

Клавиатура

¹Кафедра информационных технологий и систем
Национальная металлургическая академия Украины

17 сентября 2012 г.

Компьютерная клавиатура — одно из основных устройств ввода информации от пользователя в компьютер.

Стандартная компьютерная клавиатура, также называемая клавиатурой РС/АТ или АТ-клавиатурой (поскольку она начала поставляться вместе с компьютерами серии IBM РС/АТ), имеет 101 или 102 клавиши

По своему назначению клавиши на клавиатуре делятся на шесть групп:

- функциональные;
- алфавитно-цифровые;
- управления курсором;
- цифровая панель;
- специализированные;
- модификаторы.

Клавиатуры бывают мембранными, полумеханическими, механическими и герконовыми.

Принцип действия мембранной клавиатуры заключается в том, что при нажатии клавиши происходит замыкание двух мембран, возврат же осуществляется при помощи резинового купола. Основным преимуществом такой клавиатуры является ее защищенность от проникновения внутрь посторонних веществ, например крошек или кофе, недостатком - недолговечность, контакты, нанесенные на мембрану, имеют свойство стираться.

Полумеханическая клавиатура более долговечна, так как использует нестирающиеся металлические контакты расположенные на печатной плате, хотя возврат клавиши в ней все еще осуществляется при помощи резинового купола.

Механические клавиатуры отличаются от полумеханических тем, что вместо резинового купола, для возврата клавиши используется пружинка, что значительно продлевает жизнь клавиатуры и увеличивает ее надежность. Недостатком механических и полумеханических клавиатур - незащищенность от попадания внешних предметов.

Герконовые клавиатуры, т.е. клавиатуры у которых под клавишами установлены герконы (контакты в вакуумном цилиндрике, реагирующие на магнитное поле) и магниты. Положительными моментами в таких клавиатурах является достаточно долгий срок службы (герконы практически не изнашиваются) и очень мягкая посадка, так что работать с ними легко и приятно. Главный недостаток - зависимость от внешних магнитных полей.

Проекционная клавиатура — разновидность виртуальной клавиатуры, представляющая собой оптическую проекцию клавиатуры на какую-либо поверхность, на которой и производится касание виртуальных клавиш. Клавиатура отслеживает движения пальцев и переводит их в нажатия клавиш.



- 1 Лазер или проектор проецирует изображение клавиатуры на плоскую горизонтальную поверхность.
- 2 Датчик или видеочкамера в проекторе фиксирует движения пальцев.
- 3 Вычисляются координаты произведённых действий и генерируются сигналы нажатия на клавиши.

В некоторых системах используется второй невидимый инфракрасный луч.

- 1 Невидимый инфракрасный луч проецируется поверх виртуальной клавиатуры.
- 2 Палец производит нажатие виртуальной клавиши. Это нажатие вызывает прерывание инфракрасного луча, и инфракрасный свет отражается обратно в проектор.
- 3 Отражённый инфракрасный луч проходит через инфракрасный фильтр в камере.
- 4 Камера фиксирует угол излучённого инфракрасного луча.
- 5 Сенсор вычисляет, в каком месте был прерван инфракрасный луч.
- 6 Вычисляются координаты произведённых действий и генерируются сигналы нажатия на клавиши.

Традиционная клавиатура РС представляет собой унифицированное устройство ввода со стандартным разъемом и последовательным интерфейсом связи с системной платой. В настоящее время используются так называемые расширенные (enhanced) клавиатуры АТ или PS/2, имеющие более 100 клавиш. Они вытеснили первые 84-клавишные клавиатуры АТ и тем более клавиатуры XT. По электрическому интерфейсу клавиатуры XT и АТ совпадают, за исключением того, что двунаправленный интерфейс позволяет клавиатуре АТ принимать команды от системной платы. Однако по логическому интерфейсу они несовместимы (клавиатура АТ иногда имеет переключатель режима XT/АТ). Клавиатура PS/2 отличается от АТ только исполнением разъема, при необходимости можно использовать переходник.

Раскладка клавиатуры — соглашение о соответствии типографических символов (букв, цифр, знаков препинания и т. д.) письменного языка клавишам клавиатуры компьютера, печатной машинки или другого устройства, с помощью которого вводится текст. Раскладка устанавливает несколько соответствий между клавишами и значениями, вводимыми с их помощью

- механическая раскладка (англ. mechanical layout) — форма, размеры и взаимное расположение клавиш на клавиатуре;
- визуальная раскладка (англ. visual layout) — маркировка клавиш;
- функциональная раскладка (англ. functional layout) — значения, вводимые одиночным или совместным нажатием клавиш. Она обеспечивается минимум двумя составными частями:
 - аппаратная раскладка — соответствие скан-кода (идентификатора) и физической клавиши. Она постоянна для данной клавиатуры;
 - программная раскладка — соответствие скан-кодов и кодов символов (и управляющих кодов), передаваемых программе (и, как правило, отображаемых на экране в виде букв необходимого алфавита. Именно она обычно имеется в виду под раскладкой).

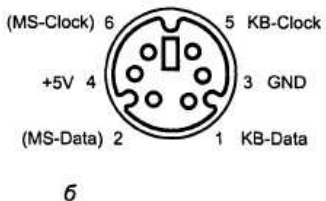
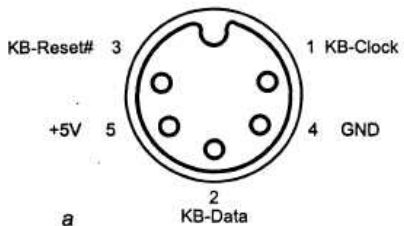
Клавиатуры имеют внутренний микроконтроллер, способный определить факты нажатия и отпускания клавиш, при этом можно нажимать очередную клавишу, даже удерживая несколько ранее нажатых. При нажатии клавиши клавиатура передает идентифицирующий ее скан-код. При удержании клавиши в нажатом положении через некоторое время клавиатура начинает автоповтор передачи скан-кода нажатия этой клавиши. Задержка автоповтора (typematic delay) и скорость автоповтора (typematic rate) для клавиатур АТ программируются. Расширенная клавиатура позволяет выбирать 1 из 3 наборов скан-кодов.

С распространением шины USB появились клавиатуры и с этим интерфейсом; они имеют и встроенный хаб, например для подключения мыши USB. Клавиатура USB питается от шины. Для клавиатуры USB требуется специальная поддержка со стороны BIOS; она имеется в современных системных платах.

Процессор общается с клавиатурой через контроллер интерфейса клавиатуры — микроконтроллер 8042 или программно-совместимый с ним, установленный на системной плате. Для обмена информацией в основном используется порт 60h, из которого принимаются скан-коды. О необходимости чтения скан-кода контроллер сигнализирует процессору через аппаратное прерывание IRQ1, сигнал которого вырабатывается по каждому событию клавиатуры (нажатию и отпусканью клавиши). Задание параметров автоповтора, выбор таблиц скан-кодов, управление светодиодами индикаторами, а также управление режимом сканирования матрицы клавиш и запуск диагностического теста осуществляется командами, посылаемыми в этот же порт. Контроллер транслирует команды в посылки, направляемые к клавиатуре.

На системной плате PC/XT контроллера 8042 не было, а интерфейс клавиатуры (однаправленный) был реализован аппаратной логикой — регистром сдвига, параллельный выход которого подключается к входам порта A системного интерфейса i8255. По приему байта от клавиатуры вырабатывается аппаратное прерывание IRQ1, обработчик которого может прочитать принятый байт из порта 60h. С помощью бит 7 и 6 порта 61h возможны программная блокировка и сброс клавиатуры соответственно. Сброс клавиатуры XT осуществляется обнулением линии KB-Clock.

Для подключения клавиатуры предназначен последовательный синхронный двунаправленный интерфейс, состоящий из двух обязательных сигналов KB-Data и KB-Clock. Обе линии на системной плате подтягиваются резисторами к шине +5В. На обеих сторонах интерфейса выходные сигналы низкого уровня формируются выходами элементов с открытым коллектором (стоком), а состояние линий может быть прочитано через входные линии контроллеров. Вид разъемов (со стороны задней панели) и назначение контактов приведены на рисунке. Конструктивно возможны два варианта разъема — обычная 5-контактная розетка DIN (клавиатура T) или малогабаритная розетка mini-DIN (PS/2).



Программируемый микроконтроллер клавиатуры i8042, КВС (keyboard controller), является посредником между клавиатурой, подключенной к нему по вышеописанному последовательному интерфейсу, и центральным процессором, с которым он связан через параллельный интерфейс. В микроконтроллере постоянно исполняется внутренняя микропрограмма, реагирующая на сигналы интерфейса клавиатуры и команды, поступающие от процессора. Эта микропрограмма (КВС BIOS) хранится во внутреннем масочном ПЗУ контроллера; внешне она недоступна, и контроллер можно рассматривать как устройство с заданными свойствами.

Связь контроллера с центральным процессором обеспечивается через 8-битную шину данных. Контроллер выбирается сигналом $CS\#$ от дешифратора адреса, срабатывающего по адресам 0060h и 0064h; внутренние регистры контроллера выбираются линией SA2 системной шины адреса. Чтение и запись выполняется по сигналам $IORD\#$ и $IOWR\#$, генерируемых при выполнении процессором инструкций IN и OUT. Таким образом, контроллер располагается в пространстве ввода-вывода CPU по адресам 60h (регистр данных) и 64h (регистр состояния и команд)

Из регистра данных считываются данные, принимаемые по интерфейсам от клавиатуры и мыши, а также данные, возвращаемые контроллером в ответ на адресованные ему команды. Запись в регистр данных используется для подачи команд и данных, адресованных к клавиатуре и мыши, а также данных для команд, адресованных контроллеру. В регистр команд записываются команды, адресованные контроллеру. Режим работы контроллера (разрешение работы интерфейсов клавиатуры и мыши и прерываний от них, трансляция скан-кодов и другие параметры) задается командным байтом, посылаемым в контроллер по специальной команде. Перед любой записью в контроллер необходимо убедиться в его готовности. Признаком готовности/занятости контроллера является значение бита 1 регистра состояния (порт 064h).

Контроллер имеет два внешних порта, с помощью которых и реализуются последовательные интерфейсы, а также управление вентилем GateA20, сигналом сброса процессора и чтением сигналов от джамперов системной платы и ключа блокировки клавиатуры. Эти порты не имеют непосредственного отображения в пространстве адресов ввода-вывода РС; доступ к ним осуществляется через команды контроллера. Кроме этих портов контроллер имеет два специальных входа T0 и T1, которые могут считываться его микропрограммой и использоваться в качестве источников его внутренних прерываний (это не прерывания CPU). Каждая из двунаправленных интерфейсных линий KB-Data, KB-Clock, MS-Data и MS-Clock реализуется битом порта вывода и битом ввода. В режиме PS/2 для чтения линий KB-Clock и MS-Clock используются входы T0 и T1, в режиме AT вход T1 используется для линии KB-Data.

Приняв посылку от клавиатуры, контроллер выполняет внутреннюю трансляцию скан-кода (если это не запрещено командным байтом) и устанавливает в регистре состояния $OBF=1$, что приводит к генерации запроса прерывания $IRQ1$ (если это не запрещено командным байтом). В ответ на это хост должен считать данные (транслированный скан-код, префиксы и т. п.) из порта данных (60h). Трансляция обеспечивает программную совместимость клавиатур XT и AT (см. ниже) по чтению скан-кодов из порта 60h.

Взаимодействие с контроллером осуществляется подачей команд — записью в регистр команд (по адресу 064h). После получения команды, по которой контроллер должен возвращать данные, он устанавливает в регистре состояния $OVF=1$, что приводит к генерации запроса прерывания $IRQ1$ (если это не запрещено командным байтом). После этого данные должны быть считаны из порта данных (по адресу 60h). Если команда возвращает несколько байтов данных, прерывание генерируется для каждого байта.

Клавиатура имеет системную поддержку на уровне BIOS — обработку фактов нажатия и отпускания клавиш и обеспечение сервисов ввода символов с клавиатуры, а также управления ее параметрами (задержка и частота автоповтора) и индикаторами. Коды, принятые от клавиатуры ее контроллером, считываются и обрабатываются обработчиком аппаратного прерывания IRQ1 (вектор 09h).

Результат обработки помещается в клавиатурный буфер, из которого по программному прерыванию Int 16h этот результат для дальнейшей обработки может быть извлечен значительно позже. Нажатие "системной" комбинации Ctrl+Alt+Del, клавиши PrintScreen (SysRq) и некоторых других к записи в клавиатурный буфер не приводит, а вызывает специальные процедуры. Прикладной программе, для которой требуется нестандартное использование клавиатуры (например, в качестве музыкальной), придется самой заниматься обработкой аппаратного прерывания IRQ1, перехватывая вектор Int 09h. Перехват этого вектора требуется и для вызова каких-либо функций резидентных программ по "горячим" клавишам.

При начальном тестировании процедура POST инициализирует клавиатуру (и ее контроллер) и запускает диагностический тест. Во время этого теста клавиатура мигнет всеми индикаторами, после чего может остаться включенным только индикатор NumLock (зависит от установки в BIOS Setup). В случае обнаружения ошибки клавиатуры на консоль выводится сообщение с возможным указанием скан-кода залипшей клавиши и обычно предлагается нажать клавишу F1 для продолжения.

То же самое произойдет, если тест не обнаружит клавиатуру (например, из-за вывалившегося разъема или перегоревшего предохранителя), но в этом случае нажатия клавиши F1 будет уже недостаточно. Ошибку диагностики даст и подключение к компьютеру AT клавиатуры от XT, обратное "скрещивание" тоже неработоспособно. Чтобы начальная загрузка не останавливалась по ошибке (отсутствию) клавиатуры (POST будет дожидаться получения кода клавиши F1), тестирование клавиатуры может быть отменено настройкой CMOS Setup.

Для обслуживания клавиатуры используются ячейки ОЗУ из области данных BIOS (BIOS Data Area):

- 0:0417, 0:418 — флаги клавиатуры;
- 0:0419 — аккумулятор кода Alt-набора;
- 0:041A — указатель головы буфера (Buffer Head), 2 байта (модифицируется при помещении символа в буфер);
- 0:041C — указатель хвоста буфера (Buffer Tail), 2 байта (модифицируется при извлечении символа из буфера);
- 0:041E-0:042D — область кольцевого буфера (16 слов).

Синдром запястного канала (англ. carpal tunnel syndrome, CTS; синоним-калька с английского: карпальный туннельный синдром) — туннельная нейропатия, при которой происходит сдавление срединного нерва (лат. nervus medianus) между тремя костными стенками и удерживателем сгибателей. Удерживатель сгибателей (лат. retinaculum flexorum, или поперечная связка запястья) представляет собой плотную связку, натянутую между лучевым и локтевым возвышениями запястья и предназначенную для удержания сухожилий мышц, сгибающих пальцы и кисть.

- Появление неприятных ощущений в области запястья, ладони и пальцев рук (в проекции расхождения ветвей среднего нерва).
- Со временем появляется ослабление пальцев и слабость пораженной ладони, онемение, боль и тяжесть в руке.
- Болезненность и онемение ладоней заставляют просыпаться, т.к. во время сна человек не контролирует положение рук.
- Неловкость ладони и пальцев создает затруднение при письме, а попытка поднять любой более-менее тяжелый предмет приводит к возникновению жгучей боли в запястном суставе.