

## Лабораторная работа №1

### По курсу «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике»

**Цель работы:** реализация многоразрядного умножения на 8-ми разрядном микроконтроллере семейства AVR .

#### Теоретические сведения:

Для перемножения двух 8-ми разрядных чисел на 8-ми разрядном микроконтроллере AVR используется ассемблерная инструкция MUL. Данная инструкция принимает два аргумента (два регистра общего назначения (РОН)), содержащих значения перемножаемых величин. Результат умножения помещается в РОН R0 и R1, причём в регистр R0 помещаются младшие 8 бит результата, в R1 – старшие 8 бит результата (рис. 1).

$R1, R0 \leftarrow Rr \times Rd$

Синтаксис

MUL Rd, Rr

Операнды:

$0 < d < 31, 0 < r < 31$

*Рис. 1 Пояснение к ассемблерной команде MUL*

Для реализации многоразрядного умножения применяется специальный алгоритм, оперирующий с частями исходных множителей. Пусть имеются два 16-битных числа, которые необходимо перемножить X и Y. Представим данные числа в виде суммы младшего и старшего байт исходного числа, последний из которых сдвинут на 8 бит влево, т.е.

$$X = 2^8 X_H + X_L$$

$$Y = 2^8 Y_H + Y_L$$

где  $X_H$  и  $X_L$  – старший и младший байты исходного числа X,  $Y_H$  и  $Y_L$  – старший и младший байты исходного числа Y.

Тогда операцию умножения  $X$  и  $Y$  можно представить в следующем виде:

$$X \cdot Y = 2^{16} X_H Y_H + 2^8 (X_H Y_L + Y_H X_L) + X_L Y_L$$

Таким образом, операция умножения двух 16-битных чисел свелась к 4-м умножениям и трём сложениям между 8-ми битными числами. Очевидно, что для хранения результата такого умножения необходимо выделить 4 байта.

#### **Последовательность выполнения лабораторной работы:**

1. Выбрать два 16-битных числа ( $>256$ ), записать представление в 10-ричной, двоичной и 16-ричной системах счисления.
2. Реализовать на языке ассемблер на МК AVR алгоритм умножения двух 16-битных чисел.
3. Сравнить результаты, полученные с помощью калькулятора и с помощью алгоритма.

#### **Отчёт должен содержать:**

- Код алгоритма на языке ассемблер
- Номера регистров, содержащих значения исходных 16-битных чисел (значения необходимо представить в двоичной, 10-ричной и 16-ричной системах счисления)
- Номера регистров, содержащих результат умножения (результат необходимо представить в двоичной, 10-ричной и 16-ричной системах счисления)
- Изображение окна "Registers" виртуальной лаборатории VMLAB с обозначениями регистров-операндов и регистров, содержащих результат.
- Результат, полученный с помощью калькулятора (с изображением окна калькулятора), и результат работы алгоритма (оба результата должны быть представлены в

двоичной, 10-ричной и 16-ричной системах счисления).