Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

**Отчёт по лабораторной работе №2**

Дисциплина: Низкоуровневое программирование

Тема: EDSAC

Вариант: 3

Выполнил студент

гр. 3530901/90002

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Белых Б.А.

(подпись)

Руководитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Степанов Д.С.

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Санкт-Петербург   
 2021

**Постановка задачи**

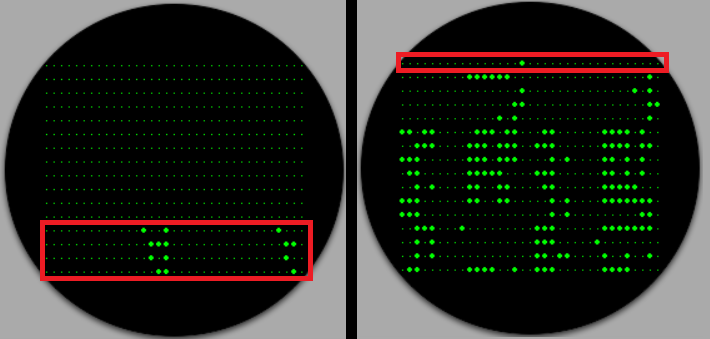
Разработать программу для EDSAC, реализующую сортировку выбором массива чисел in-place, и предполагающую загрузчик Initial Orders 1. Массив данных и другие параметры (преобразуемое число, длина массива, параметр статистики и пр.) располагаются в памяти по фиксированным адресам. Выделить определенную вариантом задания функциональность в замкнутую подпрограмму, разработать вызывающую ее тестовую программу. Использовать возможности загрузчика Initial Orders 2. Адрес обрабатываемого массива данных и другие параметры передавать через ячейки памяти с фиксированными адресами.

**Ход выполнения работы**

Общая идея программы для IO1: Вводим длину массива, адрес его первого элемента и сам массив. Далее в цикле до тех пор, пока у нас есть необработанные элементы, входим во внутренний цикл, в котором ищем максимальный элемент из оставшихся. После меняем максимальный элемент с последним необработанным.

Листинг программы IO1:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | | [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] | |  | | [swap] | |  | | [99] T 0 S [l11] [acc=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 [l1] 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] | |

Рис. 1 Результат работы программы.

Из рис. 1 видно, что поданный нами массив [0, 5, 2, 6, 9, 3, 1, 4, 8, 7] преобразовался в [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Сортировка прошла успешно.

Теперь сделаем эту программу подпрограммой - будем ее вызывать из другого места в коде. Для этого добавим установку параметров в начальное положение (для многократного вызова), а также воспользуемся инструкциями загрузчика IO2.

Листинг программы IO2:

|  |
| --- |
| 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 Acc]  [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]  [swap]  [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>] [ эпилог: 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 ] |

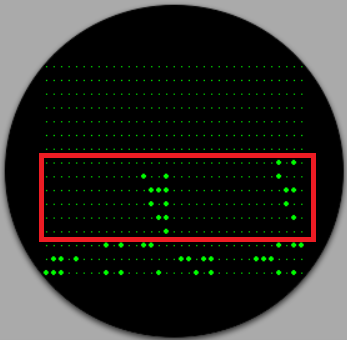


Рис. 2 Результат работы программы.

Из рис. 2 видно, что поданный нами массив [8, 1, 2, 3, 10, 5, 6, 9, 0, 7, 4] преобразовался в [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Сортировка прошла успешно. Таким образом, обе программы, разработанные для загрузчиков IO1 и IO2 правильно производят сортировку выбором массива чисел in-place.