

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

---

А.В. Иванов

Лабораторная работа № 34

по курсу

"Проектирование микропроцессорных систем"

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕРЫВАНИЙ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ**

(продолжительность лабораторного занятия – 4 часа)

Москва

Издательство МЭИ

2001

УДК

621.398

Л

УДК 621.398.7

Утверждено учебным управлением МЭИ

Подготовлено на кафедре вычислительных машин, систем и сетей

Рецензент канд. техн. наук, доцент .

**Иванов А.В.**

Лабораторная работа № 34 по курсу "Проектирование микропроцессорных систем" Организация прерываний в микропроцессорных системах.– М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 16 с.

В ходе выполнения лабораторного занятия студенты изучают организацию прерываний в микропроцессорных системах, построенных на основе процессоров семейства 80x86. В качестве примера использованы аппаратные средства внешних прерываний от таймера и клавиатуры персонального компьютера (РС).

---

*Учебное издание*

Иванов Александр Владимирович

Лабораторная работа № 34

по курсу "Проектирование микропроцессорных систем"

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕРЫВАНИЙ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ**

Редактор А.А. Дерюгин

Редактор издательства

---

Темплан издания МЭИ 2001 (II), метод., Подписано к печати

Формат 60x84/16 Физ. печ. л.

Тираж Изд. №

---

Издательство МЭИ, 111250, Москва, ул. Красноказарменная, д.14

© Московский энергетический институт, 2001 г.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N34

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕРЫВАНИЙ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

Цель работы состоит в изучении организации внешних прерываний в микропроцессорных системах (МПС), построенных на основе процессоров семейства 80x86.

#### 1. ПОЯСНЕНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ

Для изучения организации внешних прерываний в микропроцессорных системах (МПС), построенных на основе процессоров семейства 80x86, в лабораторной работе используется персональный компьютер. В нём сигналы от источников внешних прерываний подключены к входам IRQ контроллера прерываний i8259A (1810BH59A). В качестве примера в лабораторной работе рассматриваются прерывания от таймера i8253/54 и клавиатуры. Формирование внешних сигналов прерываний и подключение их к контроллеру прерываний показано на рис.1. В персональных компьютерах используются два контроллера прерываний: ведущий и ведомый. Поскольку в работе рассматриваются источники прерываний, сигналы от которых подключены к ведущему контроллеру, то для упрощения схемы на рис.1 ведомый контроллер не показан.

##### 1.1. Формирование сигнала прерывания от таймера

Счётчик 0 таймера i8253/54 может быть использован для формирования временных интервалов. В персональном компьютере IBM PC XT он служил для реализации часов. Поэтому режим работы счетчика 0 сохранен и поныне. При включении питания компьютера по умолчанию устанавливается режим 3 и начальное состояние счётчика FFFFh. Имея на входе частоту  $F_{CLK}=1,19$  МГц, счётчик формирует импульс на выходе OUT0 18,2 раза в секунду. Выход OUT0 подключён к входу IRQ0 контроллера прерываний i8259A и, если прерывания разрешены, то может быть организовано обращение к подпрограмме обслуживания прерываний (обработчику прерываний) также 18,2 раза в секунду.

##### 1.2. Формирование сигнала прерывания от клавиатуры

Всякий раз, когда происходит нажатие и отжатие клавиши формируется сигнал прерывания. В клавиатуре находится микроконтроллер, который формирует скэнкод нажатой клавиши и сигналы синхронизации  $CLK_{KBD}$ . Скэнкод последовательно старшими битами вперёд поступает на вход D 8-разрядного последовательного сдвигающего регистра RG с параллельными выходами. Поскольку скэнкод состоит из девяти битов и старший бит всегда содержит

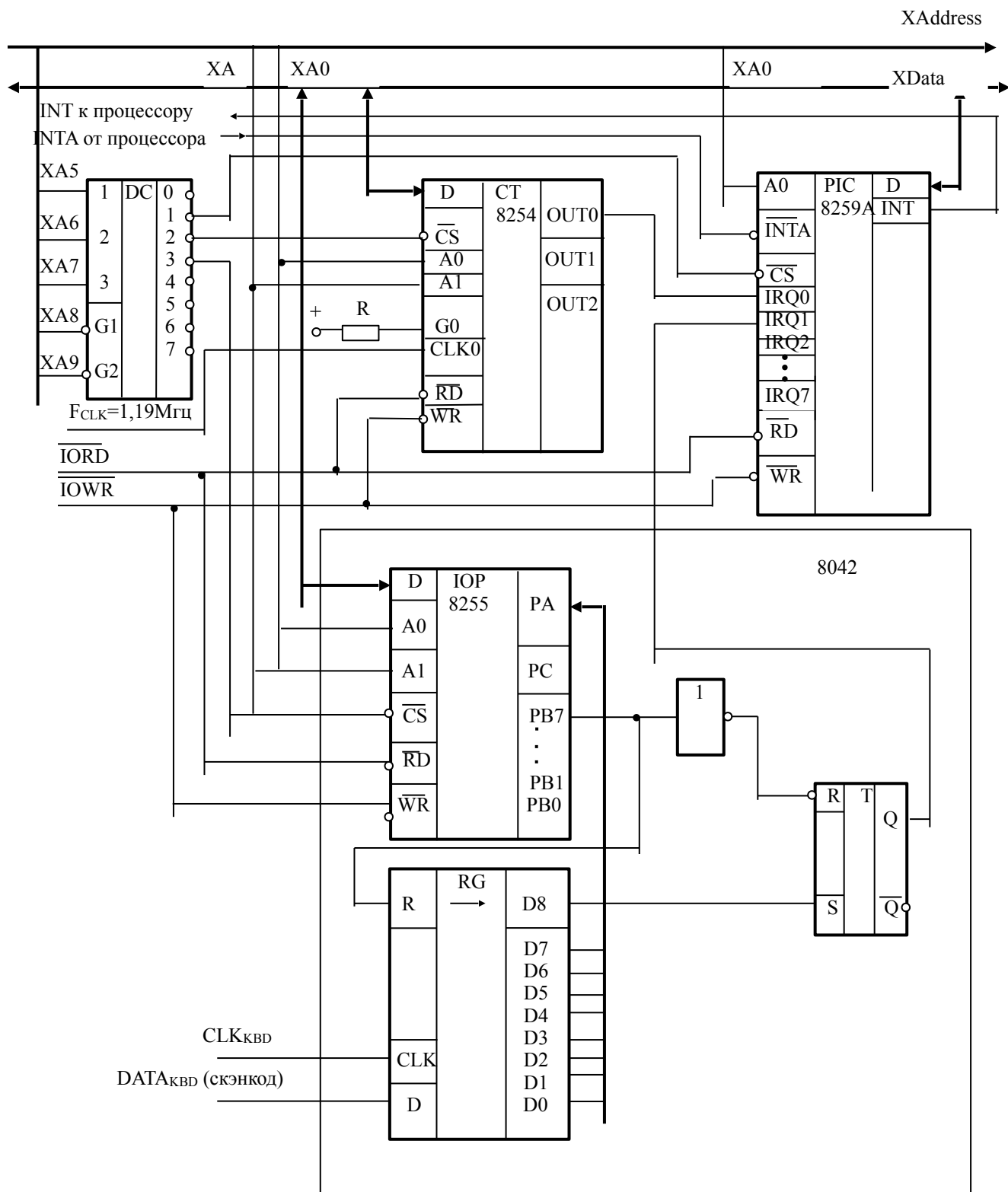


Рис.1. Организация внешних прерываний от таймера и клавиатуры в персональном компьютере

единицу, то при записи скэнкода в регистр RG возникает переполнение и старший бит (единица) формирует сигнал на выходе D8, который устанавливает триггер Т в единичное состояние. С выхода триггера сигнал поступает на вход IRQ1 контроллера прерываний i8259A и возникает прерывание. Подпрограмма обработчика прерывания считывает скэнкод из порта PA программируемого параллельного интерфейса i8255. Контроллер прерываний i8259A настроен на обработку сигналов запросов прерываний IRQ по фронту и поэтому, чтобы обработать следующее нажатие клавиши, необходимо триггер Т сбросить в ноль. Сброс триггера осуществляется программно установкой и сбросом бита PB7 порта PB микросхемы программируемого параллельного интерфейса i8255. В настоящее время функции регистра RG, программируемого параллельного интерфейса i8255 и триггера Т реализует микро-ЭВМ 8042.

### 1.3. Описание программных средств обработки прерываний

На рис.2 показан алгоритм программы установки режима работы (инициализации) контроллера прерываний i8259A, записи векторов прерываний и модуль основной программы.

Исходными данными для установки режимов работы контроллеров (с целью обеспечения работоспособности компьютера программируется ведущий контроллер) служат: количество контроллеров в системе – более одного; обработка сигналов запроса прерываний IRQ – по фронту; номер прерывания – см. табл.1; номер ведомого контроллера – 2; режим приоритетов – простой; адрес контроллера – 2xh.

Адреса (векторы прерываний) обработчиков прерываний выбираются относительно сегментного регистра CS, которым определяется расположение основной программы. Конкретное смещение относительно CS указано в табл.1.

В качестве основной программы может быть использована любая программа пользователя. В лабораторном задании основная программа состоит из команд HLT, которые устанавливают микропроцессор в состояние останова. Выход из состояния останова может быть осуществлен сбросом системы в начальное состояние или подачей сигнала внешнего прерывания. Ниже приведен текст основной программы лабораторного задания.

```
lea si, [0]      ; загрузка адреса для записи в память компьютера скэнкода
    hlt          ; выход из состояния останова после нажа-
    hlt          ; тия любой из клавиш
    mov cx, 200h ; счетчик числа прерываний
    mov di, 360h ; сброс маски для прерывания от таймера
    out 21h, al  ;
m1: hlt          ; выход из состояния останова по прерыванию
    loop m1      ; от таймера или от клавиатуры
```



Рис.2. Схема алгоритма программы обработки прерываний

Восстановление режима работы контроллера прерываний i8259A необходимо для корректного завершения программы лабораторного задания. С этой целью должны быть повторены все команды инициализации, кроме второй, в которой номер прерывания должен быть установлен равным 8h.

Обработка прерываний от сигналов таймера иллюстрируется выводом на экран дисплея содержимого ячейки памяти, адрес которой указан в регистре SI. Заполнение памяти значением скэнкода осуществляется во время выполнения программы обработчика прерываний от клавиатуры. Место отображения значений скэнкода (без преобразования в код ASCII) на экране дисплея указано в регистре DI в основной программе. Скэнкод выводится на экран дисплея 18,2 раза в секунду.

org <смещение> ; адрес (вектор прерывания) подпрограммы относительно CS

```

push ax
dec si
mov ax, 0b800h
mov es, ax
mov al, [si]
mov ah, 41h          ; загрузка атрибута отображаемого знака
                     ; 41h - красный на синем фоне
mov es:[di], ax
add di, 2
inc si
mov al, 20h
out 20h,al
pop ax
iret

```

Далее предлагается вариант подпрограммы обработки прерывания от клавиатуры:

org <смещение> ; адрес (вектор прерывания) подпрограммы относительно CS

```

push ax
in al, 60h          ; ввод скэнкода
test al, 80h        ; анализ нажатия или отжатия
jnz m2              ; переход, если клавиша отжата
mov [si], al        ; сохранение скэнкода в памяти
inc si
mov bh,al
m2: mov bl,al        ; сохранение скэнкода в BX
in al, 61h
or al, 80h
out 61h, al         ; установка разряда PB7 в "1"

```

```

and al, 7Fh
out 61h, al      ; сброс разряда PB7 в "0"
mov al, 20h
out 20h, al      ; неадресуемый сброс регистра обслуживания
                  ; прерывания контроллера

pop ax
iret

```

## 2. Домашняя подготовка

1. Ознакомиться с программированием контроллера прерываний K1810BH59A (i8259A) – [1, с 270-272].

2. Ознакомиться со схемой подключения источников внешних прерываний к контроллеру i8259A (рис.1).

3. Составить на языке Ассемблера программу в соответствии с алгоритмом, показанным на рис.2. В качестве подпрограмм обработчиков прерываний могут быть использованы тексты программ, приведенные в разделе 1.3. Номер прерывания и адреса подпрограмм обработчиков прерывания указаны в табл.1. Номер варианта задания соответствует номеру фамилии студента в списке учебной группы.

Таблица 1

Варианты заданий

Номер варианта	Номер прерывания	Смещение для обработчиков от		Номер варианта	Номер прерывания	Смещение для обработчиков от	
		таймера	клавиатуры			таймера	клавиатуры
1	60h	180h	200h	11	60h	189h	209h
2	68h	185h	20ah	12	78h	1a0h	2a0h
3	70h	190h	210h	13	68h	195h	2b0h
4	78h	200h	180h	14	70h	2b0h	180h
5	80h	20ah	185h	15	90h	2a0h	190h
6	88h	220h	190h	16	88h	262h	1e0h
7	90h	1e0h	260h	17	78h	245h	1c0h
8	98h	1c0h	240h	18	80h	188h	218h



9	60h	230h	1c0h	19	98h	194h	228h
10	68h	220h	1e0h	20	60h	200h	180h

### **3. Лабораторное задание.**

1. Ввести программу (п.3 домашней подготовки) и тексты подпрограмм обслуживания прерываний в ПЭВМ.
2. Проверить выполнение прерываний от клавиатуры и таймера. Проверку работы программы проводить в режиме MS-DOS.

### **4. Составить отчет о проделанной работе**

В отчет должны входить :

1. Схема организации внешних прерываний от таймера и клавиатуры в персональном компьютере (рис. 1).
2. Листинг текста отлаженной программы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какой режим в соответствии с заданием необходимо установить для ведущего контроллера?
2. Какие команды инициализации требуются для установки режима работы ведущего контроллера?
3. В какую область памяти загружаются вектора прерываний?
4. Как формируется сигнал запроса прерывания от таймера?
5. Как формируется сигнал запроса прерывания от клавиатуры?
6. Зачем необходимо сбрасывать триггер Т?
7. Укажите команды в программе, которые участвуют в формировании сигнала сброса триггера Т?
8. Как формируется сигнал INT на выходе контроллера прерываний?
9. Как реагирует процессор на приход сигнала INT?
10. Как процессор получает номер прерывания от контроллера прерываний?

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: Справочник: В 2 т. /Н.Н. Аверьянов и др.; Под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1988. - Т.2. - 368 с.

2. Иванов А.В. Программирование на языке Ассемблера 16-разрядных микропроцессоров. /Под ред. А.К. Полякова. - М.: Изд-во МЭИ, 1990. - 92 с.