

## **Содержание**

<b>Механические мыши</b>	<b>4</b>
<b>Трекбол</b>	<b>6</b>
<b>1990 — Трекбол Kraft TopTrak</b>	<b>7</b>
<b>1992 — Трекбол/мышь IBM PS/2 Track Ball</b>	<b>9</b>
<b>1995 — Трекбол Logitech TrackMan Marble</b>	<b>11</b>
<b>1996 — Kensington Expert Mouse Trackball 5.0</b>	<b>13</b>
<b>1997 — Fellowes Trackball</b>	<b>15</b>
<b>1998 — Apple Puck Mouse</b>	<b>17</b>

## Механические мыши

Для отслеживания движения механические мыши используют колеса или шарик, преобразуя их линейного движения по поверхности во вращательное движение коммутаторов или датчиков вращения ролика.

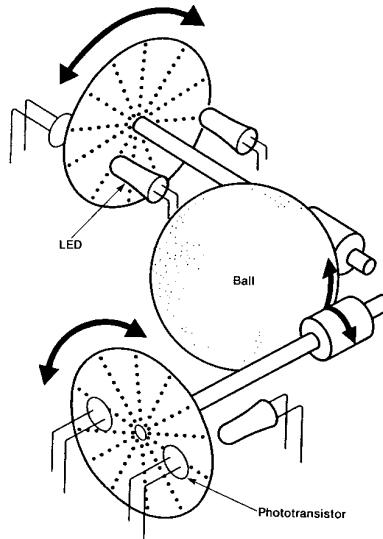


Рис. 1.1. Механическая мышь с шариком и роликами

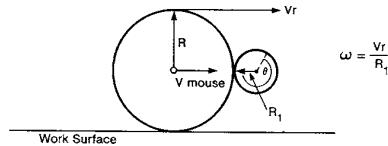


Рис. 1.2. Шар и ролик

Мышь, которые используют шар для определения движения, могут быть представлены системой, показанной на рисунке 1.2. Скорость окружности шара  $V_r$ , равна скорости мыши,  $V$ . Так как ролик не прикреплен непосредственно к оси шара, а опирается на его окружность, при условии отсутствия проскальзывания скорость окружности ролика равна скорости окружности шара. Угловая скорость и вращение ролика теперь связаны с движением мыши с помощью приведенных выше уравнений, но радиус  $R$  теперь намного меньше, и вал вращается намного быстрее.

$$\omega = V/R_1$$

где  $V$  – скорость мыши, а  $R_1$  – радиус ролика. Поскольку ролик меньше радиусом, он вращается быстрее при заданной скорости мыши.

Движение передается на датчики следующим образом. Ролики, которые прямо или косвенно вращаются колесом или шаром, подключены непосредственно к датчикам движения.

Оптомеханические мыши для генерации квадратурных сигналов А и В используют устройство, называемое оптическим прерывателем. Как показано на рисунке 1.3, оптомеханическая система состоит из источника света (обычно светодиода), фотоприемника и оптического прерывателя, который соединен с вращающимся роликом мыши.

Прерыватель имеет серию чередующихся черных и белых полос, которые позволяют свету от светодиода попадать на детектор. Поскольку прерыватель вращается поперек линии светового луча, сплошные сегменты, расположенные между щелями, будут прерывать луч, и на выходе

детектора появится серия импульсов напряжения. Второй квадратурный выход получается при использовании второго светодиода и детектора, которые смешены относительно первого светодиода и детектора на одну четверть угла радиальных прорезей, или при использовании прорезей, которые смешены на одну четверть их периода, аналогично смещением проводящим сегментам коммутатора. Мaska с двумя сквозными отверстиями может использоваться с коммутатором, чтобы световые лучи находились в квадратуре относительно вращения прерывателя. Мaska может быть просверлена или выполнена методом литья так, чтобы отверстия различались по фазе точно на 90 градусов.

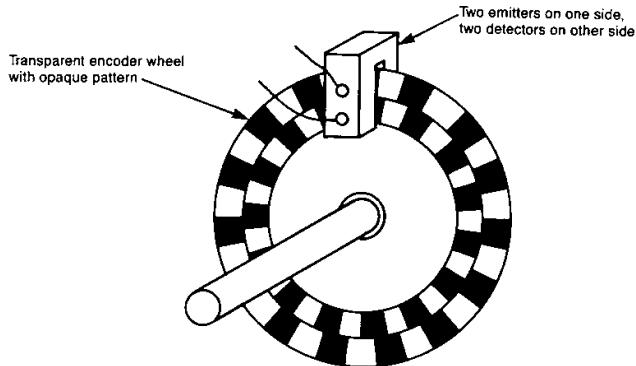


Рис. 1.3. Оптический энкодер с квадратурными выходами

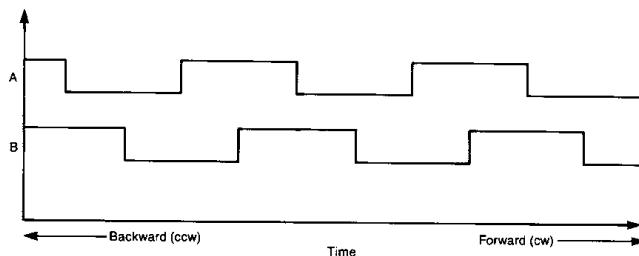


Рис. 1.4. Квадратурные сигналы

Выход оптического энкодера представляет собой два квадратурных сигнала, как показано на рисунке 1.4. Направление можно определить, изучив соотношение фаз двух сигналов. Если сигнал А находится в состоянии высокого уровня, когда на сигнале В возникает восходящий фронт, то движение происходит в прямом направлении. Если микропроцессор достаточно быстр, сигналы могут быть подключены непосредственно к входному порту, а все декодирование и подсчет выполняются в программном обеспечении.

## Трекбол

Трекбол используется для тех же целей, что и мышь. Его внутренняя конструкция почти идентична мыши и может рассматриваться как перевернутая мышь, находящаяся в неподвижном положении. Трекбол исторически предшествовал мыши, и существует версия, что концепция мыши была придумана в ходе переворачивания трекбала вверх ногами и перемещения его по поверхности стола. Основные характеристики трекбала показаны на рисунке 2.1. Трекбол представляет собой металлический или пластиковый шар, который монтируется в раме так, что только небольшая его часть выступает через отверстие в верхней части рамы. Шар поддерживается двумя ортогональными роликами-стержнями, так что, когда шар поворачивается влево или вправо, вращается один ролик, а когда он поворачивается вперед или назад, вращается другой.

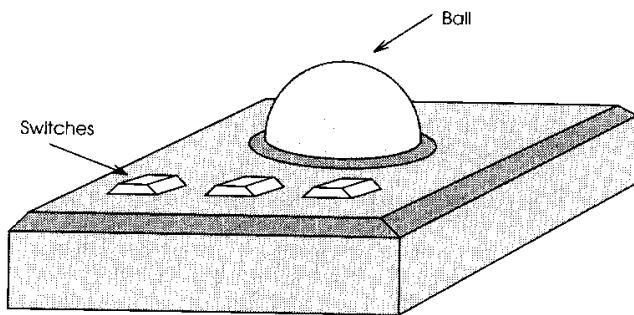


Рис. 2.1. Трекбол

Шар полностью свободно вращается в своем гнезде. Он управляет ладонью руки, и движения, принимаемые шаром, находящимся в контакте с двумя роликами, преобразуются внутри корпуса так же, как у механической мыши. Движения роликов так же детектируются путем измерения вращения дисков, прикрепленных к их концам. Это детектирование может выполняться с помощью электрических контактов или светодиодов и фотоприемников.

Как и мышь, трекбол обычно включает в себя несколько кнопок, до которых можно дотянуться кончиками пальцев, пока ладонь лежит на шаре. Для большинства целей мышь более популярна, чем трекбол, но в ситуациях, когда недостаточно свободного места или нет подходящей поверхности, трекбол оказывается более предпочтительным.

## 1990 — Трекбол Kraft TopTrak

Трекбол TopTrak имеет средние размеры и корпус с закруглёнными углами в стиле дизайна бытовых приборов 60-х годов (рис. 3.1). Устройство снабжено кабелем длиной 2,5 м, что заметно больше типового расстояния между пользователем и системным блоком. Трекбол имеет последовательный интерфейс сопряжения с компьютером.



Рис. 3.1. TopTrak, вид сверху

Дополнительно в комплекте с трекболом идёт стальная ножная педаль (рис. 3.2), которая служит альтернативой левой кнопке мыши, имеет еще один аналогичный кабель и добавляет дополнительные полкилограмма веса устройству.



Рис. 3.2. Изображение педали для мыши TopTrak

Левая и правая кнопки TopTrak полностью занимают верхние углы.

TopTrak может быть подходящим устройством для настольного компьютера, но он слишком громоздкий, чтобы его всерьез рассматривать для портативных компьютеров.



Рис. 3.3. Изображение TopTrak на размерном коврике с шагом сетки 1 см



Рис. 3.4. Изображение TopTrak с моделью руки человека

Как можно видеть, маркировка TopTrak содержит код FCC ID (рис. 3.5).

Проверка кода по базе данных Федеральной комиссии по коммуникациям США показывает, что трекбол был разработан американской компанией Kraft Systems в 1990 году.

Изучение разобранного трекбала (рис. 3.6) показывает, что он выполнен по стандартной опто-механической схеме, а массивные металлические ролики с подшипниками качения показывают, что трекбол был задуман как достаточно долговечное устройство, не относящееся к нижнему ценовому диапазону.



Рис. 3.5. TopTrak, вид снизу



Рис. 3.6. TopTrak изнутри

## 1992 – Трекбол/мышь IBM PS/2 Track Ball

В 1992 году Компания IBM выпустила нестандартный трекбол-перевёртыш, который мог работать в двух режимах: собственно трекбала и обычной мыши (рис. 4.1). Перевод устройства из одного режима в другой выполняется нажатием на пару пластиковых защёлок, меняющих положение верхней (либо, в зависимости от режима работы, нижней) стенки корпуса, в результате чего шар и расположенные рядом с ним кнопки в большей или в меньшей степени выступают из корпуса.

Со стороны трекбала на устройстве имеется 4 клавиши: 2 крупные клавиши являются соответственно левой и правой кнопками мыши, 2 маленькие клавиши - это защёлки, нажатие на которые отвечает за блокирование клавиш с противоположной стороны устройства. Со стороны мыши присутствуют логотип IBM и две крупные клавиши.

С точки зрения анатомического строения кисти, устройство имеет довольно эргономичную форму и крупные клавиши, которые удобно нажимать пальцами (рис. 4.2). Однако из-за гладкости шара, использование манипулятора в качестве мыши на большинстве поверхностей является затруднительным. Также оказывается проблемным и его использование в качестве трекбала, поскольку в этом режиме устройство опирается на две выступающие клавиши мыши, что отрицательно сказывается на его устойчивости.

Изучение разобранного трекбала показывает, что он также выполнен по стандартной оптомеханической схеме, и имеет надёжные металлические ролики с подшипниками качения (4.3). Для сопряжения данного устройства с компьютером использовался стандартный порт PS/2.



Рис. 4.1. Изображение IBM PS/2 Track Ball: слева — вид трекбола, справа — вид мыши

Однако в конструкции не предусмотрено способа открыть трекбол для чистки, за исключением отклеивания круглой заглушке, закрывающей доступ к крепежному винту (её можно видеть на рис. 4.1 слева). Учитывая, что попадание мелкого мусора внутрь корпуса механических мышей и трекболов является практически неизбежным, вопрос о длительной эксплуатации данного устройства дополняет его спорные эргономические характеристики.



Рис. 4.2. Изображение BM PS/2 Track Ball с моделью руки человека



Рис. 4.3. Изображение BM PS/2 Track Ball изнутри

## 1995 — Трекбол Logitech TrackMan Marble

Данный трекбол имеет 3 клавиши, отвечающие за стандартные функции кнопок мыши, и шар, предназначенный для вращения большим пальцем правой руки (рис. 5.1). Драйвер позволял использовать для прокрутки вращение шара с зажатой средней кнопкой (при нажатии эта кнопка выполняет привычную функцию), но следует отметить, что существовала также модификация этого трекбала с традиционным колесом прокрутки в вырезе третьей кнопки. Трекбол подключается к компьютеру по интерфейсу PS/2.

Корпус трекбала имеет постоянный наклон вправо, благодаря чему запястье лежащей на трекбле руки находится в более естественном положении (рис. 5.2). В то время, как шар прокручивается большим пальцем, остальные пальцы работают так же, как при использовании обычной мышью, что делает конструкцию более привлекательной для пользователя, привыкшего к мыши или попеременно работающей мышью и трекболом. Но она имеет и свои недостатки: подвижность большого пальца несколько меньше, что отражается на быстроте и точности позициониро-

вания, к тому же такая конструкция, в отличие от «классической», совершенно непригодна для левшей.



Рис. 5.1. Изображение Logitech TrackMan



Рис. 5.2. Изображение Logitech TrackMan с моделью руки человека

Из особенностей можно отметить нестандартный рисунок шара, на котором нанесен регулярный узор из тёмных точек. Разбор трекбола показывает, что причиной этой расцветки является отказ фирмы Logitech от традиционной схемы оптомеханической мыши в пользу аналога оптической мыши,читывающей изменения яркости с помощью специального коврика с нанесенной на нём сеткой. Только в данном случае, роль коврика играет рисунок на вращающемся шаре.

Маркировка на нижней части трекбола содержит код FCC ID (рис. 5.4). Проверка кода по базе данных Федеральной комиссии по коммуникациям США показывает, что трекбол был разработан компанией Logitech в 1995 году.

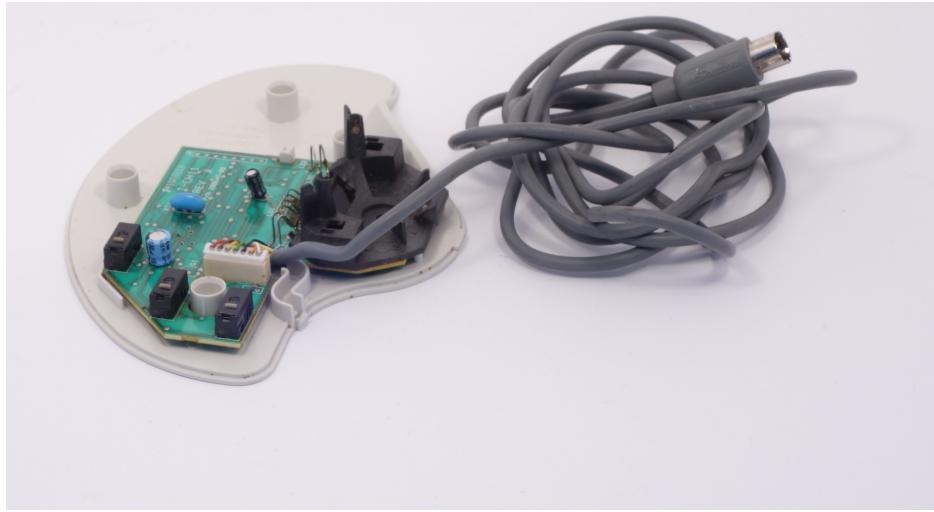


Рис. 5.3. Изображение Logitech TrackMan изнутри



Рис. 5.4. Изображение Logitech TrackMan, вид сверху и снизу

## 1996 — Kensington Expert Mouse Trackball 5.0

В 1996 году с выходом пятой по счёту модели Expert Mouse Trackball претерпел существенный редизайн [1]. Устройство оснащено крупным шаром и четырьмя крупными кнопками, расположенными вокруг него как лепестки цветка (рис. 8.1).

Аналогично выглядевшая версия для Macintosh с предсказуемым названием Turbo Mouse 5.0 ([2]) отличалась интерфейсом ADB, в то время как Expert Mouse комплектовался сменными кабелями для подключения к последовательному интерфейсу и к порту PS/2 (также отдельно выпускалась шинная версия с ISA-адаптером). Визуально устройства не отличались.

Это удобно, например для изготовления снимков области экрана или других прецизионных действий — обеспечивается точность до пикселя. Поначалу немножко неудобно вращать шар, не отпуская кнопку (ну, например, для выделения текста или объектов на экране), но это дело привычки.

Внутреннее устройство данного трекбола показано на рисунке 2.21, что позволяет классифицировать трекбол как оптомеханический.



Рис. 6.1. Kensington Expert Trackball



Рис. 6.2. Kensington Expert Trackball вид сверху

## Литература

- [1] Kensington: Expert Mouse 5.0 – <https://web.archive.org/web/19970106170305/http://www.kensington.com/prod/mice/mice3b.html>
- [2] Kensington: Turbo Mouse 5.0 – <https://web.archive.org/web/19970106170317/http://www.kensington.com/prod/mice/mice3a.html>



Рис. 6.3. Kensington Expert Trackball на размерном коврике с шагом сетки 1 см



Рис. 6.4. Изображение Kensington Expert Trackball с моделью руки человека

## 1997 — Fellowes Trackball

Fellowes Trackball — типичный представитель данного типа указательных устройств ввода информации для компьютера, наиболее характерных для первой половины 90-х годов. Поскольку трекбол аналогичен мыши по принципу действия и по функциям, но появился раньше, чем мышь, широко распространено мнение, что мышь была изобретена путем переворачивания трекбала вверх дном и его перемещения по поверхности стола.

Конструктивно трекбол также похож на мышь: вращение шарика приводит в движение пару валиков, соединённых с механическими датчиками, либо, в варианте, появившемся позднее данного, движения шара сканируют размещённые в корпусе оптические датчики.

Протокол обмена данными между трекболом и компьютером, как правило, также полностью соответствует протоколу для мыши. Поэтому с точки зрения компьютера трекбол является стандартным интерфейсным указательным устройством; в отсутствие специальных драйверов он воспринимаются операционной системой компьютера как стандартная мышь и нормально поддерживаются стандартным универсальным драйвером мыши.

При работе с трекболом для операций перемещения курсора используется только кисть руки и движения пальцев. Поэтому от пользователя не требуется движений плеча и предплечья, тогда как те же операции с мышью требуют задействования практически всей руки. Поэтому трекбол часто рекомендуется пользователям, испытывающим временные или постоянные проблемы, связанные сплочевым поясом или запястьем.



Рис. 6.5. Kensington Expert Trackball в разобранном виде



Рис. 7.1. Fellowes Trackball

В графических приложениях, где позиционирование является основной операцией, использование трекбола, по результатам некоторых исследований, приводит к существенно меньшей усталости и большей точности позиционирования курсора.

С другой стороны, применение трекбола вместо мыши увеличивает количество движений пальцами, которые врачают шарик, что при активной работе может приводить уже к утомлению пальцев. Также есть сведения, что трекболы с шаром, расположенным под большим пальцем, способны при длительной и напряженной эксплуатации приводить к проблемам суставов большого пальца.

Трекбол не требует пространства на рабочем месте, превышающего собственные размеры, его даже можно жестко закрепить (в том числе на негоризонтальной поверхности), гарантировав, что он случайно не переместится, не упадёт с рабочего места. В условиях ограниченного пространства или необходимости работать в неудобных положениях это может быть решающим аргументом.



Рис. 7.2. Fellowes Trackball в разобранном виде



Рис. 7.3. Fellowes Trackball, вид сверху и снизу

## 1998 — Apple Puck Mouse

Мышь Apple USB mouse, часто называемая «шайбой» (англ. «puck») из-за своей необычной формы, была разработана компанией Apple в 1998 году. Это была первая коммерчески выпущенная мышь Apple mouse, которая использовала формат подключения USB, а не шину Apple ADB. Многие обозреватели критиковали данную мышь за ее недостаточно эргономичный дизайн.

В отличие от большинства манипуляторов, мышь «шайба» имеет круглую форму, и у нее есть одна кнопка мыши, расположенная вверху, как и у предыдущих мышей Apple. При этом мышь имеет зазор между кнопкой и корпусом, показывающий, куда именно пользователь должен нажимать.

Круглая форма мыши была признана сообществом неудобной из-за небольшого размера данного конкретного манипулятора и склонности вращаться при использовании. Это стало основной причиной успеха адаптеров Griffin iMate ADB для USB, поскольку они позволяли использовать с компьютерами iMac более старую и удобную мышь ADB, а также пластиковых накладок, придававших мыши более продолговатую форму.

Также из-за малого размера, перемещение мыши на самом деле требовало гораздо большего количества движений пальцев и меньшего количества движений запястья по сравнению с более крупными мышами.

В полупрозрачном пластике помещалась печатная плата и двухцветный шар, который можно было легко разглядеть.

Однако идеально круглое тело часто приводило к ошибкам, так как пользователи предполагали, что мышь была в правильной ориентации, даже если это было не так. Позже Apple добавила ямочку на корпусе мыши, чтобы помочь пользователям почувствовать, в каком направлении указывала мышь.

Внутреннее устройство данной мыши показано на рисунке 2.18, что позволяет классифицировать ее как оптомеханическую.



Рис. 7.4. Fellowes Trackball с моделью руки человека



Рис. 7.5. Fellowes Trackball на размерном коврике с шагом сетки 1 см

## Литература

- [1] An ode to the puck, Apple's first USB mouse — <https://thehouseofmoth.com/an-ode-to-the-puck-apples-first-usb-mouse/>



Рис. 8.1. Apple Puck Mouse



Рис. 8.2. Apple Puck Mouse вид сверху



Рис. 8.3. Apple Puck Mouse, вид с накладкой

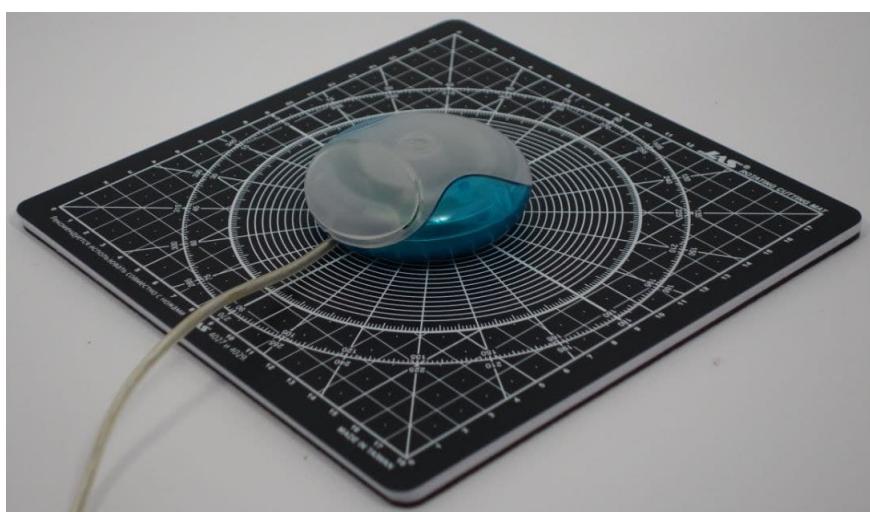


Рис. 8.4. Apple Puck Mouse на размерном коврике с шагом сетки 1 см

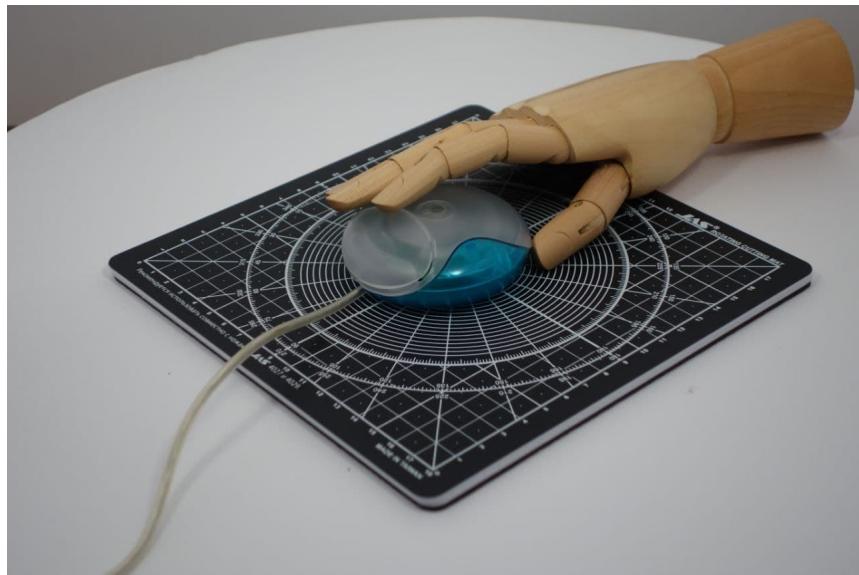


Рис. 8.5. Apple Puck Mouse с моделью руки человека



Рис. 8.6. Apple Puck Mouse, в разобранном виде