

Санкт–Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра «Информатика и вычислительная техника»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 2

Дисциплина: Низкоуровневое программирование

Тема: программирование на Edsac

Выполнил
студент гр.3530901/10005

Б. А. Терехов

Руководитель

Коренев Д.А.

«1» декабря 2022 г.

Санкт–Петербург

2022

Санкт–Петербургский государственный политехнический университет

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	3
2. МЕТОД РЕШЕНИЯ	3
Описание алгоритма:.....	3
3. ПРОГРАММА ORDERS1 (IO1).....	3
Исходные данные:	3
Код программы	3
Результат программы:	5
4. ПРОГРАММА ORDERS2 (IO2).....	6
Исходные данные:	6
Код программы	6
Результат программы:	8
5. ВЫВОД.....	9

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Написать программу сортировка выбором массива чисел in-place (на месте старого массива).

2. МЕТОД РЕШЕНИЯ

Описание алгоритма:

За каждый проход по массиву выбрать минимальный элемент и поменять его местами с первым элементом в еще не отсортированном участке массива, тем самым уменьшив длину этого участка на один, и так до тех пор, пока не будут отсортированы все элементы.

3. ПРОГРАММА ORDERS1 (IO1)

Исходные данные:

Массив [0, 5, 2, 6, 9, 3, 1, 4, 8, 7]

Код программы

```
[31] T 136[N+1] S
[32] X0S
[33] A 122 [len] S
[34] A 123 [1] S
[35] T 121 [cur_len] S
[36] A 102 [sw1] S
[37] A 125 [f_el] S
[38] A 122 [len] S
[39] A 122 [len] S
[40] S 124 [2] S
[41] T 102 [sw1] S [set last_el]
[42] A 106 [sw2] S
[43] A 125 [f_el] S
[44] A 122 [len] S
[45] A 122 [len] S
[46] S 124 [2] S
[47] T 106 [sw2] S [set last_el]
[48] A 71 [for_max] S
[49] A 125 [f_el] S
[50] T 71 [for_max] S [set 1 el]
[51] A 0[f_el] S [fl]
[52] U 0[f_el] S [tfl]
[53] A 51 [fl] S
[54] A 125 [f_el] S
[55] T 51 [fl] S
```

[56] A 52 [tfl] S
 [57] A 125 [f_el] S
 [58] T 52 [tfl] S [указатели на первый элемент]
 [loop]
 [59] T 0 S [l1]
 [60] A 121 [cur_len] S
 [61] S 123 [1] S
 [62] T 121 [cur_len] S [-1 количество необработанных элементов]
 [63] A 51 [fl] S
 [64] U 86 [cur] S
 [65] T 100 [ss1] S
 [66] A 52 [tfl] S
 [67] U 87 [cur_d] S
 [68] T 103 [ss2] S [возвращаемся к первому элементу массива для поиска максимума]
 [69] A 123 [1] S
 [70] T 120 [count2] S [счетчик второго цикла = 1]
 [71] A 0 F [for_max]
 [72] T 118 [max] S [первый элемент = макс]
 [loop2]
 [73] T 0 S [l2] [обнуление асс]
 [74] A 120 [count2] S
 [75] S 121 [cur_len] S
 [76] E 99 [l11] S
 [77] A 121 [cur_len] S
 [78] A 123 [1] S
 [79] T 120 [count2] S [счетчик2+=1]
 [80] A 86 [cur] S [итерация по элементам]
 [81] A 124 [2] S [итерация по элементам]
 [82] T 86 [cur] S [итерация по элементам]
 [83] A 87 [cur_d] S [итерация по элементам]
 [84] A 124 [2] S [итерация по элементам]
 [85] T 87 [cur_d] S [итерация по элементам]
 [86] A 0 S [cur] [итерация по элементам]
 [87] U 0 S [cur_d] [итерация по элементам]
 [88] S 118 [max] S [-max]
 [89] G 73 [l2] S [возврат к первой строчке второго цикла если макс не поменялся]
 [90] A 118 [max] S [+max, получаем число, которое было]
 [91] T 118 [max] S [присваиваем max значение]
 [92] A 86 [cur] S
 [93] T 100 [ss1] S [присваиваем max значение для swap]
 [94] A 87 [cur_d] S
 [95] T 103 [ss2] S [присваиваем max значение для swap]
 [96] A 120 [count2] S
 [97] S 121 [cur_len] S
 [98] G 73 [l2] S [возврат к первой строчке второго цикла если не пройдены все значения]
 [99] T 0 S [l11] [асс=0]
 [100] A 0 S [ss1] [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N]
 [101] T 0 S [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
 [102] A 0 S [sw1] [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
 [103] U 0 S [ss2] [запись этого значения в ячейку с адресом N, обнуление аккумулятора]
 [104] T 3 S
 [105] A 0 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0]
 [106] T 0 S [sw2] [запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]
 [107] A 102 [sw1] S
 [108] S 124 [2] S
 [109] T 102 [sw1] S
 [110] A 106 [sw2] S

```

[111] S 124 [2] S
[112] T 106 [sw2] S    [убираем обработанный элемент из дальнейшей обработки]
[113] A 119 [count] S
[114] A 123 [1] S
[115] U 119 [count] S
[116] S 122 [len] S
[117] G 59 [1] S    [конец цикла или возврат к первому действию если не прошло итераций = длине]
[vars]
[118] P 0 S [max]
[119] P 1 S [count] [= 1]
[120] P 1 S [count2] [= 1]
[121] P 0 S [cur_len] [= 11]
[122] P 5 S [len] [=10]
[123] P 0 L [1]
[124] P 1 S [2]
[125] P 126 [<f_el>] S [f_el]
[array]
[126] P 0 S [<f_el>] [0]
[127] P 2 L [5]
[128] P 1 S [2]
[129] P 3 S [6]
[130] P 4 L [9]
[131] P 1 L [3]
[132] P 0 L [1]
[133] P 2 S [4]
[134] P 4 S [8]
[135] P 3 L [7]

```

Результат программы:

WORD 126 Order = P 0 S Integer 126S = 0 Fraction 126S = 0.000000

WORD 127 Order = P 0 L Integer 127S = 1 Fraction 126L = 0.00001525879

WORD 128 Order = P 1 S Integer 128S = 2 Fraction 128S = 0.000031

WORD 129 Order = P 1 L Integer 129S = 3 Fraction 128L = 0.00004577648

WORD 130 Order = P 2 S Integer 130S = 4 Fraction 130S = 0.000061

WORD 131 Order = P 2 L Integer 131S = 5 Fraction 130L = 0.00007629418

WORD 132 Order = P 3 S Integer 132S = 6 Fraction 132S = 0.000092

WORD 133 Order = P 3 L Integer 133S = 7 Fraction 132L = 0.00010681187

WORD 134 Order = P 4 S Integer 134S = 8 Fraction 134S = 0.000122

WORD 135 Order = P 4 L Integer 135S = 9 Fraction 134L = 0.00013732957

4. ПРОГРАММА ORDERS2 (IO2)

Исходные данные:

Массив [8, 1, 2, 3, 10, 5, 6, 9, 0, 7, 4]

Код программы

```
T 56 K [ директива IO2, установка адреса загрузки ]
G K [ директива IO2, фиксация начального адреса подпрограммы ]
[0] A 3 F [ пролог: формирование кода инструкции возврата в Асс ]
[1] T 89 [<ret>] @ [ пролог: запись инструкции возврата ]
[2] A 5[len] F
[3] A 94 [1] @
[4] T 93 [cur_len] @
[5] A 94 [1] @
[6] T 91 [count] @
[7] A 94 [1] @
[8] T 92 [count2] @ [set_params]
[9] A 69 [sw1] @
[10] A 4 F
[11] T 69 [sw1] @ [set last_el]
[12] A 73 [sw2] @
[13] A 4 F
[14] T 73 [sw2] @ [set last_el]
[15] A 38 [for_max] @
[16] A 1 F
[17] T 38 [for_max] @ [set 1 el]
[18] A 0[f_el] F [fl]
[19] U 0[f_el] F [tfl]
[20] A 18 [fl] @
[21] A 1 F
[22] T 18 [fl] @
[23] A 19 [tfl] @
[24] A 1 F
[25] T 19 [tfl] @ [указатели на первый элемент]
[loop]
[26] T 0 F [l1]
[27] A 93 [cur_len] @
[28] S 94 [1] @
[29] T 93 [cur_len] @ [-1 количество необработанных элементов]
[30] A 18 [fl] @
[31] U 53 [cur] @
[32] T 67 [ss1] @
[33] A 19 [tfl] @
[34] U 54 [cur_d] @
[35] T 70 [ss2] @ [возвращаемся к первому элементу массива для поиска максимума]
[36] A 94 [1] @
[37] T 92 [count2] @ [счетчик второго цикла = 1]
[38] A 0[f_el] F [for_max]
[39] T 90 [max] @ [первый элемент = макс]
[loop2]
[40] T 0 F [l2] [обнуление асс]
[41] A 92 [count2] @
[42] S 93 [cur_len] @
[43] E 66 [l11] @ [check cond]
```

```

[44] A 93 [cur_len] @
[45] A 94 [1] @
[46] T 92 [count2] @ [счетчик2+=1]
[47] A 53 [cur] @ [итерация по элементам]
[48] A 2 F [итерация по элементам]
[49] T 53 [cur] @ [итерация по элементам]
[50] A 54 [cur_d] @ [итерация по элементам]
[51] A 2 F [итерация по элементам]
[52] T 54 [cur_d] @ [итерация по элементам]
[53] A 0[f_el] F [cur] [итерация по элементам]
[54] U 0[f_el] F [cur_d] [итерация по элементам]
[55] S 90 [max] @ [-max]
[56] G 40 [l2] @ [возврат к первой строчке второго цикла если макс не поменялся]
[57] A 90 [max] @ [+max, получаем число, которое было]
[58] T 90 [max] @ [присваиваем max значение]
[59] A 53 [cur] @
[60] T 67 [ss1] @ [присваиваем max значение для swap]
[61] A 54 [cur_d] @
[62] T 70 [ss2] @ [присваиваем max значение для swap]
[63] A 92 [count2] @
[64] S 93 [cur_len] @
[65] G 40 [l2] @ [возврат к первой строчке второго цикла если не пройдены все значения]
[66] T 0 F [l11] [acc=0]
[67] A 0[f_el] F [ss1] [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N ]
[68] T 0 F [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
[69] A 0[l_el] F [sw1] [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
[70] U 0[f_el] F [ss2] [ запись этого значения в ячейку с адресом N, обнуление аккумулятора]
[71] T 6 F
[72] A 0 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0]
[73] T 0[l_el] F [sw2] [ запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]
[74] A 69 [sw1] @
[75] S 2 F
[76] T 69 [sw1] @
[77] A 73 [sw2] @
[78] S 2 F
[79] T 73 [sw2] @ [убираем обработанный элемент из дальнейшей обработки]
[80] A 91 [count] @
[81] A 94 [1] @
[82] U 91 [count] @
[83] S 5[len] F
[84] G 26 [l1] @ [конец цикла или возврат к первому действию если не прошло итераций = длине]
[85] T 0 F [ обнуление аккумулятора ] [exit:]
[86] T 1 F
[87] T 4 F
[88] T 5 F [reset]
[89] E 0 F [<ret>] [инструкция возврата из подпрограммы ]
[90] P 0 F [max]
[91] P 0 F [count] [= 0]
[92] P 0 F [count2] [= 0]
[93] P 0 F [cur_len] [= ...]
[94] P 0 D [1]
G K [директива IO2,фиксация начального адреса программы ]
[0] X 0 F [ для пошаговой отладки использовать Z 0 F ]
[1] A 14 [<f_el>] @ [ адрес 1 элемента ]
[2] T 1 F [ запись адреса 1 эл ячейку 1, обнуление аккумулятора ]
[3] A 14 [<f_el>] @ [ адрес последнего элемента ]
[4] A 13 [<len>] @

```

```

[5] A 13 [<len>] @
[6] S 2 F
[7] T 4 F [ запись адреса посл эл в ячейку 2, обнуление аккумулятора ]
[8] A 13 [<len>] @ [ длина массива ]
[9] T 5 F [ запись длины массива в ячейку 3, обнуление аккумулятора ]
[10] A 10 [вызов] @ [вызов]
[11] G 56 [<sub>] F [/ подпрограммы ]
[12] Z 0 F [ останов ]
[13] P 5 D [<len>] [=11]
[14] P 15 [<f_el1>] @ [<f_el>]
[array:]
[15] P 4 F [<f_el1>] [ 8 ]
[16] P 0 D [ 1 ]
[17] P 1 F [ 2 ]
[18] P 1 D [ 3 ]
[19] P 5 F [ 10 ]
[20] P 2 D [ 5 ]
[21] P 3 F [ 6 ]
[22] P 4 D [ 9 ]
[23] P 0 F [ 0 ]
[24] P 3 D [ 7 ]
[25] P 2 F [ 4 ]
EZ PF [директива IO2, переход к исполнению ]

```

Результат программы:

WORD 166	Order = P 0 F	Integer 166F = 0	Fraction 166F = 0.000000
WORD 167	Order = P 0 D	Integer 167F = 1	Fraction 166D = 0.00001525879
WORD 168	Order = P 1 F	Integer 168F = 2	Fraction 168F = 0.000031
WORD 169	Order = P 1 D	Integer 169F = 3	Fraction 168D = 0.00004577648
WORD 170	Order = P 2 F	Integer 170F = 4	Fraction 170F = 0.000061
WORD 171	Order = P 2 D	Integer 171F = 5	Fraction 170D = 0.00007629418
WORD 172	Order = P 3 F	Integer 172F = 6	Fraction 172F = 0.000092
WORD 173	Order = P 3 D	Integer 173F = 7	Fraction 172D = 0.00010681187
WORD 174	Order = P 4 F	Integer 174F = 8	Fraction 174F = 0.000122
WORD 175	Order = P 4 D	Integer 175F = 9	Fraction 174D = 0.00013732957
WORD 176	Order = P 5 F	Integer 176F = 10	Fraction 176F = 0.000153

5. ВЫВОД

В результате выполнения работы был получен опыт программирования на Edsac, понимание высокой сложности разработки на этом устройстве, а также был написан алгоритм сортировки выбором массива чисел in-place.