

Контроллер прерываний — устройство, которое получает запросы на аппаратные прерывания от всех внешних устройств. Он определяет, какие запросы следует обслужить, какие должны ждать своей очереди, а какие не будут обслуживаться вообще. Контроллеров прерываний, так же как и контроллеров DMA, два. Первый контроллер, обслуживающий запросы на прерывания от IRQ0 до IRQ7, управляется через порты 20h и 21h, а второй (IRQ8 – IRQ15) — через порты A0h и A1h.

Команды контроллеру делят на команды управления (OCW) и инициализации (ICW):

порт 20h/A0h для записи: OCW2, OCW3, ICW1

порт 20h/A0h для чтения — см. команду OCW3

порт 21h/A1h для чтения и записи: OCW1 — маскирование прерываний

порт 21h/A1h для записи — ICW2, ICW3, ICW4 сразу после ICW1

OCW1: Команды управления

биты 7 – 0: прерывание 7 – 0 запрещено

При помощи этой команды можно временно запретить или разрешить то или иное аппаратное прерывание.

Например, команды

```
in al,21h  
or al,00000010b  
out 21h,al
```

приводят к отключению IRQ1, то есть клавиатуры.

OCW2: команды конца прерывания и сдвига приоритетов

биты 7 – 5:

команда

000: запрещение сдвига приоритетов в режиме без EOI

001: неспецифичный EOI (конец прерывания в режиме с приоритетами)

010: нет операции

011: специфичный EOI (конец прерывания в режиме без приоритетов)

100: разрешение сдвига приоритетов в режиме без EOI

101: сдвиг приоритетов с неспецифичным EOI

110: сдвиг приоритетов

111: сдвиг приоритетов со специфичным EOI

биты 4 – 3: 00 (указывают, что это OCW2)

биты 2 – 0: номер IRQ для команд 011, 110 и 111

если несколько прерываний происходят одновременно, обслуживается в первую очередь то, которое имеет высший приоритет.

При инициализации контроллера высший приоритет имеет IRQ0 (прерывание от системного таймера), а низший — IRQ7. Все прерывания второго контроллера (IRQ8 – IRQ15) оказываются в этой последовательности между IRQ1 и IRQ3, так как именно IRQ2 используется для каскадирования этих двух контроллеров.

Команды сдвига приоритетов позволяют изменить эту ситуацию, присвоив завершающемуся (команды 101 или 111) или обрабатываемому (110) прерыванию низший приоритет, причем следующее прерывание получит наивысший, и далее по кругу. Более того, в тот момент, когда выполняется обработчик аппаратного прерывания, другие прерывания с низшими приоритетами не происходят. Чтобы разрешить выполнение других прерываний, каждый обработчик обязательно должен послать команду EOI — конец прерывания — в соответствующий контроллер.

OCW3: чтение состояния контроллера и режим специального маскирования

бит 7: 0

биты 6 – 5: режим специального маскирования

00 — не изменять

10 — выключить

11 — включить

биты 4 – 3: 01 — указывает, что это OCW3

бит 2: режим опроса

биты 1 – 0: чтение состояния контроллера

00 — не читать

10 — читать регистр запросов на прерывания

11 — читать регистр обслуживаемых прерываний

В режиме специального маскирования в момент выполнения обработчика прерывания разрешены все прерывания, кроме выполняющегося и маскируемых командой OCW1, что имеет смысл сделать, если обработчик прерывания с достаточно высоким приоритетом собирается выполняться слишком долго.

Чаще всего OCW3 используют для чтения состояния контроллера — младшие два бита выбирают, какой из регистров контроллера будет возвращаться при последующем чтении из порта 21h/A1h. Оба возвращаемых регистра имеют структуру, аналогичную OCW1, — каждый бит отвечает соответствующему IRQ.

Из регистра запросов на прерывания можно узнать, какие прерывания произошли, но пока не были обработаны, а из регистра обслуживаемых прерываний — какие прерывания обрабатываются в данный момент. Последнее — еще одна мера безопасности, которую применяют резидентные программы, — нельзя работать с дисководом (IRQ6), если в этот момент обслуживается прерывание от последовательного порта (IRQ3), и нельзя работать с диском (IRQ14/15), если обслуживается прерывание от системного таймера (IRQ0).

Команды инициализации

Чтобы инициализировать контроллер, BIOS посылает последовательность из команды ICW1 в порт 20h/A0h (она отличается от OCW своим битом 4) и трех команд инициализации ICW2, ICW3, ICW4 в порт 21h/ A1h сразу после этого.

ICW1:

биты 7 – 4: 0001

бит 3: 1/0 — срабатывание по уровню/фронту сигнала IRQ (принято 0)

бит 2: 1/0 — размер вектора прерывания 4 байта/8 байт (1 для 80x86)

бит 1: каскадирования нет, ICW3 не будет послано

бит 0: ICW4 будет послано

ICW2:

номер обработчика прерывания для IRQ0/IRQ8 (кратный восьми) (08h — для первого контроллера, 70h — для второго. Некоторые операционные системы изменяют первый обработчик на 50h)

ICW3 для ведущего контроллера:

биты 7 – 0: к выходу 7 – 0 присоединен подчиненный контроллер (0100b в PC)

ICW3 для подчиненного контроллера:

биты 3 – 0: номер выхода ведущего контроллера, к которому подсоединен ведомый

ICW4:

биты 7 – 5: 0

бит 4: контроллер в режиме фиксированных приоритетов

биты 3 – 2: режим:

00, 01 — небуферированный

10 — буферированный/подчиненный

11 — буферированный/ведущий

бит 1: режим с автоматическим EOI (то есть обработчикам не надо посылать EOI в контроллер)

бит 0: 0 — режим совместимости с 8085, 1 — обычный

Повторив процедуру инициализации, программа может, например, изменить соответствие между обработчиками прерываний и реальными аппаратными прерываниями. Переместив базовый адрес первого контроллера на неиспользуемую область (например, 50h) и установив собственные обработчики на каждое из прерываний INT 50h – 58h, вызывающие обработчики INT 08h – 0Fh, вы сможете быть уверены, что никакая программа не установит обработчик аппаратного прерывания, который получил бы управление раньше вашего.