

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»

Ю. М. Игнатов, Н. А. Кирильцева

**СКАНИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ОРИГИНАЛОВ**

Рекомендовано учебно-методической комиссии специальности
120303 «Городской кадастр» в качестве электронного издания
для самостоятельной работы

Кемерово 2012

Рецензенты

Овсянникова С. В., к.б.н., доцент кафедры маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

Игнатов Юрий Михайлович, Кирильцева Надежда Александровна Сканирование твёрдых картографических материалов: метод. указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс]: для студентов специальностей 120303 «Городской кадастр» / Ю. М. Игнатов, Н. А. Кирильцева. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); Зв.; цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium III; ОЗУ 64 Мб; Windows 2000; (CD-ROM-дисковод); мышь. – Загл. с экрана.

Данные методические указания предназначены помочь студентам для самостоятельного изучения темы «Сканирование твёрдых картографических материалов».

В методических указаниях описаны принципы, режимы и параметры работы современных сканирующих устройств.

Содержание

1. Устройство и принцип действия сканеров	4
1.1. Классификации сканеров	4
1.1.1. Назначение сканера	5
1.1.2. Тип Интерфейса	7
1.1.3. Формат сканера	3
1.1.4. Функциональное устройство и функциональные возможности сканеров	9
1.1.5. Тип оригинала	10
1.1.6. Принцип работы сканеров и процесс сканирования	11
1.1.7. Способы освещения оригинала	12
1.1.8. Оптическая система	15
1.2. Технология сканирования CCD	17
1.3. Алфавитно-цифровой преобразователь	20
1.4. Процессор сканера	21
1.5. Подвижные элементы конструкции сканеров	21
1.6. Управление сканером	25
2. Цветность сканированного изображения	26
2.1. Цветовые пространства	26
2.2. Регистрация цвета в технологии CCD	28
2.3. Оптическая плотность оригинала и динамический диапазон сканера	30
3. Технологии сканирования и режимы работы сканеров	32
3.1. Технологии сканирования	32
3.2. Разрешающая способность сканера	32
3.3. Режимы работы сканеров	37

1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СКАНЕРОВ

Сканер – это автоматическое устройство (рисунок 1), которое позволяет вводить в компьютер «с листа» плоское черно-белое, серое или цветное изображение – оригинал.

Оригинал – изображение на твердом носителе: текст, рисунок, фотография, планшет карты, слайд и т.п.



Рис. 1. Настольный планшетный сканер

Анализируя оригинал, сканер формирует в памяти компьютера *растровое изображение* (рисунок 2), которое состоит из точек, образующих при их выводе на экран регулярную матрицу.

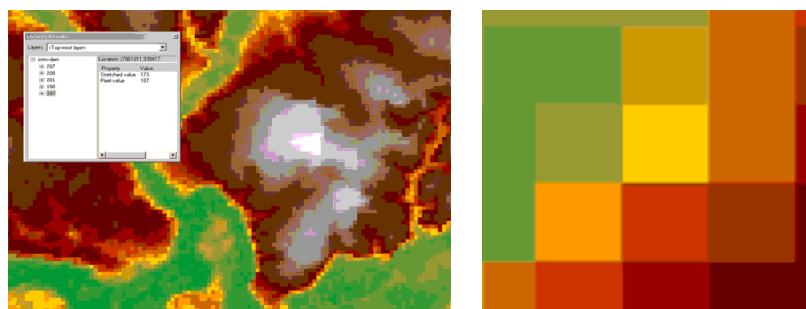


Рис. 2. Сканированное изображение

1.1. Классификации сканеров

Основа *классификации* сканеров - их *параметры*:

- назначение (область применения),
- интерфейс передачи данных,
- программное обеспечение,
- область отображения сканера (формат),

- конструкция сканера,
- способ перемещения сканируемого оригинала,
- тип оригинала,
- принцип сканирования (оптическая схема),
- технология сканирования,
- частота измерений,
- глубина цвета,
- режимы сканирования,
- динамический диапазон,
- разрешающая способность (оптическое, механическое и интерполирующее разрешение).

Внешне совершенно непохожие друг на друга (рисунок 3) планшетные, ручные (сейчас практически не используются), листопротяжные и слайдовые сканеры являются, тем не менее, очень близкими родственниками по конструкции и принципу действия.



Рис. 3. Сканерные устройства

Отдельное место занимают барабанные и широкоформатные сканеры.

1.1.1. Назначение сканеров

Классификация сканеров по *области применения (по назначению)*:

- SOHO – сканеры для дома и небольшого офиса (Phantom 336CX, Phantom 636, Scanmaker 3700, Scanmaker 3700),
- CORPORATE – сканеры бизнес-класса,
- GRAPHIC ART – сканеры для художников и дизайнеров,
- PREPRESS – сканеры для издателей,
- CAD – сканеры для решения инженерных задач,

– DOCUMENT – для ввода больших объемов информации в автоматизированном режиме на предприятиях с большим документооборотом,

– GIS – сканеры для ГИС.

Сканеры бизнес-класса помимо распознавания текста должны уметь качественно и быстро оцифровать фотографии образцов продукции или, к примеру, фотоснимки с банкета. Тексты распознаются ими качественней, нежели моделями SOHO, особенно это касается мелкого или плохо различимого шрифта. Почти все модели допускают установку слайд-приставки (рис. 4) и устройства автоматической подачи документов.



Рис. 4. Слайд-приставки

Сканеры для художников и дизайнеров должны обеспечивать достоверность цветопередачи, а их программное обеспечение – необходимые корректировки уже в процессе сканирования (примеры: Scanmaker X12USL, Scanmaker 8700).

Сканеры для издателей должны отличаться безупречно четким изображением, насыщенными, правдивыми цветами и хорошей проработкой в критических областях. Большинство моделей этого класса могут выполнять цветоделение непосредственно в процессе сканирования с учетом особенностей набора красок печатной машины и способа печати. Примеры: ArtixScan 1100, ArtixScan2020, ArtixScan2500, ArtixScan6000XY.

Сканеры для решения инженерных задач работают, как правило, с крупноформатными изображениями. От сканера требуется точная цветопередача, четкость линий, умение отсеять помехи, правильное распознавание обозначений и корректная работа с инженерными пакетами.

1.1.2. Тип интерфейса

Основными критериями при выборе сканера являются:

- тип материалов, для которых он предназначен,
- размер материала,
- максимальное разрешение, с которым сканерное устройство может функционировать, и
- компьютерный интерфейс (способ соединения с компьютером) и
- интерфейс передачи данных (сканированного изображения) в компьютер.

Передачу данных обеспечивает контроллер – микросхема (8-и или 16-ти-разрядная плата; она может отсутствовать, если процессор располагает интегрированным модулем контроллера.

По типу интерфейса различают сканеры 5-и категорий:

- сканеры с параллельным или последовательным интерфейсом (LPT, COM),
- сканеры с интерфейсом *USB* (Universal Serial Bus),
- сканеры со *SCSI*-интерфейсом,
- сканеры с интерфейсом *FireWire* (IEEE 1394) и
- сканеры с двумя интерфейсами (например, LPT и USB).

Сканеры с параллельным или последовательным интерфейсом подключаются к порту принтера (LPT) или к COM-порту. Скорость передачи данных по SCSI и USB интерфейсу значительно выше, чем по LPT или COM.

Самое широкое распространение имеет интерфейс USB, потому что он интегрируется во все современные системные платы в качестве основного разъема для периферийных устройств.

Самые современные CIS-сканеры получают питание по USB-порту, что также удобно также для портативных компьютеров.

Сканеры со SCSI-интерфейсом обладают собственной интерфейсной платой для шины ISA или PCI, либо подключаются к стандартному SCSI-контроллеру.

К достоинствам SCSI-интерфейса относят высокую пропускную способность и возможность подключения до семи различных устройств на одну шину, а к недостаткам – необходимость дополнительного контроллера.

Наиболее совершенны высокоскоростные интерфейсы USB (USB 2.0) и FireWire.

Сканеры с последовательным высокоскоростным интерфейсом FireWire (самая скоростная модификация FireWire 800 IEEE1394b) созданы специально для работы с графикой и видео и не нуждаются в управляющем контроллере.

Многие современные сканеры имеют два интерфейса (например, LPT и USB) (рис. 5).

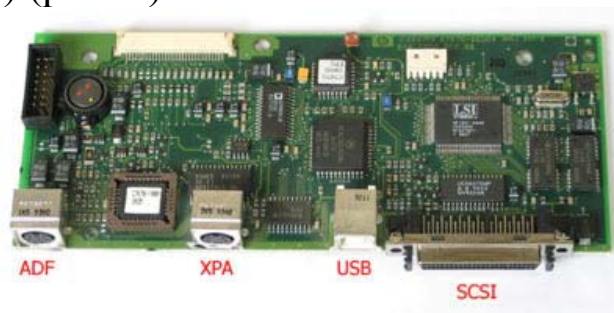


Рис. 5. Показанная на рисунке интерфейсная плата сочетает SCSI- и USB-порты и имеет два гнезда для подключения дополнительных модулей.

1.1.3. Формат сканера

Область отображения сканера = *поле сканирования* = *формат сканера* – это параметр, который определяет максимальный размер оригинала, который может быть сканирован одновременно.



Рис. 6. Поле сканирования

Из существующих форматов наиболее часто используется так называемый *европейский стандарт*: A4 – 210×297 мм; A3 – 297×420 мм; A2 – 420×594 мм; A1 – 594×841 мм; A0 – 841×1189 мм.

99% всех сканеров предназначены для работы с форматом A4.

Формат сканера определяется его конструкцией и областью применения.

1.1.4. Функциональное устройство и функциональные возможности сканеров

Функционально любой сканер состоит из двух частей: собственно *сканирующего механизма* (engine) и *программного обеспечения интерфейса* (драйвера).

Фирма Microsoft не включила сканеры в список устройств, стандартно поддерживаемых Windows, поэтому ведущие производители сканеров и ПО для сканеров (Aldus, Caere, Eastman Kodak, Hewlett Packard & Logitech) самостоятельно создали интерфейс, названный TWAIN-модулем.

TWAIN — это *стандарт* интерфейса, согласно которому осуществляется обмен данными между прикладной программой и внешним устройством (точнее, драйвером внешнего устройства).

Благодаря использованию TWAIN-интерфейса можно вводить в ПК растровое изображение одновременно с работой в прикладной программе, также поддерживающей TWAIN, например, CorelDraw или Picture Publisher.

Кроме того, благодаря TWAIN, один драйвер может обслуживать работу нескольких сканеров. При этом пользователь сам управляет процессом сканирования.

TWAIN-модуль обычно *предоставляет* пользователю следующие *функциональные возможности*:

- возможность *автоматического* определения *настроек сканирования*;
- окно *предварительного просмотра* с выбором сканируемого участка и отображением результата производимых настроек и коррекции изображения в реальном времени;
- возможность плавной *регулировки* яркости, контрастности, гамма-коррекции;
- возможность выбора точек чёрного и белого инструментом «пипеткой» и заданием значения;
- многоуровневую *фильтрацию* цвета;

- возможность *инверсии* (создания негатива) и *отражения* (переворота) оригинала;
 - встроенную систему цветосинхронизации с набором профилей, позволяющую корректировать сканируемое изображение под конкретное устройство вывода или преобразовать его в СМΥК;
 - возможность сканирования через сеть.
- Функциональные возможности профессиональных сканеров:*
- *тональная коррекция* отдельными по RGB/СМΥК кривыми (раздельно в светах, тенях и полутонах);
 - *компенсация «цветового сдвига»* оригинала численным заданием вычитаемого цвета или указанием образцового цвета, который должна иметь указанная оператором точка изображения после сканирования;
 - *автоматическое вычитание цвета фотоплёнки слайда* (не заменяет компенсацию цветового сдвига из-за возможных собственных искажений цвета на слайде);
 - *возможность пакетного и группового сканирования*;
 - *автоматическое распознавание слайдов* в рамках;
 - *выполнение цветоделения* с заданием соответствующих профилей и параметров печати.

Издательские пакеты обычно сложнее в настройке цветоделения, но выполняют его качественнее, чем драйвер сканера (исключение составляет программа LinoColor сканеров Linotype-Hell).

1.1.5. Тип оригинала

Сканируемые оригиналы принято делить на две группы:

- *светоотражающие* (reflective) – *непрозрачные* (это фотографии, рисунки, страницы журналов и буклетов) и
- *прозрачные* (transparent – цветные и черно-белые слайды и негативы).

Соответственно типу оригинала подбирается конструкция сканера: сканер для непрозрачных оригиналов, как правило, планшетный, для прозрачных материалов используется слайдовый сканер. Барабанный сканер сканирует и те, и другие оригиналы.

1.1.6. Принцип работы сканеров и процесс сканирования

Рассмотрим принцип работы сканеров на примере наиболее универсальных и потому наиболее распространённых оптико-электронных планшетных сканеров.

Оптико-электронный планшетный сканер представляет собой устройство с предметным стеклом (обычно небольшого формата: А4 или А3), на которое кладется сканируемый оригинал, после чего оптическая схема сканера перемещается вдоль оригинала, осуществляя его сканирование (рисунок 7) в отраженном от непрозрачного оригинала или в проходящем через прозрачный оригинал свете.

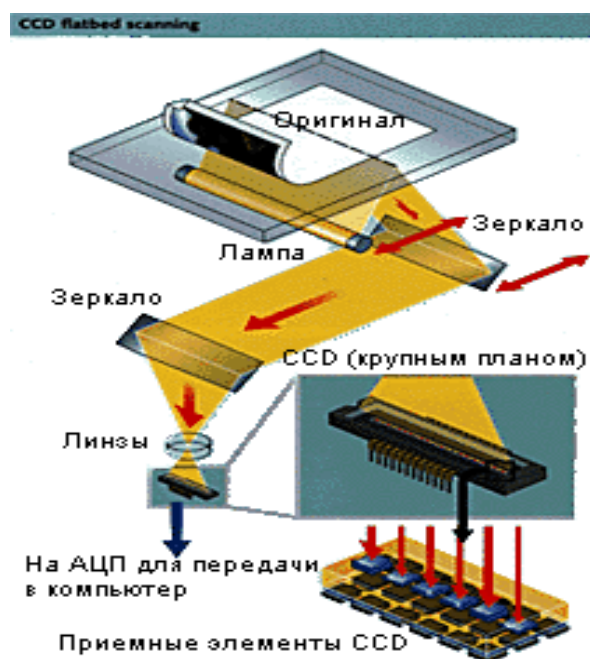


Рис. 7. Устройство планшетного сканера

Процесс сканирования непрозрачного оригинала с помощью планшетного сканера происходит следующим образом.

На прозрачное стекло под крышку сканера кладется изображение (текст, графика, фотография), подлежащее сканированию, «лицом» вниз.

На каретке, которая под управлением двигателя перемещается вдоль стекла, установлены лампа подсветки и система зеркал (рис. 7).

Свет от лампы на каждом шаге двигателя отражается от документа и через систему зеркал попадает на фотоэлемент.

Фотоэлемент – это матрица из тысяч *светочувствительных* ячеек (элементов, датчиков), каждая из которых накапливает электрический заряд и поэтому приобретает электрический потенциал, величина которого пропорциональна энергии поглощённого света. Так интенсивность отраженного (или проходящего) света преобразуется в электрический сигнал.

Эти чувствительные элементы называют *CCD-матрицей* (от англ. Couple-Charged Device = Charge-Coupled Device), в русском переводе – ПЗС (*прибор с зарядовой связью*).

Далее в АЦП (*алфавитно-цифровом преобразователе*) происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой сигнал с последующей обработкой и передачей в TWIN-модуль, а с него – в компьютер для дальнейшего использования.

Таким образом, на каждом шаге каретки сканер фиксирует одну горизонтальную полоску оригинала, разбитую в свою очередь на некоторое количество *пикселей* на линейке ПЗС.

Итоговое изображение, составленное из полосок, представляет собой мозаику, состоящую из пикселей одинакового размера и разного цвета. Такое построчное сканирование производится в ручных, листовых, планшетных и слайдовых сканерах.

Таким образом, *сканирование* есть процесс считывания изображения по регулярным линиям развертки через определенные интервалы. Этот принцип используется также в факс-аппаратах.

1.1.7. Способы освещения оригинала

Для освещения оригинала в сканерах используют 4 типа источников света:

- ксеноновые газоразрядные лампы,
- люминесцентные лампы с горячим катодом,
- люминесцентные лампы с холодным катодом и
- светодиоды.

Ксеноновые газоразрядные лампы отличаются малым временем прогрева, высокой стабильностью излучения, небольшими размерами и долгим сроком службы. Однако, они требуют высокого напряжения, потребляют большой ток и имеют неидеальный спектр, что отрицательно сказывается на точности цветопередачи.

Люминесцентные лампы с горячим катодом обладают очень ровным, управляемым спектром и малым временем прогрева. Но они имеют крупные габариты и относительно короткий срок службы.

Люминесцентные лампы с холодным катодом служат в десять раз дольше ламп с горячим катодом (5 000–10 000 ч), имеют низкую рабочую температуру и ровный спектр. Их недостатком является очень медленное включение (время разогрева лампы от 30 секунд до нескольких минут). Такие лампы используются в большинстве современных ССD-сканеров.



Рис. 8.

В CIS-сканерах в качестве источника света применяют светодиодную линейку, которая потребляет мало энергии.

Светодиоды (LED) не требуют времени для прогрева и обладают небольшими габаритами и малым энергопотреблением.

В большинстве современных сканеров используются *трехцветные светодиоды*, меняющие с большой частотой спектр излучаемого света.

Однако светодиоды имеют довольно низкую интенсивность светового потока и неравномерный, ограниченный спектр излучения, поэтому у сканеров с таким источником света страдает качество цветопередачи, увеличивается уровень шума на изображении и снижается скорость сканирования.

В ССD-сканерах лампа закреплена на *пластмассовом шасси* сканирующей каретки непосредственно над отражателем.

Отражатель имеет форму рефлектора. Свет от него усиливается, чтобы ярко осветить оригинал на планшете.

Отразившись от оригинала, свет проходит сквозь щель шасси и принимается первым, самым длинным зеркалом оптической системы.

Лампа оказывает важное воздействие на результат сканирования.

Даже при небольшом уходе характеристик источника света изменяется и падающий на приемную матрицу отраженный от оригинала световой поток.

Поэтому и нужно столь длительное время разогрева лампы перед сканированием.

Используются также схемы поддержания стабильности светового потока при изменении температуры.

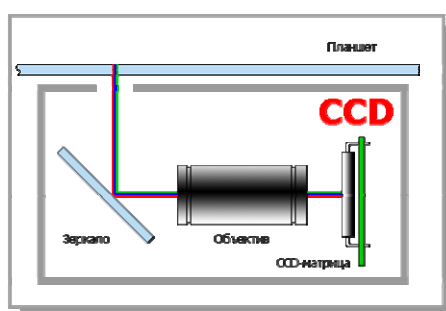


Рис. 9

Чтобы скомпенсировать искажение характеристик лампы (это неизбежно происходит при ее длительной эксплуатации), сканеры автоматически выполняют процедуру самокалибровки по черно-белой мишени, которая располагается внутри корпуса.

На рис. 10 видна цветовая мишень, по которой сканер подстраивает цвета перед сканированием, компенсируя «старение» лампы.

Видно и то, что с течением времени тускнеет не только корпусная пластмасса, но и сама калибровочная мишень. Это также приводит к увеличению цветовых искажений.

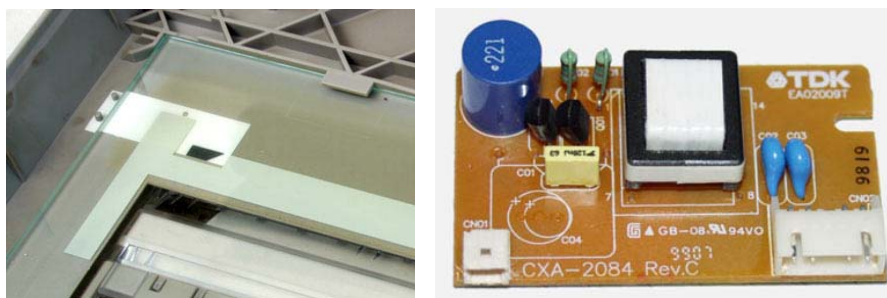


Рис. 10

Свет люминесцентной лампы с холодным катодом в тысячи раз ярче светодиодов. Но для того чтобы вызвать свечение газа внутри лампы, нужно подать на ее вход очень высокое напряжение, которое вырабатывает инвертор. Инвертор повышает напряжение с 5В до нескольких кВ, а также преобразует постоянный ток в переменный.

На рисунке 10 показан высоковольтный модуль, необходимый для питания лампы.

Линейный размер CCD-камеры составляет 50-80 мм в зависимости от модели сканера. Этот размер существенно меньше ширины области сканирования (свыше 300 мм), с которой производится считывание.

Поэтому для каждой камеры нужна *оптическая система*, которая используется для уменьшения изображения оригинала до размеров CCD-камеры.

1.1.8. Оптическая система

Чтобы изображение было резким оно должно оказаться в *фокусе* линзы. Для этого требуется разнести считывающий датчик и сканируемый оригинал на расстояние около 1 метра. При этом габариты сканера сильно возрастают.

Для уменьшения габаритов до разумных размеров используется *система линз и зеркал* (рис. 11).



Рис. 11

Элементы оптической системы планшетного сканера: объектив (рис. 12), зеркала, призмы, линзы.

Задача оптической системы – проецировать световой поток от сканируемого оригинала на ССD-матрицу или иной приёмный элемент.

Приёмный элемент преобразует уровень освещенности в уровень напряжения (все ещё аналоговую информацию). Далее, после усиления, аналоговый сигнал поступает на АЦП. С АЦП информация выходит уже в двоичном виде и, после обработки в контроллере сканера через интерфейс с компьютером поступает в драйвер сканера (TWAIN-модуль), с которым уже взаимодействуют прикладные программы.



Рис. 12

Недостатки оптических систем сканеров:

- увеличение за их счет габаритов и массы сканера;
- ограничение геометрической точности сканирования;
- высокая чувствительность к внешним воздействиям.

Проходя через линзу, отраженный свет претерпевает искажения, которые известны в оптике под названием сферических аберраций. В силу этого геометрическая точность сканирования снижается. Возникающие искажения компенсируют путем сложной математической обработки данных.

Элементы оптической системы крепятся на отдельных кронштейнах. Минимальные смещения элементов оптической системы, приводят к рассогласованию изображения в местах стыковки соседних ССD-камер. Возникает так называемый «эффект склейки».

В силу этой причины ССD-сканеры очень чувствительны к вибрациям, механическим воздействиям, перепадам температур и требуют регулярной калибровки.

Подсвечивающая оригинал лампа, оптическая система и светочувствительная матрица объединяются в единую конструкцию, называемую *оптическим блоком*.

В зависимости от конструкции сканера, оптический блок может быть *неподвижным*, когда оригинал, по мере сканирования,

перемещается вдоль матрицы, либо *подвижным* и перемещаться вдоль оригинала.

Неподвижные матрицы используются в листопротяжных (рулонных) сканерах, факс-аппаратах, ручных и слайдовых сканерах, *подвижные* – в планшетных сканерах.

1.2. Технология сканирования CCD

В технологии CCD в процессе сканирования оригинал протягивается над стеклом экспонирования и подсвечивается с помощью источника белого света (флуоресцентной или люминесцентной лампы – рис. 13).

Отраженный от оригинала свет, преломляясь системой зеркал, фокусируется при помощи сферической линзы на CCD-камеру с датчиками изображения, вызывает в них электрический сигнал, который затем преобразуется в цифровой код и сохраняется в ПК в виде файла.

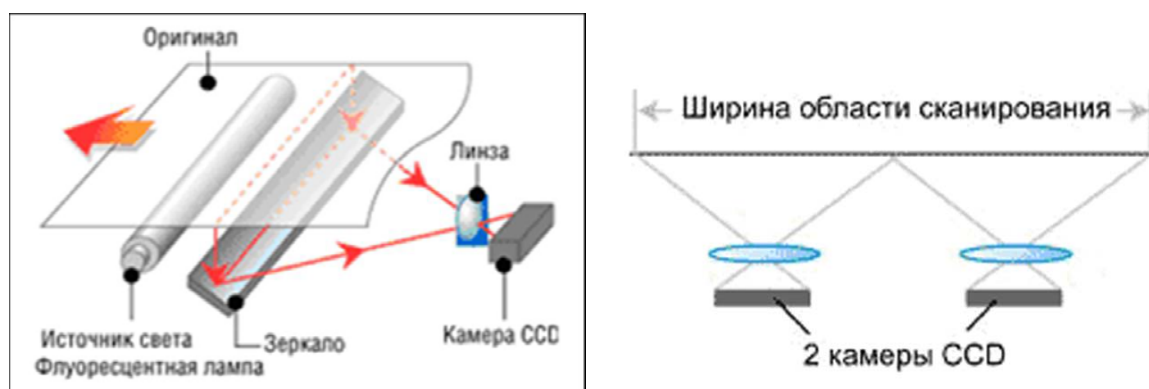


Рис. 13

Для того чтобы охватить всю ширину области сканирования в CCD сканерах используется от 1 до 4 CCD-камер (рисунок 13). Например, в сканере Contex HD 2530 (25") – 1 камера, в сканере Contex HD 5450 (54") – 4 камеры. Каждая камера отвечает за свой участок по ширине области сканирования (рисунок 13).

В CCD-технологии точная цветопередача при сканировании цветных изображений происходит путем разделения сканируемого цвета по трем основным цветам: красному (Red), зеленому (Green) и синему (Blue) (рис. 14).

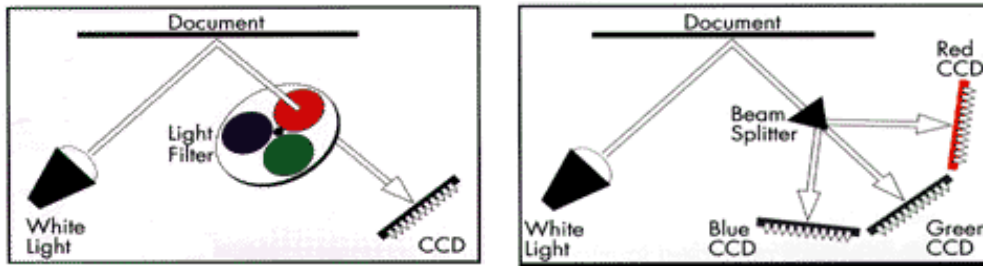


Рис. 14

В *трехпроходных* сканерах (которые уже почти не используются) CCD-матрица воспринимает показатели светового потока только одного цвета, поэтому каждый цвет из RGB сканируется за отдельный проход.

Недостатки этого метода:

- малая скорость работы и
- проблема объединения трех отдельных сканов в один с вытекающим отсюда несовмещением цветов.

В современных *однопроходных* сканерах True Color CCD-матрица состоит из трех параллельных линеек приемных ячеек (технология Single Pass – рисунок 14), что позволяет производить сканирование изображения за один проход каретки.

Технология Single Pass позволяет добиться *наиболее точного совмещения цветов изображения*, а также значительно уменьшить время сканирования.

Однопроходные сканеры используют одну из двух подсистем для получения данных о цвете изображения:

- некоторые однопроходные сканеры используют ПЗС со специальным покрытием, которое фильтрует цвет по составляющим,
- другие используют призму для разделения цветов.

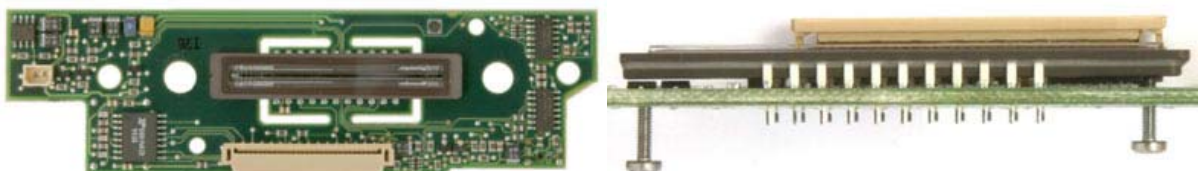


Рис. 15

– другие однопроходные сканеры для разделения цветов используют призму.

CCD-матрица – это «большая микросхема» со стеклянным окошком (рисунок 15, слева), в которое фокусируется отраженный от оригинала свет. Матрица не прекращает работать все время, пока лафет со сканирующей кареткой совершает путь от начала планшета до его конца. Общая дистанция движения лафета по направлению "Y" есть *частота сэмплирования* – это *механическое разрешение сканера*.

За один шаг матрица целиком захватывает горизонтальную линию планшета, которая называется *линией растра*. По истечении времени, достаточного для обработки одной такой линии, лафет сканирующего блока перемещается на небольшой шаг, и наступает очередь для сканирования следующей линии.

Если посмотреть на CCD-матрицу сбоку (рисунок 15, справа), можно заметить два обычных винта, с помощью которых на этапе сборки сканера производилась *точная юстировка матрицы*, чтобы падающий на нее свет, предварительно отраженный от зеркал, ложился бы *равномерно* по всей ее поверхности. В случае перекоса одного из элементов оптической системы созданное компьютером растровое изображение окажется «полосатым».

На увеличенной фотографии CCD-матрицы, которая сделана цифровым фотоаппаратом Canon EOS D60 (рисунок 16), видно, что CCD-матрица оснащена собственным RGB-фильтром, который является главным элементом системы разделения цветов CCD-матрицы.

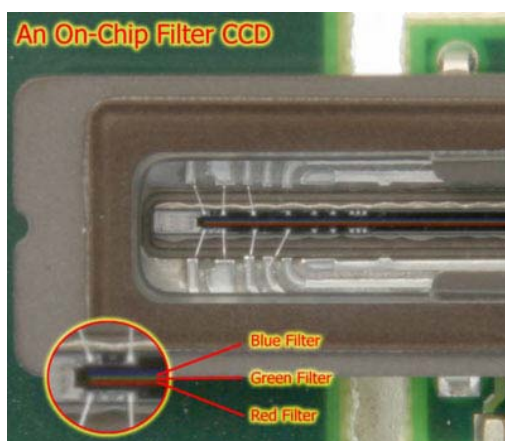


Рис. 16

RGB-фильтр позволяет разделить белый свет на три цветовые составляющие, прежде чем сфокусировать его на фильтрах матрицы.

В технологии CCD оригинал подсвечивается белым светом.

В качестве источника белого света используется люминесцентная (флуоресцентная) лампа. Для того, чтобы достичь белого цвета нужной температуры такая лампа должна выходить на рабочий режим в течение часа с момента включения. Можно начинать сканировать и раньше, но возникнет искажение цветов.

Повышенное потребление энергии и невысокий ресурс лампы.

Для того чтобы быть готовым к работе сканер должен поддерживать лампу в рабочем состоянии – лампа должна постоянно «гореть» (если её выключить, то сканер вновь придется выводить на режим). Эта особенность приводит к повышенному потреблению энергии, а главное, к снижению ресурса лампы.

CCD-матрица преобразует изменения цвета и яркости принимаемого светового потока в аналоговые электрические сигналы, которые передаются в аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

1.3. Алфавитно-цифровой преобразователь

Алфавитно-цифровой преобразователь (АЦП) выполняет преобразование аналогового сигнала в цифровой код (последовательность нулей и единиц).

Световой поток, падая на ее поверхность *светочувствительной матрицы* CCD, выбивает электроны из её ячеек. При этом энергия электронов тем больше, чем мощнее световой поток. Однако эта энергия всё же очень мала, для того чтобы её восприняло устройство АЦП. Поэтому на выходе из светочувствительной матрицы электроны попадают в *усилитель тока*.

Усиленный сигнал (пока еще аналоговый) «взвешивается» преобразователем, который присваивает каждому набору электронов, вылетающих из CCD-матрицы, цифровое значение, согласно силе тока, создаваемого движущимися электронами.

Для сканера очень важен такой параметр АЦП, как его *разрядность*, поскольку он характеризует точность измерения входного сигнала. Теоретически лучше тот сканер, у которого разряд-

ность больше. Разрядность АЦП указывается в виде надписи мелким шрифтом на коробке сканере, например, так: «software 48 bit, hardware 36 bit». Такая надпись означает, что разрядность составляет 36 бит.

На практике различия между результатами работы 36-ти и 42-х-битных сканеров практически незаметны, поскольку человеческий глаз способен различить примерно всего 24 бита цветовых оттенков, что соответствует 16,7 млн. цветовых оттенков.

Поскольку АЦП оценивает энергию электронов, он таким образом «определяет» цвета точек, из которых складывается изображение. Поэтому чем больше разрядность АЦП, тем достовернее сканер может передать цвет каждой точки изображения.

1.4. Процессор сканера

Современный сканер имеет специализированный процессор, *задачи* которого:

- согласование действий всех цепей и узлов,
- формирование данных об изображении для передачи ПК,
- выполнение функций контроллера интерфейса (иногда).

Список программных инструкций для процессора хранится в микросхеме постоянной памяти (ПЗУ). Данные в ПЗУ записываются производителем сканера на этапе производства. Содержимое микросхемы называется «микропрограммой (firmware), возможность обновления которой предусмотрена у некоторых современных профессиональных сканеров.

В сканерах используется и буферная оперативная память (1 или 2 Мбайт), через которую сканируемая информация порциями передается в ПК.

1.5. Подвижные элементы конструкции сканеров

По способу перемещения считывающей головки сканера и бумаги относительно друг друга сканеры можно разделить на два основных типа: ручной (hand-held) и настольный (desktop).

Существуют также *комбинированные* устройства, которые сочетают в себе возможности настольных и ручных сканеров, например, модель Niscan Page американской фирмы Nisca.

Основной подвижный модуль сканера – *сканирующая каретка*, в состав которой входят оптический блок с системой линз и зеркал, светочувствительная матрица, лампа с холодным катодом (если это CCD-сканер) и плата инвертора. Расположение основных функциональных узлов сканера показано на рис. 17.

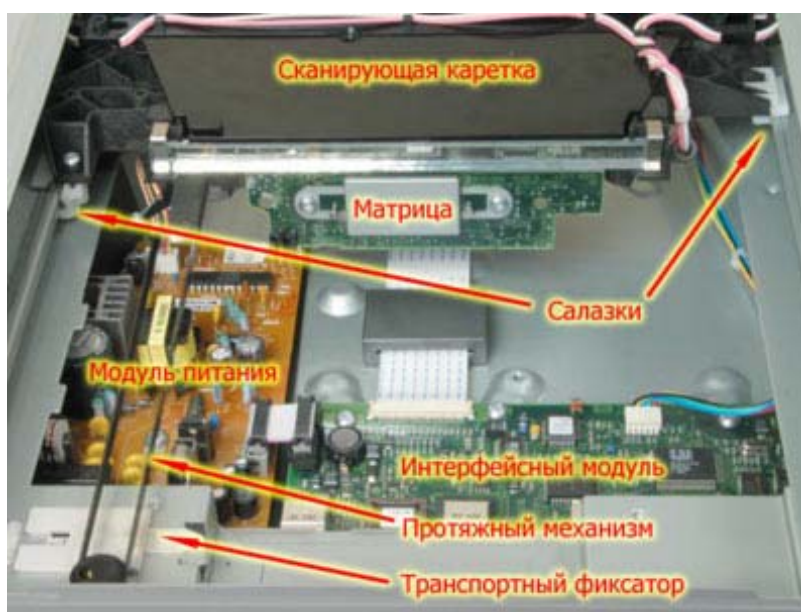


Рис. 17. Основные функциональные узлы сканера

К сканирующей каретке жестко прикреплен *зубчатый протяжный ремень* (рис. 18), который приводит в движение шаговый двигатель аппарата. На рисунке 17 показано место крепления ремня к сканирующей каретке.

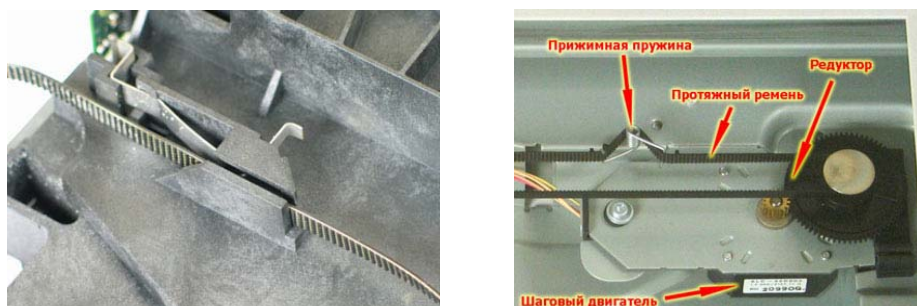


Рис. 18

За плотный контакт протяжного ремня с шестеренками отвечает специальная *натяжная пружина*, которая надевается непосредственно на ремень.

Лафет со сканирующей кареткой перемещается по направляющим салазкам вдоль корпуса сканера.

Шаговый электродвигатель может поворачивать шпиндель в обе стороны небольшими шажками. Из-за этой особенности всегда есть возможность переместить каретку сканера на строго определенное расстояние. Таким образом шаговый двигатель вращает редуктор (шестеренки) и приводит в движение каретку.

За выбор направления и скорости вращения отвечает специальная микросхема – *контроллер двигателя*.

Сердечник двигателя с внешней стороны соединен *зубчатой передачей* – получается простейший *редуктор*. Его большая шестеренка и протягивает ремешок, к которому прикреплена сканирующая каретка.



Рис. 19

Точность перемещения каретки называют *механическим разрешением* по направлению «Y» (Y-direction) (рисунок 20).

Оптическое разрешение – направление X, *механическое разрешение* – направление Y.

Оптическое разрешение определяется числом элементов линии матрицы, деленным на ширину рабочей области, *механическое разрешение* – числом шагов сканирующей каретки по направлению движения Y.

В спецификациях к сканерам приводится обозначение типа «600x1200». Второе число показывает механическое разрешение, а первое – оптическое разрешение сканера.

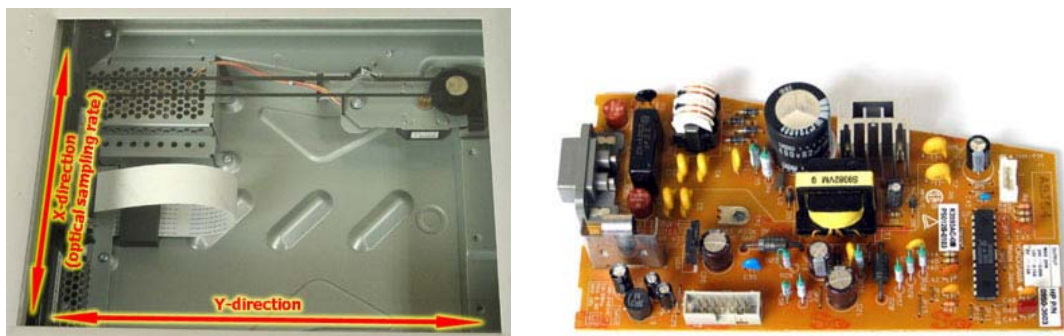


Рис. 20

Домашние или офисные сканеры потребляют не слишком много энергии от сети, поэтому в блоках питания SOHO-аппаратов нет мощных элементов. Внутренний блок питания сканера выдает следующие значения напряжения и тока: 24 В / 0.69 А, 12 В / 0.15 А и 5 В / 1 А.

Так как для источника света – лампы с холодным катодом, требуется высокое напряжение в несколько киловольт, за ее питание отвечает отдельный блок.

Дополнительные устройства планшетных сканеров, которые обычно приобретаются отдельно:

- адаптер для сканирования прозрачных оригиналов (слайд-адаптер) и
- *автоподатчик документов.*

Автоподатчик требуется в тех случаях, когда приходится сканировать множество печатных листов стандартного формата.

Удостовериться, что к сканеру можно подключить автоподатчик просто: для этого можно взглянуть на панель подключений и убедиться в наличии гнезда ADF (Automatic Document Feeder). Автоподатчик документов всегда «привязан» к конкретной модели сканера, либо к серии моделей.



Рис. 21

Корпус сканера должен обладать достаточной жесткостью, чтобы исключить возможные перекосы конструкции (рис. 21). Лучше, если основа сканера представляет собой металлическое шасси. Однако корпуса большинства выпускаемых сегодня сканеров для дома и офиса, в целях снижения стоимости, полностью сделаны из пластмассы. В этом случае, необходимую прочность конструкции придают специальные ребра жесткости.

Важным элементом корпуса является *транспортный фиксатор*, который бережет сканирующую каретку от повреждений при транспортировке сканера. Перед включением сканера, оснащенного таким фиксатором, нужно осуществлять его разблокировку. В противном случае, можно повредить механизмы аппарата.

Корпус сканера может отрицательно повлиять на качество сканирования, если, например, он недостаточно герметичен и вследствие этого пропускает пыль окружающей среды.

Обычно при проектировании корпуса сканера предполагаются некоторые удобства пользователя: например, возможность отделения крышки планшета или обтекаемая форма краев корпуса для обеспечения быстрого извлечения оригинала из корпуса. Между стеклом и планшетом корпуса не должно быть никакого зазора, который препятствовал бы извлечению оригинала. По периметру планшета должна быть разметка.

1.6. Управление сканером

Все сканеры управляются с персонального компьютера, к которому они подключены, а необходимые настройки перед сканированием задаются в пользовательском окне управляющей программы. Поэтому сканерам необязателен собственный блок управления.

Однако многие производители идут навстречу самым неподготовленным пользователям, и устанавливают (обычно на лицевую панель) несколько кнопок «быстрого сканирования» (рисунок 22).



Рис. 22

2. ЦВЕТНОСТЬ СКАНИРОВАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

2.1. Цветовые пространства

Для передачи цветовых свойств изображений в компьютерной технике используют цветовое пространство двух видов:

- аддитивное и
- субтрактивное.

В *аддитивном цветовом пространстве* цвета образуются путем сложения световых лучей из комбинаций красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue) цветов. Первые буквы названий этих цветов и формируют аббревиатуру *RGB*.

Комбинации двух любых из вышеназванных цветов образуют дополнительные цвета (пурпурный, голубой, желтый).

Смещение максимальных интенсивностей основных цветов дает белый цвет.

Отсутствие лучей формирует черный цвет.

Например, экран выключенного монитора компьютера воспринимается человеком в темных тонах.

Цветовая модель *RGB* обеспечивает воспроизведение изображений на экране монитора.

Главный ее недостаток заключается в том, что свойства изображения не сохраняются при выводе на печать.

В *субтрактивном цветовом пространстве* цвет получается вычитанием различных цветов из общего луча света. При этом белый цвет получается в результате отсутствия всех цветов, а наличие всех цветов формирует черный цвет.

Система субтрактивных цветов работает с отраженным светом, например, от экрана монитора или стен комнаты.

Если стена белая, то отражаются все цвета, в противном случае некоторые из них поглощаются, а некоторые отражаются.

В системе субтрактивных цветов основными являются цвета: голубой (Cyan), пурпурный (Magenta) и желтый (Yellow) цвета.

Первые буквы названий этих цветов образуют аббревиатуру CMY.

Если эти цвета смешиваются на бумаге в равной пропорции, то теоретически должен получиться черный цвет.

Однако, в связи с тем, что типографские краски не полностью поглощают свет, комбинация трех указанных цветов выглядит темно-коричневой.

Поэтому для корректировки тонов и получения качественного черного цвета в принтеры добавляют немного черной краски (black).

Последняя буква названия черного цвета в сочетании с аббревиатурой CMY образует новую аббревиатуру – CMYK.

Такое решение значительно усиливает субтрактивный метод, основанный на принципе четырехцветной высококачественной печати.

Существуют и другие системы формирования цветов, представляющие их, например, в виде тона, насыщенности и яркости.

Цветовой тон представляет собой конкретный оттенок цвета, отличный от других: красный, голубой, зеленый и т. п.

Насыщенность цвета характеризует относительную интенсивность цвета. При уменьшении, например, насыщенности красного цвета в рисунке он становится более блеклым.

Яркость (освещенность) цвета показывает величину добавляемого черного оттенка, что делает объект более темным. Яркость хорошо согласуется с моделью восприятия цвета человеком.

Таким образом, *насыщенность соответствует интенсивности световой волны*, а яркость служит показателем общего количества света.

В процессе своей деятельности пользователю чаще всего необходимо менее мощное сочетание цветов. В этом случае удобнее использовать так называемые *индексированные палитры* – это на-

боры, содержащие фиксированное количество цветов (например, 16 или 256), из которых пользователю легко можно выбрать необходимый.

Преимуществом таких палитр является то, что они занимают гораздо меньше памяти, чем полные системы RGB и CMYK.

Другие цветовые модели применяются только для отображения изображений на экране монитора и в редких случаях – для корректировки цвета сканированных фотографий или слайдов.

Однако имеются проблемы. Например, цветовая модель RGB насыщеннее цветовой модели CMYK. Это приводит к тому, что некоторые яркие цвета зеленых и голубых оттенков, которые видны на мониторе, невозможно воспроизвести при выводе на печать.

Вследствие этого RGB-изображение необходимо заново редактировать, а затем преобразовывать в CMYK.

При правильных установках CMYK-файлы по своим размерам несущественно отличаются от файлов RGB.

2.2. Регистрация цвета в технологии CCD

Камера CCD состоит из 4-х линейных светочувствительных датчиков. Перед 3-мя из них установлены светофильтры красного, зеленого и синего цветов (RGB), которые выделяют красную, зеленую и синюю составляющие из отраженного от оригинала белого света (рис. 23). Четвертый линейный датчик служит для сканирования в *монохромном режиме*.



Рис. 23

Максимальное число оттенков, которые способен воспринимать (распознавать) сканер, называется глубиной цвета.

Глубина, или разрядность цвета – важнейшая характеристика сканера, которая характеризует качество его цветопередачи.

Глубина цвета (color depth) (разрядность обработки цвета) – в АЦП сканера аналоговая информация ССD-матрицы преобразуется в цифровую, битовую, т.е. информация о цвете хранится в битах, поэтому глубина цвета выражается в битах на цвет или в битах на цветовой канал и определяет максимальное количество цветов, которое может воспроизвести сканер.

Таким образом, для сканеров разрядность преобразователя и глубина цвета – это одно и то же.

При 4-битном кодировании цветного или серого изображения (это значит, что сканер одновременно регистрирует 4 бита информации) сканер распознает 16 различных оттенков цвета, при 8-битном – 256 оттенков.

Вычислить количество воспроизводимых цветов просто – нужно возвести число 2 в степень, равную разрядности цвета в канале, и полученное значение возвести в куб, поскольку сканирование производится по трем каналам: Красный, Зеленый, Синий – RGB.

Количество цветов, воспроизводимых 24-битным сканером (8 бит на канал), равно $16\,777\,216$ на точку (пиксел).

Такая глубина цвета: в 24 бита на каждую точку (когда на цвета RGB приходится по 8 бит) называется «стандартной» (= «истинной» - True Color).

Соответственно, при такой разрядности сканер воспринимает 16,77 млн. цветовых оттенков одной точки.

Помимо 24-битных сканеров широко распространены 30-, 36-, 42- и даже 48-битные сканеры.

Однако, человеческий глаз «не рассчитан» на глубину цвета более 24 бит, и устройства вывода обычно не воспроизводят большую глубину цвета. Поэтому и большинство компьютерных приложений (кроме профессиональных: таких, как Photoshop) работают с 24-х- битным представлением цвета.

Подавляющее большинство современных сканеров имеет 48-разрядные АЦП (глубина цвета = 48 бит).

Поддержка высокой разрядности цвета в ряде случаев позволяет на уровне драйвера скорректировать изображение, одна-

ко оценить вероятность внесения сканером искажений в цветопередачу практически невозможно без тестирования конкретного экземпляра.

В сканерах с ПЗС датчиками два верхних бита теоретической глубины цвета обычно являются «шумовыми» и не несут точной информации о цвете. Наиболее очевидное следствие «шумовых» битов – недостаточно непрерывные, гладкие переходы между смежными градациями яркости в оцифрованных изображениях.

В 36 битном сканере «шумовые» биты можно сдвинуть достаточно далеко, и в конечном оцифрованном изображении останется больше чистых тонов на канал цвета.

2.3. Оптическая плотность оригинала и динамический диапазон сканера

Основной характеристикой любого оригинала является его оптическая плотность, характеризующая способность оригинала отражать или пропускать свет.

Оптическая плотность оригинала вычисляется как десятичный логарифм отношения света падающего к свету отраженному (при сканировании непрозрачных оригиналов) или проходящему (при сканировании слайдов и негативов).

Оптическая плотность лежит в пределах от 0 (белый цвет - прозрачный оригинал) до 4 (черный цвет - непрозрачный оригинал) и обозначается OD (Optical Density) или просто D.

Типичные значения *оптической плотности оригиналов*:

- газетная печать – 0,9D,
- типографская печать на мелованной бумаге – 1,5D – 1,9D,
- фотографии - 2.3D
- негативные пленки - 2.8D,
- любительские слайды - 2.7D-3.0D
- высококачественные профессиональные диапозитивы и
- слайды двойного формата - 3.0D – 4D,
- негативы и рентгеновские снимки - 3.3D – 4D.

Большинство бумажных оригиналов обладают оптической плотностью не более 2.5D.

Динамический диапазон сканера (Dynamic Range), или диапазон оптической плотности (Density Range), определяется как разница между самым светлым (D_{min}) и самым темным (D_{max}) участками оригинала, которые сканер в состоянии обрабатывать, не теряя оттенки ни в цветах, ни в тенях оригинала, и зависит от типа оригинала и его происхождения.

Максимальная оптическая плотность у сканера - D_{max} - это оптическая плотность оригинала, которую сканер еще отличает от полной темноты. Все оттенки оригинала темнее этой границы сканер не сможет различить.

Величина D_{max} хорошо отделяет простые офисные сканеры, которые могут потерять детали, как в темных, так и светлых участках слайда (и, тем более, негатива), от более профессиональных моделей.

Для большинства планшетных сканеров D_{max} лежит в пределах от 1.7D (*офисные модели*) до 3.4 D (*полупрофессиональные модели*).

Специализированные *слайд-сканеры* имеют динамический диапазон, как правило, в пределах от D3.2 до D3.6, при этом максимальное теоретическое значение оптической плотности - D4.0.

Реально при сканировании непрозрачных оригиналов сканер со значением $D_{max} = 2.5 D$ будет хорошо справляться с возложенными на него задачами.

Производители качественных сканеров, как правило, указывают значения D и D_{max} .

Значением $D > 3$ обладают только *профессиональные модели планшетных сканеров* и *барабанные сканеры*.

Диапазон оптических плотностей сканера определяется оптикой сканера и глубиной цвета: он возрастает с увеличением глубины (разрядности) цвета.

Обычно чем больше динамический диапазон, тем лучше.

С увеличением динамического диапазона сканера возрастает количество вводимых градаций яркости и, следовательно, плавность переходов в смежных тонах изображения.

Недостаточный динамический диапазон сканера может привести

– к искажениям цветопередачи при сканировании изображений, содержащих плавные тоновые переходы (переходы яркости), наподобие фотоснимков голубого неба, заката, или

– к потере деталей в снимках светлых и темных предметов: цветов, белой одежды, облаков, "лунной дорожки", тени от здания и т.п.

3. ТЕХНОЛОГИИ СКАНИРОВАНИЯ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ СКАНЕРОВ

3.1. Технологии сканирования

Различают следующие технологии сканирования:

- «Однопроходная для черно-белого сканирования»;
- «Трехпроходная для цветного сканирования»;
- «Однопроходная для цветного сканирования»;
- «На основе линейки ПЗС»;
- «Контактное сканирование».

В технологии *однопроходной для черно-белого сканирования* датчики CCD набора расположены в одну линию.

В *трехпроходной технологии для цветного сканирования*, которая использовалась ранее, CCD-матрицы воспринимают показатели светового потока только одного цвета, поэтому каждый цвет из RGB сканируется за отдельный проход. Таким образом сканирование осуществляется за три прохода: свет от изображения проходит поочередно через три светофильтра: красный, зеленый и синий, либо изображение освещается последовательно этими тремя цветами (используются лампы разных цветов).

Недостатки метода: малая скорость сканирования и проблема объединения трех отдельных сканов в один с вытекающими трудностями совмещения цветов.

В *однопроходной технологии для цветного сканирования* – Single Pass – используется матрица True Color CCD, позволяющая воспринимать все три цветовые составляющие цветного изображения за один проход каретки сканера. При этом для разделения цветов используют либо ПЗС со специальным покрытием – фильтры –

это датчики CCD набора, расположенные в три линии, либо призму.

В *технологии на основе линейки ПЗС* подвижных частей нет. Поперечная развертка осуществляется переносом зарядов с массива детекторов, количество которых – это ширина раstra в пикселах. Продольная развертка обеспечивается движением ЛА, на котором установлен сканер.

В *технологии контактного сканирования* – CIS – Contact Image Sensor, которая появилась в 1998 г., светочувствительные датчики находятся в непосредственном контакте с оригиналом.

3.2. Разрешающая способность сканера

Разрешающая способность сканера характеризуется параметром «разрешение сканирования» – scanning resolution, который является основной характеристикой сканера и указывает, сколько пикселей изображения может вводить сканер на единицу площади оригинала.

С увеличением разрешения возрастает четкость и детальность получаемого изображения.

Разрешение сканирования напрямую зависит от количества чувствительных элементов в ПЗС матрице сканера и измеряется в Пикселях на Дюйм (*Pixels Per Inch*), сокращенно – ppi.

Например, разрешение 600x600ppi означает, что квадратный дюйм изображения будет содержать 600 пикселей по вертикали и 600 по горизонтали, т.е. 360 000 пикселей.

Разрешающая способность сканеров измеряется также в dpi – *dots per inch* – количестве точек на дюйм, которые способен воспринять сканер.

Однако для сканеров лучше использовать ppi, а не dpi, т.к. первый описывает качество вводимого изображения, а второй - качество изображения, создаваемого устройством вывода, например, лазерным принтером.

Чем больше разрешающая способность, тем больше информации об оригинале может быть введено в компьютер и подвергнуто дальнейшей обработке.

Разрешающая способность сканера пропорциональна частоте измерений.

Различают три вида «разрешений»:

- оптическое (геометрическое),
- механическое (физическое),
- интерполяционное.

Оптическое разрешение - одна из основных характеристик сканера – это реальное количество пикселей, которое в состоянии "разглядеть" светочувствительная матрица сканера, оно равно количеству ячеек в линии CCD-матрицы, поделенному на ширину поля сканирования. Таким образом, оптическое разрешение сканера определяется ПЗС матрицей по горизонтальной оси.

Обычно разрешение сканера обозначается двумя цифрами: 300x600 ppi, 600x1200 ppi и т.п. Первая указывает разрешение оптическое, а второе – механическое.

У настольных сканеров оптическое разрешение: 300x300, 400x400, 300x600, 400x800, 600x600, 600x1200 dpi.

Чем больше оптическое разрешение, тем более детальную информацию об изображении можно получить.

Количество шагов на дюйм, которое позволяет делать двигатель сканера при перемещении каретки, определяет разрешение по вертикальной оси. В связи с этим многие производители указывают разные значения по горизонтали и вертикали, таким образом завышая реальное разрешение, так как у сканера с разрешением 300x600 (300 по линейке ПЗС и 600 по шаговому двигателю) при заданном разрешении 600 программное приложение (иногда это делается на аппаратном уровне) будет искусственным образом увеличивать разрешение по линейке, математически рассчитывая недостающие точки. Если бы он реально сканировал с разными значениями по вертикали и горизонтали, то получая с одного дюйма по одной оси в два раза больше точек, чем по другой, итоговое изображение было бы растянуто в два раза по вертикальной оси.

В наиболее мощных моделях планшетных сканеров встречаются сменные объективы: при работе в обычном режиме оптика работает аналогично однолинзовым механизмам. При переключении на второй, так называемый «усиленный» режим используется другой объектив, который проецирует на полную ширину CCD-

матрицы только часть ширины рабочего стола сканера. Таким образом, на постоянное число приёмных ячеек CCD-матрицы проецируется участок меньшей ширины и соответственно возрастает оптическое разрешение.

Обычно в документации указано число ячеек CCD-матрицы. Новейшие матрицы 42-битных сканеров имеют 10600 ячеек (хотя в однопроходных сканерах матрица имеет три параллельных линейки приёмных ячеек - по одной на цвет, указывается число элементов в одной). Поделив число ячеек на ширину поля сканирования, получим оптическое разрешение. Некоторые профессиональные плоскостные сканеры имеют больше двух (до 5) переключаемых объектов.

Для практической работы обычно достаточно невысокого оптического разрешения: так, например, для программ распознавания текста обычного размера достаточно 200-300dpi.

Максимальное разрешение, с которым ещё имеет смысл сканировать, можно посчитать по формуле «для обеспечения хорошего запаса по качеству разрешение сканирования должно в 1,5-2 раза превышать умноженное на коэффициент масштабирования разрешение файла, подающегося на устройство печати».

Если оригинал напечатан офсетным способом (это вся печатная продукция) и подавление растрового муара выполняется не драйвером сканирования, а в программе Adobe Photoshop - разрешение при сканировании нужно задать выше ещё в 2 раза.

Нижняя граница разрешения сканирования определяется ресурсами памяти компьютера, на котором в дальнейшем будет обрабатываться сканированное изображение (растровый файл полноцветной картинке формата А4 с разрешением 300dpi имеет размер более 20 Мб), и визуальным восприятием готового отпечатка. Например, растровые файлы для печати больших полноцветных плакатов для наружной рекламы готовятся с разрешением 50-100 dpi не только из-за огромного размера этих файлов (сотни мегабайт), но и потому что дальнейшее увеличение разрешения уже не улучшает восприятие плаката.

Механическое разрешение есть физическое = истинное = реальное разрешение, которое определяется количеством выполнен-

ного считывания информации, поделенное на длину каретки, пройденной за это время.

Механическое разрешение задаётся изготовителем в 2 раза больше оптического, иногда равным ему или в 4 раза большим, при этом, поскольку CCD-матрица не может сканировать с разрешением выше оптического, а сканируемый квадрат должен остаться квадратом, недостающие «по ширине» точки рассчитываются способом интерполяции. Однако, интерполяция не только не даёт видимого повышения качества при сканировании полноцветных оригиналов, но и может ухудшить чёткость и заметно понизить скорость сканирования.

Интерполяционное разрешение – interpolating resolution – искусственно увеличенное разрешение сканера, которое задается пользователем, и может в несколько раз превышать реальное разрешение сканера. Например, программное разрешение 600 ppi сканера HP ScanJet 5100C можно довести до 1200 ppi. Интерполированное разрешение достигается программным путем в драйвере сканера при помощи математических алгоритмов и используется в редких случаях, потому что почти всегда «размывает» изображение, уменьшая его четкость.

Сканированное изображение можно масштабировать в режиме постобработки, например, в Adobe Photoshop, поэтому лучше сканировать его с разрешением, равным оптическому. Например, для сканера с указанным «оптическим» (а на самом деле – физическим) разрешением 300x1200dpi надо выставлять 300dpi.

Если нужно сканировать полноцветное изображение с разрешением меньше оптического, то лучше задавать разрешение, кратное оптическому. Например, для сканера 300x1200dpi нужно выставлять 300dpi или 150dpi, а не 200dpi, или ближайшее большее и масштабировать изображение в Adobe Photoshop.

Самые дешевые планшетные сканеры имеют разрешение 1200–1800 dpi, разрядность файлов 48 бит и оснащаются слайд-модулями.

Для офисной печати, распознавания текстов, мультимедийных приложений вполне достаточно разрешения 300ppi, 600ppi понадобятся только в том случае, если нужно увеличивать изображение в полтора - два раза.

Для дизайнеров, модельеров и фотографов 1200ppi оптимальны для качественной работы, однако сканированное на 1200ppi изображение, отпечатанное на принтере, будет неотличимо от сканированного с разрешением 2400ppi.

Для профессионала 1200ppi – необходимый минимум, и не менее важное значение имеет динамический диапазон сканера.

3.3. Режимы работы сканеров

Из курса физики известно, что человек видит предметы, потому что одни из них излучают свет, а другие - его отражают. Если предметы излучают свет, то его цвет воспринимает глаз человека. Когда предметы отражают свет, то их цвет определяется цветом падающего на них света и цветом, который эти объекты отражают. Излучаемый свет выходит из активного источника, например, экрана монитора, а отраженный - отражается от поверхности объекта, например, от листа бумаги. Поэтому в процессе работы с растровыми изображениями различают два вида считывания: *двоичное* и *считывание интенсивности серого цвета*.

В процессе двоичного считывания измеряемая величина может принимать значение 0 или 1 (то есть активная ячейка или неактивная).

Считывание интенсивности серого цвета основано на восприятии интенсивности серого цвета. При этом могут различаться до 256 значений серого цвета, которые переводятся в байты/пиксели (один байт/пиксель равен восьми битам/пикселям).

Исходным материалом служат черно-белые фотографии, картографические материалы, чертежи, а также тексты, которые преобразуются в растровые изображения в процессе сканирования.

Классификация сканеров по цветности вводимого изображения: черно-белые и цветные. Черно-белые сканеры делятся на штриховые и полутоновые (серые). С таким делением связаны исторически первые режимы работы сканеров.

Исторически первые черно-белые сканеры работали только в так называемом «двухуровневом (bilevel) режиме», воспринимая или черный, или белый цвет. Эти сканеры сканирова-

ли чертежи и двухцветные изображения. В настоящее время черно-белые сканеры не выпускают.

В черно-белом сканере сканируемое изображение освещается белым светом флуоресцентной лампы.

Отраженный свет через редуцирующую (уменьшающую) линзу попадает на фоточувствительный полупроводниковый элемент – ПЗС, в основу работы которого положена чувствительность проводимости р-п-перехода полупроводникового диода к степени его освещенности. На р-п-переходе создается заряд, который рассасывается со скоростью, зависящей от освещенности. Чем выше скорость рассасывания, тем больший ток проходит через диод.

Каждая строка сканирования изображения соответствует определенным значениям напряжения на ПЗС. Эти значения напряжения преобразуются в цифровую форму либо через аналого-цифровой преобразователь - АЦП (для полутоновых сканеров), либо через компаратор (для двухуровневых сканеров). Компаратор сравнивает два значения (напряжение или ток) от ПЗС и опорное, причем в зависимости от результата сравнения на его выходе формируется сигнал 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.

Хотя черно-белые сканеры и не могли работать с действительными оттенками серого цвета, они их имитировали, используя псевдополутоновый (режим растривания - dithering).

В псевдополутоновом режиме несколько точек вводимого изображения группируются в так называемые gray-scale-пиксели. Такие пиксели могут иметь размеры 2×2 (4 точки), 3×3 (9 точек) или 4×4 (16 точек) и т.д. Отношение количества черных точек к белым и выделяет уровень серого цвета. Напр., gray-scale-пиксель размером 4×4 позволяет воспроизводить 17 уровней серого цвета (включая и полностью белый цвет).

Разрешающая способность сканера при использовании gray-scale-пикселя снижается (в приведенном примере в 4 раза). Полутоновые сканеры используют максимальную разрешающую способность, как правило, только в двухуровневом режиме. Обычно они поддерживают 16, 64 или 256 оттенков серого цвета для 4-, 6- и

8-разрядного кода, который ставится при этом в соответствие каждой точке изображения.

Если в первых моделях полутоновых сканеров разрешающая способность была 200–300dpi, то в современных моделях – 400-800 dpi. Некоторые сканеры обеспечивают аппаратное разрешение 600x1200 dpi. В ряде случаев разрешение сканера может устанавливаться программным путем в процессе работы из ряда значений: 75, 150, 200, 300 и 400 dpi.

Благодаря программной интерполяции современные сканеры могут иметь разрешение 800 и даже 1600dpi.

Итак, *режимы работы сканеров:*

- черно-белый контрастный;
- полутоновый;
- псевдополутоновый;
- штриховой;
- цветной;
- режим с использованием шкалы яркости.

Черно-белый контрастный режим используется для ввода текстов и чертежей.

Полутоновый режим сканирования – серый. В результате сканирования в этом режиме получается *полутоновое изображение*, которое состоит из точек, между которыми ничего нет. Размеры точек разные: одни точки крупные, другие – мелкие. Расстояние между точками постоянно и измеряется количеством линий на дюйм (по вертикали). Изображение получается из множества таких точек. Точки для наблюдателя сливаются и создают имитацию оттенков серого. Так формируется и газетное изображение (у газет разрешение 65 линий на дюйм, у журналов с хорошим качеством – 133–150 линий на дюйм).

Большинство сканеров работают по принципу «полутонового сканирования». Изображение сканируется по типу 1-битного, затем программно фильтруется, т.е. разбивается на точки и таким образом преобразуется в полутоновое изображение.

Так как человек в состоянии различить глазом не более 256 оттенков серого, то именно такое количество их максимально для сканеров. Однако все 256 используются редко, обычно – 16 или 32 оттенка.

Псевдополутоновый режим сканирования – как в газетах, но полученный растр нельзя редактировать.

Штриховой режим – используется тоже для чертежей и текстов, изображение содержит только черные и белые участки, достаточно 1-битное сканирование (допустим, 0 – белый, 1 – черный цвет).

Цветной режим – используется для ввода в компьютер цветных изображений, в том числе фотографий. Первый цветной сканер появился в 1989г.

Режим с использованием шкалы яркости принципиально отличается от предыдущих описанных режимов сканирования:

- во-первых, используется *многобитное сканирование*,
- во-вторых, полутоновый растр накладывается на изображение с большим количеством градаций яркости в тот момент, когда осуществляется вывод на печать, а не при сканировании (как в полутоновом режиме).

Хороший сканер комплектуется программным обеспечением, в которое встроены инструменты ретуши дефектов, яркости/контраста, восстановления цвета, «растворения» зерна.

С помощью программного обеспечения иногда можно увеличить скорость сканирования (например, увеличив емкость буфера памяти сканера) или включить режим пакетного сканирования и распознавания сканированного образа (например, текста).

Контрольные вопросы

1. Какой процесс называют сканированием ?
2. Назовите основные элементы конструкции сканеров.
3. Почему сканирующая каретка в планшетном сканере способна перемещаться ? Чему служит её перемещение ?
4. Перечислите области деятельности, в которых используются сканеры.
5. В чем заключаются особенности устройства барабанных сканеров ?
6. Какой тип компьютерного интерфейса сканеров наиболее распространен ?
7. Что называют форматом сканера ? Какие Вы знаете форматы ?

8. Какие сканерные интерфейсы являются самыми высокоскоростными ?
9. Опишите оптико-электронный принцип работы планшетного сканера.
10. Какими функциональными возможностями обладают профессиональные сканеры ?
11. Какие устройства входят в состав сканирующего механизма современных сканеров ?
12. Почему и как нужно стабилизировать световой поток источника, освещающего оригинал в процессе сканирования ?
13. Какую роль выполняет оптическая система в конструкции сканера ?
14. Как влияет подвижность оптического блока на конструкцию сканера ?
15. Что такое ССD-матрица и в чем заключается ее роль в сканировании оригинала ?
16. Для чего нужен алфавитно-цифровой преобразователь ?
17. В чем заключается технология сканирования ССD ?
18. Опишите технологию контактного сканирования.
19. Для чего сканеру нужен процессор ?
20. В каких случаях сканеру нужен автоподатчик документов ?
21. Что такое «механическое разрешение сканера» ?
22. Что такое «оптическое разрешение сканера» ?
23. Какой параметр сканирования оказывает наибольшее влияние на качество сканирования оригинала ? на цветность ? на резкость изображения ?
24. Что такое «разрешение сканирования» и как оно связано с оптическим и механическим разрешением сканера ?
25. Назовите единицы измерения разрешения сканирования и объясните их смысл ?
26. Чем величина «300 dpi» отличается от величины «300 ppi» ?
27. Можно ли увеличить разрешение сканирования программным способом ?
28. Какие цветовые пространства Вы знаете ?
29. Объясните понятие «цвет».

30. В чем заключается цветовая модель RGB и где она используется ?
31. Опишите цветовую модель CMYK ?
32. В каких случаях используют цветовую модель CMYK ?
33. Что такое «растровое изображение» ?
34. Чем серое растровое изображение отличается от цветного ?
35. Что такое «глубина цвета» ? Чья это характеристика и от чего она зависит ?
36. Каким образом устройство АЦП влияет на разрядность цвета сканера ?
37. Что такое «динамический диапазон сканера» ?
38. Дайте определение оптической плотности оригинала.
39. Как разделяются оригиналы в зависимости от значения их оптической плотности ?
40. Как определить количество цветов в цветовой палитре ?
41. Какие цветовые палитры используют современные сканирующие устройства ?
42. Сколько цветовых оттенков способно различить человеческое зрение ?
43. Какова глубина цвета черно-белого изображения ?
44. Сколько цветовых оттенков содержит растровое изображение, если его глубина цвета равна 2 ? 4 ?
45. Перечислите технологии сканирования.
46. Перечислите режимы сканирования.
47. В чем разница между серым и цветным режимами сканирования ?
48. В чем особенность полутонового режима сканирования ?
49. Что общего и в чем различие между настольным сканированием твердых оригиналов и сканированием земной поверхности с самолета ?
50. Какой из сканеров предпочтительнее использовать в сканировании твердых картографических материалов: планшетный или барабанный и почему ?
51. Существуют ли профессиональные картографические сканеры ? Для поиска практических примеров воспользуйтесь сетью Интернет.