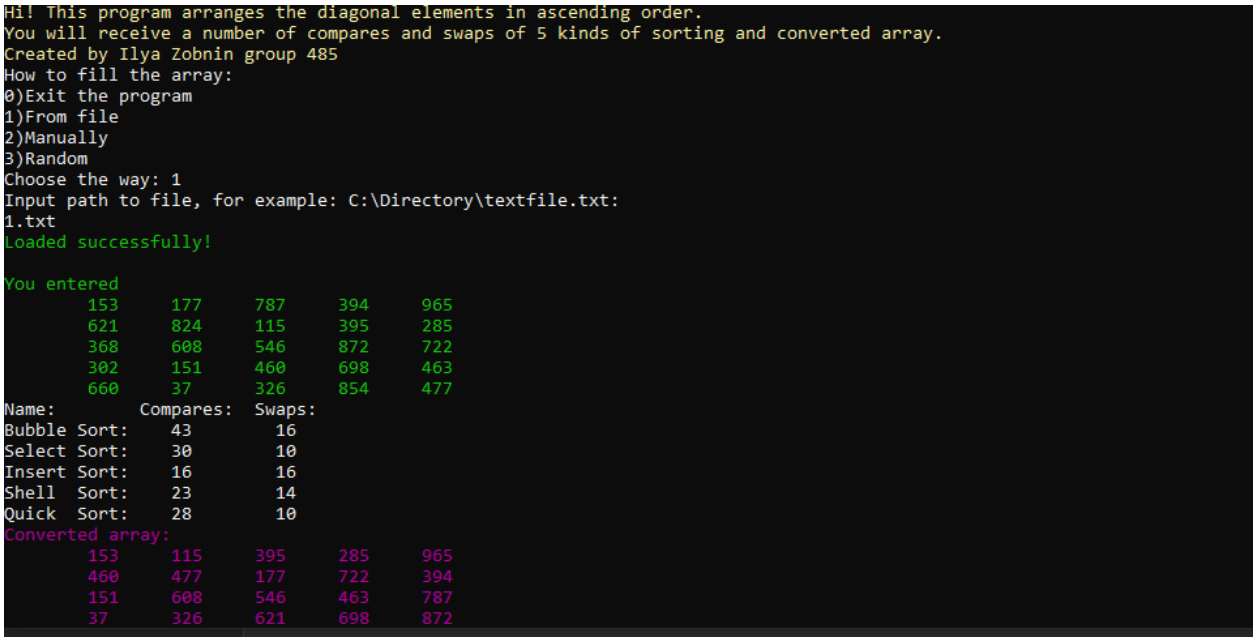


Рисунок 12 – Заполнение массива из файла

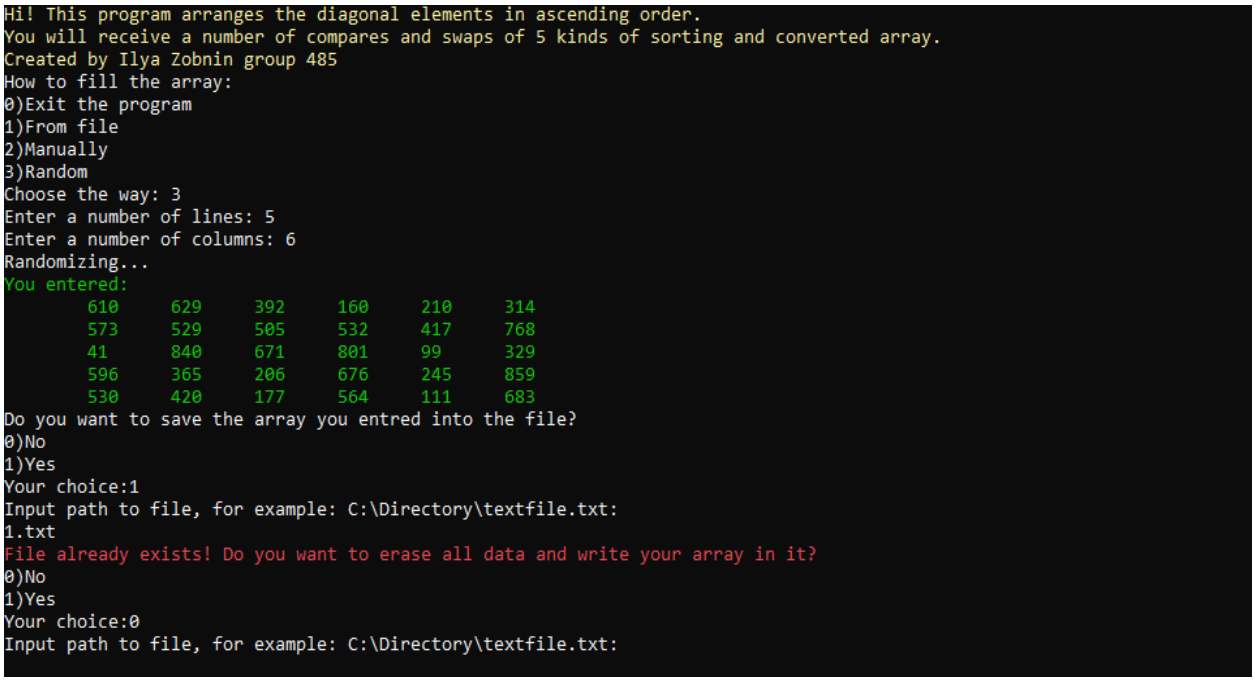


Рисунок 13 – Попытка сохранить в уже созданный файл

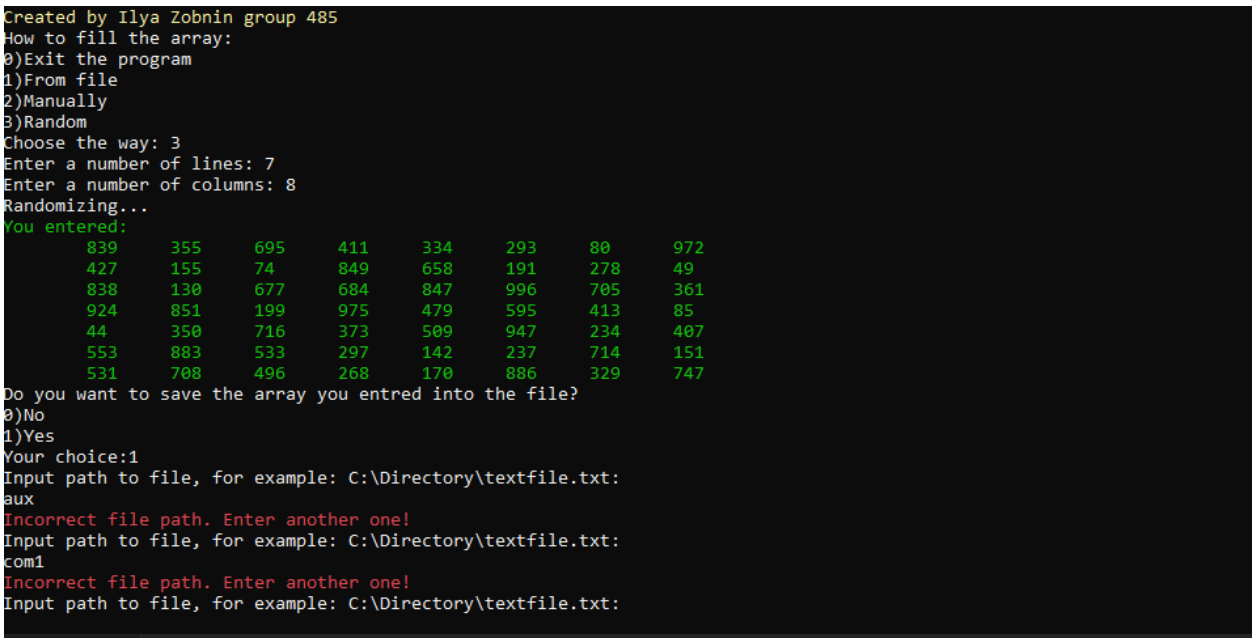


Рисунок 14 – Попытка сохранить в файл с запрещенным именем

9. Текст программы

```
[--- Начало программы ---]
// pch.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"



// pch.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
#include <iostream>
#include <Windows.h>
#include <filesystem>
#include <fstream>
#include <string>
#include <iomanip>



// ArrFilling.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
void FileInput();
void RandomFilling();
void ManualInput();
```

```
// Menu.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
bool MainMenu();
```

```
// ArrChange.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
void ArrChange(int **arr, int lines, int columns);
```

```
// Output.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
void OutputInConsole(int **arr, int lines, int columns);
void SetColor(int color);
void OutputOrigArr(int **arr, int lines, int columns);
void OutputResult(int **arr, int lines, int columns, int sourceArrSum, int
changedArrSum);
```

```
// InputAndCheck.h
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#pragma once
enum { blue = 9, green, azure, red, purple, yellow, white };
int GetInt();
int GetUnsignedInt();
bool GetBool();
```

```
// Lab2.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"
#include "Output.h"
#include "InputAndCheck.h"
#include "Menu.h"

using namespace std;

int main() {
	bool running = 1;
	SetColor(yellow);
	cout << "Hi! This program arranges the diagonal elements in ascending order." <<
endl <<
		"You will receive a number of compares and swaps of 5 kinds of sorting and
converted array." << endl << "Created by Ilya Zobnin group 485" << endl;
	SetColor(white);
	while (running)
```

```
		running = MainMenu();//переход к функции, демонстрирующей меню
	return 0;
}
```

```
// Menu.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"
#include "InputAndCheck.h"
#include "ArrFilling.h"

using namespace std;

enum { close, fromFile, manually, random };

bool MainMenu() {//функция, требующая от пользователя выбрать метод заполнения массива
	bool running = true;
	cout << "How to fill the array: " << endl << "0)Exit the program" << endl <<
"1)From file" << endl << "2)Manually" << endl << "3)Random" << endl;
	cout << "Choose the way: ";
	int menu;
	const int maxMenuNumber = 3;
	menu = GetUnsignedInt();
	if (menu > maxMenuNumber) {//ограничение по максимальному элементу меню
		cout << "Try again: " << endl;
		MainMenu();
	}
	else
		switch (menu) {//переход к соответствующей функции
			case fromFile: {
				FileInput();
				running = true;
				break;
			}
			case manually: {
				ManualInput();
				running = true;
				break;
			}
			case random: {
				RandomFilling();
				running = true;
				break;
			}
			case close: {
				running = close;
				break;
			}
		}
		return running;
}
```

```
// ArrFilling.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"
#include "InputAndCheck.h"
```

```
#include "Output.h"
#include "ArrChange.h"

using namespace std;
using namespace experimental::filesystem;

const int minSize = 2;

void FileInput() {//заполнение массива из файла
	string filePath;
	bool isDataLoaded = false;
	int lines, columns;
	do {
		cout << "Input path to file, for example: C:\\Directory\\textfile.txt: " <<
endl;
		cin >> filePath;

		if (!ifstream(filePath)) {//если файла не существует
			SetColor(red);
			cout << "File does not exist! Input another path!" << endl;
			SetColor(white);
			cin.ignore(INT_MAX, '\n');
			continue;
		}

		if (!is_regular_file(filePath)) {//проверка на валидность имени (защита от
aux, com и т.д.)
			SetColor(red);
			cout << "Incorrect file path. Enter another one!" << endl;
			SetColor(white);
			cin.ignore(INT_MAX, '\n');
			continue;
		}

		ifstream myFile(filePath);

		if (!myFile) {//если нет доступа к файлу
			SetColor(red);
			cout << "Access denied! Enter another path!" << endl;
			SetColor(white);
			myFile.close();
			continue;
		}
			if (!(myFile >> lines) || lines < minSize || !(myFile >> columns) ||
columns < minSize) {//считывание кол-ва строк и столбцов и проверка
				SetColor(red);//на валидность введённых данных
				cout << "Incorrect array size!" << endl;
				SetColor(white);
				myFile.close();
				continue;
			}
			int **arr = new int*[lines];//если все проверки пройдены успешно,
создаётся двумерный массив
			for (int i = 0; i < lines; i++)
				arr[i] = new int[columns];

			int count = 0, i, j;
			bool toBreakAndContinue = false;//для выхода из двух циклов в случае
ввода невалидного значения и

								//перехода в начало программы

			for (i = 0; i < lines; i++)//считывание элементов массива и проверка
их на валидность
```

```
                        if (!toBreakAndContinue)
                                for (j = 0; j < columns; j++)
                                        if (!toBreakAndContinue) {
                                                if (!(myFile >> arr[i][j])) {//если
введено не int значение, выход из циклов и переход в начало программы
                                                        SetColor(red);
                                                        cout << "Invalid value type or not
enough elements in file. Edit the file and try again! " << endl;
                                                        SetColor(white);
                                                        myFile.close();
                                                        toBreakAndContinue = true;
                                                        for (i = 0; i < lines;
i++)//удаление созданного массива
                                                                delete[] arr[i];
                                                        delete[] arr;
                                                }
                                                count++;
                                        }
                                        else
                                                break;
                                else
                                        break;

                        if (toBreakAndContinue)
                                continue;

                                SetColor(green);
                                cout << "Loaded successfully!" << endl << endl;
                                cout << "You entered";
                                OutputInConsole(arr, lines, columns);
                                SetColor(white);
                                isDataLoaded = true;
                                myFile.close();
                                ArrChange(arr, lines, columns);//выполнение задания по
изменению массива
                                for (int i = 0; i < lines; i++)
                                        delete[] arr[i];
                                delete[] arr;
        } while (!isDataLoaded);
}

void RandomFilling() {//случайное заполнение
        srand(static_cast <unsigned int> (time(nullptr)));//для генерации случайных чисел
при каждом запуске
        int lines, columns;
        bool choice;
        cout << "Enter a number of lines: ";
        lines = GetUnsignedInt();
        cout << "Enter a number of columns: ";
        columns = GetUnsignedInt();//запрос кол-ва строк и стобцов от пользователя
        if (lines >= minSize && columns >= minSize) {
                int **arr = new int*[lines];//создаётся двумерный массив
                for (int i = 0; i < lines; i++)
                        arr[i] = new int[columns];
                cout << "Randomizing..." << endl;
                for (int i = 0; i < lines; i++)//заполнение случайными значениями
                        for (int j = 0; j < columns; j++)
                                arr[i][j] = rand() % 1001;
                SetColor(green);
                cout << "You entered: ";
                OutputInConsole(arr, lines, columns);//вывод созданного массива в консоль
                SetColor(white);
                cout << endl << "Do you want to save the array you entred into the file?"
<< endl
```

```
			<< "0)No" << endl
			<< "1)Yes" << endl
			<< "Your choice:";
		choice = GetBool();//запрос от пользователя, хочет ли он сохранить
полученный массив в файл
		if (choice) {
			bool origOrResult = true;
			OutputDataInFile(arr, lines, columns, origOrResult);
		}
		ArrChange(arr, lines, columns);//выполнение задания по изменению массива
		for (int i = 0; i < lines; i++)
			delete[] arr[i];
		delete[] arr;
	}
	else {
		SetColor(red);
		cout << "Invalid lines and columns values, try again!" << endl;
		SetColor(white);
		RandomFilling();
	}
}

void ManualInput() {//ввод всех данных вручную
	int lines, columns;
	bool choice;
	cout << "Enter a number of lines: ";
	lines = GetUnsignedInt();
	cout << "Enter a number of columns: ";
	columns = GetUnsignedInt();
	if (lines >= minSize && columns >= minSize) {
		int **arr = new int*[lines];//создание двумерного массива
		for (int i = 0; i < lines; i++)
			arr[i] = new int[columns];
		cout << "Input it!" << endl;
		for (int i = 0; i < lines; i++)
			for (int j = 0; j < columns; j++) {
				cout << "A[" << i + 1 << "]"
					<< "[" << j + 1 << "]=";
				arr[i][j] = GetInt();//ввод значений вручную
			}
		SetColor(green);
		cout << "You entered: ";
		OutputInConsole(arr, lines, columns);//вывод изначального массива в консоль
		SetColor(white);
		cout << endl << "Do you want to save array you entred into the file?" <<
endl
			<< "0)No" << endl
			<< "1)Yes" << endl
			<< "Your choice:";
		choice = GetBool();//запрос от пользователя, хочет ли он сохранить
полученный массив в файл
		if (choice) {
			bool origOrResult = true;
			OutputDataInFile(arr, lines, columns, origOrResult);
		}
		ArrChange(arr, lines, columns);//выполнение задания по изменению массива и
вывода сумм
		for (int i = 0; i < lines; i++)
			delete[] arr[i];
		delete[] arr;
	}
	else {
		SetColor(red);
		cout << "Invalid lines and columns values, try again!" << endl;
```

```
			SetColor(white);
			ManualInput();
		}
}
```

```
// ArrChange.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"
#include "InputAndCheck.h"
#include "Output.h"

using namespace std;

void ArrCopy(int *arr, int *arrCopy, int columns) {//копирование одного массива в другой
	for (int i = 0; i < columns; i++)
			arrCopy[i] = arr[i];
}

void BubbleSort(int *arr, int size, int &compares, int &swaps) {
	for (int j = 0; j < size - 1; j++){
		for (int i = 0; i < size - j - 1; i++) {//перебор массива
			compares++;
			if (arr[i] > arr[i + 1]) {//если i-ый элемент больше следующего
				swaps++;
				int tmp = arr[i];
				arr[i] = arr[i + 1];//обмен местами
				arr[i + 1] = tmp;
			}
		}
	}
}

void SelectingSort(int *arr, int size, int &compares, int &swaps) {
	int i, j, min, tmp;
	for (i = 0; i < size - 1; i++) {
		min = i;//минимальный элемент по умолчанию i-ый
		for (j = i + 1; j < size; j++) {//нахождение индекса минимального элемента
			compares++;
			if (arr[j] < arr[min])
				min = j;
		}
		compares++;
		if (arr[i] != arr[min]) {//если найден другой минимальный элемент
			swaps++;
			tmp = arr[i];
			arr[i] = arr[min];//обмен местами
			arr[min] = tmp;
		}
	}
}

void InsertSort(int *arr, int size, int &compares, int &swaps){
	for (int i = 1; i < size; i++) {
		int j = i;
		while (j) {//пока находится элемент больше до i-го
			compares++;
			if (arr[j - 1] > arr[j]) {
				swaps++;
				int tmp = arr[j - 1];
```

```
                        arr[j - 1] = arr[j];
                        arr[j] = tmp;
                }
                else
                        break;
                j--;
        }
    }
}

void ShellSort(int *arr, int size, int &compares, int &swaps) {
    int step = size / 2;
    while (step) {
        for (int i = 0; i < size - step; i++) {
            int j = i;
            while (j >= 0) {//сравнение j - го и j + step эл-та
                compares++;
                if (arr[j] > arr[j + step]) {
                    swaps++;
                    int tmp = arr[j];
                    arr[j] = arr[j + step];
                    arr[j + step] = tmp;
                }
                else
                    break;
                j--;
            }
        }
        step /= 2; //деление шага на два
    }
}

void QuickSort(int *arr, int first, int last, int &compares, int &swaps)
{
    int mid;
    int left = first, right = last;
    mid = arr[(left + right) / 2]; //вычисление опорного элемента
    do
    {
        compares += 2;
        while (arr[left] < mid) {
            compares++;
            left++;
        }
        while (arr[right] > mid) {
            compares++;
            right--;
        }
        if (left <= right) //перестановка элементов
        {
            swaps++;
            int tmp = arr[left];
            arr[left] = arr[right];
            arr[right] = tmp;
            left++;
            right--;
        }
    } while (left < right);
    if (first < right) QuickSort(arr, first, right, compares, swaps);
    if (left < last) QuickSort(arr, left, last, compares, swaps);
}

void Methods(int *arr, int size, int *comparesAndSwaps) {//одномерный массив проходит по
всем методам сортировки
```

```
	int *arrCopy = new int[size];//создание нового массива
	ArrCopy(arr, arrCopy, size);//копирование переданного в функцию массива в только что созданный
	BubbleSort(arrCopy, size, comparesAndSwaps[0], comparesAndSwaps[1]);//сам метод, после снова копирование массива
	ArrCopy(arr, arrCopy, size);
	SelectingSort(arrCopy, size, comparesAndSwaps[2], comparesAndSwaps[3]);
	ArrCopy(arr, arrCopy, size);
	InsertSort(arrCopy, size, comparesAndSwaps[4], comparesAndSwaps[5]);
	ArrCopy(arr, arrCopy, size);
	ShellSort(arrCopy, size, comparesAndSwaps[6], comparesAndSwaps[7]);
	int first = 0, last = size - 1;
	QuickSort(arr, first, last, comparesAndSwaps[8], comparesAndSwaps[9]);//передаётся не копия массива, а сам массив
	delete[] arrCopy;

				//для его последующего внесения в диагональ
}

void ArrChange(int **arr, int lines, int columns) {//функция для перевода диагонали в одномерный массив
	string name[10] = { "Bubble Sort:", "", "Select Sort:", "", "Insert Sort:", "", "Shell  Sort:", "", "Quick  Sort:" };
	int i, j, a, *comparesAndSwaps = new int[10];//массив для подсчёта сравнений и перестановок
	for (i = 0; i < 10; i++)
		comparesAndSwaps[i] = 0;
	for (i = 0; i < lines - 1; i++) {//проход по всем строкам кроме последней
		a = i;
		j = 0;
		while (a < lines && j < columns) {//подсчёт элементов в диагонали
			a++;
			j++;
		}
		int *line = new int[j];//создание нового массива размерности кол-ва элементов в диагонали
		a = i;
		j = 0;
		while (a < lines && j < columns) {//копирование эл-ов из диагонали в новый массив
			line[j] = arr[a][j];
			a++;
			j++;
		}
		Methods(line, j, comparesAndSwaps);//передача нового массива с эл-ми диагонали во все методы сортировки
		a = i;
		j = 0;
		while (a < lines && j < columns) {//замещение исходного порядка эл-ов диагонали на полученный
			arr[a][j] = line[j];
			a++;
			j++;
		}
		delete[] line;
	}
	for (i = 1; i < columns - 1; i++) {//проход по всем столбцам кроме 1-го последнего
		a = i;
		j = 0;
		while (j < lines && a < columns) {//подсчёт элементов в диагонали
			a++;
			j++;
		}
```

```
			int *line = new int[j];//создание нового массива размерности кол-ва элементов в диагонали
			a = i;
			j = 0;
			while (j < lines && a < columns) {//копирование эл-ов из диагонали в новый массив
				line[j] = arr[j][a];
				a++;
				j++;
			}
			Methods(line, j, comparesAndSwaps);//передача нового массива с эл-ми диагонали во все методы сортировки
			a = i;
			j = 0;
			while (j < lines && a < columns) {//замещение исходного порядка эл-ов диагонали на полученный
				arr[j][a] = line[j];
				a++;
				j++;
			}
			delete[] line;
		}
		cout << endl << "Name:\t     " << "Compares:  " << "Swaps:" << endl;
		for (i = 0; i < 10; i += 2)//вывод таблицы с методами и их кол-вом сравнений и перестановок
			cout << name[i] << setw(6) << comparesAndSwaps[i] << setw(10) << comparesAndSwaps[i + 1] << endl;
		SetColor(purple);
		cout << "Converted array:";
		OutputInConsole(arr, lines, columns);//вывод полученного массива в консоль
		SetColor(white);
		cout << endl << "Do you want to save the result into the file?" << endl
			<< "0)No" << endl
			<< "1)Yes" << endl
			<< "Your choice:";
		bool choice = GetBool();//хочет ли пользователь сохранить полученный результат в файл
		if (choice) {
			bool origOrResult = false;
			OutputDataInFile(arr, lines, columns, origOrResult, comparesAndSwaps);
		}
}
```

// InputAndCheck.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год

```
#include "pch.h"

using namespace std;

template <typename T>//использование шаблона для использования вариабельного типа данных
T GetInput() {
	T userInput;
	cin >> userInput;//ввод пользователем необходимых данных
	while (cin.fail()) {//цикл пока ввод данных не соответствует заданному типу
		cout << "Try again: " << endl;
		cin.clear();//обнуление cin.fail
		cin.ignore(INT_MAX, '\n');//игнорирование введённых данных
		cin >> userInput;//повторный ввод переменной
	}
```

```
	cin.ignore(INT_MAX, '\n');
	return userInput;
}
//все последующие функции используют предыдущую для ввода пользователем заданных типов данных

int GetInt() {
	return GetInput<int>();
}

int GetUnsignedInt() {
	int i = GetInput<int>();
	if (i < 0) {
		cout << "Try again: ";
		return GetUnsignedInt();
	}
	else
	return i;
}

bool GetBool(){
	return GetInput<bool>();
}
```

```
// Output.cpp
// Лабораторная работа №2.
// Студент группы 485, Зобнин Илья Михайлович. 2019 год
#include "pch.h"
#include "InputAndCheck.h"

using namespace std;
using namespace experimental::filesystem;

void SetColor(int color) {//функция для изменения цвета текста в консоли
	SetConsoleTextAttribute(GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE), color);
}

void OutputArrInFile(int **arr, int lines, int columns, string path) {//функция для вывода кол-ва строк, столбцов и изначального массива
	ofstream fileOutput;
	fileOutput.open(path, ofstream::trunc);
	fileOutput << lines << endl;
	fileOutput << columns;
	for (int i = 0; i < lines; i++) {
		fileOutput << endl;
		for (int j = 0; j < columns; j++) {
			if (j == columns - 1)
				fileOutput << arr[i][j];
			else
				fileOutput << arr[i][j] << " ";
		}
	}
	fileOutput.close();
	SetColor(green);
	cout << "Saved successfully! " << endl;
	SetColor(white);
}
```

```
void OutputResultInFile(int **arr, int lines, int columns, string path, int
*comparesAndSwaps) {//функция для вывода изменённого массива, таблицы с методами
сортировки
	ofstream fileOutput;
	string name[10] = { "Bubble Sort:", "", "Select Sort:", "", "Insert Sort:", "",
"Shell  Sort:", "", "Quick  Sort:" };
	fileOutput.open(path, ofstream::trunc);
	fileOutput << "Name:\t     " << "Compares:  " << "Swaps:" << endl;
	for (int i = 0; i < 10; i += 2)
		fileOutput << name[i] << setw(6) << comparesAndSwaps[i] << setw(10) <<
comparesAndSwaps[i + 1] << endl;
	fileOutput << "Converted Array: ";
	for (int i = 0; i < lines; i++) {
		fileOutput << endl;
		for (int j = 0; j < columns; j++)
			fileOutput << arr[i][j] << " ";
	}
	fileOutput.close();
	SetColor(purple);
	cout << "Saved successfully! " << "\n\n";
	SetColor(white);
}

void OutputInConsole(int **arr, int lines, int columns) {//функция для вывода массива в
консоль
	for (int i = 0; i < lines; i++) {
		cout << endl;
		for (int j = 0; j < columns; j++) {
			cout << "\t" << arr[i][j] << " ";
		}
	}
}

void OutputDataInFile(int **arr, int lines, int columns, bool origOrResult, int
*comparesAndSwaps = 0) {
	string filePath;
	bool isDataSaved = false;
	do {
		cout << "Input path to file, for example: C:\\Directory\\textfile.txt: " <<
endl;
		cin >> filePath;

		if (ifstream(filePath))//проверка на существование файла
			if (!is_regular_file(filePath)) {//проверка на запрещённые имена
(aux, com и т.д.)
				SetColor(red);
				cout << "Incorrect file path. Enter another one!" << endl;
				SetColor(white);
				cin.ignore(INT_MAX, '\n');
				continue;
			}
			else{//хочет ли пользователь перезаписать содержимое
				SetColor(red);
				cout << "File already exists! Do you want to erase all data
and write your array in it?" << endl;
				SetColor(white);
				cout << "0)No" << endl << "1)Yes" << endl << "Your choice:";
				bool isAnother = GetBool();
				if (!isAnother)
					continue;
			}

		ofstream myFile(filePath, ofstream::app);
```

```
            if (!myFile) {//проверка на доступ к уже существующему файлу
                  SetColor(red);
                  cout << "Access denied! Enter another path!" << endl;
                  SetColor(white);
                  myFile.close();
                  continue;
            }

            myFile.close();
            if (origOrResult)//запись либо оригинального массива либо результата
                  OutputArrInFile(arr, lines, columns, filePath);
            else
                  OutputResultInFile(arr, lines, columns, filePath, comparesAndSwaps);

            isDataSaved = true;
      } while (!isDataSaved);
} [--- Конец программы ---]
```