

Лекция

Программирование контроллера клавиатуры ПЭВМ

- 1. Основные принципы функционирования клавиатуры**
- 2. Прерывания и порты клавиатуры.**
- 3. Символьные клавиши. Определение смысла нажатых клавиш**
- 4. Процедура обслуживания клавиатуры в системе BIOS. Функции BIOS и операционной системы при работе с клавиатурой.**

Существует три основных способа программирования клавиатуры:

1. Поддержка клавиатуры посредством функций BIOS.
2. Работа с контроллером клавиатуры напрямую через порты.
3. Программирование клавиатуры в Win32 API.

На сегодняшний день существует два основных типа клавиатуры: AT и PS/2. Первый тип уже морально устарел и практически полностью вытеснен стандартом PS/2. Кроме основных типов клавиатур существуют и другие устройства: USB и инфракрасные. Для поддержки клавиатуры используется интегрированный в системный чип контроллер (например, Intel 8042 или VIA 8242), одновременно поддерживающий и мышь PS/2.

По количеству клавиш клавиатуры можно разделить на:

- 1 клавиатуры XT с 83 клавишами. Появились в 1981 году. Использовали 5-штырьковый разъем DIN. Передача данных была организована по однонаправленному последовательному протоколу. На данный момент полностью устарели;
- 2 клавиатуры AT с 84—101 клавишами. Появились в 1984 году. Использует 5-штырьковым разъем DIN. Передача данных организована по двунаправленному последовательному протоколу;
- 3 клавиатуры PS/2 с 84—101 клавишами. Появились а 1987 году. Использует 5-штырьковый разъем mini-DIN. Передача данных организована по двунаправленному последовательному протоколу;
- 4 современные клавиатуры PS/2 с 101 — 104 (или более) клавишами. Использует 6-штырьковый разъем mini-DIN. Передача данных организован на по двунаправленному последовательному протоколу.

1. Основные принципы функционирования клавиатуры.

Организация ввода данных с клавиатуры. Буфер клавиатуры.

микропроцессор 8048 выполняет :

слежение за нажатиями клавиш и передачи их состояния процессору.
самодиагностику (после включения питания компьютера),

проверку нажатия клавиш и противодребезговую защиту (что не позволяет воспринимать одну нажатую клавишу как две).

буферизацию до 20 нажатий клавиш, если центральный процессор не может их принять сразу.

Процедура ввода с клавиатуры системы BIOS в ПЗУ имеет собственный буфер. Буфер клавиатуры может содержать 20 символов, а буфер системы BIOS - только 15.

Блок клавиатуры не связывает с клавишами никаких конкретных значений. Вместо этого, блок клавиатуры идентифицирует клавишу по ее номеру или коду сканирования. Все клавиши имеют коды сканирования от 1 до 83.

При нажатии клавиши блок клавиатуры передает ее код сканирования центральному процессору. Когда клавиша отпускается, клавиатура снова передает ее код, но увеличенный на 128 (или шестнадцатеричное значение 80). Таким образом, имеются различные коды для нажатия и освобождения клавиш.

Для работы с клавиатурой используются порты и прерывания. Когда выполняется какое-либо действие с клавишей (нажатие или освобождение), **процессор клавиатуры обнаруживает его и запоминает в своем буфере. Затем, процессор клавиатуры формирует прерывание с номером 9. В ответ на прерывание служебная процедура системы BIOS в ПЗУ считывает код сканирования клавиши из порта клавиатуры (порт номер 96(60h)) и затем пересылает в порт клавиатуры команду очистить буфер процессора клавиатуры.** Если системный блок не реагирует на прерывания клавиатуры, то коды сканирования накапливаются в буфере процессора клавиатуры,

Специальный код сканирования 255, шестнадцатеричное значение FF, используется блоком клавиатуры, для сообщения, что его буфер заполнен.

Клавиатура выполняет еще и функцию повторения клавиши. Блок клавиатуры следит за тем, сколько времени клавиша остается нажатой и формирует сигнал повторения. Функция повторения распространяется на все клавиши блока клавиатуры.

Процедуры системы BIOS в ПЗУ могут распознавать отличие повторных нажатий клавиши от повторения сигнала удерживаемой в нажатом состоянии клавиши, путем анализа кодов сканирования освобожденной клавиши. Если для одной и той же клавиши получены два кода нажатой клавиши и между ними не было кода освобожденной клавиши, значит клавиша удерживается процедурами системы BIOS для подавления функции повторения тех клавиш, которым она не нужна, таких как, например, клавиша смещения (shift).

Таким образом, Блок клавиатуры занимается физической стороной, механизмом функционирования клавиатуры, а программы системы BIOS в системном блоке выполняют все логические операции по интерпретации действий клавиатуры.

Каждый переданный компьютеру скан-код (числовое значение) обрабатывается и преобразовывается в код ASCII, который и применяется для передачи смыслового содержания нажатой клавиши. Скан-код для стандартной клавиатуры (84 клавиши) имеет размер 1 байт, а для расширенной — от 2 до 4 байтов. Чтобы отличить расширенный скан-код от обычного, в качестве первого байта всегда выступает значение E0h (например, код левой клавиши <Alt> равен 38h, а правой — E0h,38h). Кроме уникального кода нажатия, каждая клавиша имеет свой код отпускания. Как правило, этот код состоит из двух байт, первый из которых всегда равен F0h. На расширенных клавиатурах коды отпускания имеют размер три байта, где первые два байта всегда равны E0h,F0h, а третий байт является последним байтом скан-кода нажатия.

2.. Прерывания и порты клавиатуры.

Служебная процедура системы BIOS для **прерывания 9** определяет смысл каждого действия с клавиатурой. Это включает слежение за состоянием смещения кодов и преобразование нажатий клавиши в их значения, будь то буквы алфавита или сигналы функциональных клавиш.

Часть задачи обслуживания клавиатуры со стороны системы BIOS заключается в слежении за всеми возможными состояниями смещений. Состояния смещений довольно часто вызывают путаницу, поскольку клавиатура обычной пишущей машинки имеет всего одну клавишу смещения. Клавиатуры многих компьютеров, в том числе и IBM/PC, имеют три типа смещений. Во-первых, имеются обычные функции клавиш, без всякого смещения (например, для получения букв в нижнем регистре). Затем имеется обычное смещение, которое служит для получения букв верхнего регистра и, как правило, всех знаков, нанесенных на верхнюю часть клавиши. Кроме того, имеются еще два вида смещения, изменяющее смещение ("ALT") и управляющее смещение ("CTRL"). Эти два специальных вида смещения используются аналогично обычному смещению в том смысле, что просто "a" не совсем тоже самое, что "A" в верхнем регистре, и Ctrl-A и Alt-A также имеют собственные значения.

На клавиатуре IBM/PC имеется четыре специальных "переключательных" клавиши, которые действуют в качестве тумблера "включения-отключения" для определенных функций: Insert (вставка), Caps-Lock (закрепление заглавных букв), Num-Lock (закрепление цифровой клавиатуры) и Scroll-Lock (закрепление «скроллинга»). Две из этих клавиш, Caps-Lock и Num-Lock, являются частью механизма смещения, а оставшиеся две управляют определенными специальными режимами работы.

Информация о состоянии этих четырех переключательных клавиш и том, удерживается ли в данный момент в нажатом состоянии одна из клавиш смещения, хранится в специально выделенной для этих целей области в нижних адресах оперативной памяти. Вся эта информация хранится в двух байтах с адресами **1047 и 1048 (или 417 и 418 шестнадцатеричных)**.

Когда система BIOS получает код сканирования обычной клавиши, она проверяет все варианты смещения и преобразует этот код в соответствующее значение, которое может быть как символьным кодом ASCII, так и кодом специального назначения. Процедура обслуживания клавиатуры системы BIOS следит не только за состояниями смещения.

Состояние клавиатуры хранится в первых тринадцати битах указанных выше двух байт по адресу 1047. Ниже приведена таблица значений этих битов:

Байт	Бит	Смысл	Значение, когда бит равен 1
1	1	Insert	состояние активное
1	2	Caps-Lock	состояние активное
1	3	Num-Lock	состояние активное
1	4	Scroll-Lock	состояние активное
1	5	Alt	клавиша нажата
1	6	Ctrl	клавиша нажата
1	7	смещение слева	клавиша нажата
1	8	смещение справа	клавиша нажата
2	1	Insert	клавиша нажата
2	2	Caps-Lock	клавиша нажата
2	3	Num-Lock	клавиша нажата
2	4	Scroll-Lock	клавиша нажата
2	5	Состояние захвата	активное состояние
2	6	(не используется)	(после Ctrl-Num-Lock)
2	7	Alt	левый, иначе правый
2	8	Ctrl	левый, иначе правый

В этой таблице нашел отражение ряд интересных моментов. Во-первых, можно отметить параллельность использования первых четырех битов обоих байтов для клавиш-переключателей. В первом байте отражается текущее состояние клавиши, а во втором байте указывается нажатие соответствующих клавиш. Во-вторых, обратив внимание на биты, соответствующие нажатию обычных клавиш смещения, расположенные в правой и в левой частях клавиатуры, распознаются по отдельности.

Когда процедура обслуживания клавиатуры обрабатывает коды, принимаемые от клавиатуры, она постоянно проверяет появление одной из четырех особых комбинаций, которые обслуживаются специальным образом. Фактически, эти четыре комбинации рассматриваются как команды, по которым должно начинаться выполнение определенных служебных процедур. Эти четыре комбинации: Ctrl-NumLock, PrtSc, Ctrl-Alt-Del и Ctrl-Break.

Комбинация Ctrl-Alt-Del срабатывает всегда, когда работает процедура обслуживания клавиатуры. Это условие может оказаться невыполненным в двух случаях. Первый и наиболее распространенный связан с запретом прерываний.

Известно, что прерывания запрещаются машинной командой CLI и не обслуживаются пока не будет выдана команда STI. Обычно команда STI следует за командой CLI через очень короткий промежуток времени. Однако, если программа по ошибке, оставила прерывания запрещенными, то нажатие клавиш Ctrl-Alt-Del не приведет ни к какому результату.

Другая причина нарушения работы процедуры обслуживания клавиатуры может быть связана с изменением значения вектора прерывания от клавиатуры. **Если изменить ячейки памяти с 36 по 39, в которых находится вектор прерывания от клавиатуры, тогда клавиатура не будет работать**, в том числе и клавиши Ctrl-Alt-Del.

Комбинация Ctrl-Break предназначена для прерывания текущей операции. В отличие от остальных трех специальных комбинаций она может обрабатываться программно. **Прерывание номер 27, шестнадцатеричное значение 1B, зарезервировано для процедуры, которая должна вызываться при нажатии клавиш Ctrl-Break.** Если программа хочет использовать это средство, она должна занести адрес процедуры обслуживания прерывания в ячейки вектора прерывания 27 - ячейку с адресом 108, шестнадцатеричное значение 6C.

Если Вам все-таки необходимо более точно знать, что происходит с клавиатурой, Ваши программы могут подменить вектор прерываний для клавиатуры, который расположен по адресу 36, шестнадцатеричное значение 24. Если Вы разрабатываете собственную процедуру обслуживания прерываний от клавиатуры, то она может либо выполнять абсолютно все функции обслуживания, либо служить предпроцессором для стандартной процедуры системы BIOS. Предпроцессор может извлекать любую информацию, которая Вам необходима, и передавать управление стандартной процедуре для выполнения обычных действий.

3.Символьные клавиши. Определение смысла нажатых клавиш

Коды сканирования клавиши преобразуются системой BIOS в расширенные коды ASCII, состоящие из 256 возможных байтовых комбинаций, кроме одной (байт с нулевым значением). В этот набор кодов входят обычные символы, набор которых описывается в различных руководствах по IBM/PC.

Механизм кодирования, который система BIOS в ПЗУ использует для указания, какой символ был введен с клавиатуры(**и определение того, обычный это символ или специальный**),**работает с двумя байтами.** Если первый из двух байтов ненулевой, то введен символ расширенного кода ASCII и этот символ хранится в первом байте. Если же первый байт нулевой, то с клавиатуры введен специальный символ и его код хранится во втором байте.

Значение специального кода	Клавиши, с помощью которых он формируется
3	Ctrl-2 (что должно соответствовать коду CHR\$(0) или ASCII NULL)
15	обратная табуляция (shift-tab)
16-25	от Alt-a до Alt-p (верхний ряд букв)
30-38	от Alt-A до Alt-L (средний ряд букв)
44-50	от Alt-Z до Alt-M (нижний ряд букв)
59-68	от F1 до F10 (функциональные клавиши)
71	клавиша "Home" (курсор в верхний левый угол экрана)
72	клавиша "Курсор вверх"
73	клавиша "PgUp" (страница вверх)
75	клавиша "Курсор влево"
77	клавиша "Курсор вправо"
79	клавиша "End" (конец)
80	клавиша "Курсор вниз"
81	клавиша "PgDn" (страница вниз)
82	клавиша "Ins" (вставка)
83	клавиша "Del" (удалить)
84-93	от смещение-F1 до смещение-F10 (функ- циональные клавиши с обычным смещением)
94-103	от Ctrl-F1 до Ctrl-F10
104-113	от Alt-F1 до Alt-F10
114	Ctrl-PrtSc
115	Ctrl-Курсор влево
116	Ctrl-Курсор вправо
117	Ctrl-End
118	Ctrl-PgDn
119	Ctrl-Home
120-131	от Alt-1 до Alt-= (верхний ряд клавиш)
132	Ctrl-PgUp

4. Процедура обслуживания клавиатуры в системе BIOS. Функции BIOS и операционной системы при работе с клавиатурой.

Процедуры обслуживания клавиатуры в системе BIOS вызываются с помощью прерывания номер 22, шестнадцатеричное значение 16. Таких процедур всего три.

Первая процедура, имеющая код 0, возвращает очередной принятый от блока клавиатуры символ. Эта процедура возвращает управление вызывающей программе только тогда, когда будет введен символ, так что программе не приходится проверять, был ли действительно введен символ. **Код обычного символа возвращается в регистре AL, но если содержимое AL равно нулю, то в регистре AH находится код специального символа.** Эти регистры соответствуют первому и второму байтам, упоминавшимся выше, при рассмотрении кодов специальных символов.

Если введен обычный код ASCII (то есть, AL не равняется нулю), то в регистре AH содержится код сканирования для нажатой клавиши. Но, если код ASCII был введен с помощью клавиши "Alt", то в регистре AH будет ноль. Эту информацию программа может использовать для определения способа ввода символа.

Современные системы поддерживают следующие типы клавиатур:

84-клавишные, 102-клавишные и 122-клавишные. Каждая клавиша имеет свой скан-код, который обрабатывается BIOS при нажатии или отпускании.

Для поддержки 84-клавишных устройств используются только функции 00h, 01h и 02h.

Функции 10h, 11h и 12h поддерживают 83-клавишные и 102-клавишные устройства.

Функции 20h, 21h и 22h поддерживают все типы клавиатур.

Таблица 1. Список функций BIOS

Код функции	Описание
00h	Получить скан-код и ASCII-код клавиши
01h	Проверить, была ли нажата клавиша
02h	Получить состояние специальных клавиш
03h	Управление режимом автоповтора и значением задержки
04h	Использовать звуковой сигнал
05h	Сохранить код клавиши в буфере клавиатуры
09h	Получить информацию о возможностях клавиатуры
0Ah	Получить идентификатор клавиатуры
10h	Прочитать код клавиши для расширенной клавиатуры
11h	Проверить, была ли нажата клавиша на расширенной клавиатуре
12h	Получить состояние специальных клавиш на расширенной клавиатуре
20h	Получить скан-код и ASCII-код клавиши 122-клавишной клавиатуры
21h	Проверить, была ли нажата клавиша на 122-клавишной клавиатуре
22h	Получить состояние специальных клавиш 122-клавишной клавиатуры
FFh	Добавить код клавиши в конец буфера клавиатуры

После выполнения функции в регистр AH будет помещен скан-код BIOS символа, а в регистр AL — ASCII-код символа. Стандартный набор значений скан-кодов для клавиатуры представлен в табл. 2, а расширенный — в табл. 3. Кроме того, в табл. 4 представлены коды управляющих символов ASCII.

Таблица 2. Скан-коды клавиатуры

Клавиша	Код	Клавиша	Код	Клавиша	Код
Esc	01h	Enter	1Ch	*	37h
1 и !	02h	Ctrl	1Dh	Alt	38h
2 и @	03h	A	1Eh	Space	39h
3 и #	04h	S	1Fh	Caps Lock	3Ah
4 и \$	05h	D	20h	F1	3Bh
5 и %	06h	F	21h	F2	3Ch
6 и ^	07h	G	22h	F3	3Dh
7 и &	08h	H	23h	F4	3Eh

Таблица..3. Коды для расширенной клавиатуры

Клавиша	Код	Клавиша	Код	Клавиша	Код	Клавиша	Код
F1	3Bh	Alt + F1	68h	Shift + F1	54h	Ctrl + F1	5Eh
F2	3Ch	Alt + F2	69h	Shift + F2	55h	Ctrl + F2	5Fh
F3	3Dh	Alt + F3	6Ah	Shift + F3	56h	Ctrl + F3	60h
F4	3Eh	Alt + F4	6Bh	Shift + F4	57h	Ctrl + F4	61h
F5	3Fh	Alt + F5	6Ch	Shift + F5	58h	Ctrl + F5	62h