# ЛЕКЦИЯ № 15

Тема № 4. Устройства ввода информации

# СКАНЕРЫ

Сканером называется устройство, позволяющее вводить в компьютер цветные или черно-белые цифровые образы изображений, представленные в виде текста, рисунков, слайдов, фотографий или другой графической информации.

## Классификация

По особенностям построения оптических и механических схем сканеры делятся на следующие основные типы:

* ручные (hand-held)
* рулонные (роликовые, листовые) (sheet-fed)
* планшетные (flatbed),

и CIS.

Ручные сканеры позволяют решить большинство задач связанных с оцифровкой фотографий, а при некоторой изобретательности и наличии светостола позволяют сканировать и изображения на прозрачной основе.

В этих сканерах также используются ПЗС-элементы: одна линейка в черно-белых моделях и три — в цветных. Ширина зоны сканирования составляет обычно половину формата А4, то есть десять с половиной сантиметров. Благодаря этому достигается довольно высокое оптическое разрешение — широко распространены модели на 400 ppi

Основной проблемой при использовании ручного сканера является процесс сканирования оригинала. Вы должны сами перемещать сканер по оригиналу документа, а поэтому для получения хорошего результата необходимы долгие тренировки и твердая рука. Имеются различные способы получения удовлетворительных результатов подобного сканирования.

* Можно воспользоваться подручными (соответственно механическими) вспомогательными средствами, чтобы вести сканер по прямой линии, например рейку или толстую книгу.
* Обычно ручные сканеры оснащены LED-индикатором, который сигнализирует светом, если вы перемещаете сканер слишком быстро.

Следующий недостаток ручного сканирования заключается в ширине полосы сканирования. Почти все ручные сканеры могут сканировать оригиналы шириной 100—105 мм.

Оригинал, который шире рабочего поля сканера, можно сканировать только за два прохода, а третьим этапом явится объединение результатов подобного сканирования в один общий документ на мониторе.

Планшетные сканеры наиболее универсальны. В них оригинал располагается на прозрачном неподвижном стекле, вдоль которого с помощью шагового двигателя передвигается сканирующая каретка с источником света (если сканируется прозрачный оригинал, используется так называемый слайд-модуль - крышка, в которой параллельно сканирующей каретке сканера перемещается вторая лампа).

Они могут быть использованы не только для сканирования, но и, вместе с принтером, для копирования документов. Сегодня оптическое разрешение сканеров ценой около $300, составляет 600 точек на дюйм.

Рулонные (листовые) сканеры - протягиваются листы документов и осуществляется их сканирование. В некоторых моделях таких сканеров предусмотрена возможность сканирования путем перемещения сканера по поверхности вводимого изображения. Подобные сканеры оборудованы колесиками, которые вращаются с помощью электродвигателя и заставляют сканер медленно "ползти" по оригиналу.

Однако сканирование на них - такое же искусство, как и печать фотографий.

Родоначальником среди сканеров является барабанный сканер. Оригинал, монтируемый на барабане, освещается источником света, а фотосенсоры переводят отраженное излучение в цифровые значения. Современные барабанные сканеры применяются только в профессиональной типографской деятельности, поэтому мы не будем их рассматривать.

В барабанном сканере оригинал прикрепляется (монтируется) на барабан, при считывании вращающийся с высокой скоростью. Внутри барабана расположен точечный источник света, перемещаемый точно вдоль оси барабана. За счет сочетания этих двух движений и формируется полное изображение. Больше всего это напоминает работу токарного станка. Размер сканируемого оригинала определяется площадью барабана сканера: чем больше диаметр барабана, тем больший оригинал на него можно смонтировать.

Для считывания информации в барабанных сканерах применяются не ПЗС, а вакуумные фотоумножи-тельные трубки (их еще называют фотоэлектронными умножителями, сокращенно ФЭУ). Они обладают большей чувствительностью. Отраженный от оригинала (или прошедший через него) световой поток направляется оптической системой, состоящей из нескольких зеркал, на три ФЭУ, которые отвечают за красный, зеленый и синий цвета. С выхода ФЭУ электрический сигнал попадает на АЦП и дальше обрабатывается электроникой сканера.

У барабанных сканеров значительно более сложная, чем у планшетных, оптическая система. Для получения максимальных разрешений (у лучших моделей они достигают 8—11 тыс. ppi) требуется очень точная фокусировка луча. Кроме того, и сам луч должен быть тонким, для чего источник света снабжается колесом с апертурами (отверстиями диаметром до 6 микрон). В зависимости от необходимого разрешения многие модели предлагают на выбор от 2 до 22 апертур. Качество изображения зависит и от правильности выбора апертуры, и от точности фокусировки луча, и от стабильности вращения барабана.

Обладая высоким разрешением, барабанные сканеры являются единственными устройствами, обеспечивающими считывание любых оригиналов. У большинства выпускаемых сегодня барабанных сканеров динамический диапазон составляет от 3.6D до 4.0D, благодаря чему эти устройства легко справляются с самыми оптически плотными негативами, не говоря уже о слайдах и непрозрачных оригиналах.

Для оцифровки применяются АЦП с разрешением не меньше 10 бит, то есть барабанные сканеры считывают 30-, 36- и даже 48-битный цвет. Поскольку ФЭУ обладают лучшей по сравнению с ПЗС чувствительностью в темных и светлых зонах, а также отличаются меньшим уровнем собственных шумов (в этом вакуумные приборы превосходят полупроводники), в поступающем на вход АЦП сигнале содержится больше информации. Да и сами АЦП, применяемые в барабанных сканерах, отличаются меньшим уровнем шумов и повышенной чувствительностью.

На выходе барабанный сканер для совместимости с программным обеспечением компьютеров урезает глубину цвета до 24 бит, но все равно полученная на нем картинка даже на глаз заметно превосходит снятую с тем же цветовым разрешением на планшетном сканере. Правда, появившиеся в последние годы дорогие профессиональные планшетные сканеры успешно конкурируют по качеству изображений с дешевыми барабанными.

Цветные сканеры принципиально ничем не отличаются от полутоновых и производят ввод изображения:

1. в трёхпроходных сканерах - используются лампы разных цветов или же меняющиеся светофильтры (синий, зеленый или красный) на лампе или CCD-матрице.
2. имеют три чувствительных элемента, перед которыми расположены соответствующие фильтры.

При сканировании цветного оригинала надо помнить о том, что качество сканирования пропорционально объему информации, вводимой в PC. Сканирование с разрешением 800 dpi и 24-битной глубиной цвета *(True Color)* потребует не один мегабайт свободного места на винчестере.

## Технические характеристики:

* Разрешение (разрешающая способность) - числом точек на единицу измерения:
* интерполяционное

У планшетного сканера формата А4 полоса отраженного от оригинала света шириной в 210 мм (примерно 8,3 дюйма) разделяется на 5 тыс. пикселов, что соответствует оптическому разрешению в 600 пикселов на дюйм (ppi). Если на эту же матрицу сфокусировать полосу света, равную ей по ширине, то есть примерно двухдюймовую, разрешение составит порядка 2500 ppi. Поэтому дорогие планшетные сканеры оснащаются несколькими переключаемыми объективами и способны при считывании небольших оригиналов (фотографий или слайдов) обеспечить разрешение, подходящее для профессиональных полиграфических работ.

**Вертикальное** разрешение - определяется механикой и электроникой сканера. Чем выше точность привода каретки и чем больше остановок, чтобы прочитать строку, способен сделать шаговый мотор при перемещении каретки на дюйм, тем выше разрешение по вертикали. Когда написано, что аппаратное разрешение сканера составляет 300х600 ppi, надо понимать так, что оптика отвечает за считывание 300 ppi в строке, а механика — за 600 строк при перемещении на один дюйм.

В профессиональных планшетных сканерах аппаратное разрешение, как правило, значительно (в несколько раз) превышает 600 ppi (достигает 5000 ppi).

**Интерполяционное** разрешение дает возможность получить оцифрованные изображения с разрешением 4800, собность сканера как бы удвоится, то есть вместо "аппаратных" 400 dpi станет равной "программной" 800 dpi.

Кто знаком с фотографией, конечно, знает, что у объективов разрешение неодинаково в центре и по краям. Это касается и сканеров. Чем дешевле модель, тем слабее установленный в ней объектив — у него меньше **глубина резкости**, больше разброс разрешения. Найти оптимальную для сканирования небольших оригиналов область нетрудно. Надо взять одноцветный серый лист полного формата и после сканирования проверить в графическом редакторе (например, в Adobe Photoshop) разброс цвета соседних пикселов с помощью инструмента «пипетка». Где разброс меньше, там и есть зона оптимального сканирования.

Глубина резкости у планшетных сканеров тоже играет существенную роль. Оригинал не всегда плоский: кое-где лист отгибается (у корешка журнала, например); бумага тоже бывает неровной, что при плохой оптике сказывается на резкости изображения. К тому же сканер с большой глубиной резкости дает возможность получать изображения не только с фотографий, но и напрямую с более или менее плоских предметов.

Разрядность себя» (для внутренних операций), вторая - какие параметры будет иметь изображение на выходе из сканера, т. е. каким его получит компьютер. Внешняя разрядность обычно равна 8 битам (256 оттенков серого) для полутоновых сканеров и 24 битам (TrueColor -16,7 млнцветов) для цветных. Это не означает, что изображения обязательно должны быть столь многоцветными - данные цифры характеризуют максимальные значения. Внутренняя разрядность, по крайней мере, не меньше, а чаще всего больше внешней.. Если есть дополнительные биты, то они используются для улучшения цветопередачи.

Иногда в спецификациях вместо разрядности встречается такой параметр, как динамический диапазон. Он определяет чувствительность сканера к оттенкам и измеряется по специальной шкале.

* Динамический диапазон (диапазон оптических плотностей)

Динамический диапазон — разность максимальной (Dmax) и минимальной (Dmin) оптических плотностей.

— логарифмическая, так что оригинал с плотностью 3.0D темнее оригинала с 2.0D не в полтора, а в десять раз. При плотности 2.0D через слайд проходит только 1% света, а при 3.0D — и вовсе 0,1%.

Применительно к сканеру его диапазон оптических плотностей характеризует способность сканера различить близлежащие оттенки (это особенно критично в тенях оригинала). Максимальная оптическая плотность у сканера - это оптическая плотность оригинала, которую сканер еще отличает от "полной темноты". Все оттенки оригинала "темнее" этой границы сканер не сможет различить. На практике это означает, что "офисный" сканер может потерять все детали как в тёмных, так и светлых участках даже обычной фотографии, не говоря уже о сканировании слайда и тем более негатива.

Фоточувствительный элемент сканера плохо различает самые темные полутона, мешает ему электрический шум в АЦП и ПЗС. Но и самые светлые области точно воспроизвести не удается — при большой яркости ПЗС «слепнет». Например, при обычных для полупрофессиональных планшетных сканеров значениях Dmax = 3.3D и Dmin = 0.3D динамический диапазон составляет 3.0D.

Диапазон оптических плотностей сканера определяется качеством (а так же типом и разрядностью) АЦП, CCD-матрицы и алгоритммом работы контроллера сканера.

24-битные сканеры пригодны для сканирования оригиналов с оптической плотностью 2.0—2. Однако это не распространяется на негативы — у тех плотность выше (порядка 3.6D). Самые дорогие профессиональные планшетные сканеры обеспечивают сканирование оригиналов с оптической плотностью до 3.6D, приближаясь по этому показателю к барабанным.

Однако надо учитывать, что в документации производители планшетных сканеров часто или вообще не указывают динамический диапазон, или приводимые ими цифры серьезно отличаются от действительных возможностей аппарата. Причина обычно не в злом умысле, а в разных методиках определения максимальной оптической плотности.

## Устройство и принцип действия планшетного сканера

Сканируемое изображение освещается белым светом, обычно от флуоресцентной лампы. Отраженный свет через редуцирующую (уменьшающую) линзу (объектив) попадает на фоточувствительный полупроводниковый элемент, который преобразует оптический сигнал (уровень освещенности) в электрический (уровень напряжения).

Он называется прибором с зарядовой связью - ПЗС (Charge-Coupled Device, CCD).

В основе его принципа действия - чувствительность проводимости р-n-перехода обыкновенного полупроводникового диода к степени его освещенности. На р-n-переходе создается заряд, который рассасывается со скоростью, зависящей от освещенности. Чем выше скорость рассасывания, тем больший ток проходит через диод.

0 (черный цвет) или 1 (белый).

Разрядность АЦП для полутоновых сканеров зависит от количества поддерживаемых уровней серого цвета. Например, сканер, поддерживающий 64 уровня серого, должен иметь 6-разрядный АЦП.

сканеры, в которых вместо ПЗС используются сенсоры CIS (Contact Image Sensor). На самом деле никакого контакта с изображением тут не происходит. Как нет и принципиальной новизны в конструкции. Просто CIS -линейка растянута на всю ширину оригинала. Отсутствуют дорогой объектив и зеркала, отраженный свет считывается непосредственно CIS-линейкой. Подобные считывающие устройства уже много лет применяются в факсах, ручных и листовых сканерах.

По качеству считанного изображения эти сканеры зачастую заметно уступают даже дешевым моделям с обычными ПЗС-линейками.

меньше глубина резкости, вдвое хуже передача близких по оттенку деталей картинки. И еще такой веский аргумент, как долговечность. Если обычные ПЗС-сканеры выдают стабильное качество в течение 10 тысяч часов работы, то у CIS-сканеров по статистике отмечается существенное (до 30%) падение яркости спустя всего 500 часов.

### Источник света

В старых

Как лампа влияет на результат сканирования? При изменении характеристик источника освещения оригинала изменяется падающий на принимающую матрицу световой поток, несущий информацию о сканируемом оригинале. Если свойства лампы за 2-3 месяца работы изменяются "до неузнаваемости" - говорить о правильной цветопередаче сканера уже не приходится.

Характеристики светового потока меняются даже при прогреве сканера.

Качество лампы оценить сложно. Лучше лампа с холодным катодом (если это так, то обязательно отражено в описании). Ориентированные на профессиональную работу с цветом сканеры содержат помимо встроенной процедуры самокалибрации по интенсивности светового потока от лампы еще и схемы поддержания стабильности потока при изменении температуры.

Косвенным признаком пригодности к "полноцветной" работе может служить время первичного прогрева лампы после того, как лампа была автоматически погашена при неиспользовании сканера в течении некоторого времени (кстати, обычно время прогрева и время ожидания до погашения лампы можно изменить, но где-то внутри файлов настроек).

### Оптическая система:

Обычно используется один фокусирующий объектив (или линза), который проецирует полную ширину области сканирования на полную ширину матрицы CCD. Требования к качеству оптики для такой задачи весьма высоки, особенно сложно обеспечить приемлемое качество проецирования краёв рабочей области для цветных оригиналов. Оценить качество фокусировки и разрешающую способность оптики легко можно визуально при сканировании специальной тестовой рабочего стола сканера. Таким образом, на постоянное число приёмных ячеек CCD-матрицы проецируется участок меньшей ширины и соответственно возрастает оптическое разрешение

Некоторые профессиональные плоскостные сканеры имеют больше двух (до 5) переключаемых объективов, но это уже категория "выше 10000".

## Драйверы

Современный сканер функционально состоит из двух частей: собственно сканирующего механизма (engine) и программной части (TWAIN-модуль, система управления цветом и прочее).

Без собственного драйвера сканер работать не сможет, так как не является стандартным для Windows устройством. Для сканеров нет "универсальных" драйверов от производителя чипа или из комплекта поставки Windows.

В приложениях Windows победил стандарт TWAIN, согласно которому осуществляется обмен данными между прикладной программой и сканером. Таким образом, используя любую TWAIN-совместимую программу (РhоtoShop, CorelDraw!, PageMaker, PhotoStyler, Picture Publisher и др.) можно сканировать изображения с помощью TWAIN-совместимого сканера. Слово TWAIN обозначает, что с помощью подобного подключения можно соединить вместе две компоненты (в данном случае сканер и программа).

Программное обеспечение сканера должно обеспечивать возможность предварительного сканирования. При этом оригинал сканируется с грубым разрешением так, чтобы можно было выделить желаемую область для окончательного сканирования. Это экономит время и часто приводит к повышению качества сканирования.

автоматически определяют параметры сканирования оригинала.

## Программы OCR

Сокращение OCR обозначает оптическое распознавание символов *(Optical Character Recognition).* В своей основе это значит только то, что сканированный текст, представляющий собой графическое изображение, преобразуется соответствующими программами в коды ASCII и в дальнейшем может быть обработан обычным текстовым редактором (Word for Windows, Lexicon и др.).

* обеспечение. Даже самые лучшие программы OCR вас не устроят, если они могут идентифицировать только латинский алфавит и "не понимают" русские буквы.
* Для шрифтов размером 8 и более пунктов достаточно сканировать с разрешением 300 dpi. Для меньших шрифтов (5—8 пунктов) для хорошего качества распознавания требуется разрешение 400 dpi, причем результат сильно зависит от качества оригинала.