

Задача 1. Микроконтроллер

Ученики 10А класса физико-математической школы, разбирая во время субботника стеллажи в кабинете информатики, нашли очень старый экспериментальный микроконтроллер и документацию к нему с описанием устройства микроконтроллера и его системы команд. Ради шутки (а также, чтобы заработать дополнительные баллы) несколько учеников решили выполнить довольно скучное домашнее задание по программированию на языке найденного микроконтроллера.

В такой постановке задачи из домашнего задания учеников оказались весьма интересными, поэтому вам предлагается их выполнить вместе с учениками 10А класса.

Система команд микроконтроллера

Микроконтроллер представляет собой устройство, обладающее оперативной памятью, вычислительным ядром и интерфейсом для ввода-вывода данных (в виде целых чисел). Память для хранения инструкций программы отделена от памяти для хранения данных, поэтому далее, говоря о памяти, мы будем подразумевать память для хранения данных.

Память микроконтроллера (для хранения данных) состоит из 1000 ячеек, в каждой ячейке хранится одно целое число. Индекс первой ячейки памяти – 0, последней ячейки – 999. При запуске программы во всех ячейках памяти записано число 0.

Максимальное количество инструкций (команд) в программе – 1000, инструкции загруженной программы также нумеруются с 0. Инструкции программы микроконтроллер выполняет последовательно, начиная с первой (с индексом 0). Единственным исключением является выполнение команды условного перехода, в результате которой управление может быть передано не следующей команде, а произвольной.

Микроконтроллер прекращает свою работу в случае выполнения инструкции STP, а также при попытке выполнения любой недопустимой операции (адресация несуществующей ячейки, переход к несуществующей инструкции, деление на 0 и т.п.).

Система команд процессора содержит следующие команды:

Команда	Описание команды										
IN <Arg1>	Осуществляет ввод числа с устройства ввода (консоли): <ul style="list-style-type: none"><Arg1> – адрес (индекс) ячейки памяти, в которую будет записано введенное число										
OUT <Arg1>	Осуществляет вывод числа с устройства ввода (консоли): <ul style="list-style-type: none"><Arg1> – адрес ячейки, содержимое которой будет выведено на устройство вывода										
MOV <Arg1> <Arg2>	Осуществляет запись константы в ячейку памяти: <ul style="list-style-type: none"><Arg1> – число (константа)<Arg2> – адрес ячейки, в которую будет записано значение <Arg1>										
LD <Arg1> <Arg2>	Осуществляет копирование значения из ячейки, адрес которой записан в ячейке с адресом <Arg1> в ячейку с адресом <Arg2>: <ul style="list-style-type: none"><Arg1>, <Arg2> – см. описание выше Рассмотрим пример. Содержание памяти до выполнения команды: <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>...</td><td></td></tr></table> Команда:	0	0	5	0	0	10	0	0	...	
0	0	5	0	0	10	0	0	...			

	<div>LD 2 3</div> <div>Содержание памяти после выполнения команды:</div> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>10</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>...</td><td></td></tr></table>	0	0	5	10	0	10	0	0	...											
0	0	5	10	0	10	0	0	...													
ST <Arg1> <Arg2>	<div>Выполняет операцию, обратную LD, т.е. осуществляет копирование значения из ячейки с адресом <Arg2> в ячейку, адрес которой записан в ячейке с адресом <Arg1>.</div> <div><ul style="list-style-type: none"><Arg1>, <Arg2> – см. описание выше</div> <div>Рассмотрим пример.</div> <div>Содержание памяти до выполнения команды:</div> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>7</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>...</td><td></td></tr></table> <div>Команда:</div> <div>ST 2 3</div> <div>Содержание памяти после выполнения команды:</div> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>7</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>...</td><td></td></tr></table>	0	0	5	7	0	10	0	0	...		0	0	5	7	0	7	0	0	...	
0	0	5	7	0	10	0	0	...													
0	0	5	7	0	7	0	0	...													
ADD <Arg1> <Arg2> <Arg3>	<div>Осуществляет операцию сложения:</div> <div><ul style="list-style-type: none"><Arg1> – адрес ячейки, в которой записан первый аргумент для операции сложения<Arg2> – адрес ячейки, в которой записан второй аргумент для операции сложения<Arg3> – адрес ячейки, в которую будет помещен результат сложения</div> <div>Примечание:</div> <div>Данную команду можно использовать для копирования значений из ячейки в ячейку. Для этого надо в качестве первого аргумента указать адрес ячейки, значение из которой необходимо скопировать, в качестве второго аргумента указать адрес ячейки, в которой записано значение 0, а в качестве третьего аргумента – адрес ячейки, в которую необходимо скопировать значение.</div>																				
SUB <Arg1> <Arg2> <Arg3>	<div>Осуществляет операцию вычитания.</div> <div>Назначение аргументов совпадает с командой ADD.</div>																				
MUL <Arg1> <Arg2> <Arg3>	<div>Осуществляет операцию умножения.</div> <div>Назначение аргументов совпадает с командой ADD.</div>																				
DIV <Arg1> <Arg2> <Arg3>	<div>Осуществляет операцию целочисленного деления.</div> <div>Назначение аргументов совпадает с командой ADD.</div>																				
JMP <Arg1> <Arg2>	<div>Осуществляет условный переход, если значение в ячейке с адресом <Arg1> строго больше 0.</div> <div><ul style="list-style-type: none"><Arg1> – см. описание выше<Arg2> – номер инструкции программы, которая будет выполнена следующей, если значение в ячейке с адресом <Arg1> больше 0</div> <div>Если значение в ячейке с адресом <Arg1> меньше или равно 0, то команда ничего не делает, управление передается следующей инструкции, следующей за данной.</div>																				

STP	Останавливает работу микроконтроллера. Аргументов нет.
------------	---

В программе допустимы однострочные комментарии в виде строк, начинающихся с последовательности символов "//" (см. примеры).

Примеры программ

Ниже представлена программа ввода двух чисел, их сложений и вывода результата:

```
in 10          // ввод первого числа в ячейку памяти 10
in 11          // ввод второго числа в ячейку памяти 11

add 10 11 12   // вычисление суммы в ячейку памяти 12

out 12         // вывод результата

stp           // прекращение работы
```

Ниже представлена программа ввода последовательности (массива) чисел, и вывода той же последовательности в обратном порядке (окончанием ввода массива считается ввод отрицательного числа):

```
// [0] - 0
// [1] - 1
// [10] - a - адрес первого элемента массива
// [11] - i - индекс массива
// [12] - temp - ячейка для ввода значения
// [13] - b = a + i - ячейка для вычисления адреса элемента

mov 1 1
mov 20 10
mov 0 11      // i = 0

// :l1 = 3, первый цикл (ввод)
in 12         // temp = in()

add 12 1 12   // добавили 1 к temp (нужно для проверки в jmp)
jmp 12 7      // jmp temp :l2
jmp 1 12      // jmp :l3

// :l2 = 7
sub 12 1 12   // вернули, как было (отняли 1 от temp)
add 10 11 13  // b = a + i
st 13 12     // a[i] = temp
add 11 1 11   // i = i + 1
jmp 1 3       // jmp :l1 (безусловный переход на начало цикла)
// :l3 = 12, конец первого цикла

// здесь i указывает на элемент за последним элементом массива
// будем уменьшать i до 0
// :l4 = 12, начало второго цикла
```

```

jmp 11 14      // jmp i :15
jmp 1 19       // jmp :16

// :15 = 14
sub 11 1 11    // i = i - 1
add 10 11 13   // b = a + i
ld 13 12      // temp = a[i]
out 12        // out(temp)
jmp 1 12       // jmp :14
// :16 = 19, конец второго цикла

stp

```

Задание

Реализовать на языке микроконтроллера задачи из домашнего задания по программированию 10А класса.

- 1) Найти максимальное из 2-х числа. Числа вводятся с устройства ввода (консоли) и выводятся на устройство вывода (консоль).
- 2) Найти и распечатать все четные числа от 1 до **N**. Число **N** вводится с устройства ввода.
- 3) Известны **A**, **B**, **C** – длины сторон треугольника, необходимо определить вид треугольника. Числа **A**, **B** и **C** вводятся с устройства ввода (в произвольном порядке). Необходимо вывести единственное число **K** ($0 \leq K \leq 3$): 0 – если треугольник с такими сторонами (**A**, **B** и **C**) не может существовать, 1 – если треугольник остроугольный, 2 – прямоугольный, 3 – тупоугольный.
- 4) Необходимо найти максимальное кол-во повторений какого-либо числа в последовательности чисел. Последовательность вводится с устройства ввода, признаком окончания ввода последовательности чисел является ввод отрицательного числа. Распечатать единственное число – максимальное кол-во повторений какого-либо числа в последовательности чисел.

Примечание

Для запуска программы для микроконтроллера необходимо:

- Сохранить вашу программу в файле input.txt;
- Скопировать в папку с программой скрипт MICRO.bat с диска O:
- Запустить скрипт MICRO.bat.