МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

10 баллов

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

| доц., канд. техн. наук | Беч, 26.11.21 | В. А. Галанина |
|---|---|---|
| должность, уч. степень, звание | подпись, дата | инициалы, фамилия |

# ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

## Реализация и исследование алгоритмов сортировки.

по курсу: ИНФОРМАТИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

| СТУДЕНТ ГР. № | М023 | Трегуб 26.11.21 | Д.А.Трегуб |
|---|---|---|---|
| | | подпись, дата | инициалы, фамилия |

Санкт-Петербург 2021

**1)Цель работы:**

Используя разработанный в лабораторной работе 4 класс Vector реализовать два алгоритма сортировки, согласно заданию. Исследовать асимптотические зависимости количества сравнений, перестановок и времени выполнения алгоритма в зависимости от количества элементов в массиве (не менее 3-х случаев) и степени упорядоченности ( лучший, худший и средний случаи).

**2)Задание**:

| *№ варианта* | *Алгоритмы сортировки* |
|---|---|
| 19 | Быстрая сортировка; Сортировка вставками |

**3)Словесное описание алгоритмов:**

Быстрая сортировка:
Быстрая сортировка использует алгоритм "разделяй и властвуй". Она начинается с разбиения исходного массива на две области. Эти части находятся слева и справа от отмеченного элемента, называемого опорным. В конце процесса одна часть будет содержать элементы меньшие, чем опорный, а другая часть будет содержать элементы больше опорного.

Сортировка вставками:
При сортировке вставками массив разбивается на две области: упорядоченную и неупорядоченную. Изначально весь массив является неупорядоченной областью. При первом проходе первый элемент из неупорядоченной области изымается и помещается в правильном положении в упорядоченной области.

**4)Алгоритмы сортировки:**

Быстрая сортировка:

```
void quickSort(int left, int right)
	{
		int pivot; // разрешающий элемент
		int l_hold = left; //левая граница
		int r_hold = right; // правая граница
		pivot = data[left];
		while (left < right) // пока границы не сомкнутся
		{
			while ((data[right] >= pivot) && (left < right)) {
				right--; // сдвигаем правую границу пока элемент [right] 
больше [pivot]
				s++;//сравнения
			}
			if (left != right) // если границы не сомкнулись
			{
				data[left] = data[right]; // перемещаем элемент [right] на 
место разрешающего
				left++; // сдвигаем левую границу вправо
				p++;//перестановки
```

```
                        }
                        while ((data[left] <= pivot) && (left < right)){
                                left++; // сдвигаем левую границу пока элемент [left] меньше
[pivot]
                                s++;//сравнения
                        }
                        if (left != right) // если границы не сомкнулись
                        {
                                data[right] = data[left]; // перемещаем элемент [left] на
место [right]
                                right--; // сдвигаем правую границу вправо
                                p++;//перестановки
                        }
                }
                data[left] = pivot; // ставим разрешающий элемент на место
                pivot = left;
                left = l_hold;
                right = r_hold;
                if (left < pivot) // Рекурсивно вызываем сортировку для левой и правой
части массива
                        quickSort(left, pivot - 1);
                if (right > pivot)
                        quickSort(pivot + 1, right);
        }
```

Сортировка вставками:

```
void insertsort() {
                for (int i = 1; i < len; i++) {
                        s++;
                        for (int j = i; j > 0 && data[j - 1] > data[j]; j--) {
                                swap(j - 1, j);
                                p++;
                        }
                }
        }
```

## 5)Текст программы:

```
#include "iostream"
#include <cassert>
#include <ctime>
#include <chrono>

using namespace std;

class Timer
{
private:
        // Псевдонимы типов используются для удобного доступа к вложенным типам
        using clock_t = std::chrono::high_resolution_clock;
        using second_t = std::chrono::duration<double, std::ratio<1> >;

        std::chrono::time_point<clock_t> m_beg;

public:
        Timer() : m_beg(clock_t::now())
        {
        }

        void reset()
        {
                m_beg = clock_t::now();
        }

        double elapsed() const
```

```
	{
		return std::chrono::duration_cast<second_t>(clock_t::now() -
m_beg).count();
	}
};

template < typename T >
class Vect {
private:
	T* data;
	int len = 0, p, s;
public:
	Vect() {
		len = 0;
		data = nullptr;
	}
	Vect(int q, int val = 0) {
		len = q;
		p = 0; s = 0;
		assert(q >= 0);
		if (len >= 0) {
			data = new T[len];
			for (int i = 0; i < len; i++)
				data[i] = val;
		}
		else
			data = nullptr;
	}
	~Vect() {
		delete[] data;
		data = nullptr;
		len = 0;
	}
	int& operator[](int index)
	{
		return data[index];
	}
	int leng() {
		return len;
	}
	void create(int q, int val = 0) {
		len = q;
		if (len >= 0) {
			data = new T[len];
			for (int i = 0; i < len; i++)
				data[i] = val;
		}
	}
	void clear() { //Полная отчистка массива
		delete[] data;
		data = nullptr;
		len = 0;
	}
	int front() { //Просмотр первой ячейки
		return (data[0]);
	}
	int back() { //Просмотр последней ячейки
		return (data[len - 1]);
	}
	void resize(int n, int val = 0) {//измененяет размер массива на n элементов и
добавляет новые со значение val
		if (n == len) //Если совпадает
			return;
		if (n <= 0) { //Если нужно обнулить массив
			clear();
```

```
                return;
        }
        T* new_data = new T[n];
        if (n > len) { //Если новый размер масссива больше
                for (int i = 0; i < len; i++)
                        new_data[i] = data[i];
                for (int i = len; i < n; i++)
                        new_data[i] = val; //изменение
                clear();
                len = n;
                data = new_data;
        }
        if (n < len) { //Если новый размер массива меньше
                for (int i = 0; i < n; i++)
                        new_data[i] = data[i];
                clear();
                len = n;
                data = new_data;
        }
        new_data = nullptr;
}
void empty() { //если контейнер пуст возвращает true, если нет - false
        if (len == 0) {
                cout << "Вектор не содержит данных" << endl;
                return;
        }
        for (int i = 0; i < len; i++)
                if (data[i] != 0) {
                        cout << "Вектор содержит данные" << endl;
                        return;
                }
        cout << "Вектор не содержит данных" << endl;
        return;
}
void push_back(int val = 0) {//добавляет заданный элемент в конец вектора
        len = len + 1;
        T* new_data = new T[len];
        for (int i = 0; i < len - 1; i++)
                new_data[i] = data[i];
        new_data[len - 1] = val;
        clear();
        data = new_data;
        new_data = nullptr;
};
void pop_back() {//удаляет элемент из конца вектора
        len = len - 1;
        T* new_data = new T[len];
        for (int i = 0; i < len; i++)
                new_data[i] = data[i];
        clear();
        data = new_data;
        new_data = nullptr;
}
void insert(int val = 0, int n = 1, int it = 0) {//добавляет элементы в начало
вектора
        len = len + n;
        T* new_data = new T[len + 1];
        for (int i = it; i < n; i++)
                new_data[i] = val;
        for (int i = n; i < len; i++)
                new_data[i] = data[i - n];
        clear();
        data = new_data;
        new_data = nullptr;
}
```

```
	void erase(int n) { //удаляет выбранный элемент
		len = len - 1;
		T* new_data = new T[len + 1];
		for (int i = 0; i < n; i++)
			new_data[i] = data[i];
		for (int i = n + 1; i < len + 1; i++)
			new_data[i - 1] = data[i];
		clear();
		data = new_data;
		new_data = nullptr;
	}
	void swap(int n, int m) { //меняет два элемента местами
		int q = data[n];
		data[n] = data[m];
		data[m] = q;
	}
	void show() {
		if (len == 0)
			cout << "er";
		for (int i = 0; i < len; i++)
			cout << data[i] << " ";
		cout << endl;
	}
	void show_char() {
		cout << "Количество перестановок:" << p << endl << "Количество сравнений:"
<< s << endl;
		p = 0;
		s = 0;
	}
	void quickSort(int left, int right)
	{
		int pivot; // разрешающий элемент
		int l_hold = left; //левая граница
		int r_hold = right; // правая граница
		pivot = data[left];
		while (left < right) // пока границы не сомкнутся
		{
			while ((data[right] >= pivot) && (left < right)) {
				right--; // сдвигаем правую границу пока элемент [right]
больше [pivot]
				s++;//сравнения
			}
			if (left != right) // если границы не сомкнулись
			{
				data[left] = data[right]; // перемещаем элемент [right] на
место разрешающего
				left++; // сдвигаем левую границу вправо
				p++;//перестановки
			}
			while ((data[left] <= pivot) && (left < right)){
				left++; // сдвигаем левую границу пока элемент [left] меньше
[pivot]
				s++;//сравнения
			}
			if (left != right) // если границы не сомкнулись
			{
				data[right] = data[left]; // перемещаем элемент [left] на
место [right]
				right--; // сдвигаем правую границу вправо
				p++;//перестановки
			}
		}
		data[left] = pivot; // ставим разрешающий элемент на место
		pivot = left;
		left = l_hold;
```

```
		right = r_hold;
		if (left < pivot) // Рекурсивно вызываем сортировку для левой и правой
части массива
			quickSort(left, pivot - 1);
		if (right > pivot)
			quickSort(pivot + 1, right);
	}
	void insertsort() {
		for (int i = 1; i < len; i++) {
			s++;
			for (int j = i; j > 0 && data[j - 1] > data[j]; j--) {
				swap(j - 1, j);
				p++;
			}
		}
	}
};

int main() {
	setlocale(LC_ALL, "rus");
	int n, k, j;
	bool t = false;
	cout << "Введите длинну массива:" << endl;
	cin >> n;
	Vect <int> q(n);
	do {
		cout << "Выберите вариант массива:" << endl;
		cout << "1)Отсортированный" << endl;
		cout << "2)Отсортированный в обратном порядке" << endl;
		cout << "3)Рандомные" << endl;
		cout << "4)Выход" << endl;
		cin >> k;
		if (k == 1) {
			for (int i = 0; i < q.leng(); i++)
				q[i] = i;
			t = true;
		}
		if (k == 2) {
			j = n;
			for (int i = 0; i < q.leng(); i++) {
				q[i] = j;
				j--;
			}
			t = true;
		}
		if (k == 3) {
			srand(time(NULL));
			for (int i = 0; i < q.leng(); i++)
				q[i] = rand() % 101;
			t = true;
		}
		if (k == 4) {
			return 0;
			break;
		}
		system("pause");
		system("cls");
		if (t == true) {
			do {
				cout << "Выберите действие:" << endl;
				cout << "1)Быстрая сортировка" << endl;
				cout << "2)Сортировка вставками" << endl;
				cout << "3)Назад" << endl;
				cin >> k;
				if (k == 1) {
```

```
                                        cout << "Первоначальный массив: " << endl;
                                        q.show();
                                        Timer t;
                                        q.quickSort(0, q.leng() - 1);
                                        cout << "Время работы сортировки: " << fixed <<
t.elapsed() << '\n';
                                        q.show_char();
                                        cout << "Отсортированный массив: " << endl;
                                        q.show();
                                }
                                if (k == 2) {
                                        cout << "Первоначальный массив: " << endl;
                                        q.show();
                                        Timer t;
                                        q.insertsort();
                                        cout << "Время работы сортировки: " << fixed <<
t.elapsed() << '\n';
                                        q.show_char();
                                        cout << "Отсортированный массив: " << endl;
                                        q.show();
                                }
                                if (k == 3) {
                                        t = false;
                                }
                                system("pause");
                                system("cls");
                        } while (t == true);
                }
        } while (t == false);
}
```

**6)Результаты работы программы:**

В зависимости от количества элементов при быстрой сортировке:

1000:

```
Время работы сортировки: 0.000183
Количество перестановок:2671
Количество сравнений:11160
```

2000:

```
Время работы сортировки: 0.000398
Количество перестановок:5736
Количество сравнений:29755
```

3000:

```
Время работы сортировки: 0.000647
Количество перестановок:8393
Количество сравнений:57312
```

В зависимости от количества элементов при сортировке вставками:

1000:

```
Время работы сортировки: 0.008347
Количество перестановок:248605
Количество сравнений:999
```

2000:

```
Время работы сортировки: 0.032248
Количество перестановок:978176
Количество сравнений:1999
```

3000:

```
Время работы сортировки: 0.072038
Количество перестановок:2189717
Количество сравнений:2999
```

В зависимости от степени упорядоченности при быстрой сортировке (кол-во элементов – 3000):

Худший:

```
Время работы сортировки: 0.020352
Количество перестановок:1500
Количество сравнений:4497000
```

Средний:

```
Время работы сортировки: 0.000656
Количество перестановок:8745
Количество сравнений:52093
```

Лучший:

```
Время работы сортировки: 0.020966
Количество перестановок:0
Количество сравнений:4498500
```

В зависимости от степени упорядоченности при сортировке вставками (кол-во элементов – 3000):

Худший:

```
Время работы сортировки: 0.149057
Количество перестановок:4498500
Количество сравнений:2999
```

Средний:

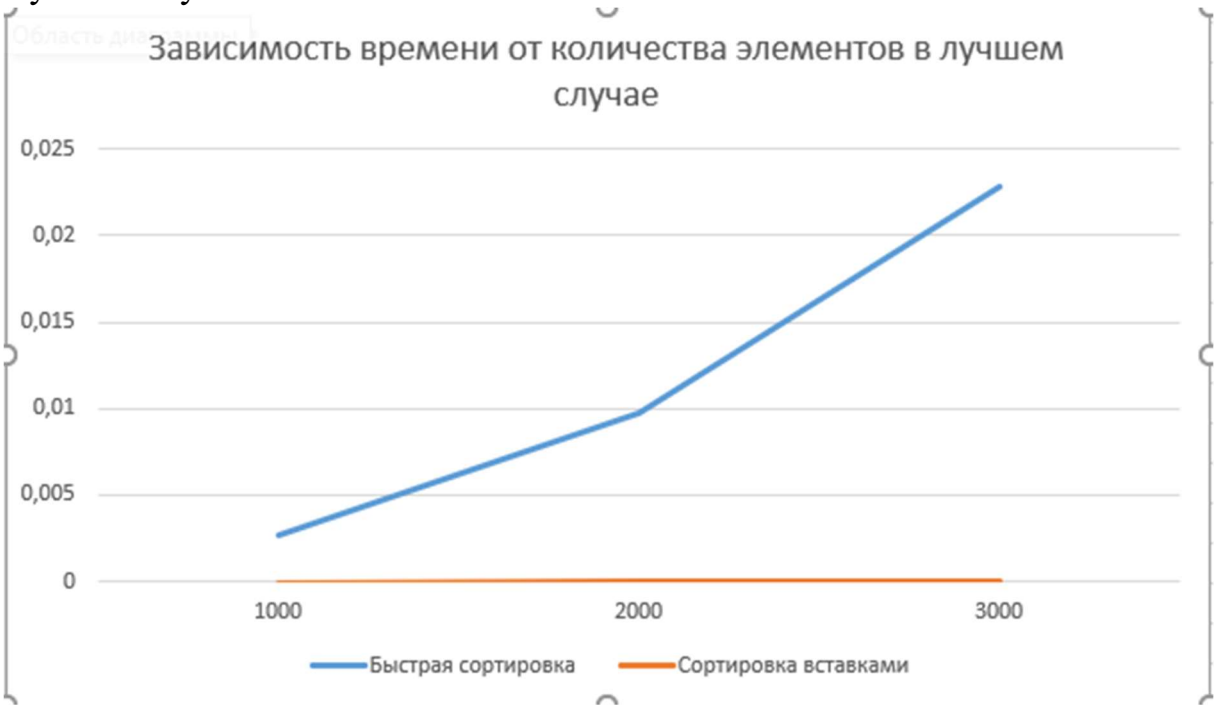
```
Время работы сортировки: 0.073057
Количество перестановок:2225722
Количество сравнений:2999
```

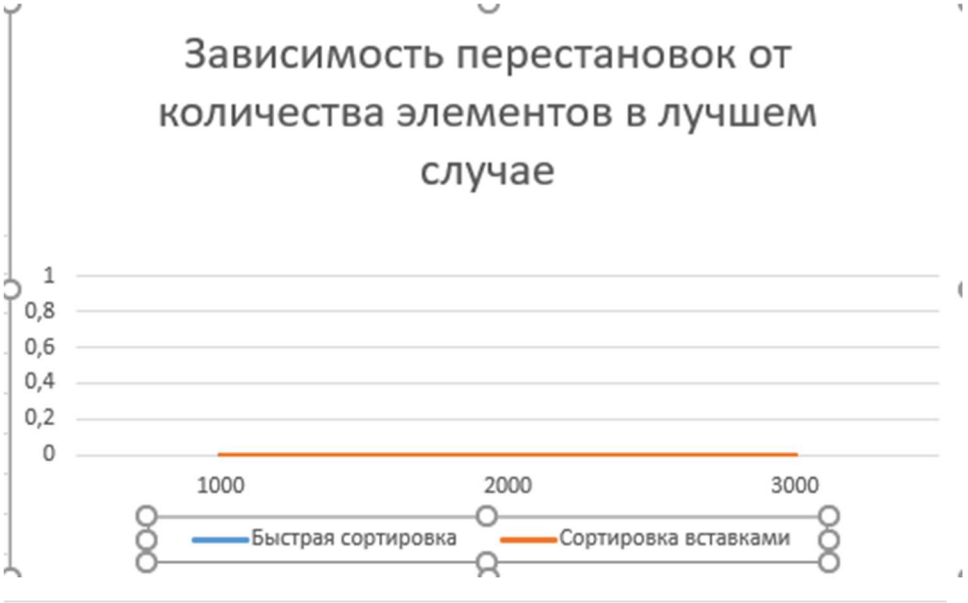
Лучший:

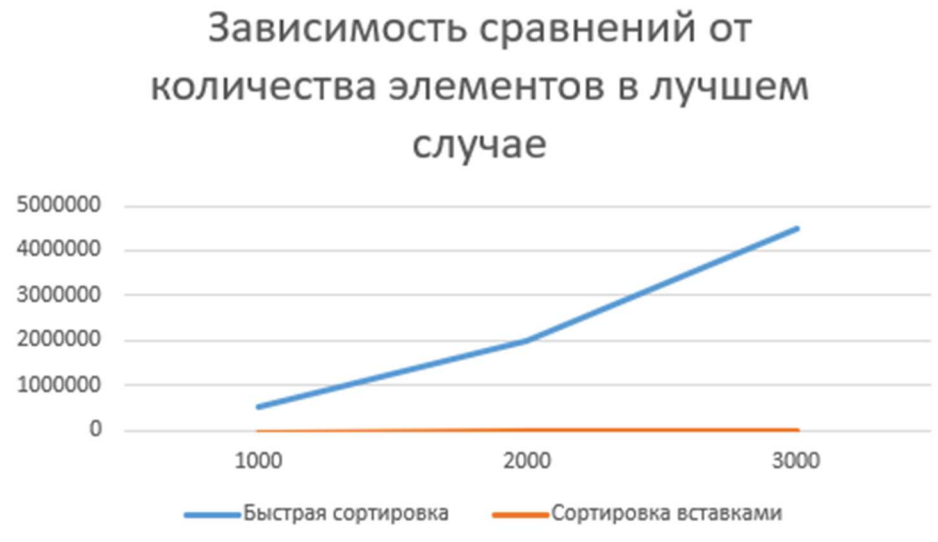
```
Время работы сортировки: 0.000024
Количество перестановок:0
Количество сравнений:2999
```

**7)Графики полученных зависимостей:**

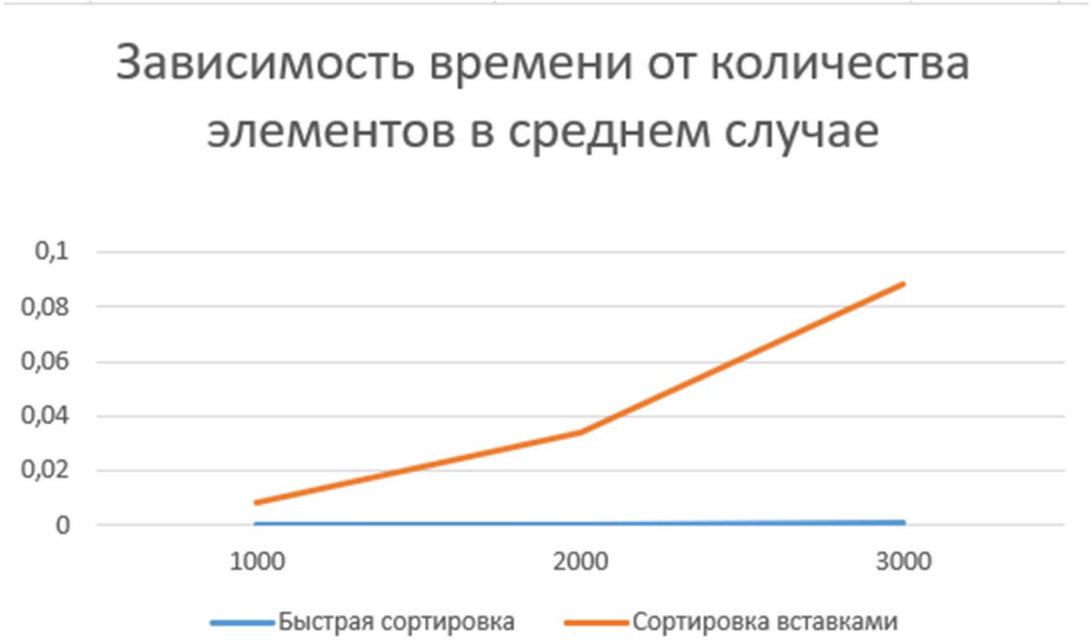
Лучший случай:

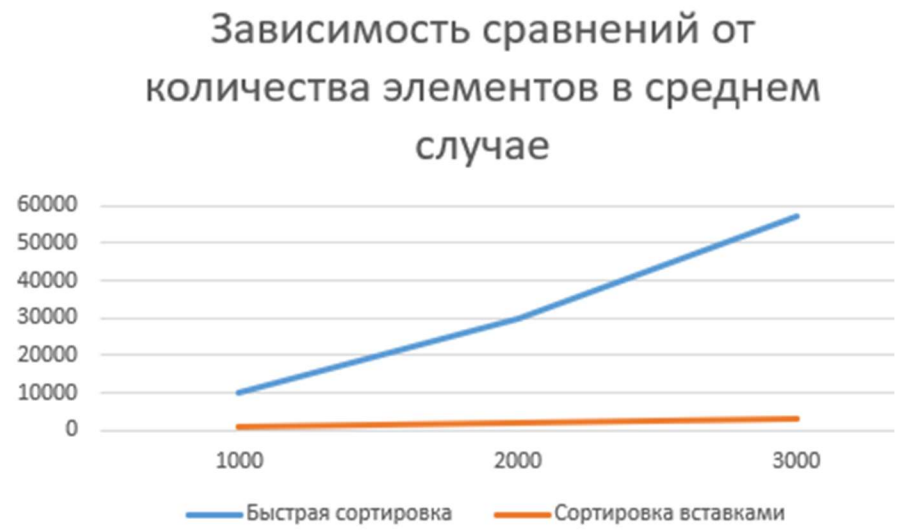


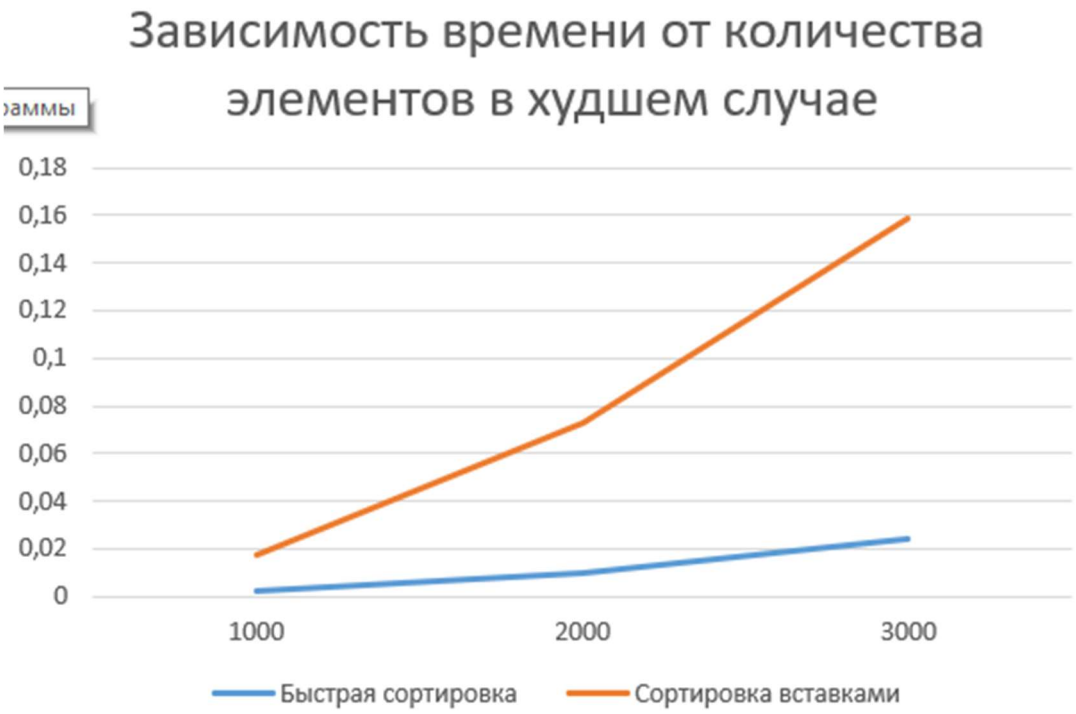



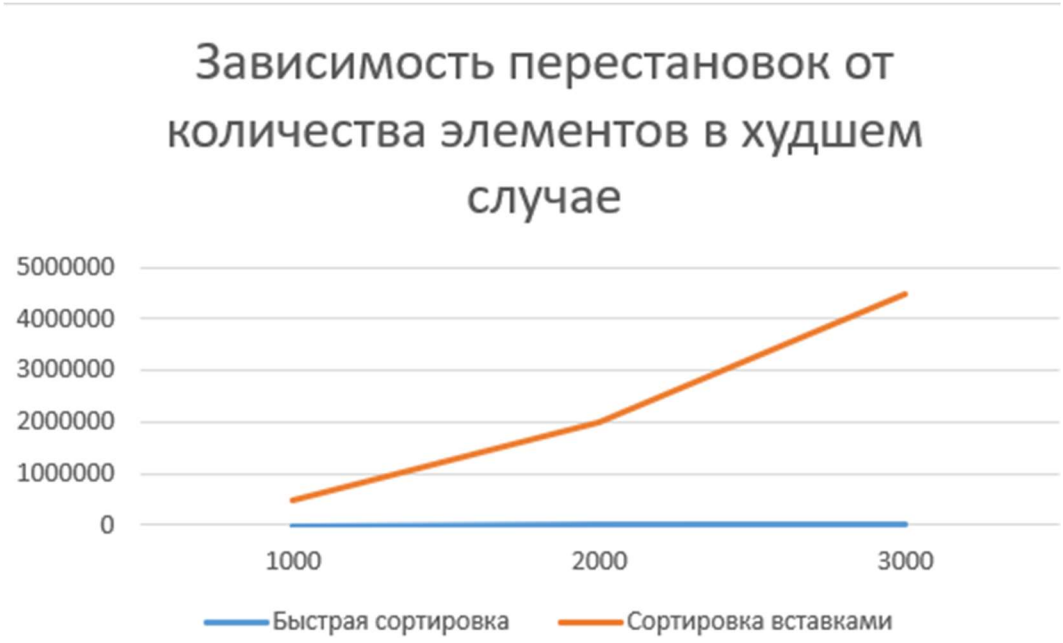
Средний случай:

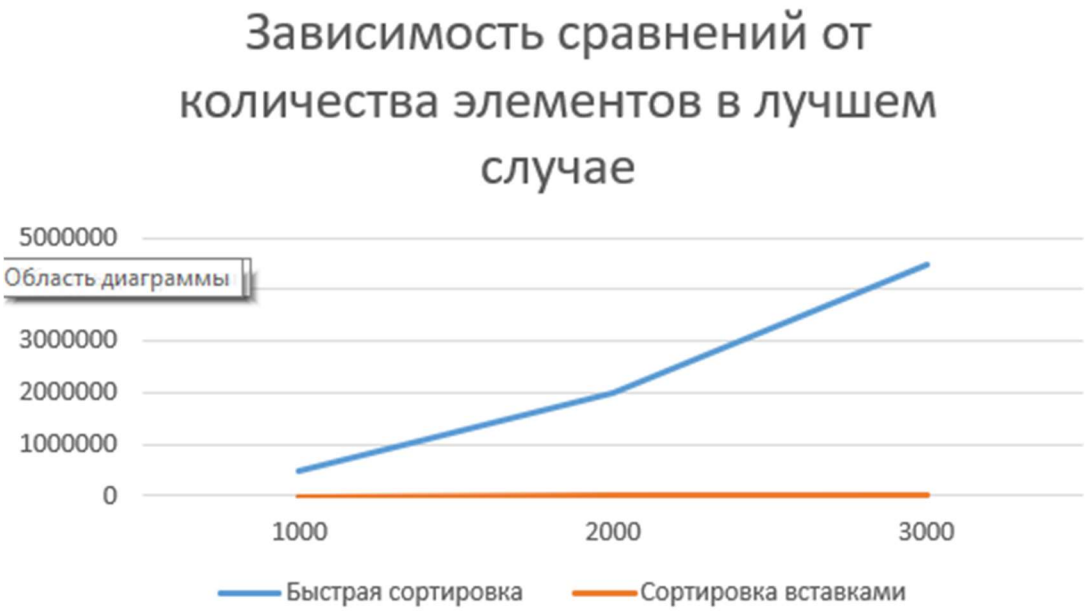



Худший случай:






**8)Выводы из полученных зависимостей:**

Быстрая сортировка: при увеличении количества элементов все показатели линейно зависят от количества элементов. При изменении степени упорядоченности максимальное быстродействие достигается в среднем случае, что говорит об эффективности данного алгоритма

Сортировка вставками: при увеличении количества элементов все показатели линейно зависят от количества элементов. При изменении степени упорядоченности время работы оказывается худшим при среднем случае, максимально эффективном при лучшем случае и среднем в худшем случае.

Эти данные говорят о неэффективности этого алгоритма для большинства наборов данных.

**9)Вывод:** Используя разработанный в лабораторной работе 4 класс Vector реализовал два алгоритма сортировки(быстрая сортировка и сортировка вставками), а также провёл анализ количества сравнений, перестановок и времени выполнения алгоритма в зависимости от количества элементов в массиве (при 1000, 2000 и 3000 ) и степени упорядоченности ( лучший, худший и средний случаи).