# ЛЕКЦИЯ № 14

**Тема. Устройства ввода-вывода и передачи информации**

МЫШИ И ТРЭКБОЛЛЫ

Наряду с клавиатурой мышь является важнейшим средством ввода. С начала триумфального шествия графических оболочек мышь стала необходимой для эффективной работы на PC с соответствующим программным обеспечением. Собственно по этой причине мышь и относят к стандартной поставке полной системы и уже давно не считают "экзотическим" периферийным устройством.

Назначение графических оболочек - это возможность инициализации многих команд без длинного ввода их с клавиатуры. Выбор, щелчок (или двойной щелчок) на объекте в виде пиктограммы, символа или пункта меню делает клавиатуру (почти) ненужной. Естественно, что ее нельзя полностью заменить в приложениях, требующих ввода данных с клавиатуры, например программы обработки текста. Чистое применение мыши также зачастую не является самым быстрым путем к достижению желаемого результата, так как с помощью стандартных комбинаций клавиш ("горячие клавиши") многие функции можно выполнить быстрее, чем используя мышь.

Для нормальной работы с мышью необходима не только сама мышь как инструмент. Для оптимального функционирования мышь должна передвигаться по плоской поверхности. Обычно применяются специальные коврики, так называемые *MousePad.* Указатель мыши на экране движется синхронно с движением мыши по коврику.

## Устройство и принципы работы

В настоящее время используются следующие принципы регистрации положения мыши:

* механический;
* оптико-механический;
* оптический;
* оптосенсорный.

### Механический и оптико-механический принцип работы

Можно без больших проблем и риска открыть мышку. Время от времени это даже необходимо, так как мышь нуждается в определенном уходе и, прежде всего, в чистке.

На обратной стороне мыши находится отверстие, которое открывается поворотом пластмассовой шайбы. Сняв эту шайбу, достается круглый, сравнительно тяжелый шарик диаметром около 1,5—2 см. Обычно шарик изготовлен из металла и покрыт резиновым слоем, иногда - полностью резиновый.

При перемещении мыши по коврику "тяжелый" шарик приходит в движение и вращает соприкасающиеся с ним валики. Ось вращения одного из валиков вертикальна, а другого - горизонтальна.

При механическом принципе регистрации положения мыши на валиках установлены диски с электрическими контактами.

Наиболее распространенным является оптико-механический принцип регистрации положения мыши.

На этих валиках установлены диски с прорезями, которые вращаются между оптопарой: источник света (светодиод) и фоточувствительный элемент (фотодиод, фоторезистор или фототранзистор).

Этот фотосенсор безукоризненно определяет, где находится источник света: перед отверстием или за пластмассовой перегородкой диска. Поскольку таких дисков два, то порядок освещения фотоэлементов определяет направление перемещения мыши, а частота приходящих световых импульсов - скорость.

Импульсы света при помощи микроконтроллера преобразуются и передаются на материнскую плату.

### Оптический принцип работы

В отличие от оптико-механической мыши, которой требуется лишь приемлемый механический контакт с поверхностью, оптическая мышка работает только на специальном планшете.

Поверхность такого планшета может быть покрыта очень мелкой сеткой перпендикулярных линий, нанесенных на отражающую свет поверхность. Линии в одном направлении черные, в другом - синие.

Один из двух светодиодов испускает красный свет, который поглощается синими линиями планшета, а излучение другого, работающего в инфракрасном диапазоне, поглощают черные линии. Отраженный от планшета свет попадает на фотодетекторы. Если мышку перемещают, то на фотодетекторы попадает последовательность световых импульсов.

Полностью оптическая мышка является более сложным и дорогим устройством, однако она обладает и существенными достоинствами:

* в ней отсутствуют движущиеся части, что делает эту мышку практически безотказной
* такая мышка обеспечивает более "тонкое" управление курсором на экране.

Очевидным недостатком оптической мышки для пользователя является обязательный планшет, для которого требуется свободное место.

### Оптосенсорный принцип работы

В оптосенсорных манипуляторах для получения информации о перемещении мыши используется силиконовая КМОП-камера (оптический сенсор), способная производить 1500 снимков поверхности в секунду. Эта последовательность снимков «пропускается» через достаточно мощный цифровой сигнальный процессор (DSP - внутри мыши), благодаря чему вычисляется траектория движения мыши.

Таким образом, оптосенсорной мыши не нужны ни шарики-ролики, ни координатный коврик и даже сила притяжения (придавливающая шарик к столу) не нужна! Оптосенсорная мышь может работать хоть в космосе — была бы нормальная поверхность. Коленка космонавта вполне подойдет, поскольку к нормальным поверхностям относятся все, на которых «глаз» мыши может хоть за что-то зацепиться. Расстройство координации наступает лишь тогда, когда КМОП-камера видит перед собой прозрачное стекло, зеркало или материю с точно повторяющейся рельефной структурой.

## Интерфейсы мыши

По интерфейсу с компьютером различают следующие основные виды мышей:

* шинный интерфейс (Bus Mouse);
* последовательный интерфейс (Serial Mouse);
* встроенный выделенный порт мыши (PS/2-Mouse);
* интерфейс USB;
* беспроводные (cordless) мыши.

### Шинный интерфейс (bus-mouse)

Bus Mouse - мышь, которая использует системную шину (вариант, применявшийся в первых мышках). Мышь содержит только датчики и кнопки, а обработка их сигналов производится на специализированной плате адаптера (обычно 8-разрядная ISA). Она устанавливается в свободный слот и в ее тыльную часть подключается мышь при помощи специального 9-контактного разъема (похож на разъем PS/2). Сигнал от мыши поступает непосредственно через шину и не связан с COM-портами и прерываниями.

"":

* не занимает под мышь последовательный порт
* нет необходимости конфигурировать адрес порта ввода-вывода и номер прерывания

"":

* занимает слот системной шины;
* дороже.

### Подключение через последовательный порт (интерфейс RS-232C, EIA-232D)

Это самый распространенный способ. Физически каждая такая мышка на своем "хвосте" имеет разъем типа DB-9 или DB-25. В некоторых случаях в комплекте с мышкой поставляется и переходное устройство с DB-9 на DB-25, поскольку на некоторых компьютерах последовательный порт может иметь именно такой разъем.

Эта мышь имеет встроенный микроконтроллер, который обрабатывает сигналы от координатных датчиков и кнопок. Каждое событие — перемещение мыши или нажатие-отпускание кнопки кодируется двоичной посылкой по интерфейсу RS-232C. Для передачи информации применяется асинхронная передача, а двуполярное питание, требуемое по протоколу RS-232, обеспечивается от управляющих линий интерфейса.

Информация о перемещении и состоянии клавиш мыши передается в PC через последовательный порт. Для такой мыши нужен СОМ-порт и соответствующее прерывание (IRQ). Обычно это порт СОМ1 с прерыванием IRQ4 или порт COM2 с прерыванием IRQ3 (адреса порта ввода-вывода 2F8h-2FFh).

"": - не используются ресурсы системы

Недостатком не самой мыши, а ее программного драйвера, является то, что для использования мыши порт СОМ1 должен использовать именно прерывание IRQ4.

### Встроенный выделенный порт мыши (стандарт PS/2).

PS/2-Mouse — мышь, появившаяся с компьютерами PS/2. Ее интерфейс и разъем 6-pin mini-DIN аналогичен клавиатурному. Адаптер и разъем PS/2-Mouse устанавливаются на многих современных системных платах солидных производителей. Контроллер такой мыши может входить в контроллер клавиатуры, а может и занимать дополнительные адреса в пространстве ввода/вывода. Для PS/2-Mouse используется прерывание IRQ12 (шестнадцатиразрядное) и адреса порта ввода-вывода 60h и 64h.

Связи между мышкой и компьютером обеспечивает микросхема контроллера клавиатуры 8042. Мышка подключается к соответствующему порту через разъем 6 miniDIN. Чаще всего используется комбинированный порт PS/2, позволяющий подключать мышку как с последовательным интерфейсом, так и с портом PS/2.

С интерфейсами Serial Mouse и PS/2-Mouse иногда возникают недоразумения. Хотя оба они последовательные, но имеют существенные принципиальные различия в уровнях сигналов, способе синхронизации, частоте и формате посылок:

* интерфейс PS/2 использует однополярный сигнал с уровнями ТТЛ, питание мыши - однополярное с напряжением +5 В относительно шины GND. Интерфейс RS-232C, применяемый в Serial Mouse, использует двуполярный сигнал с уровнями срабатывания +3 В и -3 В, и для него требуется двуполярное (относительно шины GND) питание мыши.
* интерфейс PS/2 использует две раздельные сигнальные линии, одну для передачи данных, другую - для сигналов синхронизации. Serial Mouse использует асинхронный способ передачи данных всего по одной линии.

Даже не рассматривая частоты и форматы посылок, становится ясно, что прямой совместимости между этими интерфейсами быть не может. Тем не менее выпускаются и продаются переходники (пассивные!), позволяющие выбирать способ подключения мыши. Эти переходники предназначены только для универсальных мышей, у которых встроенный контроллер по напряжению питания способен распознать, к какому интерфейсу его подключили, и установить соответствующий тип своего выходного интерфейса. Универсальные мыши не особо распространены, поэтому часто приходится слышать о неудачных попытках применения таких переходников к обычным Serial Mouse или PS/2-Mouse.

*Все предыдущие три вида интерфейсов используют эквивалент последовательного подключения. Главные факторы при выборе того или другого типа - это ресурсы ПК.*

### Беспроводные (cordless) мыши

Используют передачу данных в радио- или инфракрасном диапазоне волн на расстоянии 1,5—2 м. Во избежание интерференции каждая такая мышь может использовать не один (до четырех) частотный канал. Такие мыши оборудуются аккумулятором или батарейкой.

Широкого распространения эти устройства пока не получили.

## Драйвер мыши

Существует несколько стандартов для мышей - MS-Mouse, PC-Mouse (Genius), PC/2 (IBM). Наиболее распространенным является стандарт MS-Mouse - с двумя кнопками. PC-Mouse (Genius) имеют три кнопки. Большинство мышей способны на эмуляцию протокола MS-Mouse.

Функциональное назначение клавиш мыши различно и зависит от выполняемого приложения.

Для большинства программных продуктов имеется возможность переопределять функции левой и правой клавиши мыши, что облегчает работу левшей.

Как и клавиатура, последовательная мышь должна быть связана с операционной системой PC. Без соответствующего драйвера PC не будет получать информацию. Вызов драйвера осуществляется либо из файла AUTOEXEC.BAT, либо из CONFIG.SYS.

Только мыши с шинным интерфейсом (Bus Mouse), которые подключаются к собственной карте расширения, или мыши, подключаемые к порту "в стиле" PS/2, обходятся без соответствующего программного обеспечения.

Две основные разновидности Serial Mouse — *MS-Mouse* и *PC-Mouse —* требуют соответствующих драйверов, многие мыши имеют переключатель MS/PC.

Эти два основных типа «мышей» используют различные форматы посылок: при одинаковой скорости 1200 бит/с, одном стоп-бите и отсутствии контроля паритета Microsoft Mouse использует 7 бит данных, a Mouse Systems Mouse — 8 бит.

Мышь посылает пакет при каждом изменении состояния — перемещении, нажатии или отпускании кнопки. Пакет, передаваемый Microsoft Mouse, состоит из трех посылок (по 7 бит), a Mouse Systems Mouse передает 5 полновесных байт. Причем это сообщение включает в себя информацию о состоянии третьей клавиши, а также о прошлом и текущем положении мышки, благодаря чему можно вычислить скорость ее передвижения.

Положительным значениям соответствует перемещение по координате Х вправо, а по координате Y вниз для Microsoft Mouse и вверх для Mouse Systems Mouse.

Из рассмотрения данных форматов становятся понятными беспорядочные перемещения курсора на экране при несоответствии драйвера типу мыши - разница в форматах приводит к тому, что драйвер от одной мышки не работает с другой.

Мышь посылает сообщение всякий раз, когда перемещается на определенное расстояние. Единственной информацией, которая поступает из мыши в дополнение к данной, являются сигналы о нажатии кнопок мыши.

Минимальное расстояние, при прохождении которого мышь посылает сообщение, называется *микки (Mickey).* Изначально микки составлял 0,01 дюйма. Теперь он может принимать любую величину, которую выберет изготовитель, и часто составляет одну треть или одну четверть от начального размера.

Перемещение мыши также измеряется в cpi (counts per inch - число отсчетов на дюйм). После передачи пакета всю дальнейшую работу берет на себя соответствующий "мышиный" драйвер.

Драйвер мыши рассчитывает эту информацию и усредняет ее в зависимости от графического разрешения монитора для позиционирования курсора на экране. При этом не существенно, двигалась ли мышь быстро или медленно. С учетом скорости передачи (1200 бит/с) за каждые 20 мс мышка может передвигаться на 0,62 дюйма. Эта величина вполне достаточна даже при быстром перемещении мышки по коврику.

Современные мышки от Microsoft и Logitech имеют оптимальное аппаратное разрешение 400 cpi. Когда иные фирмы декларируют разрешение на уровне 1800 cpi, то речь, видимо, идет о программном разрешении, то есть о значении, которое может обеспечить соответствующий драйвер.

*Но большая разрешающая способность мыши не обязательно определяет большую точность позиционирования мыши. Большее значение cpi фактически делает мышь менее точной. При большом cpi* *экранный курсор будет перемещаться на большее расстояние для каждого градуса поворота шара. В результате курсор будет двигаться быстрее, но с меньшей точностью.*

Драйвер определяет направление движения мышки: вверх или вниз, вправо или влево. Это вполне возможно сделать, поскольку 8-разрядные приращения перемещений кодируются в дополнительном коде, и соответственно максимальный диапазон перемещения составляет от -128 до +127 единиц.

Некоторые мышки Logitech, использующие последовательный интерфейс, работают на скорости 2400 бит/с.

## Трэкболл

Перевернутая мышь. По принципу действия и способу передачи данных аналогичен мыши. Имеет две (три) клавиши, дублирующие функции клавиш мыши. Работает с тем же ПО.

Отличия от мыши:

* обладает неподвижностью за счет тяжелого корпуса;
* площадка для движения не нужна. Позиция курсора рассчитывается исключительно по вращению шарика;
* большая точность позиционирования.

Графический планшет (перо!), тоучпад.