

**Министерство образования Российской Федерации  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э. БАУМАНА**

Факультет: Информатика и системы управления  
Кафедра: Информационная безопасность (ИУ8)

## **Лабораторная работа № 1**

### **Исследование функций процессора**

**Выполнил:**

Габибулаев Б.Ш.  
ИУ8-61

**Проверил:**

Рафиков А. Г.

Москва, 2020

**Цель работы** — изучение устройства МТ1804; изучение структуры, принципа действия и функций процессорного элемента КІ804ВСІ; программирование и выполнение линейных микропрограмм.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Структурная схема процессора представлена на рис. 2. На схеме можно выделить четыре блока: внутренней памяти, арифметико-логический, регистра Q, управления. Блок внутренней памяти содержит: регистровое запоминающее устройство (РЗУ), имеющее шестнадцать 4-разрядных регистров общего назначения (РОН); сдвигатель данных (СДА), позволяющий записывать в РЗУ информацию без сдвига и со сдвигом вправо или влево на один разряд; два регистра  $P_2A$  и  $P_2B$  на выходе блока. Выбор регистров РЗУ как источников информации осуществляется по адресам на входах  $A$  и  $B$ . Информация из РОНов поступает на регистры  $P_2A$ ,  $P_2B$  по сигналу логической единицы (1) на тактовом входе  $T$ . При сигнале логического нуля (0) эти регистры находятся в режиме хранения. Запись информации в регистр РЗУ возможна только по адресу  $B$  и происходит при поступлении сигнала 0 на вход  $T$ .

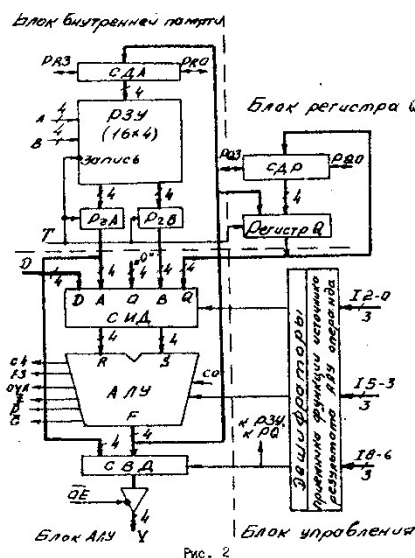


Рис1. Структурная схема процессора

Данные ( $F$ ) с выхода АЛУ загружаются в РОН без сдвига или со сдвигом влево или вправо в зависимости от кода управления на входах 18-6.

Арифметико-логический блок содержит арифметико-логическое устройство (АЛУ), выполняющее 8 операций над операндами  $R$  и  $S$  в зависимости от кода управления на входах 15-3. Арифметические операции в АЛУ выполняются с учётом значения сигнала входного переноса  $CO$  в дополнительном коде. На выходах АЛУ формируются 4 флага (признака) результата: перенос из старшего разряда  $C4$ , переполнение  $OVR=C4\oplus C3$ , знак (или содержимое старшего разряда АЛУ)  $F3$  и признак нулевого результата  $z=1$ , если  $F=0$ .

Источниками операндов  $R$  и  $S$  могут быть регистры РЗУ, внешняя шина данных  $D$ , выделенный регистр  $Q$  и шина "0". Выбор источников по входам  $R$  и  $S$  проводится с помощью селектора источника данных (СИД), управляемого кодом 12-0. Результат операции ( $F$ ) из АЛУ поступает на селектор выходных данных (СВД), на сдвигатель СДА и регистр  $Q$ . Приемник результата (адресуемый по адресу  $B$  регистр общего назначения в РЗУ, регистр  $Q$  или выходная шина  $Y$ ) зависит от кода управления на входах 18-6 (табл. 1).

В устройстве МТ1801 применяются 32-разрядные микрокоманды. Формат микрокоманды показан в табл. 2.

| I5-3 | АЛУ(F)       |
|------|--------------|
| 000  | $R+S+CO$     |
| 001  | $S-R-1+CO$   |
| 010  | $R-S-1+CO$   |
| 011  | $R \vee S$   |
| 100  | $R \wedge S$ |
| 101  | $R \wedge S$ |
| 110  | $R \ S$      |
| 111  | $R \ S$      |

Таблица 1.

| I2-0 | R      | S      |
|------|--------|--------|
| 000  | РОН(A) | PQ     |
| 001  | РОН(A) | РОН(B) |
| 010  | 0      | PQ     |
| 011  | 0      | РОН(B) |
| 100  | 0      | РОН(A) |
| 101  | D      | РОН(A) |
| 110  | D      | PQ     |
| 111  | D      | 0      |

Таблица 2.

| I8-6 | Тип загрузки         | Выход Y |
|------|----------------------|---------|
| 000  | F->PQ                | F       |
| 001  | Нет загрузки         | F       |
| 010  | F->РОН(В)            | A       |
| 011  | F->РОН(В)            | F       |
| 100  | F/2->РОН(В), Q/2->PQ | F       |
| 101  | F/2->РОН(В)          | F       |
| 110  | 2F->РОН(В), 2Q->PQ   | F       |
| 111  | 2F->РОН(В)           | F       |

Таблица 5.

Таблица 6.

| Номер тетрады | Номер бита | Назначение бита | Функция  |
|---------------|------------|-----------------|--|
| 0             | 0          | <i>D0</i>       | Данные для D-шины                              |
|               | 1          | <i>D1</i>       |  |
|               | 2          | <i>D2</i>       |  |
|               | 3          | <i>D3</i>       |  |
| 1             | 4          | <i>B0</i>       | Адрес РОН на входах В                          |
|               | 5          | <i>B1</i>       |  |
|               | 6          | <i>B2</i>       |  |
|               | 7          | <i>B3</i>       |  |
| 2             | 8          | <i>A0</i>       | Адрес РОН на входах А                          |
|               | 9          | <i>A1</i>       |  |
|               | 10         | <i>A2</i>       |  |
|               | 11         | <i>A3</i>       |  |
| 3             | 12         | <i>I3</i>       | Функция АЛУ                                    |
|               | 13         | <i>I4</i>       |  |
|               | 14         | <i>I5</i>       |  |
|               | 15         | <i>CO</i>       | Значение входного переноса в АЛУ               |
| 4             | 16         | <i>I0</i>       | Указатель операндов в АЛУ                      |
|               | 17         | <i>I1</i>       |  |
|               | 18         | <i>I2</i>       |  |
|               | 19         | <i>M0</i>       | Нулевой бит управления мультиплексорами сдвига |

|   |    |     |   |
|---|----|-----|---|
| 5 | 20 | I6  | Определение приемника результата операции         |
|   | 21 | I7  |   |
|   | 22 | I8  |   |
|   | 23 | M1  | Первый бит управления мультиплексорами сдвига     |
| 6 | 24 | CA0 | Управление выборкой адреса следующей микрокоманды |
|   | 25 | CA1 |   |
|   | 26 | CA2 |   |
|   | 27 | CA3 |   |
| 7 | 28 | AR0 | Адрес перехода                                    |
|   | 29 | AR1 |   |
|   | 30 | AR2 |   |
|   | 31 | AR3 |   |

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3. Загрузить в память микропрограмму из табл. 7. Выполнить заданную последовательность МК, адресуя их с переключателей адреса в режиме ЗАГРУЗКА.

Таблица с командами для выполнения операций:

| Адрес памяти | Номер тетрады |           |           |           |     |      |      | операции            |
|--------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------|---------------------|
|              | 7-6 AR-CA     | 5 M1.18-6 | 4 M0.12-0 | 3 C0.15-3 | 2A  | 1B   | 0D   |                     |
| 0            |               | 011       | 111       |           | 011 | 0000 | XXXX | Загрузка РОН 0      |
| 1            |               | 001       | 011       |           | 011 | 0000 |      | Чтение РОН 0        |
| 2            |               | 000       | 111       |           | 011 |      |      | Загрузка PQ         |
| 3            |               | 001       | 010       |           | 011 |      |      | Чтение PQ           |
| 4            |               | 000       | 111       |           | 011 |      |      | Установка 0 в PQ    |
| 5            | 0             | 101       | 011       |           | 011 | 0000 |      | Сдвиг РОН 0 вправо  |
| 6            | 0             | 111       | 011       |           | 011 | 0000 |      | Сдвиг РОН 0 влево   |
| 7            | 1             | 110       | 011       |           | 011 | 0000 |      | Двойной сдвиг влево |

|    |   |     |     |   |     |      |  |                                     |
|----|---|-----|-----|---|-----|------|--|-------------------------------------|
| 8  | 1 | 100 | 011 |   | 011 | 0000 |  | Двойной<br>сдвиг<br>вправо          |
| 9  |   | 011 | 011 | 1 | 000 | 0000 |  | РОН 0 +<br>1РОН                     |
| 10 |   | 011 | 011 | 0 | 001 | 0000 |  | РОН 0 –<br>1РОН                     |
| 11 | 0 | 101 | 011 | 1 | 000 | 0000 |  | Сложение<br>со<br>сдвигом<br>вправо |
| 12 | 0 | 111 | 011 | 1 | 000 | 0000 |  | Сложение<br>со<br>сдвигом<br>влево  |

### Полученные результаты:

| Адр | 7    | 6    | 5     | 4       | 3       | 2      | 1    | 0    |                                    |
|-----|------|------|-------|---------|---------|--------|------|------|------------------------------------|
|     | AR   | CA   | M1    | 18-6 M0 | 12-0 CO | 15-3 A | B    | D    |                                    |
| 00  | 0000 | 0010 | 0 011 | 0 111   | 0 011   | 0000   | 0000 | 1010 | POH(B)=F=D{RvS}0 Jnxt              |
| 01  | 0000 | 0010 | 0 001 | 0 011   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | Y=F=D{RvS}0 Jnxt                   |
| 02  | 0000 | 0010 | 0 000 | 0 111   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0111 | PQ=F= D{RvS}0 Jnxt                 |
| 03  | 0000 | 0010 | 0 001 | 0 010   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | Y= F= D{RvS}0 Jnxt                 |
| 04  | 0000 | 0010 | 0 000 | 0 010   | 0 100   | 0000   | 0000 | 0000 | PQ= F= D{R*S}0 Jnxt                |
| 05  | 0000 | 0010 | 0 101 | 0 011   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F/2 = D{RvS}0 Jnxt          |
| 06  | 0000 | 0010 | 0 111 | 0 011   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F*2 = D{RvS}0 Jnxt          |
| 07  | 0000 | 0010 | 1 110 | 0 011   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F*2, PQ=PQ*2 = D{RvS}0 Jnxt |
| 08  | 0000 | 0010 | 1 100 | 0 011   | 0 011   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt            |
| 09  | 0000 | 0010 | 0 010 | 0 011   | 1 000   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F = D{R+S+CO}0 Jnxt         |
| 10  | 0000 | 0010 | 0 011 | 0 011   | 0 001   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F = D{S-R-1+CO}0 Jnxt       |
| 11  | 0000 | 0010 | 0 101 | 0 011   | 1 000   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F = D{R+S+CO}0 Jnxt         |
| 12  | 0000 | 0010 | 0 111 | 0 011   | 1 000   | 0000   | 0000 | 0000 | POH(B)=F = D{R+S+CO}0 Jnxt         |
| 13  | 0000 | 0010 | 0 001 | 0 111   | 0 100   | 0000   | 0000 | 0000 | Y=F = D{R*S}0 Jnxt                 |
| 14  | 0000 | 0010 | 0 001 | 0 111   | 0 100   | 0000   | 0000 | 0000 | Y=F = D{R*S}0 Jnxt                 |
|     | 0000 | 0010 | 0 001 | 0 111   | 0 100   | 0000   | 0000 | 0000 | Y=F = D{R*S}0 Jnxt                 |

| Пуск по адресу | Вых. Y | Флаги |     |    |   |
|----------------|--------|-------|-----|----|---|
|                |        | C4    | OVR | F3 | Z |
| 0              | 0001   | 1     | 1   | 1  | 0 |
| 1              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 2              | 0111   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 3              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 4              | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |
| 5              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 6              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 7              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 8              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 9              | 0001   | 0     | 0   | 0  | 0 |
| 10             | 1111   | 0     | 0   | 1  | 0 |
| 11             | 0001   | 0     | 0   | 0  | 0 |
| 12             | 0001   | 0     | 0   | 0  | 0 |
| 13             | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |
| 14             | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |
| 15             | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |

5. Разработать и выполнить микропрограммы следующих операций:  
**а) очистка регистра  $POH_i$ :**

|              |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
|--------------|------|------|----|------|----|------|----|------|----------------|
| Адр          | 7    | 6    | 5  | 4    | 3  | 2    | 1  | 0    |                |
|              | AR   | CA   | M1 | 18-6 | M0 | 12-0 | CO | 15-3 | A B D          |
| -----        |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
| 00           | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0000 0101 |
| Jnxt         |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
| 00           | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 011  | 0  | 100  | 0000 0000 0000 |
| 0{R*S}POH(B) | Jnxt |      |    |      |    |      |    |      |                |

| Пуск по адресу | Вых. Y | Флаги |     |    |   |
|----------------|--------|-------|-----|----|---|
|                |        | C4    | OVR | F3 | Z |
| 0              | 0101   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 1              | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |

**б) обмен данными регистров  $POH_i$  и  $POH_j(PQ)$ :**

|       |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
|-------|------|------|----|------|----|------|----|------|----------------|
| Адр   | 7    | 6    | 5  | 4    | 3  | 2    | 1  | 0    |                |
|       | AR   | CA   | M1 | 18-6 | M0 | 12-0 | CO | 15-3 | A B D          |
| ----- |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
| 00    | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0011 0101 |
| 01    | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0111 1010 |
| 02    | 0000 | 0010 | 0  | 000  | 0  | 011  | 0  | 011  | 0011 0000 0000 |
| 03    | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 100  | 0  | 011  | 0111 0011 0000 |
| Jnxt  |      |      |    |      |    |      |    |      |                |
| 04    | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 010  | 0  | 011  | 0000 0111 0000 |

| Пуск по адресу | Вых. Y | Флаги |     |    |   |
|----------------|--------|-------|-----|----|---|
|                |        | C4    | OVR | F3 | Z |
| 0              | 0101   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 1              | 1010   | 1     | 1   | 1  | 0 |
| 2              | 0000   | 1     | 1   | 0  | 1 |
| 3              | 1010   | 1     | 1   | 1  | 0 |
| 4              | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |
| 5              | 0000   | 0     | 0   | 0  | 1 |



**в) сложение/вычитание в дополнительном коде:**

| Адр | 7    | 6    | 5  | 4    | 3  | 2    | 1  | 0    |   |
|-----|------|------|----|------|----|------|----|------|---|
|     | AR   | CA   | M1 | 18-6 | M0 | 12-0 | CO | 15-3 | A B D   |
| 00  | 0000 | 0010 | 0  | 000  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0000 0111 PQ=F = D{RvS}0 Jnxt                    |
| 01  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0000 1010 POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt                |
| 02  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0001 0101 POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt                |
| 03  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 000  | 0  | 101  | 0000 0000 0000 POH(B)=F =<br>POH(A){/R*S}PQ Jnxt      |
| 04  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 000  | 0  | 101  | 0001 0001 0000 POH(B)=F =<br>POH(A){/R*S}PQ Jnxt      |
| 05  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 101  | 0  | 000  | 0000 0000 0001 POH(B)=F =<br>D{R+S+CO}POH(A) Jnxt     |
| 06  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 101  | 0  | 000  | 0001 0001 0001 POH(B)=F =<br>D{R+S+CO}POH(A) Jnxt     |
| 07  | 0000 | 0010 | 0  | 000  | 0  | 001  | 0  | 000  | 0000 0001 0000 PQ=F =<br>POH(A){R+S+CO}POH(B) Jnxt    |
| 08  | 0000 | 0010 | 0  | 000  | 0  | 001  | 1  | 001  | 0000 0001 0000 PQ=F = POH(A){S-R-<br>1+CO}POH(B) Jnxt |

| Пуск по адресу | Вых. Y | Флаги |     |    |   |
|----------------|--------|-------|-----|----|---|
|                |        | C4    | OVR | F3 | Z |
| 0              | 1111   | 0     | 0   | 1  | 0 |
| 1              | 1010   | 1     | 1   | 1  | 0 |
| 2              | 0101   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 3              | 0101   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 4              | 1010   | 1     | 1   | 1  | 0 |
| 5              | 0110   | 0     | 0   | 0  | 0 |
| 6              | 1011   | 0     | 0   | 1  | 0 |
| 7              | 0001   | 1     | 0   | 0  | 0 |
| 8              | 0101   | 1     | 1   | 0  | 0 |

### г) изменение знака числа:

| Адр | 7    | 6    | 5  | 4    | 3  | 2    | 1  | 0    |  |
|-----|------|------|----|------|----|------|----|------|--|
|     | AR   | CA   | M1 | 18-6 | M0 | 12-0 | CO | 15-3 | A B D  |
| 00  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 111  | 0  | 011  | 0000 0000 0100 POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt           |
| 01  | 0000 | 0010 | 0  | 011  | 0  | 100  | 1  | 010  | 0000 0001 0000 POH(B)=F = 0{R-S-1+CO}POH(A) Jnxt |

| Пуск по адресу | Вых. Y | Флаги |     |    |   |
|----------------|--------|-------|-----|----|---|
|                |        | C4    | OVR | F3 | Z |
| 0              | 0100   | 1     | 1   | 0  | 0 |
| 1              | 1100   | 0     | 0   | 1  | 0 |

### д) сложение/вычитание в обратном коде:

|      | AR   | CA   | M1   | 16-8 | M0   | 10-2 | CO   | 13-5 | B | D | Команда                         |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|---------------------------------|
|      |      |      | A    |      |      |      |      |      |   |   |                                 |
|      | 0000 | 0010 | 0011 | 0111 | 0011 | 0000 | 0000 | 0000 | a |   | POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt         |
|      | 0000 | 0010 | 0011 | 0111 | 0011 | 0000 | 0001 | 0001 | b |   | POH(B)=F = D{RvS}0 Jnxt         |
|      | 0000 | 0010 | 0011 | 0000 | 0101 | 0001 | 0010 | 0000 |   |   | POH(B)=F = POH(A) {/R*S}PQ Jnxt |
| Jnxt | 0000 | 0010 | 0001 | 0001 | 0000 | 0000 | 0001 | 0000 |   |   | Y=F = POH(A) {R+S+CO}POH(A)     |
| Jnxt | 0000 | 0010 | 0001 | 0001 | 0000 | 0000 | 0010 | 0000 |   |   | Y=F = POH(A) {R+S+CO}POH(A)     |

Вывод: в ходе лабораторной работы было выполнено изучение структуры, принципа действия и функций лабораторного стенда MT1804, а также программирование и выполнение линейных микропрограмм.