

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий  
Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

**Отчёт по лабораторной работе № 1**

Дисциплина: Низкоуровневое программирование

Тема: программирование для EDSAC

Вариант: 3

Выполнила студентка гр. 3530901/00002 \_\_\_\_\_ С.Е. Бельская  
(подпись)

Принял преподаватель \_\_\_\_\_ Д.С. Степанов  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

## Задача

Реализовать сортировку методом выбора массива чисел in-place на EDSAC.

## Алгоритм сортировки на языке C++

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
using namespace std;

int main ()
{
    int length;
    cin >> length;
    int array[length];
    for (int i = 0; i < length - 1; i++)
        cin >> array[i];
    int temp, min;
    for (int out; out < length - 2; out++)
    {
        min = out;
        for (int in = out + 1; in < length - 1; in++)
            if (array[in] < array[min]) min = in;
        temp = array[out];
        array[out] = array[min];
        array[min] = temp;
    };
    for (int i = 0; i < length - 1; i++)
        cout << array[i] << ' ';
    return 0;
}
```

## IOI

[31] T 114 S [КОНЕЦ ПРОГРАММЫ + 1]

[32] T 0 S [ACC = 0]

[33] A 108 S [LENGTH]

[34] S 107 S [LENGTH --]

[35] T 108 S [ПЕРЕЗАПИСЬ LENGTH]

[36] T 0 S [ACC = 0]

[37] A 109 S [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА]

[38] U 4 S [ЗАПИСЫВАЕМ В 4 ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ПЕРВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]

[39] T 5 S [ДЛЯ ВТОРОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]

[40] A 106 S [0]

[41] T 6 S [I = 0]

[42] A 106 S [0]

[43] S 108 S [-LENGTH]

[44] E 103 S [>=0 ЗАКОНЧИЛИ ПРОХОД МАССИВА - ВЫХОД]

[45] T 0 S [ACC = 0]  
[46] A 4 S [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА]  
[47] L 0 L [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[48] A 105 S [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ A 0 S]  
[49] T 50 S [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 50]  
[50] A 0 S [СЧИТЫВАЕМ ПЕРВЫЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА]  
[51] T 1 S [ЗАПИСЫВАЕМ В ПЕРВУЮ ЯЧЕЙКУ]

[52] T 0 S [ACC = 0]  
[53] A 6 S [I]  
[54] A 107 S [I ++]  
[55] T 6 S [ПЕРЕЗАПИСЬ I]

[56] A 5 S [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ПЕРВОГО СРАВНИВАЕМОГО ЧИСЛА]  
[57] A 107 S [+1]  
[58] U 5 S [ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМ АДРЕС ВТОРОГО ЧИСЛА И ОСТАВЛЯЕМ В АСС]  
[59] L 0 L [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[60] A 105 S [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ A 0 S]  
[61] T 62 S [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 62]  
[62] A 0 S [СЧИТЫВАЕМ ВТОРОЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА]  
[63] T 2 S [ЗАПИСЫВАЕМ ВО ВТОРУЮ ЯЧЕЙКУ]

[64] A 6 S [I]  
[65] S 108 S [I - LENGTH]  
[66] E 79 S [>=0 МЫ СРАВНИВАЕМ С ПОСЛЕДНИМ ЭЛЕМЕНТОМ МАССИВА, ПЕРЕЙТИ К SWAP,  
ИНАЧЕ ПРОДОЛЖАТЬ]

[67] T 0 S [ACC = 0]  
[68] A 1 S [СЧИТАЛИ ПЕРВУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[69] S 2 S [ВЫЧЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[70] E 52 S [>=0 ЭТО НЕ ПОСЛЕДНИЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА И ОН МЕНЬШЕ  
ПРЕДЫДУЩЕГО,  
МЕНЯТЬ НЕ НУЖНО]

[71] T 0 S [ACC = 0]  
[72] A 2 S [СЧИТЫВАЕМ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[73] T 1 S [ЗАПИСЫВАЕМ В ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ПЕРВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
[74] A 5 S [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ВТОРОГО ЭЛЕМЕНТА]  
[75] T 4 S [ЗАПИСЫВАЕМ В ЯЧЕЙКУ ДЛЯ АДРЕСА ПЕРВОГО]  
[76] A 2 S [СЧИТАЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[77] S 2 S [ОЧИСТИЛИ ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ВТОРОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
[78] E 52 S [ВОЗВРАТ В ЦИКЛ]

[79] T 0 S [ACC = 0]  
[80] A 1 S [СЧИТАЛИ ПЕРВУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[81] S 2 S [ВЫЧЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[82] G 96 S [<0 ЕСЛИ ВТОРАЯ ПЕРЕМЕННАЯ БОЛЬШЕ ПЕРВОЙ, ТО ПОСЛЕДНИЙ  
ЭЛЕМЕНТ  
НА ДАННЫЙ МОМЕНТ НЕ НУЖДАЕТСЯ В ПЕРЕСТАНОВКЕ, ПРОДЛЖАЕМ ЦИКЛ]

[83] T 0 S [ACC = 0]

[84] A 4 S [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ПЕРВОГО ЧИСЛА]  
 [85] L 0 L [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
 [86] A 104 S [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ T 0 S]  
 [87] T 89 S [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 89]  
 [88] A 2 S [СЧИТЫВАЕМ ВТОРОЕ ЧИСЛО]  
 [89] T 0 S [ЗАПИСЫВАЕМ НА ЕГО МЕСТО ПЕРВОГО ЧИСЛА]  
 [90] A 5 S [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ВТОРОГО ЧИСЛА]  
 [91] L 0 L [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
 [92] A 104 S [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ T 0 S]  
 [93] T 95 S [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 95]  
 [94] A 1 S [СЧИТЫВАЕМ ПЕРВОЕ ЧИСЛО]  
 [95] T 0 S [ЗАПИСЫВАЕМ НА ЕГО МЕСТО ВТОРОГО ЧИСЛА]  
  
 [96] T 0 S [ACC = 0]  
 [97] A 108 S [LENGTH]  
 [98] S 107 S [LENGTH --]  
 [99] T 108 S [ПЕРЕЗАПИСЬ LENGHT]  
  
 [100] A 106 S [0]  
 [101] S 108 S [- LENGTH]  
 [102] G 36 S [<0 ПРОВЕРКА НА КОЛИЧЕСТВО ПРОЙДЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТОВ]  
 [103] Z 0 S [КОНЕЦ]  
  
 [104] T 0 S [КОМАНДА ЗАПИСИ ЗНАЧЕНИЯ В ЯЧЕЙКУ ПО АДРЕСУ]  
 [105] A 0 S [КОМАНДА ЧТЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ИЗ ЯЧЕЙКИ ПО АДРЕСУ]  
  
 [106] P 0 S [0]  
 [107] P 0 L [1]  
 [108] P 5 S [LENGTH = 10]  
 [109] P 55 S [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА МАССИВА]  
  
 [110] P 21 L [43]  
 [111] P 8 S [16]  
 [112] P 45 S [90]  
 [113] P 36 S [72]

## IO2

T 130 K  
 GK  
 [0] A 3 F  
 [1] T 72 @  
 [2] A 108 F [LENGTH]  
 [3] S 107 F [LENGTH --]  
 [4] T 108 F [ПЕРЕЗАПИСЬ LENGTH]  
  
 [5] T 0 F [ACC = 0]  
 [6] A 109 F [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА]  
 [7] U 4 F [ЗАПИСЫВАЕМ В 4 ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ПЕРВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
 [8] T 5 F [ДЛЯ ВТОРОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
  
 [9] A 106 F [0]  
 [10] T 6 F [I = 0]

[11]A 106 F [0]  
[12]S 108 F [-LENGTH]  
[13]E 72 @ [>=0 ЗАКОНЧИЛИ ПРОХОД МАССИВА - ВЫХОД]

[14]T 0 F [ACC = 0]  
[15]A 4 F [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА]  
[16]L 0 D [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[17]A 105 F [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ A 0 S]  
[18]T 19 @ [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 19]  
[19]A 0 F [СЧИТЫВАЕМ ПЕРВЫЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА]  
[20]T 1 F [ЗАПИСЫВАЕМ В ПЕРВУЮ ЯЧЕЙКУ]

[21]T 0 F [ACC = 0]  
[22]A 6 F [I]  
[23]A 107 F [I ++]  
[24]T 6 F [ПЕРЕЗАПИСЬ I]

[25]A 5 F [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ПЕРВОГО СРАВНИВАЕМОГО ЧИСЛА<sub>ла</sub>]  
[26]A 107 F [+1]  
[27]U 5 F [ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМ АДРЕС ВТОРОГО ЧИСЛА И ОСТАВЛЯЕМ В АСС]  
[28]L 0 D [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[29]A 105 F [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ A 0 S]  
[30]T 31 @ [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 31]  
[31]A 0 F [СЧИТЫВАЕМ ВТОРОЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА]  
[32]T 2 F [ЗАПИСЫВАЕМ ВО ВТОРУЮ ЯЧЕЙКУ]

[33]A 6 F [I]  
[34]S 108 F [I - LENGTH]  
[35]E 52 @ [>=0 МЫ СРАВНИВАЕМ С ПОСЛЕДНИМ ЭЛЕМЕНТОМ МАССИВА, ПЕРЕЙТИ К SWAP,  
ИНАЧЕ ПРОДОЛЖАТЬ]

[36]T 0 F [ACC = 0]  
[37]A 1 F [СЧИТАЛИ ПЕРВУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[38]S 2 F [ВЫЧЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[39]E 21 @ [>=0 ЭТО НЕ ПОСЛЕДНИЙ ЭЛЕМЕНТ МАССИВА И ОН МЕНЬШЕ  
ПРЕДЫДУЩЕГО,  
МЕНЯТЬ НЕ НУЖНО]

[40]T 0 F [ACC = 0]  
[41]A 2 F [СЧИТЫВАЕМ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[42]T 1 F [ЗАПИСЫВАЕМ В ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ПЕРВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
[43]A 5 F [ЗАПИСЫВАЕМ В ЯЧЕЙКУ ДЛЯ АДРЕСА ПЕРВОГО]  
[44]T 4 F [ЗАПИСЫВАЕМ В ЯЧЕЙКУ ДЛЯ АДРЕСА ПЕРВОГО]  
[45]A 2 F [СЧИТАЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[46]S 2 F [ОЧИСТИЛИ ЯЧЕЙКУ ДЛЯ ВТОРОЙ ПЕРЕМЕННОЙ]  
[47]E 21 @ [ВОЗВРАТ В ЦИКЛ]

[48]T 0 F [ACC = 0]  
[49]A 1 F [СЧИТАЛИ ПЕРВУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]  
[50]S 2 F [ВЫЧЛИ ВТОРУЮ ПЕРЕМЕННУЮ]

[51]G 65 @ [<0 ЕСЛИ ВТОРАЯ ПЕРЕМЕННАЯ БОЛЬШЕ ПЕРВОЙ, ТО ПОСЛЕДНИЙ ЭЛЕМЕНТ  
НА ДАННЫЙ МОМЕНТ НЕ НУЖДАЕТСЯ В ПЕРЕСТАНОВКЕ, ПРОДЛЖАЕМ ЦИКЛ]

[52]T 0 F [ACC = 0]  
[53]A 4 F [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ПЕРВОГО ЧИСЛА]  
[54]L 0 D [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[55]A 104 F [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ T 0 S]  
[56]T 58 @ [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 58]  
[57]A 2 F [СЧИТЫВАЕМ ВТОРОЕ ЧИСЛО]  
[58]T 0 F [ЗАПИСЫВАЕМ НА ЕГО МЕСТО ПЕРВОГО ЧИСЛА]  
[59]A 5 F [СЧИТЫВАЕМ АДРЕС ВТОРОГО ЧИСЛА]  
[60]L 0 D [СДВИГ НА РАЗРЯД ВЛЕВО]  
[61]A 104 F [ЗАГРУЖАЕМ КОМАНДУ T 0 S]  
[62]T 64 @ [ЗАПИСЫВАЕМ ЕЁ В ЯЧЕЙКУ 64]  
[63]A 1 F [СЧИТЫВАЕМ ПЕРВОЕ ЧИСЛО]  
[64]T 0 F [ЗАПИСЫВАЕМ НА ЕГО МЕСТО ВТОРОГО ЧИСЛА]

[65]T 0 F [ACC = 0]  
[66]A 108 F [LENGTH]  
[67]S 107 F [LENTN --]  
[68]T 108 F [ПЕРЕЗАПИСЬ LENGHT]

[69]A 106 F [0]  
[70]S 108 F [-LENGTH]  
[71]G 5 @ [<0 ПРОВЕРКА НА КОЛИЧЕСТВО ПРОЙДЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ]  
[72]Z 0 F [КОНЕЦ]

T 101 K  
GK  
[0:]T 0 F  
[1:]A 2 @  
[2:]G 130 F

[3:]T 0 F [КОМАНДА ЗАПИСИ ЗНАЧЕНИЯ В ЯЧЕЙКУ ПО АДРЕСУ]  
[4:]A 0 F [КОМАНДА ЧТЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ИЗ ЯЧЕЙКИ ПО АДРЕСУ]

[5:]P 0 F [0]  
[6:]P 0 D [1]  
[7:]P 2 F [LENGTH = 4]  
[8:]P 55 F [АДРЕС ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА МАССИВА]

[9:] P 5 D [11]	[110]
[10:]P 3 F [6]	[111]
[11:]P 0 F [0]	[112]
[12:]P 1 F [2]	[113]

[13:]EZ PF

**Пример выполнения программы на симуляторе**

## IO1

Для массива 43, 16, 90, 72.

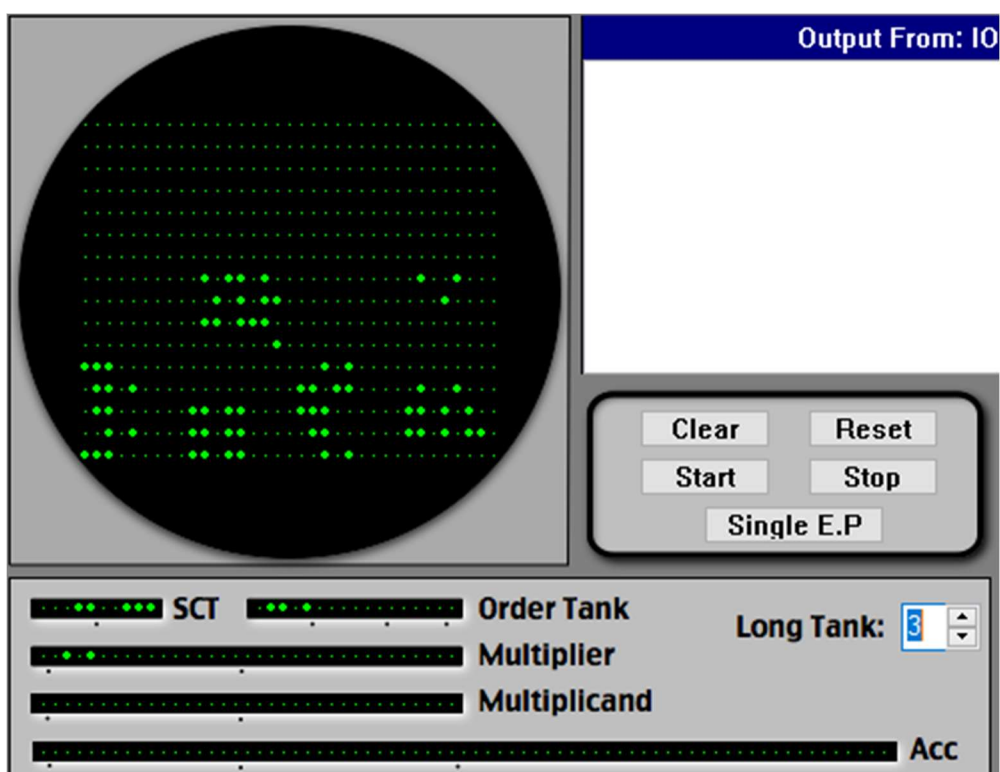


Рис. 1 Результат работы для IO1

## IO2

Для массива 11, 6, 0, 2

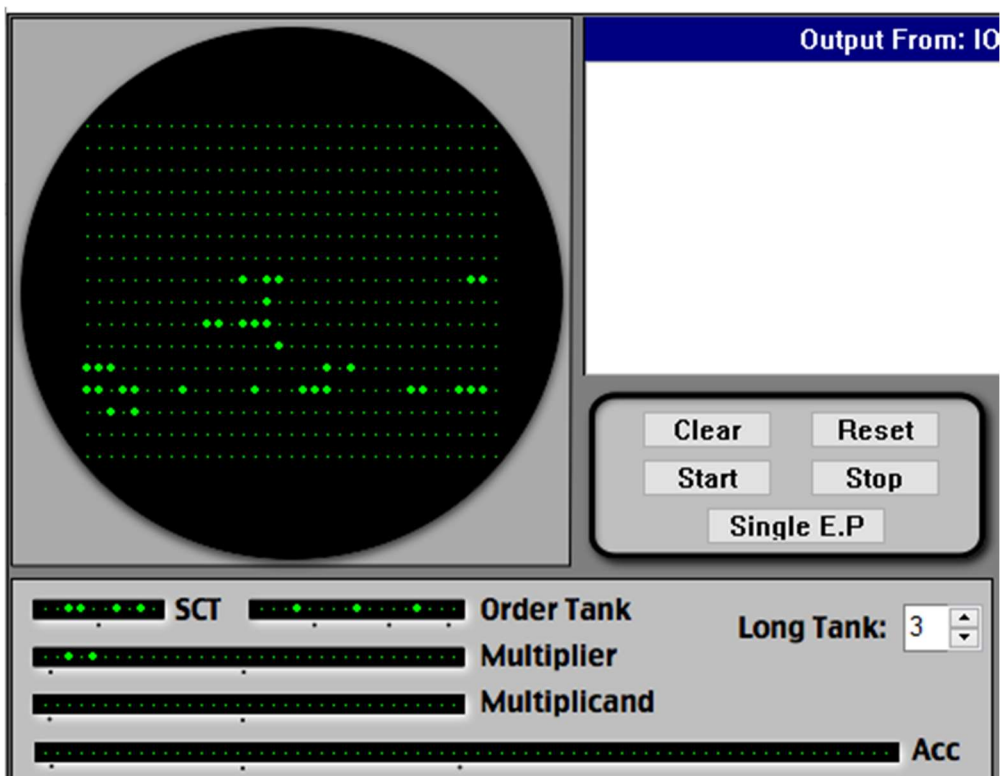


Рис. 2 Результат работы для IO2

**Вывод**

В ходе работы была написана реализация сортировки методом выбора для массива in-place для двух загрузчиков EDSAC – Initial Orders 1 и Initial Orders 2. Была проверена корректность работы программ.